



Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú
Center for Arid Lands Research, National Agrarian University La Molina, Lima - Perú



Leyenda de la carátula

“Mujer en el desierto de Sechura” Oleo. 1951. José Sabogal Diéguez

© Sucesión José Sabogal:

Isabel María Sabogal Dunin Borkowski

Ana Bozena Sabogal Dunin Borkowski

María Jadwiga Sabogal Dunin Borkowski

Zonas Áridas

Publicada por el Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA)
Universidad Nacional Agraria La Molina
Published by the Center for Arid Lands Research (CIZA)
National Agrarian University La Molina

Director/ Director

M.Sc. Juan Torres Guevara

Editores Invitados/Guest Editors

Dra. Fabiola Alexandra Parra Rondinel
Jose Roberto de Lima

Editores/Editors

Editor en jefe – Dra. Fabiola Alexandra Parra Rondinel
MS. (c) Sonia María Gonzáles Molina
Dra. María de los Angeles La Torre-Cuadros
Dr. Reynaldo Linares-Palomino
Dr. David Ramírez Collantes

Comité Científico/Scientific Committee

Dr. Eugene N. Anderson
University of California Riverside, EUA
E-mail: gene@ucr.edu

Dra. Norma Hilgert
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y
Técnicas, Argentina
E-mail: normahilgert@yahoo.com.ar

Dra. Maria del Carmen Mandujano
Instituto de Ecología. Universidad Nacional
Autónoma de México.
E-mail: mcmandu@miranda.ecologia.unam.mx

Dra. Eglee Lopez Zent
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas,
Venezuela
E-mail: elopez@ivic.ve

Dra. Elena Abraham
Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas
Áridas (IADIZA-CONICET)
E-mail: abraham@mendoza-conicet.gob.ar

Dr. Antonio Galán de Mera
Universidad San Pablo CEU, España
E-mail: agalmer@ceu.es

Dr. Gerald A. Islebe
El Colegio de la Frontera Sur, México
E-mail: gerald@ecosur-qroo.mx

Dr. Carlos Galindo-Leal
Programa Bosques Mexicanos WWF, Mexico
E-mail: cgalindo@wwfmex.org

Dra. Maria Nery Urquiza Rodriguez
Grupo Nacional de Lucha contra de la
Desertificación y la Sequia, Cuba
E-mail: nery@ama.cu

Dr. Alejandro Casas Fernández
Centro de Investigaciones en Ecosistemas
Universidad Nacional
Autónoma de México, México
E-mail: acasas@cicco.unam.mx

PhD. Toby Pennington
Royal Botanic Garden Edinburgh
Tropical Diversity Section
E-mail: t.pennington@rbge.org.uk

Diseñador/ Designer

Cristian Bereche Y.

Información General/ *General Information*

Zonas Áridas publica un volumen con dos números al año, con artículos referentes a los diversos aspectos de las zonas áridas y semiáridas a nivel mundial, con la finalidad de contribuir al mejor conocimiento de sus componentes naturales y sociales, y al manejo adecuado de sus recursos. Es una Revista que se encuentra en LATINDEX, y cuyos artículos se someten a revisión (arbitraje) por pares anónimos. Zonas Áridas acepta contribuciones en aspectos teóricos y aplicados en: Botánica, Zoología, Ecología, Etnobiología, Paleobiología, Antropología, Arqueología, Geología, Hidrología, Forestales, Agricultura, Climatología, Arquitectura de estos ecosistemas así como; proyectos de conservación, desarrollo, cambio climático, educación y material legal, cultural e histórico referidos a zonas áridas. Esta Revista se inició en 1982 y tiene las siguientes secciones: Editorial, Artículos científicos, Revisiones y Notas Técnicas o Informativas. No se cobran gastos de publicación. Las opiniones expresadas en esta revista son responsabilidad exclusiva de los autores. Los manuscritos serán evaluados anónimamente de acuerdo a los criterios de nuestra política editorial.

Zonas Áridas publishes a volume with two numbers by year, with articles that address several aspects of the arid and semi-arid at world-wide level, aiming to contribute to a better understanding of their natural and social components and to the rational management of their resources. It is a Journal included in LATINDEX whose articles must undergo the anonymous peer review (arbitration). Zonas Aridas accepts contributions about arid lands in the different scopes of basic and applied science, particularly in: Biology, Ecology, Paleobiology, Anthropology, Archaeology, Geology, Hidrology, Forestry, Agriculture, Climatology and Architecture. This journal was founded in 1982 and it has the following sections: Editorial, Scientific Research (original) Articles, Reviews and Technical or Informative Notes. It has no page charges. Opinions and conclusions expressed in this journal are the sole responsibility of the contributing author(s).

ISSN 1013-445X (Versión impresa)

ISSN 1814-8921 (Versión electrónica)

Título Clave: Zonas Áridas

Título Clave Abreviado: Zonas Áridas

Biblioteca Nacional del Perú

Depósito Legal: 2003-5607

Dirección Postal/Mailing Address

Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA)

Universidad Nacional Agraria La Molina

Camilo Carrillo 300 A, Lima 11, Perú

E-mail: zonasaridasperu@gmail.com

Página Web: <http://journal.lamolina.edu.pe/index.php/rza>

<http://www.lamolina.edu/zonasaridas>

Carta del Director

Como siempre decimos: la idea general de que los desiertos son ecosistemas vacíos, sin seres vivos, deshabitados y sin dueños, pese a ser parte de los paisajes de las religiones más importantes de la humanidad, es aún imperante, y con este argumento hemos desertificado extensas zonas de los desiertos en el mundo. Cada vez se hace más necesario un cambio epistemológico en relación a ellos.

El Volumen 15 de nuestra Revista aborda el tema de las historias ambientales, la cobertura de suelos, los recursos vegetales (Nº1), el aporte de la ciencia a la investigación de las zonas áridas de América Latina, desde sus diferentes disciplinas: ciencias naturales, económicas y sociológicas, así como desde la contribución desde los conocimientos tradicionales. Estos trabajos (Nº2) fueron parte de la reunión de la ILACCT (Iniciativa de América Latina y el Caribe en Ciencia y Técnica en Desertificación) realizada en el Estado de Ceará (Brasil) del 28 al 30 de Agosto del año 2013

Participan, en este volumen de colección, reconocidos investigadores, que son parte de la historia de este tema en América Latina, esta vez de 6 países (Perú, Bolivia, Brasil, Argentina, México y Venezuela) con 23 trabajos en total, y como siempre cierra la edición un artista del desierto: El pintor peruano José Sabogal (1888-1956) uno de cuyos cuadros, que representa a una mujer del desierto de Sechura (Piura), adorna nuestra carátula.

No puedo terminar sin agradecer la siempre incondicional colaboración de los Editores, el Comité Científico, el Cuerpo de Árbitros y a las instituciones que nos apoyaron en la edición de este volumen (Ministerio del Ambiente)

Juan Torres Guevara

Director

Centro de Investigaciones de Zonas Áridas

Director's Letter

As we always says: the general idea of that deserts are empty ecosystems is still prevailing, without living beings, uninhabited and ownerless, despite being part of the landscapes of the most important religions of the humanity, and with this argument we have desertified large areas of deserts in the world. It is turning more necessary an epistemological shift in relation to these drylands.

Volume 15 of our Journal addresses the issue of environmental stories, land cover, plant resources (Nº1), and about the contribution from science to the investigation of the drylands of Latin America which are from different disciplines as natural, economic and sociological sciences, and also from traditional knowledge. Also we present works that (Nº2) were part of the meeting ILACCT (Initiative for Latin America and the Caribbean in Science and Technology in Desertification) realized in the State of Ceará (Brazil) from 28-30 August 2013.

This volume collection features the participation of renowned researchers, who are part of the history of the drylands in Latin America, and in this time are from 6 countries (Peru, Bolivia, Brazil, Argentina, Mexico and Venezuela) with 23 works, and as always, this edition closes with an artist of the Desert: the Peruvian painter José Sabogal (1888-1956) with his paint called "A woman in the desert of Sechura" (Piura), that adorns the cover art of this Volume. I can not ending without thanking the ever unconditional collaboration of the Editors, the Scientific Committee, the Body of Arbitrators and the institutions that supported us in editing this volume (Ministry of Environment).

Juan Torres Guevara

Director

Centro de Investigaciones de Zonas Áridas

Zonas Áridas

Centro de Investigaciones de Zonas Áridas de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Volumen 15 N° 1 Año 2013

Enero-Diciembre 2013

Contenidos / Contents

EDITORIAL

ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINALS ARTICLES

Flora y vegetación en tres localidades de una cuenca costeña: río Acarí, Provincia de Caravelí (Arequipa, Perú) Daniel B. Montesinos T, Luis P. Mondragón	11
Propagación de <i>Echinocactus platiacanthus</i> : efectos del sustrato, viabilidad y escarificación de semillas María del Carmen Navarro, Rosalía Tzompa, Eva María González	31
Cambios de la cobertura de los suelos para la elaboración de escenarios territoriales en la Región Apurímac Nicolas Ibáñez, Gregory Damman	48
Para usar o para eliminar? El uso local del monte Santiagueño (Argentina) y el avance de la agricultura industrial. Patricia Riat, María Lelia Pochettino	68
Aprovechamiento, demografía y establecimiento de <i>Agave potatorum</i> en el Valle de Tehuacán, México: aportes ecológicos y etnobiológicos para su manejo sustentable Ignacio Torres, América Delgado-Lemus, Selene Rangel-Landa, Alejandro Casas	92
Intercambio tradicional de semillas de tuberosas nativas andinas y su influencia sobre la diversidad de variedades campesinas en la sierra central del Perú (Huánuco). Dora Velásquez, Cecilia Trillo, Aldo Cruz, Sandra Bueno	110
Manejo de variedades locales de <i>Prunus persica</i> (Rosaceae) en la quebrada de Humahuaca, Argentina y su relación con los sistemas agrícolas tradicionales. D. Alejandra Lambaré	128
La maleza <i>Nicotiana glauca</i> (Graham) como cultivo energético en sectores áridos y semiáridos de Argentina. Silvia Falasca, Ana Ulberich	148
ARTÍCULOS DE REVISIÓN/ REVIEW ARTICLES	
Reconstruyendo la historia ambiental de las tierras secas chubutenses (Argentina). Mercedes Ejarque	169

Editorial

Los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas continúan siendo una fuente de conocimiento que motiva a investigadores del Perú, América Latina y el Mundo. El vivo interés existente acerca de la diversidad tanto biológica como cultural establecida en estos ecosistemas contribuye a la generación de información y conocimientos sobre las tierras secas de diferentes partes del mundo, lo que hoy se vuelve de gran urgencia debido al aceleramiento de los procesos de pérdida de diversidad biológica y de desertificación, y con ello la pérdida de los servicios ecosistémicos. En el contexto actual en el cual el planeta se encuentra bajo los efectos del Cambio climático, la diversidad biocultural de los ecosistemas de zonas áridas y semi-áridas se vuelve el centro de la atención al encontrarse bajo riesgo de sufrir y que ya muestra síntomas de este problema de escala mundial. Las altas tasas de deforestación por el cambio de uso de suelos que ocurre a nivel mundial es uno de los principales problemas que potencian los procesos de desertificación y que son una amenaza particularmente intensa en las tierras secas del Perú. Por lo tanto fomentar la investigación y la difusión de esta es crucial para contribuir a contrarrestar los procesos de degradación de las zonas áridas mediante la construcción de estrategias de adaptación y de respuesta no sólo al cambio climático, sino también de respuesta a la desertificación y la pérdida de diversidad biológica, basado en propuestas construidas a partir tanto del conocimiento científico como del tradicional, lo cual es fundamental para la conservación y manejo sostenible de estos ecosistemas.

Para comprender el presente es necesario estudiar el pasado, y para enfrentar el futuro es necesario conocer el presente. En este fascículo y retornando luego de un periodo de ausencia, la Revista retoma la recopilación de investigaciones de científicos en esta ocasión especialmente de Latinoamérica, buscando por un lado reflejar la “Historia Ambiental de las Tierras secas” a la vez que profundizar en el estudio del estado actual de estos ecosistemas, a manera de resaltar la importancia de aproximarnos al entendimiento de aquellos procesos naturales y culturales que actuaron y continúan actuando para moldear lo que hoy vemos en estos escenarios socioambientales de tierras secas. Se presentan estudios de tipo florísticos, de germinación de semillas de cactáceas, estudios para profundizar en la ecología de recursos vegetales de zonas áridas para su manejo sostenible, la reconstrucción de la historia ambiental de tierras secas con ayuda de importantes acervos bibliográficos históricos por un lado y por el otro usando herramientas de información geográfica y de la prospección para analizar los procesos del pasado y proponer futuros escenarios apoyándose en las percepciones de las poblaciones locales. Finalmente se presentan contribuciones que incorporan el estudio de los conocimientos tradicionales en el manejo de la diversidad vegetal y dentro de esta a la agrobiodiversidad, elementos básicos en la formulación de propuestas a ser consideradas y apropiadas por los principales protagonistas y manejadores de los recursos de estos ecosistemas, los grupos culturales tradicionales. Esperamos que los estudios presentados sean de interés para nuestros lectores, que contribuyan a motivar mayor investigación en áreas de similares o relacionadas y que a su vez aporten en la elaboración de propuestas y/o estrategias de manejo de ecosistemas de zonas áridas y semiáridas.

Fabiola A. Parra Rondinel
Editora en Jefe
Revista Zonas Áridas
Centro de Investigaciones de Zonas Áridas

Editorial

Arid and semi arid ecosystems are an important source of knowledge that motivate scientific in Peru, Latin American and all around the world. The living interest about not only in biological but also in cultural diversity of those ecosystems contributes to generate information and knowledge about different parts of the world and their drylands, which constitutes an urgency due to the acceleration of the process of loss of biological diversity and desertification, and also of the loss of ecosystem services. In the actual context where the planet is under the effect of climate change, biocultural diversity of the drylands is already in the center of the attention because it is in actual risk and also will suffer the real consequences of those changes. The high rates of deforestation due to change of land use is a global problem that increases the process of desertification, and a problem particularly important in the Peruvian drylands. Therefore, it is necessary to intensify research and the diffusion of information for contributing to counteract the degradation of drylands through the construction of strategies of adaptation and responses not only to climate change, but also to combat desertification and loss of biological diversity, throughout proposals developed from scientific and traditional knowledge, that is crucial for conservation and sustainable management of those ecosystems.

To understand the present is necessary to study the past, and for confront the future is necessary to know the present. In this number, and after a period of absence, *Zonas Áridas* returns and presents several investigations of scientists especially from Latin America, showing researches that look forward to reflecting the “environmental history of the drylands” at the same time that goes into a deeper knowledge of the actual state of these ecosystems, in order to highlight the importance of to try to approximate to an understanding of natural and cultural processes that acted and are acting in the modeling of we can see nowadays in these socio environmental scenarios as are drylands. Now, we present floristic studies, the germination of cacti seeds, several researches of ecology of plant resources for its sustainable management, the reconstruction of natural history of resources by using historical records or using tools of geographic information systems and prospecting for analyzing past events in order to propose future ones with the contribution of local populations perceptions. Finally, some contributions are related to the study of traditional knowledge of management of plant diversity, including agrobiodiversity, basic elements in the formulation of proposals that could be considered and appropriated for the main actors and managers of resources in these ecosystems, the traditional cultures. We hope the studies presented here would be of interest to our readers, that could motivate more investigation in similar or related areas of research and that also could give some elements to elaborate strategies of management of drylands ecosystems.

Fabiola A. Parra Rondinel
Chief Editor
Revista Zonas Áridas
Centro de Investigaciones de Zonas Áridas

Artículo original

Flora y vegetación en tres localidades de una cuenca costeña: río Acarí, provincia de Caravelí (Arequipa, Perú)

DANIEL B. MONTESINOS T.^{1*} y LUIS P. MONDRAGÓN².

¹Nature Conservation & Plant Ecology Group, Wageningen University, The Netherlands.

²Programa Profesional de Ingeniería Agronómica, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

*Autor para correspondencia. E-mail: dbmtperu@gmail.com

Recibido: 25 de Agosto 2013

Aceptado: 10 de Noviembre del 2013

RESUMEN

Se estudió la composición florística y la vegetación de la cuenca costeña del río Acarí y sus alrededores, ubicada en la provincia de Caravelí, al oeste de la región Arequipa, y realizado entre los años 2006 y 2013. Se determinaron 86 especies vasculares pertenecientes a 38 familias. En cuanto a las formas de vida, dominan las herbáceas, arbustos y árboles, en su mayoría nativas e introducidas y algunas endémicas. Se identificó la zona de vida representada por el desierto desecado con dos unidades fitosociológicas de monte ribereño y constituido por *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtianae*, con la subasociación indigoferetum suffruticosae y *Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati*. La composición florística demuestra una riqueza media de especies, tanto nativas como introducidas, siendo las familias mejor representadas, Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Malvaceae. Se aplicó el método fitosociológico de Braun-Blanquet para el análisis de comunidades. Se presenta la clasificación de comunidades mediante el software TWINSpan, el análisis de ordenación DCCA con el software CANOCO 4.5 y un dendrograma basado en correlación de especies e información numérica del análisis de diversidad para cada cuadrante y especies efectuado con el software PC-ORD. Mayores estudios son aún necesarios para tener una visión más amplia de las comunidades de plantas en otras zonas geográficas, y evaluar como la vegetación puede verse afectada con el cambio climático.

Palabras clave: composición florística, vegetación, fitosociología, desierto desecado, monte ribereño, río Acarí, Caravelí, Arequipa.

ABSTRACT

We studied the floristic composition and vegetation of the Acarí River basin and boundaries,

located in Caravelí province at the west of the department of Arequipa, and performed between 2006 and 2013. A total of 86 vascular species were identified from 38 families. As for the life forms, they were dominated by grasses, shrubs and trees, being the majority natives, introduced and some endemic. We identified the life zone represented by the dry desert with two coastal phytosociological units consisting of *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana*, the subassociation indigofetum suffruticosae and *Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati*. The floristic composition of the phytosociological units demonstrates a median richness of species, consisting of both native and introduced, being the best represented families, Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, and Malvaceae. The Braun-Blanquet phytosociological method was applied for community analysis; the classification of the communities was made by means of TWINSpan software, DCCA ordination analysis applied with the software CANOCO 4.5 and dendrogram analysis based on species correlations with numerical information for each quadrant, develop with the software PC-ORD. Major studies are still needed in order to have a wider vision on the ecology of the plant communities in other geographic zones, and evaluate how the vegetation can be affected with climate change.

Key words: floristic composition, vegetation, phytosociology, dry desert, river basin, Acarí river, Caravelí, Arequipa.

INTRODUCCIÓN

Las vertientes de los valles áridos del Pacífico en la costa sur-peruana poseen una variada cantidad de hábitats y diversidad biológica en el Perú. Entre los ecosistemas áridos de interés están las lomas costeras y los valles áridos por donde discurren ríos que provienen de las altas cordilleras por encima de los 3000 metros de altitud (Whaley *et al.*, 2010). El desierto costero peruano – chileno representa un cinturón continuo muy árido, de más de 3 500 km a lo largo de un estrecho territorio ubicado en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes (Rundel *et al.*, 1991). Durante el invierno, la Corriente Peruana contribuye a formar nubes de neblina, por lo general entre junio y septiembre (Ferreira, 1986), esta permite a su vez la formación de las denominadas ‘lomas costeras’. Por otro lado, los ríos de las vertientes cordilleranas que atraviesan el desierto costero están fuertemente influenciados por las precipitaciones de verano (diciembre a marzo) y que pueden generar caudales que por lo general, causan la sucesión periódica de la vegetación que habita en los márgenes de los diversos ríos y quebradas. Aparte de las neblinas propias del invierno en zonas desérticas, estas regiones costeras se ven fuertemente influenciadas por eventos como el Fenómeno del Niño (Dillon *et al.*, 2009) como los ocurridos en los años 1982-1983 y 1997-1998.

Las condiciones ambientales llevan a afirmar que el calentamiento global está causando un cambio gradual en la presencia de especies nativas y endémicas, favoreciendo la rápida adaptación de diversas especies invasoras, causando desbalances en las comunidades biológicas (Pauli *et al.*, 2007).

La región en estudio posee varias zonas con vacío de información botánica y ecológica en un ecosistema donde se desarrollan importantes actividades humanas (ganadería, agricultura y minería), que pueden impactar la flora y vegetación del monte ribereño y zonas áridas. Asimismo, no se cuenta con estudios sobre los cambios ecológicos y florísticos que ocasiona el Fenómeno del Niño.

La zona de estudio se encuentra en límite con las lomas costeras; asimismo se han encontrado algunos elementos florísticos que pertenecen a lomas y tienen presencia en el valle del río Acarí. Diversos autores han realizado estudios biológicos y ecológicos de lomas costeras en el sur de Perú (Velarde-Núñez, 1949; Rundel *et al.*, 1991; Canziani & Mujica, 1997; Roque *et al.*, 2003; Sotomayor & Jiménez 2008; Galán de Mera *et al.*, 2011, 2012; Dillon *et al.* 2011). Los objetivos del presente estudio fueron: a) estudiar la composición de la flora vascular de tres localidades (Acarí, Bella Unión y Chocavento) de la provincia de Caravelí (región Arequipa), y b) conocer la estructura, composición y clasificación de las comunidades vegetales que habitan los suelos arenosos de la cuenca del río Acarí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las localidades estudiadas de Bella Unión (distrito de Bella Unión), Acarí y Chocavento (distrito de Acarí) se ubican al noroeste de la provincia de Caravelí (oeste de Arequipa) entre los 15°22'14" y 15°26'43" Sur , 74°35' 25" y 74°44'20" Oeste, a 100–700 m. (Figuras 1 y 2, Cuadro 1) . El área está caracterizada por sus grandes extensiones de laderas arenosas, desiertos llanos, dunas, quebradas rocosas áridas y monte ribereño. Las colecciones botánicas se realizaron en bordes de caminos, canales de agua, terrenos agrícolas y monte ribereño. La designación de cuadrantes de la vegetación se realizó en el monte ribereño del río Acarí en el distrito de Acarí. La frecuencia de nieblas es habitual durante los meses de invierno (junio a septiembre). Durante el verano el clima es soleado y muy cálido. Durante el invierno el clima es cálido y ligeramente templado. En cuanto al relieve, la zona se caracteriza por poseer terrenos bajos (desierto subtropical) por donde fluye el río Acarí caracterizándose por ser un valle relativamente estrecho en donde se practica agricultura a base de cítricos, algodón, olivo, caña de azúcar y vid.

Composición florística

Las colectas botánicas fueron realizadas en el mes de julio (2006, 2009, 2012 y 2013) y enero (2012) utilizando la técnica descrita por Young & León (1990). Para determinar la diversidad total se realizó una búsqueda completa en el área de muestreo. La determinación taxonómica de los taxones se realizó mediante comparaciones de herbario, claves y descripciones botánicas disponibles en la literatura, tomando en consideración el trabajo de Brako & Zarucchi (1993) y las versiones digitales de Missouri Botanical Garden y Field Museum of Natural History. Las consultas de herbario fueron realizadas, en su mayoría, en el herbario USM de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima y otros herbarios nacionales. El material botánico colectado fue derivado a los siguientes herbarios: USM y HUSA.

Fitosociología, clasificación y análisis de datos

Los cuadrantes fueron seleccionados de acuerdo a la homogeneidad de la vegetación y utilizando la metodología de Zürich-Montpellier School of Phytosociology (Braun Blanquet, 1979), aplicándose el concepto de área mínima, y basando el tamaño de las parcelas según la densidad de vegetación; para ello los cuadrantes en los flancos arenosos del río fueron

establecidos con 225 m² por la densidad vegetacional tipo boscoso y los cuadrantes de 1000 m², en cañaverales con densa vegetación y capa vegetal superior a los 6 metros. El análisis de cuadrantes fue realizado en julio (2009 y 2013). Un total de 11 cuadrantes fueron realizados a lo largo de 12 km en los flancos e islas arenosas en los márgenes izquierdo y derecho del río Acarí. El tamaño de los cuadrantes fue de 225 m² y 1000 m². Para cada cuadrante, la presencia de especies fue anotada y la cobertura en campo fue estimada en porcentajes (Knapp, 1984). Para los cálculos computarizados los valores porcentuales fueron transformados en la escala de ordenación de nueve puntos de cobertura/abundancia (Westhoff & Van der Maarel, 1973). Las escalas aplicadas fueron las siguientes: 0–2% = 1; 2% = 2; 2, 3–4% = 3; 4–8% = 4%; 8–18% = 5; 18–38% = 6; 38–68% = 7; 68–88% = 8 y 88–100% = 9.

Los nuevos sintaxones fueron descritos siguiendo el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber *et al.*, 2000); los cuadrantes fueron clasificados usando TWINSpan (Hill, 1979); los resultados sintaxonómicos fueron analizados utilizando un dendrograma con el test de promedio de correlación entre unidades con el software PC-ORD (McCune & Mefford, 1999).

Para cada cuadrante se tomaron datos medioambientales sobre su altitud, porcentaje de materia orgánica (restos vegetales), porcentaje de piedras, cobertura vegetal, hábitat referenciado a suelos con continua erosión y suelos pantanosos.

Los datos fueron organizados en una matriz cuadrante/especie y analizados mediante el Análisis Híbrido de Correspondencia sin tendencia (DCCA) con el software CANOCO 4.5 (Ter Braak & Šmilauer, 2002). Asimismo se determinó para las especies y cuadrantes los valores de desviación estándar, riqueza, análisis de Evenness, índices de diversidad de Shannon y de Simpson, Skewness y Kurtosis con el software PC-ORD (McCune & Mefford, 1999). Finalmente se elaboró un dendrograma de similitud basado en el método de distancia por correlación y con método de vinculación, igualmente aplicados con el software PC-ORD. Los análisis estadísticos están basados en las 24 especies vasculares que correspondieron a los cuadrantes fitosociológicos realizados en el monte ribereño.

RESULTADOS

Florística

Se registraron un total de 80 especies, divididas en 74 géneros y 35 familias (Apéndice 1), que se desarrollan en su mayoría en terrenos agrícolas, bordes de caminos y monte ribereño. Los pteridófitos están representados por dos especies y las monocotiledóneas por 9 especies. Las dicotiledóneas fueron el grupo mejor representado, con 68 especies, distribuidas en 63 géneros y 29 familias (Cuadro 2). Las familias con mayor riqueza (Cuadro 3) son Fabaceae con 11 géneros y 13 especies, seguido de Asteraceae con 12 géneros y 12 especies, Malvaceae con 5 géneros y 6 especies, Poaceae con 5 géneros y 5 especies y las Amarantáceas con 3 géneros y 3 especies. El género que tiene el mayor número de especies fue *Schinus* (Anacardiaceae), *Melilotus* (Fabaceae) y *Plantago* (Plantaginaceae) con 2 especies cada una. Las familias Asteraceae y Fabaceae, en conjunto, representaron el 31.2%, Amaranthaceae y Malvaceae, el 11.2% y el resto de familias, con menos de 2 especies, representaron el 57.6% del total. De las 80 especies registradas, 54 fueron reportadas en diversas áreas del monte ribereño,

mientras que 48 especies fueron identificadas en áreas agrícolas y bordes de caminos (algunas presentes en el monte ribereño), y 12 especies cultivadas. Solo una especie fue hallada en zonas desérticas (*Tillandsia* cf. *latifolia*).

En cuanto a las formas de crecimiento, las hierbas están representadas por el 61.2% (incluyendo helechos y gramíneas), los arbustos y subarbustos por el 22.5% y los árboles por el 16.2%.

Vegetación

Esquema sintaxonómico

TESSARIO INTEGRIFOLIAE-BACCHARIDETEA SALICIFOLIAE Rivas-Martínez & Navarro in Navarro & Maldonado 2002.

Plucheo absinthioidis-Baccharidetalia salicifoliae Rivas-Martínez & Navarro in Navarro & Maldonado 2002.

+ Pityrogrammo trifoliatae-Baccharidion salicifoliae Galán de Mera, Baldeón, Beltrán, Benavente & Gómez 2004.

1. Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana Galán de Mera, Baldeón, Beltrán, Benavente & Gómez 2004.

1.1 indigofetosum suffruticosae subass. nova.

2. Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati Galán de Mera, Baldeón, Beltrán, Benavente & Gómez 2004.

Descripción de comunidades

TESSARIO INTEGRIFOLIAE-BACCHARIDETEA SALICIFOLIAE Rivas-Martínez & Navarro in Navarro & Maldonado 2002.

Plucheo absinthioidis-Baccharidetalia salicifoliae Rivas-Martínez & Navarro in Navarro & Maldonado 2002.

Comunidades de freatófitos limitadas a terrazas fluviales con continua erosión y empobrecida en especies vasculares. La vegetación está fuertemente influenciada por inundaciones y avenidas de ríos. Por lo general se encuentran especies nativas e introducidas y con escasos endemismos. Característico es encontrar una alta densidad de *Prosopis pallida* y *Acacia macracantha*.

+ Pityrogrammo trifoliatae-Baccharidion salicifoliae Galán de Mera, Baldeón, Beltrán, Benavente & Gómez 2004

Cañaverales occidentales caracterizados por preferir áreas con corrientes ocasionales de agua, con avenidas de agua y en constante sucesión vegetal. Es común encontrar elementos que tienen distribución en los valles costeros peruanos en donde destacan por su presencia *Equisetum giganteum*, *Salix humboldtiana*, *Gynerium sagittatum* y *Baccharis salicifolia*.

1. Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana Galán de Mera, Baldeón, Beltrán, Benavente & Gómez 2004 (Cuadro 4, Figura 3).

Asociación caracterizada por la constante presencia de *Salix humboldtiana* en compañía de *Eriochloa punctata*, *Indigofera suffruticosa*, *Prosopis pallida*, *Vigna luteola* y *Baccharis salicifolia*.

Un total de 19 especies vasculares fueron reportadas para esta unidad vegetal, la cual se caracteriza por la presencia continua de las siguientes diagnósticas: *Baccharis salicifolia*, *Eriochloa punctata*, *Indigofera suffruticosa*, *Prosopis pallida*, *Salix humboldtiana* y *Vigna luteola*.

Se halló un 16.8% de material orgánico básicamente compuesto por restos vegetales y un 16% de pedregosidad. La cobertura vegetal varía entre 65 y 85%. *Indigofera suffruticosa* se encuentra bien representada en la zona estudiada y, siguiendo los antecedentes de su distribución en Perú y países vecinos, solo se ha podido identificar su presencia en la costa norte peruana basado en colecciones botánicas depositadas en el herbario MO, aparentemente su distribución en los valles costeros de las vertientes del Pacífico estaría restringida a esta región de Sudamérica. Especies adicionales: *Acacia saligna*, *Parkinsonia aculeata*, *Tessaria integrifolia*, *Tiquilia paronychioides*.

1. Equiseto gigantei-Salicetum humboldtianae Galán de Mera, Baldeón, Beltrán, Benavente & Gómez 2004.

1.1 indigoferetosum suffruticosae subass. nova.

Holotipo: Cuadrante 3, Cuadro 4. Figura 3.

Subasociación caracterizada por su distribución en el valle del río Acarí desde el nivel del mar hasta los 1500 m aproximadamente y probablemente extendida al valle del río Yauca. Se caracteriza por asentarse en los márgenes del río y en islotes arenosos con pedregosidad, donde predomina la vegetación típica de esta asociación y que es frecuentemente erosionada por la avenida de los ríos durante el verano. *Indigofera suffruticosa* es una especie que habita lugares edáficamente más húmedos, por lo que puede encontrarse en diversas regiones húmedas tropicales de Sudamérica según los registros de colectas analizados en MO y con una baja presencia en los valles de la costa peruana, salvo en La Libertad (Dillon *et al.* 2011) y siguiendo las colecciones botánicas depositadas en MO, también puede encontrarse en la costa de la región Ancash.

Las especies leñosas descritas para la asociación son comunes en esta unidad, además de algunas gramíneas (*Arundo donax*, *Eriochloa punctata*) y también representada por algunas hierbas como *Waltheria ovata*, *Tiquilia paronychioides*, *Melilotus albus* y *Polygonum hydropiperoides*.

2. Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati Galán de Mera, Baldeón, Beltrán, Benavente & Gómez 2004 (Cuadro 4, Figura 4).

Galán de Mera *et al.* (2004) identifica estos ecosistemas como matorrales y cañaverales térmicos de los Andes occidentales y la costa desértica pacífica. Se asientan sobre suelos arenosos y pedregosos y las riberas de los ríos costeros, siendo en este caso, pantanosa. La vegetación predominante se constituye de las siguientes especies: *Alternanthera* sp., *Equisetum giganteum*, *Gynerium sagittatum*, *Pityrogramma trifoliata*, *Pluchea chingoyo* y *Tamarix aphylla*. *Baccharis salicifolia*, *Salix humboldtiana* y *Vigna luteola* son también, características de la unidad vegetacional. La presencia de *Baccharis salicifolia*, *Gynerium sagittatum* y *Tessaria integrifolia* contribuyen a la fijación del suelo, tan alterado por los aluviones (Müller & Gutte, 1985; Galán de Mera *et al.*, 2004).

Análisis estadístico

Ordinación

El análisis de ordinación se presenta con un diagrama híbrido de DCCA (Figuras 5 y 6), donde se puede claramente apreciar la unidad de *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtianae* en la parte izquierda del diagrama, el cual está positivamente correlacionado con erosión continua propia

de las avenidas de agua durante el verano, la diversidad de especies en cuanto a la cantidad hallada durante el muestreo y el porcentaje de piedras. Por otro lado, la unidad formada por *Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati*, está directamente correlacionada con altitud, porcentaje de materia orgánica, suelos ocasionalmente inundados o pantanosos y cobertura vegetal. Se optó por utilizar este método de gráficos por ser los que mejor representaban la correlación entre las comunidades vegetales y las variables medioambientales.

Dendrograma

El dendrograma (Figura 7) se realizó utilizando la medida de distancia de Euclidean (Pitágoras) y el método de grupo por vinculación con valores promedio. Este método nos permitió identificar la separación de las dos unidades vegetacionales encontradas en el presente estudio. Los cuadrantes representados por L1 a L7 pertenecen a *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana* y los cuadrantes L8 a L11 están representados por *Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati*. En el Cuadro 5 presentamos los valores estadísticos obtenidos a través del software PC-ORD y en el Cuadro 6 se describen los resultados para cada cuadrante y las especies florísticas. El dendrograma y los valores numéricos incluyen el análisis de 11 cuadrantes y las 24 especies vasculares de los cuadrantes fitosociológicos.

DISCUSIÓN

La clase *Acacio macracanthae-Prosopidetea pallidae* Galán de Mera 1999 (Galán de Mera *et al.*, 2002, 2004, 2009) & Galán de Mera (1999, 2005) se caracteriza por ser comunidades de freatófitos que se distribuyen desde el norte de la región La Libertad (Perú) hasta los alrededores de Iquique (Chile); las asociaciones aparecen empobrecidas y limitadas a las terrazas fluviales (Galán de Mera *et al.*, 2002).

Por otro lado, la clase *Phragmito-Magnocaricetea* Klika en Klika & Novák 1941 (Galán de Mera *et al.*, 2002, 2003, 2004) & Galán de Mera (2005) se caracteriza por la vegetación helofítica cosmopolita consistente en cañaverales, juncuales y herbazales de alta y mediana altura, que ocupa estaciones pantanosas, bordes de cursos de agua y, en general, medios húmedos (Galán de Mera *et al.* 2002). La clase *Phragmito-Magnocaricetea* se clasifica hoy en día, dentro de la clase *Tessario-Baccharidetea* Rivas-Martínez & Navarro en Navarro & Maldonado 2002.

CONCLUSIONES

Concluimos que la vegetación que se desarrolla, tanto en las riberas de los ríos como en terrenos agrícolas y bordes de caminos, es de baja diversidad. Solo podemos encontrar 6 especies endémicas que corresponden al 7% del total, las especies están representadas por *Tetragonia vestita* I.M. Johnst. (Aizoaceae); *Domeykoa amplexicaulis* (H. Wolff) Mathias & Constance (Apiaceae); *Senna bicapsularis* var. *augusti* (Harms) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae); *Palaua* cf. *tomentosa* Hochr., *Tarasa thyrsoides* Krapov. (Malvaceae) y *Plantago limensis* Pers. (Plantaginaceae). En tanto que las especies nativas están representadas por 45 especies que corresponden al 52% y las introducidas son relativamente abundantes con un 40% (34 especies). En el apéndice 1 se presenta la lista completa de especies halladas en el presente estudio.

Las avenidas de ríos han sido muy abundantes en los últimos años y se puede apreciar como la vegetación introducida está ocupando mayores espacios y reduciendo la vegetación nativa. Durante el verano de los años 2012 y 2013 se presentaron inusuales lluvias en el valle de Acarí, región que comúnmente solo recibe garúas esporádicas en invierno. Estos eventos, que pueden estar relacionados o no con el cambio climático, han traído como consecuencia el ingreso violento del río Acarí afectando numerosos cultivos y viviendas. Asimismo, las actividades agrícolas, el uso intensivo de insecticidas, las actividades mineras, entre otros, están afectando la composición de los diversos ecosistemas en la cuenca del río Acarí y es necesario establecer regímenes en la conservación de sus frágiles ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores están agradecidos a la familia Mondragón Denegri, Luis Fernando Mondragón y Rosa Vilca por su hospitalidad durante el trabajo de campo. Asimismo agradecemos a los directores y curadores de los herbarios USM y HUSA por la disponibilidad de sus colectas al momento de realizar las revisiones. A Hamilton Beltrán, Severo Baldeón, María Isabel La Torre y Víctor Quipuscoa S. por sus comentarios en la taxonomía de las especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brako, L. & J. Zarucchi.** 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 45: 1–1286.
- Braun-Blanquet, J.** 1979. Plant sociology, the study of plant communities. – Transl. by G. D. Fueller and H. S. Conard. Mc. Graw–Hill, New York. 438 pp.
- Canziani, J. & E. Mujica.** 1997. Atiquipa: un caso prehispánico de manejo sustentable en ecología de Lomas. En: E. González, B. Revesz & A. Tapia (Eds.) *Perú: El problema agrario en debate. Seminario Permanente de Investigación Agraria VI*. Lima-Perú. 503-526.
- Dillon, M.O., T., Tu, L. Xie, V. Quipuscoa & W. Jun.** 2009. Biogeographic diversification in *Nolana* (Solanaceae), a ubiquitous member of the Atacama and Peruvian Deserts along the western coast of South America. *Journal of Systematics and Evolution* 47 (5): 457–476.
- Dillon, M., S. Leiva, M. Zapata, P., Lezama & V. Quipuscoa.** 2011. Floristic Checklist of the Peruvian Lomas Formations. *Arnaldoa* 18 (1): 07-32.
- Ferreyra R.** 1986. Flora y vegetación del Perú. Gran Geografía del Perú. Volumen 2. Ed. Manfer-Juan Mejía Baca. España.
- Galán de Mera, A.** 1999. Las clases fitosociológicas de la vegetación del Perú. *Boletín de Lima* 117: 84-98.
- Galán de Mera, A., M.V. Rosa & C. Cáceres.** 2002. Una aproximación sintaxonómica sobre la vegetación del Perú: clases, órdenes y alianzas. *Acta Botánica Malacitana* 27: 75-103.
- Galán de Mera, A., C. Cáceres & A. Gónzales.** 2003. La vegetación de la alta montaña del sur de Perú. *Acta Botánica Malacitana* 28: 121-147.
- Galán de Mera, A., S. Baldeón, H. Beltrán, M. Benavente & J. Gómez.** 2004. Datos sobre la vegetación del Centro del Perú. *Acta Botánica Malacitana* 29: 89-115.
- Galán de Mera, A., E. Linares, J. Campos & J. Vicente.** 2009. Nuevas observaciones sobre la vegetación del sur del Perú: del desierto Pacífico al altiplano. *Acta Botánica Malacitana* 34: 107-144.

- Galán de Mera, A., E. Linares, J. Campos & J. Vicente. 2011. Interpretación fitosociológica de la vegetación de las lomas del desierto peruano. *Revista de Biología Tropical* 59(2): 809-828.
- Galán de Mera, A., J.A. Vicente, E. Linares, J. Campos, C. Trujillo & F. Villasante. 2012. Patrones de distribución de las comunidades de Cactáceas en las vertientes occidentales de los Andes peruanos. *Caldasia* 34(2): 257-275.
- Hill, M.O. 1979. Twinspan, a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and the attributes. Cornell University, Department of Ecology and Systematics. Ithaca. NewYork. 79 p.
- Knapp, R. 1984. Considerations on quantitative parameters and qualitative attributes in vegetation and phytosociological relevés. En: R. Knapp (ed.). *Sampling methods and taxon analysis in vegetation science*. 77-100 pp.
- McCune, B. & M. J. Mefford. 1999. PC-ORD for Windows. Multivariate Analysis of Ecological Data Version 4.25. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Müller, G.K. & P. Gutte. 1985. Beiträge zur Kenntnis der Flusauen, Sumpfe und Gewässer der zentralperuanischen Küstenregion. *Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.-Naturwiss. Reihe* 34(4): 410-429.
- Pauli H., M. Gottfried, K. Reiter, Ch. Klettner & G. Grabherr. 2007. Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994-2004) at the GLORIA* master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology* (2007) 13, 147-156.
- Roque, J., J. Cano & A. Cook. 2003. Restos vegetales del sitio Arqueológico Casa Vieja, Callango (Ica). *Revista Peruana de Biología* 10 (1): 33-43.
- Rundel, P., M. Dillon, B. Palma, H. Money, L. Gulmon & J. Ehleringer. 1991. The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso* 13(1): 1-49.
- Sotomayor, D. & P. Jiménez. 2008. Condiciones meteorológicas y dinámica vegetal del ecosistema costero Lomas de Atiquipa (Caravelí - Arequipa) en el sur del Perú. *Ecología aplicada* 7(1,2): 1-8.
- Ter Braak, W. & Šmilauer, P. 2002. CANOCO. Reference manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power. Ithaca. NY. USA.
- Velarde-Núñez, M. O. 1949. Vegetación y flora de las lomas de la región de Acarí. *Revista Ci.* (Lima) 51: 29-38.
- Weber, H. E., J. Moravec & J.P. Theurillat. 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *Journal of Vegetation Science* 11: 739-768.
- Westhoff, V. & E. Van der Maarel. 1973. The Braun-Blanquet approach. 2nd edition. In: R.H. Whittaker (ed.). *Classification of plant communities*. 617-726 pp, Junk. The Hague.
- Whaley, Q., A. Orellana, M. Tenorio, F. Quinteros, M. Mendoza & O. Pecho. 2010. Plantas y vegetación de Ica, Perú. Un recurso para su restauración y conservación. Royal Botanic Gardens, Kew. 1-98 pp.
- Young K.R. & B. León. 1990. Catálogo de las plantas de la zona alta del Parque Nacional Río Abiseo, Peru. *Publ. Mus. Hist. Nat. Javier Prado*, B 34: 1-37.

FIGURAS

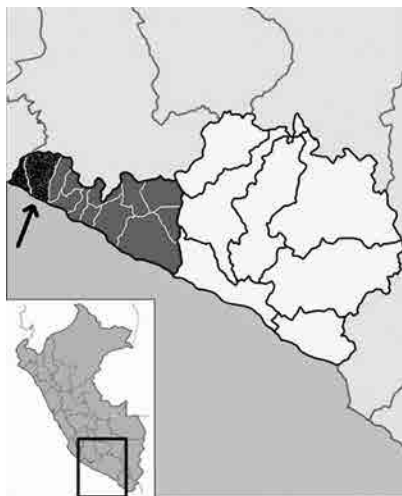


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio, indicando los distritos de Bella Unión y Acarí (Provincia de Caravelí y región Arequipa).



Figura 2. Vista aérea del valle del río Acarí donde se aprecian las zonas desérticas y el curso del río con vertiente hacia el Océano Pacífico.

Flora y vegetación en tres localidades de una cuenca costeña:
río Acarí, provincia de Caravelí (Arequipa, Perú)



Figura 3: *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtianae* en la cuenca del río Acarí.



Figura 4. *Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati* en la cuenca del río Acarí.

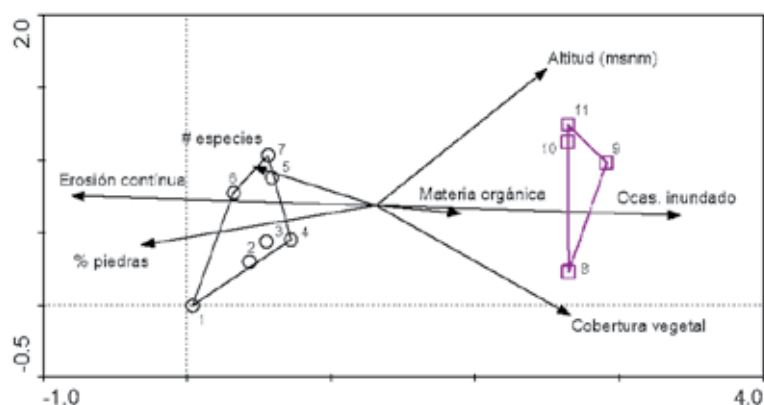


Figura 5. Diagrama de ordenación híbrida de DCCA indicando los componentes vegetales hallados en el presente estudio y relacionados con diferentes variables ambientales, donde: 1-7: *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana* y 8-11: *Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati*.

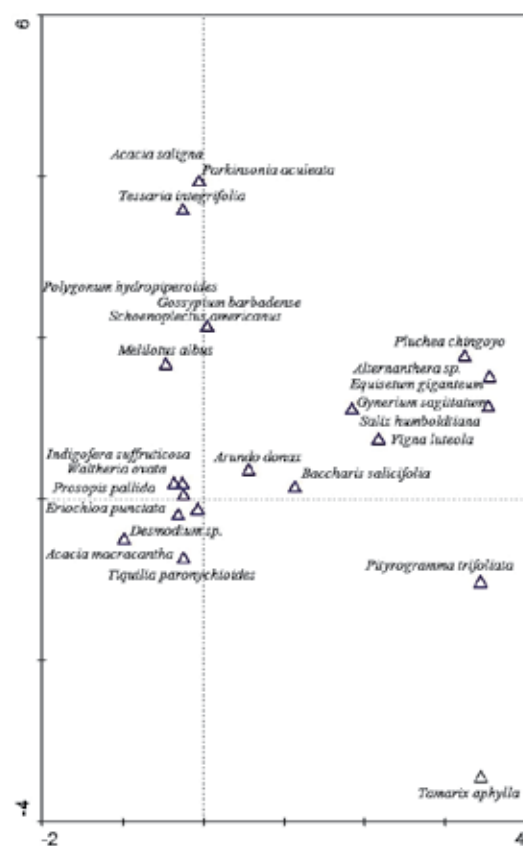


Figura 6. Diagrama de ordenación de DCCA indicando la distribución de especies, de acuerdo a los resultados obtenidos con el análisis de comunidades y variables medioambientales.

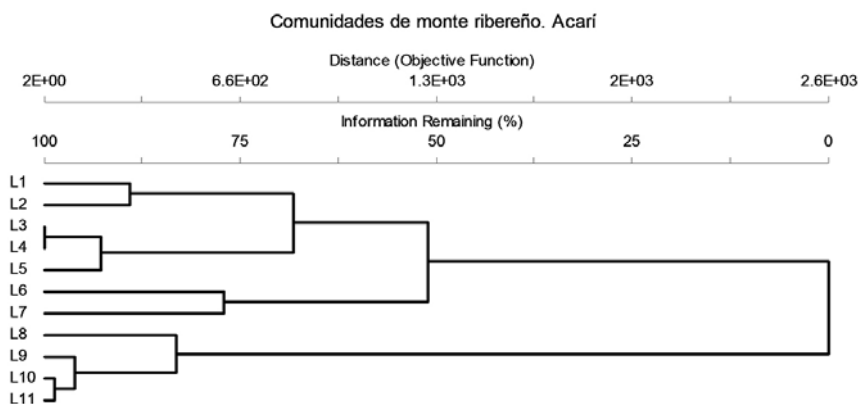


Figura 7. Dendrograma de similitud, donde: L1 a L7 *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtianae* y L8 a L11 *Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati*.

CUADROS

Cuadro 1. Localidades de estudio, indicando altura, coordenadas y año de muestreo.

Localidad	Distrito	Altura (msnm)	Coordenadas		Año muestreo
Bella Unión	Bella Unión	170 - 220	15°26'43" S	74°44'20" O	2012
Acarí	Acarí	100 - 700	15°26'31" S	74°38'04" O	2006, 2009, 2012, 2013
Chocavento	Acarí	220 - 360	15°22'14" S	74°35'25" O	2009

Cuadro 2. Taxones con mayor riqueza en los distritos de Acarí y Bella Unión.

Taxón	Familias	Géneros	Especies
Pteridophyta	2	2	2
Monocots	5	10	10
Dicots	31	68	74
TOTAL	38	80	86

Cuadro 3. Familias con mayor riqueza de especies en los distritos de Acarí y Bella Unión.

Familia	Géneros	Especies
Fabaceae	11	13
Asteraceae	12	12
Malvaceae	7	8
Poaceae	6	6
Amaranthaceae	3	3
Apiaceae	3	3

Cuadro 4. Clasificación sintaxonómica de *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana* y *Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati* en la cuenca del río Acarí.

# cuadrante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Materia orgánica (%)	20	12	18	15	18	20	15	18	20	18	18
Pedregosidad (%)	15	15	18	20	15	15	15	12	12	8	10
Altura (msnm)	157	159	160	161	165	165	170	165	165	175	175
Cobertura vegetal (%)	85	78	65	65	57	67	84	95	71	85	86
Número de especies	11	11	14	13	15	13	13	10	7	10	8
Suelos de continua erósión	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Pantano	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Dimensión del cuadrante (m²)	225	225	225	225	225	225	225	1000	1000	1000	1000
Equiseto gigantei- Salicetum humboldtiana ; indigoferetosum suffruticosae											
<i>Eriochloa punctata</i>	5	4	2	2	4	2	1				
<i>Indigofera suffruticosa</i>	3	2	2	2	2	2	2				
<i>Prosopis pallida</i>	8	8	6	6	6	6	6				
<i>Acacia macracantha</i>	5		2		2						
<i>Arundo donax</i>		3	3	3			4			2	
<i>Tiquilia paronychioides</i>	1		1	1							
<i>Desmodium</i> sp.			1	1		1					
<i>Acacia saligna</i>							2				
<i>Parkinsonia aculeata</i>							4				
<i>Tessaria integrifolia</i>						5	5				
Baccharido salicifoliae- Gynerietum sagittati											
<i>Pluchea chingoyo</i>							2	4	5	5	5

continuación **Cuadro 4**

# cuadrante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Alternanthera</i> sp.								2	2	2	2
<i>Equisetum giganteum</i>								3	4	3	4
<i>Gynerium sagittatum</i>								6	6	6	6
<i>Pityrogramma trifoliata</i>								2		2	
<i>Tamarix aphylla</i>								4			
Características de clase y unidades superiores											
<i>Baccharis salicifolia</i>	5	5	5	5	5	5	5	6		4	5
<i>Salix humboldtiana</i>		5	4	4	5	5	6	6	6	6	6
<i>Vigna luteola</i>	2		2	2	2		1	3	3	3	3
Compañeras											
<i>Waltheria ovata</i>		1				1					
<i>Melilotus albus</i>	1				1	1					
<i>Gossypium barbadense</i>					1						
<i>Polygonum hydropiperoides</i>					1						
<i>Schoenoplectus americanus</i>					2						

Cuadro 5. Valores numéricos para los cuadrantes del presente estudio, donde L1 a L7 *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana* y L8 a L11 *Baccharido salicifoliae-Gynerietum sagittati*. Los valores corresponden a: #spp = Número total de especies; Prom. = Promedio de ocurrencia; DS= Desviación Estándar; S = Riqueza = Número de elementos distintos de cero en las filas; E = Evenness = $H / \ln(\text{Riqueza})$; H = Diversidad = $1 - \sum (P_i \cdot \ln(P_i))$ = Índice de Diversidad de Shannon; D = Índice de Diversidad de Simpson para poblaciones infinitas = $1 - \sum (P_i^2)$, donde P_i = Probabilidad de importancia en el elemento i (elemento i relativizado por el total de la fila); SK = Medida de distancia de Skewness; KU = Medida de distancia de Kurtosis.

#	# spp	Prom.	DS	S	E	H	D	SK	KU
L1	11	1.25	2.251	8	0.907	1.886	0.8289	1.832	2.982
L2	11	1.167	2.2	7	0.924	1.798	0.8163	1.934	3.555
L3	13	1.083	1.767	9	0.926	2.035	0.8521	1.667	2.374
L4	13	1.083	1.767	9	0.926	2.035	0.8521	1.667	2.374
L5	14	1.208	1.888	10	0.915	2.107	0.8609	1.534	1.591
L6	13	1.167	1.971	9	0.904	1.987	0.8444	1.606	1.575
L7	13	1.583	2.165	11	0.937	2.247	0.8837	1.068	0.041
L8	10	1.5	2.207	9	0.965	2.119	0.8719	1.152	0.321
L9	7	1.083	2.062	6	0.965	1.728	0.8136	1.663	1.729
L10	10	1.375	2.06	9	0.959	2.107	0.8687	1.269	0.771
L11	8	1.292	2.196	7	0.972	1.891	0.8429	1.34	0.569
Prom.	11.2	1.254	2.049	8.5	0.936	1.995	0.8487	1.521	1.626

Cuadro 6. Valores numéricos para las especies halladas dentro de los cuadrantes Los valores corresponden a: Occ= Ocurrencia; Prom. = Promedio de ocurrencia; S = Riqueza = Número de elementos distintos de cero en las filas; E = Evenness = $H / \ln(\text{Riqueza})$; H = Diversidad = $1 - \sum (P_i \ln(P_i))$ = Índice de Diversidad de Shannon; D = Índice de Diversidad de Simpson para poblaciones infinitas = $1 - \sum (P_i^2)$, donde P_i = Probabilidad de importancia en el elemento I (elemento I relativizado por el total de la fila); SK = Medida de distancia de Skewness; KU = Medida de distancia de Kurtosis.

Especies	Occ.	Prom.	DS	E	H	D	SK	KU
<i>Acacia macracantha</i>	1	0.455	1.508	0	0	0	3.317	12.167
<i>Acacia saligna</i>	1	0.182	0.603	0	0	0	3.317	12.167
<i>Alternanthera</i> sp.	4	0.727	1.009	1	1.386	0.75	0.661	-0.798
<i>Arundo donax</i>	5	1.364	1.629	0.986	1.587	0.7911	0.467	-0.639
<i>Baccharis salicifolia</i>	10	4.545	1.572	0.998	2.299	0.8992	2.837	9.947
<i>Desmodium</i> sp.	3	0.273	0.467	1	1.099	0.6667	1.189	0.403
<i>Equisetum giganteum</i>	4	1.273	1.794	0.993	1.376	0.7449	0.772	-0.401
<i>Eriochloa punctata</i>	7	1.818	1.834	0.941	1.831	0.825	0.563	0.111
<i>Gossypium barbadense</i>	1	0.091	0.302	0	0	0	3.317	12.167
<i>Gynerium sagittatum</i>	4	2.182	3.027	1	1.386	0.75	0.661	-0.798
<i>Indigofera suffruticosa</i>	7	1.364	1.12	0.994	1.934	0.8533	0.367	-0.439
<i>Melilotus albus</i>	3	0.273	0.467	1	1.099	0.6667	1.189	0.403
<i>Parkinsonia aculeata</i>	1	0.364	1.206	0	0	0	3.317	12.167
<i>Pityrogramma trifoliata</i>	2	0.364	0.809	1	0.693	0.5	1.923	3.204
<i>Pluchea chingoyo</i>	5	1.909	2.343	0.972	1.565	0.7846	0.532	-0.734
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	1	0.091	0.302	0	0	0	3.317	12.167
<i>Prosopis pallida</i>	7	4.182	3.401	0.995	1.937	0.8544	0.47	-0.665
<i>Salix humboldtiana</i>	10	4.818	1.779	0.995	2.291	0.8978	2.274	7.067
<i>Schoenoplectus americanus</i>	1	0.182	0.603	0	0	0	3.317	12.167
<i>Tamarix aphylla</i>	1	0.364	1.206	0	0	0	3.317	12.167
<i>Tessaria integrifolia</i>	2	0.909	2.023	1	0.693	0.5	1.923	3.204
<i>Tiquilia paronychioides</i>	3	0.273	0.467	1	1.099	0.6667	1.189	0.403
<i>Vigna luteola</i>	9	1.909	1.136	0.98	2.153	0.8798	0.789	0.621
<i>Waltheria ovata</i>	2	0.182	0.405	1	0.693	0.5	1.923	3.204
Promedio	3.9	1.254	1.292	0.702	1.047	0.5221	1.228	4.552

Apéndice 1. Lista, en orden alfabético, de familias y especies de la flora vascular de tres localidades de una cuenca costeña en los distritos de Bella Unión y Acarí, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. Status: (N) Nativo, (E) Endémico, (I) Introducido; Hábitat: (I) Áreas agrícolas, (II) borde de caminos, (III) cultivado, (IV) canales de regadío, (V) monte ribereño, (VI) Desierto; Distribución: (A) Acarí, (B) Bella Unión, (C) Chocavento.

Familia	Especie	Status	Hábito	Ciclo	Habitat	Distribución
PTERIDOPHYTAS						
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i> L.	N	Helecho	Perenne	IV, V	A, B, C
Pteridaceae	<i>Pityrogramma trifoliata</i> (L.) R.M. Tryon	N	Helecho	Bianual	V	A
MONOCOTILEDONEAS						
Bromeliaceae	<i>Tillandsia cf. latifolia</i> Meyen	N	Subarbusto	Perenne	VI	A
Cyperaceae	<i>Cyperus cf. ochraceus</i> Vahl	I	Hierba	Bianual	IV	A
Juncaceae	<i>Schoenoplectus americanus</i> (Pers.) Volkart ex Schinz & R. Keller	N	Hierba	Bianual	IV, V	A, B, C
Poaceae	<i>Arundo donax</i> L.	I	Gramínea	Perenne	IV, V	A, B, C
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	N	Gramínea	Perenne	II	A, B, C
Poaceae	<i>Eriochloa punctata</i> (L.) Desv. ex Ham.	I	Gramínea	Bianual	I, V	A, B, C
Poaceae	<i>Gynierium sagittatum</i> (Aubl.) P. Beauv.	N	Gramínea	Perenne	V	A
Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	I	Gramínea	Bianual	I, II, V	A, B, C
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	I	Gramínea	Bianual	I, II, V	A, B, C
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	N	Hierba	Perenne	IV	C
DICOTILEDONEAS						
Aizoaceae	<i>Tetragonia vestita</i> I.M. Johnston.	E	Hierba suculenta	Anual	I, II	B
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i> sp.	N	Subarbusto	Perenne	II	A, B, C
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	I	Subarbusto	Bianual	I, II, V	A, B, C
Amaranthaceae	<i>Chenopodium murale</i> L.	I	Subarbusto	Bianual	I, II, V	A, B, C
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	N	Árbol	Perenne	II, V	A, B, C
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	N	Árbol	Perenne	II	A, B, C

Familia	Especie	Status	Hábito	Ciclo	Habitat	Distribución
Apiaceae	<i>Cyclopermum laciniatum</i> (DC.) Constance	N	Hierba	Anual	I, IV	A, B, C
Apiaceae	<i>Domeykoa amplexicaulis</i> (H. Wolff) Mathias & Constance	E	Hierba	Anual	I	A
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	N	Hierba	Bianual	IV, V	A, B, C
Asteraceae	<i>Ambrosia peruviana</i> Willd.	N	Arbusto	Perenne	II	A, B, C
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	I	Arbusto	Perenne	V	A, B, C
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	I	Hierba	Anual	I, V	A, B, C
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	I	Hierba	Bianual	I, V	A, B, C
Asteraceae	<i>Cotula coronopifolia</i> L.	I	Hierba	Anual	I, IV	A, B, C
Asteraceae	<i>Encelia canescens</i> Lam.	N	Arbusto	Bianual	II	B
Asteraceae	<i>Flaveria bidentis</i> (L.) Kuntze	N	Hierba	Anual	I, V	A, B, C
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	I	Hierba	Anual	I, V	A, B, C
Asteraceae	<i>Perityle emoryi</i> Torr.	I	Hierba	Anual	I, V	A, B, C
Asteraceae	<i>Pluchea chingoy</i> (Kunth) DC.	N	Arbusto	Perenne	II, IV, V	A, B, C
Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	N	Arbusto	Perenne	V	A
Asteraceae	<i>Vasquezia oppositifolia</i> (Lag.) S.F. Blake	N	Hierba	Anual	I, V	A, B, C
Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	N	Hierba suculenta	Bianual	II, V	A
Boraginaceae	<i>Tiquilia paronychioides</i> (Phil.) A.T. Richardson	N	Hierba	Anual	V	A
Brassicaceae	<i>Sisymbrium orientale</i> L.	I	Hierba	Anual	I, V	B
Brassicaceae	<i>Matthiola incana</i> (L.) W.T. Aiton	N	Subarbo	Bianual	IV	C
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	I	Árbol	Anual	II, III	A, B, C
Convolvulaceae	<i>Ipomoea tricolor</i> Cav.	I	Hierba	Anual	I	A, B, C
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	N	Hierba	Anual	II, V	C
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L.	I	Hierba	Anual	I, II	A, B, C

Flora y vegetación en tres localidades de una cuenca costeña:
río Acarí, provincia de Caravelí (Arequipa, Perú)

Familia	Especie	Status	Hábito	Ciclo	Habitat	Distribución
Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	N	Árbol	Perenne	III, V	A, B, C
Fabaceae	<i>Acacia saligna</i> (Labill.) H.L. Wendl.	N	Árbol	Perenne	III, V	A
Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp.	-	Arbusto	Bianual	V	A
Fabaceae	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	N	Arbusto	Bianual	V	A
Fabaceae	<i>Inga feuillei</i> DC.	N	Árbol	Perenne	III	A, B, C
Fabaceae	<i>Melilotus albus</i> Medik.	I	Hierba	Bianual	I, II, V	A, B, C
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	I	Hierba	Anual	I, II, V	A, B, C
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	N	Arbusto	Perenne	II	A, B, C
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	I	Árbol	Perenne	III, V	A, C
Fabaceae	<i>Prosopis pallida</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth	N	Árbol	Perenne	III, V	A, B, C
Fabaceae	<i>Senna bicapsularis</i> var. <i>augusti</i> (Harms) H.S. Irwin & Barneby	E	Arbusto	Perenne	II	C
Fabaceae	<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth.	N	Liana	Bianual	V	A
Fabaceae	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	I	Árbol	Perenne	III	C
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	I	Hierba	Bianual	I, II, IV, V	A, B, C
Geraniaceae	<i>Geranium patagonicum</i> Hook. f.	N	Hierba	Anual	I, II, IV, V	A, B, C
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetaefolia</i> (L.) R. Br.	I	Subarbusto	Anual	III, V	A, C
Lamiaceae	<i>Minthostachys spicata</i> (Benth.) Epling	N	Hierba	Anual	I	C
Loasaceae	<i>Nasa urens</i> (Jacq.) Weigend	N	Hierba	Anual	I, V	C
Malvaceae	<i>Gossypium barbadense</i> L.	I	Hierba	Anual	I, V	A, B, C
Malvaceae	<i>Palaua</i> cf. <i>tomENTOSA</i> Hochr.	E	Hierba	Anual	I	A

Familia	Especie	Status	Hábito	Ciclo	Habitat	Distribución
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	I	Subar busto	Anual	I	A
Malvaceae	<i>Tarasa</i> sp.	N	Hierba	Anual	I, II, V	A, B, C
Malvaceae	<i>Tarasa thyrsoides</i> Krapov.	E	Ar busto	Bianual	II, V	A
Malvaceae	<i>Urocarpidium peruvianum</i> (L.) Krapov.	N	Ar busto	Bianual	I, II, V	A, B, C
Malvaceae	<i>Waltheria ovata</i> Cav.	N	Hierba	Bianual	V	A
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.	I	Hierba	Bianual	I	B, C
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	N	Árbol	Anual	II	A, C
Oleaceae	<i>Olea europaea</i> L.	I	Árbol	Perenne	II, III	A, B, C
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	N	Hierba	Bianual	IV	A, B, C
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	I	Hierba	Anual	I	A
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	N	Hierba	Bianual	V	A
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	N	Hierba	Anual	I	C
Plantaginaceae	<i>Plantago limensis</i> Pers.	E	Hierba	Anual	V	A
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	I	Hierba	Bianual	II, IV, V	A, B, C
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	I	Hierba	Bianual	I, II, IV, V	A, B, C
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	I	Hierba	Bianual	I, II, IV, V	A, B, C
Rhamnaceae	<i>Scutia spicata</i> (Humb. & Bondpl. ex Willd.) Weberb.	N	Ar busto	Perenne	II	C
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	N	Árbol	Perenne	III, V	A, B, C
Sapotaceae	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	N	Árbol	Perenne	III	C
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	I	Hierba	Bianual	I, V	A, B, C
Solanaceae	<i>Solanum peruvianum</i> L.	N	Hierba	Bianual	V	A
Tamaricaceae	<i>Tamarix aphylla</i> (L.) H. Karst.	I	Árbol	Perenne	V	A
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	N	Hierba	Bianual	II, IV, V	A, B, C
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> fo. <i>litoralis</i>	N	Hierba	Bianual	II, IV, V	A, B, C
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	I	Hierba	Bianual	II, V	A, B, C

Artículo original

Propagación de *Echinocactus platyacanthus*: efectos del sustrato, viabilidad y escarificación de semillas

MARÍA DEL CARMEN NAVARRO*, ROSALÍA TZOMPA y EVA MARÍA GONZÁLEZ

Laboratorio de Ecología Vegetal, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Edificio 112 A, Ciudad Universitaria. Puebla, Puebla., C. P. 72570 Teléfono. 01 222 2295500 extensión 7074.

*Autor para correspondencia. E-mail: maria.navarro@correo.buap.mx

Recibido: 27 de Agosto 2013

Aceptado: 24 de Enero 2014

RESUMEN

Echinocactus platyacanthus forma *grandis* es una cactácea endémica del valle de Tehuacán-Cuicatlán con protección especial por las leyes mexicanas. Sobre esta especie existen estudios ecológicos y de germinación in vitro pero no acerca del tiempo que sus semillas pueden permanecer viables, de la escarificación ni del tipo de sustrato para producir plántulas, aspectos analizados en este trabajo. Se empleó un experimento factorial para evaluar el efecto del sustrato (tierra de hoja y negra), el tiempo de almacenaje ($< 1 - 6$ años) y la escarificación (ácido sulfúrico por 3 y 5 min) en el porcentaje de germinación y el establecimiento de *E. platyacanthus*, en invernadero. La germinación fue diferente en los tratamientos de edad de las semillas ($F=11.2$, $P=0.000$), del tipo de escarificación ($F=137.54$, $P=0.000$) y la interacción entre las variables ($F=3.88$, $P=0.000$). El sustrato no repercutió en el porcentaje de germinación ($F=1.42$, $P=0.23$). Independientemente de la edad, los mayores porcentajes de germinación se registraron en semillas escarificadas durante tres y cinco minutos (61-94.2%); sin embargo, el sustrato influyó en el diámetro de las plántulas, mientras que la escarificación y el tiempo de almacenaje influenciaron su altura. Las semillas permanecen viables hasta después de seis años de haberse producido.

Palabras clave: *Echinocactus platyacanthus*, escarificación, latencia, sustrato, germinación.

ABSTRACT

Echinocactus platyacanthus is an endemic cactus of the Tehuacán-Cuicatlán Valley with special protection by the Mexican laws. Ecological and in vitro germination studies have been conducted for the species, but there is no information about the time the seeds remain

viable, the scarification type and the best kind of substrate to produce seedlings. A factorial experiment was conducted to evaluate the effect of substrate, the storage time and scarification on the germination percentage, as well as on the height and diameter of the *E. platyacanthus* seedlings in greenhouse conditions. Germination was modified by the seeds age ($F = 11.2$, $P = 0.000$); scarification ($F = 137.54$, $P = 0.000$) and the interaction between these variables ($F = 3.88$, $P = 0.000$). The substrate does not influence on the germination percentage ($F = 1.42$, $P = 0.23$). Regardless of the age, the highest germination percentages were recorded in seeds scarified for three to five minutes (61 - 94.2%); the seedlings diameter was affected by the substrate, while their height varied according to scarification and storage time. Seeds remain viable after six years of having been produced.

Key words: *Echinocactus platyacanthus*, scarification, latency, substrate, germination.

INTRODUCCIÓN

La germinación es una fase importante en el ciclo de vida de las cactáceas, crucial para la propagación sexual y preservación de las especies en su medio natural; está condicionada en gran medida por variables ambientales como: (1) la temperatura, luz y humedad (Flores-Martínez *et al.*, 2008), (2) la longevidad de las semillas, que en ambientes áridos y semiáridos también determina el establecimiento de las plántulas (Franco & Nobel 1989; Rojas-Aréchiga & Batis, 2001), (3) las características genéticas de las especies que definen los procesos de desarrollo, morfología y fisiología de las semillas, (4) la latencia (Franco & Nobel, 1989; Rojas-Aréchiga & Batis, 2001), la cual puede ser interrumpida mediante la escarificación (Flores-Martínez *et al.*, 2008); en el medio natural, la escarificación puede ocurrir cuando las semillas pasan por el tracto digestivo de los herbívoros (Soriano *et al.*, 1999, Verdú & Traveset, 2004); mientras que, en condiciones controladas, puede simularse mediante el uso de ácidos (Larrea-Alcázar & López, 2008).

Algunos estudios en cactáceas han mostrado que la edad de las semillas genera una respuesta germinativa muy variable. El porcentaje de germinación disminuye cuando se incrementa la edad para *Brasilicactus* spp., *Cephalocereus senilis*, *Cleistocactus straussii*, *Echinocereus reichenbachii*, *Echinopsis tegeteriana*, *Escobaria tuberculosa*, *Ferocactus acanthodes*, *Melocactus peruvianus*, *Notocactus scopa*, *Pseudolobivia kermesina* y *Samaipaticereus corroanus* (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes, 2000; Flores *et al.*, 2005). Viabilidad y germinación semejante por dos años en *Ferocactus histrix* (Del Castillo, 1986) o durante cuatro años en *Astrophytum myriostigma* (Sánchez-Salas *et al.*, 2006). Las semillas de otras especies incrementan su porcentaje de germinación con la edad, como *Opuntia* spp. (Mandujano *et al.*, 1997; 2005), *Ferocactus wislizeni* (Bowers, 2000), *Stenocereus stellatus* (Rojas-Aréchiga *et al.*, 2001), *S. queretaroensis* (De la Barrera & Nobel, 2003) y *Turbincarpus pseudopectinatus* (Flores *et al.*, 2008). En el género *Mammillaria* se han registrado patrones contrastantes. Por ejemplo, en *Mammillaria magnimamma* las semillas no presentan diferencias en su porcentaje de germinación al incrementar la edad (Ruedas *et al.*, 2000); mientras que, en *Mammillaria pectinifera* y *M. oteroi*, el porcentaje de germinación disminuye con la edad (Navarro & Deméneghi, 2007; Flores-Martínez *et al.*, 2008) y en *M. heyderi* el porcentaje de germinación aumenta con la edad (Trejo-Hernández & Garza-Castillo, 1993). Estas diferencias sugieren

que en la familia Cactaceae la germinación está más asociada a la heterogeneidad ambiental que a aspectos relacionados con la filogenia (Jurado & Flores, 2005).

También se ha sugerido que el movimiento de agua, restringido por la impermeabilidad de la testa (latencia física), puede modificar la capacidad germinativa de este grupo de plantas (Matilla, 2008). La escarificación es un proceso que favorece la permeabilidad de la testa y ocurre cuando los frutos son comidos por lagartijas (Casado & Soriano, 2010) como sucede en *Melocactus schatzlii*; aves en el caso de *Stenocereus griseus* y *Subpilocereus repandus* (Soriano *et al.*, 1999) y por cabras en *E. platyacanthus* forma *grandis* (Eguiarte & Jiménez, 2000).

En experimentos en laboratorio se ha empleado ácidos (escarificación química) para simular el paso de las semillas por el tracto digestivo de los herbívoros (Rosas-López & Collazo-Ortega, 2004). El ácido clorhídrico no influye de manera significativa en los porcentajes de germinación registrados en *Neobuxbaumia mezcalaensis*, *N. tetetzo* y *N. macrocephala* (Ramírez & Valverde, 2005); así como, tampoco en *Pachycereus pecten-aboriginum* (Vega-Villasante *et al.*, 1996) ni en *Cephalocereus chrysacanthus*, *C. hoppenstedtii*, *Ferocactus latispinus*, *Stenocereus stellatus* o *Wilcoxia viperina* (Álvarez & Montaña, 1997). En contraste, la escarificación con ácido sulfúrico incrementa la germinación de *Opuntia* spp., *Echinocactus grusonii*, *Pachycereus pringlei*, *F. peninsulae* (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes, 2000); así como la de *F. haemathacanthus* y *F. robustus* (García *et al.*, 2004), *Astrophytum myriostigma* (Sánchez-Salas *et al.*, 2006), *Mammillaria zephyranthoides* (Navarro & Juárez, 2006) y *Corryocactus melanotrichus* (Larrea-Alcázar & López, 2008). También se ha mostrado que la inmersión de las semillas de *Ferocactus robustus* en ácido sulfúrico determina un incremento en el diámetro y la altura de sus plántulas (Navarro & González, 2007).

Otro factor que influye en la germinación de semillas de cactáceas es el sustrato (Matilla, 2008). Por ejemplo, en *Mammillaria dioxanthocentron* se observó 90% de emergencia de plántulas al colocarlas en sustrato del hábitat original, en condiciones de invernadero (Ramos, 2007). Mientras que, en otros tipos de sustrato como la tierra negra, las plántulas de *Pachycereus pringlei* acumulan más biomasa. Similarmente, en las de *Pachycereus pecten-aboriginum* se presenta mayor biomasa en tierra negra y tepojal (Tejeda-Corona *et al.*, 2009).

Echinocactus platyacanthus es una especie endémica de México (Arias *et al.*, 1997; Paredes *et al.*, 2007; Alanís & Velasco, 2008) y solo en la región de la Reserva de Tehuacán-Cuicatlán se encuentra la forma *grandis* (Arias *et al.*, 2000), la especie está catalogada como protegida en la NOM-059 (SEMARNAT 2010). Se ha documentado que la extracción de individuos de la especie y el deterioro de su hábitat por las prácticas ganaderas (Oldfield, 1997; Eguiarte & Jiménez, 2000; Jiménez & Torres-Orozco, 2003; Paredes *et al.*, 2007; Manzo, 2010) son los principales factores causales del decremento de sus poblaciones. Los estudios realizados con la especie han abordado aspectos ecológicos (Trujillo, 1984; Eguiarte & Jiménez, 2000; ; Jiménez & Torres-Orozco, 2003; Jiménez-Sierra *et al.*, 2007), fenológicos (Díaz *et al.*, 2008), de germinación con semillas colectadas en el campo (Rojas-Aréchiga, 1995; Hernández-Aguilar *et al.*, 2007; González *et al.*, 2012; Romero *et al.*, 2012), o con semillas de cuatro (Rosas-López & Collazo-Ortega, 2004) a diez meses de edad (Manzo, 2010). Para *E. platyacanthus* no se ha identificado un depredador que propicie la escarificación en el medio natural (Eguiarte & Jiménez, 2000). Para evaluar el efecto del sustrato solo se han realizado experimentos con Agar

(Eguiarte & Jiménez, 2000; Rosas-López & Collazo-Ortega, 2004) o con medio de cultivo MS (Rosas-López & Collazo-Ortega, 2004; Loaiza, 2008).

En el presente trabajo se determinó el efecto del tiempo de almacenaje de las semillas, la escarificación y el tipo de sustrato, en la germinación y establecimiento de las plántulas de *Echinocactus platyacanthus*. La finalidad del estudio fue analizar la viabilidad que pueden tener las semillas a través del tiempo, definir las condiciones que favorecen la germinación; así como las características edafológicas que pueden favorecer un mejor crecimiento de sus plántulas. La información es de importancia para el establecimiento de bancos de germoplasma así como para la propagación de esta especie que se encuentra amenazada y que es utilizada con fines comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la especie

E. platyacanthus es una cactácea toneliforme, los ejemplares adultos miden aproximadamente de 0.5 a 2 m de altura y de 0.4 a 0.8 m de ancho, tallos verde oscuro, ápice hundido con abundante lana amarilla, hasta 60 costillas en plantas adultas; aréolas 0.5-1.2 cm de largo, distantes entre sí en ejemplares jóvenes, y contiguas en adultos (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada, 1991). Espinación variable en relación con la edad de la planta; espinas radiales en las plantas jóvenes 8-10, 2.0-4.0 cm de largo, rectas, ascendentes, rígidas, con la edad su número se reduce hasta desaparecer, amarillentas a grisáceas; espinas centrales 4.0-5.0 cm de largo, ca. 6.5 mm ancho, amarillas cuando jóvenes, negras en la madurez (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada, 1991). Flores amarillas de 5.0 a 7.0 cm de largo. Frutos secos largamente oblongos de 5 a 7 cm de longitud, amarillentos con escamas numerosas, angostamente lineares, escariosas, con lana y pelos axilares que cubren la pared del fruto; conserva adheridos los restos secos del perianto, pulpa blanca, seca al madurar. Semillas reniformes, 2.1-2.5 mm de largo; testa negra, brillante, con ornamentación celular; micrópilo pequeño, próximo al hilo basal lateral (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada, 1991)

Experimento de germinación

Debido a la gran cantidad de semillas que esta especie produce a lo largo de los años y para establecer el tiempo en que pueden ser almacenadas sin perder su viabilidad, se utilizaron semillas obtenidas de frutos de *E. platyacanthus* colectados desde el año 2005 hasta el 2011 en el invernadero "Helia Bravo Hollis" de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Se llevó a cabo un experimento factorial, para determinar el posible efecto del tiempo de almacenaje (< 1 hasta 6 años), de la escarificación (ácido sulfúrico al 100% durante 3 y 5 min) y del sustrato (TH= arena, cacahuatillo y tierra de hoja; TN= arena, cacahuatillo y tierra negra en proporciones 1:1:2) en el porcentaje de germinación, así como en la altura y diámetro de las plántulas.

Por medio del método de flotación se determinó la posible viabilidad de las semillas (Cruz, 2011), se eliminaron las semillas del sobrenadante y de las restantes se seleccionaron aleatoriamente 100 para cada tratamiento.

Las semillas fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio (Cloralex) al 70% durante 3 min. Se enjuagaron durante 1 min con agua destilada, se les aplicó el tratamiento de escarificación mediante ácido sulfúrico al 100% por 3 y 5 min; estos tiempos se establecieron debido a que pruebas preliminares de escarificación identificaron que la testa de las semillas de *E. platyacanthus* sufría daños después de 5 min de inmersión en este ácido.

Posterior al tratamiento pre-germinativo, las semillas se enjuagaron con agua destilada por 1 min y se colocaron en fungicida (Captan 1 gr/100 ml) durante 2 min para evitar la proliferación de hongos. El testigo se sometió al mismo procedimiento excepto a la escarificación.

Las semillas se sembraron en charolas de plástico de 22 x 15 cm, que contenían 140 g de cada tipo de sustrato: (TH= arena, cacahuatillo o tepojal y tierra de hoja; TN= arena, cacahuatillo y tierra negra en proporciones 1:1:2). La arena como el tepojal (roca volcánica) son materiales que incrementan la aireación y la retención de agua (Bastida, 2002); la tierra de hoja contiene gran cantidad de materia orgánica y la negra posee buena capacidad de intercambio catiónico (Burés, 1997).

El sustrato utilizado se esterilizó en un horno de microondas a la máxima potencia durante 10 min. Para cada tratamiento se realizaron cuatro repeticiones, cada una con 25 semillas.

Las charolas se mantuvieron en el invernadero a capacidad de campo y diariamente se registró el número de semillas germinadas de octubre a diciembre de 2011 (Figura 1).

Experimento de establecimiento

Después de cuatro meses de iniciado el experimento, de cada tratamiento se eligieron al azar seis individuos del total de plántulas erguidas con al menos tres espinas, las cuales fueron trasplantadas a nuevas charolas que contenían 140 g de cada tipo de sustrato y cada 28 días durante siete meses se les midió el diámetro y la altura con un vernier digital. Las plántulas se mantuvieron en condiciones de invernadero, a capacidad de campo.

Análisis estadístico

Para comparar los porcentajes de germinación (transformados angularmente para cumplir los supuestos de normalidad) y las variables morfométricas de las plantas (diámetro y altura) se realizó un ANOVA factorial en el que los factores fueron sustrato con dos niveles, escarificación con tres niveles y edad de las semillas con siete. Además se realizó una prueba de Tukey de contrastes múltiples para comparar las medias de cada tratamiento. Los análisis se realizaron con el programa “*Statistica ver. 6*”

RESULTADOS

Las semillas germinaron a los nueve días después de la siembra y hasta el día 60. Independientemente del tiempo de almacenaje, los valores más altos de germinación promedio se registraron en semillas escarificadas durante 3 y 5 min (61-94.2%) a excepción de las del 2011 para el tratamiento de ácido sulfúrico/3 min en sustrato de tierra negra (24%); en contraste en el testigo germinaron menos del 61.6% (Figura 2). Los resultados indican que el tratamiento de escarificación, la edad de las semillas y la interacción de ambos presentaron diferencias significativas, mientras que el tipo de sustrato no afecta el porcentaje

de germinación (Cuadro 1).

Independientemente del tiempo en que las semillas permanecieron sumergidas en ácido sulfúrico, la escarificación determinó un incremento en el porcentaje de germinación, comparado con el testigo [$F=137.54$; $P=0.000$; Cuadro 1, Figura 3 (a)]. El tiempo de almacenaje de las semillas también afectó a esta variable ($F=11.23$; $P=0.000$), los valores oscilaron de 54.09 a 72.79%. La prueba de comparación de medias de Tukey formó tres grupos: a) semillas de 2005 y 2011 [57.64 ± 2.40 y 54.09 ± 4.46 (Media $\pm$ E.E.)], b) semillas de 2006 y 2008 [64.39 ± 4.04 y 65.15 ± 2.84 (Media $\pm$ E.E.)] y c) semillas de 2007, 2009 y 2010 [67.96 ± 2.68 ; 68.66 ± 2.85 y 72.79 ± 2.67 (Media $\pm$ E.E.)]. Figura 3 (b).

El diámetro de las plántulas se vio afectado por el tipo de sustrato ($F= 28.01$, $P= 0.000$), los valores más altos (6.21 mm) se registraron en el que contenía tierra de hoja (Figura 4).

La altura promedio de las plántulas mostró variación por efecto de la escarificación ($F= 11.05$, $P= 0.000$). La prueba de Tukey mostró que el tratamiento de ácido sulfúrico/3 min incrementa la altura promedio de las plántulas (11.098 ± 0.12), en contraste con el de 5 min y el testigo [10.55 ± 0.13 y 10.32 ± 0.15 respectivamente; Figura 5 (a)]. Para el tiempo de almacenaje también se observaron diferencias significativas ($F= 5.23$, $P= 0.000$). La prueba de Tukey formó tres grupos: a) semillas del 2005 y 2011 [10.11 ± 0.20 y 10.27 ± 0.22 (Media $\pm$ E.E.)], b) del 2006, 2007 y 2008 [10.69 ± 0.23 , 10.82 ± 0.23 y 10.92 ± 0.18 (Media $\pm$ E.E.)] y c) del 2009 y 2010 [11.05 ± 0.19 y 11.24 ± 0.20 (Media $\pm$ E.E.)]. Figura 5 (b).

Para el sustrato las mayores alturas promedio de las plántulas se registraron en el que contenía tierra de hoja, con respecto a las sembradas en tierra negra [11.18 ± 0.11 y 10.14 ± 0.10 mm respectivamente (Media $\pm$ E.E.)]. Los resultados mostraron diferencias significativas ($F= 5708$, $P= 0.000$) para esta variable. Figura 5 (c).

DISCUSIÓN

El porcentaje de germinación de *E. platyacanthus* forma *grandis* sin tratamiento pre-germinativo de semillas <1 año de almacenamiento en este estudio (26.8%), se aproxima al obtenido con semillas de campo por Manzo (32.9%; 2010) y por Rosas-López & Collazo-Ortega (30%; 2004). Estos valores bajos de germinación posiblemente se relacionan con la inmadurez que puede presentarse en embriones de 10 meses (Manzo, 2010). Incluso, se ha considerado que para la especie se requiere de un año para que ocurra la dispersión (Flores *et al.*, 2008), en este lapso las semillas sufren un proceso de pérdida de agua que provoca una tolerancia a las condiciones ambientales adversas y contribuye a su desarrollo (Matilla, 2008).

Los estudios realizados por Rojas-Aréchiga (1995), Rosas (2002), González *et al.* (2012) y Romero *et al.* (2012), muestran diferencias con los valores de germinación antes mencionados, ya que registran porcentajes que oscilan entre 50,4-91,4%. Estos datos contradictorios para semillas de la misma edad pueden estar influenciados por la variabilidad que existe entre los porcentajes germinativos de distintas poblaciones de *E. platyacanthus* independientemente de los gradientes latitudinales (González *et al.*, 2012; Romero *et al.*, 2012).

Las semillas de esta biznaga presentaron un mayor porcentaje de germinación al aumentar el tiempo de almacenaje, tal como se ha registrado en *Mammillaria heyderi* (Trejo-Hernández & Garza-Castillo, 1993), *Ferocactus histrix* (Del Castillo, 1986), *Opuntia* spp. (Mandujano *et al.*,

1997; 2005), *Ferocactus wislizeni* (Bowers, 2000), *Stenocereus stellatus* (Rojas-Aréchiga *et al.*, 2001), *S. queretaroensis* (De la Barrera & Nobel, 2003), *Turbinicarpus pseudopectinatus* (Flores *et al.*, 2008); sin embargo, *E. platyacanthus* mantiene el porcentaje de germinación constante en semillas de uno a cuatro años de edad, al igual que *A. myriostigma* (Sánchez-Salas *et al.*, 2006) y *Mammillaria magnimamma* (Ruedas *et al.*, 2000).

Luego de esta estabilidad, se pierde la capacidad germinativa, como en *M. coahuilensis* (Manzo, 2010). Esta característica posiblemente les permita formar bancos de semilla en su hábitat natural (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes, 2000); característica que no se presenta en semillas que pierden su capacidad de germinación en un año, como *M. huitzilopochtli* (Flores-Martínez *et al.*, 2008), *M. pectinifera* (Navarro & Deméneghi, 2007) y *Turbinicarpus lophophoroides* (Flores *et al.*, 2008).

Los valores de germinación observados para las semillas de *E. platyacanthus* sin escarificar fueron menores de 70% y sugieren que posiblemente poseen latencia física (Flores & Jurado, 2011; Eguiarte & Jiménez, 2000). Debido a esto la escarificación mediante ácido sulfúrico, al favorecer la permeabilidad de la testa generó un incremento en el porcentaje de germinación, de manera similar a lo observado en otras cactáceas (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes, 2000; Navarro & Juárez, 2006; Sánchez-Salas *et al.*, 2006; Larrea-Alcázar & López, 2008); sin embargo, los frutos de *E. platyacanthus* forma *grandis* son secos, y por tal motivo las posibilidades de que sean ingeridos por un animal es escasa (Rosas-López & Collazo-Ortega, 2004), lo anterior sugiere que en condiciones naturales las semillas posiblemente no requieren del paso por el tracto digestivo de los herbívoros para que ocurra la germinación.

Los resultados respecto a la escarificación, de este trabajo, contrastan con los obtenidos en otras cactáceas globosas como *Mammillaria pectinifera* (Navarro & Deméneghi, 2007), *Ferocactus robustus* (Navarro & González, 2007) y *Mammillaria huitzilopochtli* (Flores-Martínez *et al.*, 2008), que no necesitan de ácido para incrementar su porcentaje de germinación.

Contrario a lo que sucede para *Pachycereus pringlei* y *Pachycereus pecten-aboriginum*, (Matilla, 2008; Tejeda-Corona *et al.*, 2009), la germinación de *E. platyacanthus* no depende directamente del tipo de sustrato, este factor estaría relacionado posiblemente con el establecimiento (Trujillo, 1984; Álvarez & Montaña, 1997). Debido a que los valores mayores de altura y diámetro de las plántulas se registraron en tierra de hoja, se puede considerar como el sustrato que permite las mejores condiciones, debido a que contiene gran cantidad de materia orgánica que con el paso del tiempo se descompone y proporciona los nutrientes necesarios a la planta, así como humedad favorable, que aunado a la mezcla con arena y tepojal mejora su drenaje y aireación (Burés, 1997).

La tierra negra, a pesar de tener un buen contenido de nutrientes carece de la porosidad y de la capacidad de retención de agua que proporciona la tierra de hoja (Bastida, 2002), y al tener una textura fina se compacta con facilidad, situación que no beneficia el crecimiento de la raíz. Posiblemente debido a estas características el crecimiento de las plántulas de *E. platyacanthus* no resultó favorable.

CONCLUSIONES

Las semillas de *Echinocactus platyacanthus* forma *grandis* colectadas de plantas *ex situ*, pueden ser almacenadas hasta por seis años, sin que pierdan su capacidad de germinación es recomendable usar semillas de uno y dos años de almacenaje para obtener plántulas más altas; la escarificación con ácido sulfúrico incrementa la capacidad germinativa y para semillas menores a un año o de seis años es preciso aplicar el tratamiento pre-germinativo durante cinco minutos, este tiempo es adecuado también para incrementar la altura de las plántulas. El sustrato tierra de hoja: arena: tepojal (2:1:1) es recomendable para generar plantas con mayores diámetros.

El cultivo de plantas en invernaderos es una estrategia de conservación en especies con problemas poblacionales que proporciona información para mejorar las técnicas de producción de plántulas. Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que el cultivo en invernadero puede emplearse para obtener en un corto plazo plántulas de *Echinocactus platyacanthus* que posteriormente puedan ser utilizadas en programas de reinserción, que contribuyan a la conservación de la especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alanís, J. F. & C. G. Velasco. 2008. Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México. *Ciencia UANL*.11: 5-11.
- Álvarez, M. G & C. Montaña. 1997. Germinación y supervivencia de cinco especies de cactáceas del Valle de Tehuacán: implicaciones para su conservación. *Acta Botánica Mexicana* 40: 43-58.
- Arias, S., S. Gama & U. Guzmán. 1997. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. 15-18. Fascículo 14. Cactaceae A. L. Juss. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Arias, S., M. T. Valverde & J. Reyes. 2000. *Plantas de la Región de Zapotitlán Salinas, Puebla*. 44. Instituto Nacional de Ecología Red para el Desarrollo Sostenible, A.C. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Bastida, T. A. 2002. *Sustratos Hidropónicos. Materiales para cultivo sin suelo*. Serie de publicaciones AGRIBOT. UACH. Preparatoria Agrícola. Chapingo, México. 121 pp.
- Bowers, J. E. 2000. Does *Ferocactus wislizenii* have a between-year seed bank? *Journal of Arid Environments* 45: 197-205.
- Bravo-Hollis, H. & H. Sánchez-Mejorada. 1991. *Las Cactáceas de México Vol. II*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 109-110 pp.
- Burés, S. 1997. *Sustratos*. Ediciones Agrotécnicas. Madrid, España. 341 pp.
- Casado, B. & J. Soriano. 2010. Fruiting, frugivory and dispersal of the globular cactus *Melocactus schatzlii* in the semiarid enclave of Lagunillas, Mérida, Venezuela. *Ecotrópicos* 23(1):18-36.
- Cruz, Z. S. 2011. Evaluación de la germinación y viabilidad de semillas de la especie *Cupressus guadalupensis* S. Wats producida en el huerto semillero establecido en Chapingo. Tesis de licenciatura. México, D. F. 50 p.
- De la Barrera, E. & P. S. Nobel 2003. Physiological ecology of seed germination for the columnar cactus *Stenocereus queretaroensis*. *Journal of Arid Environments* 53:297-306.

- Del Castillo, R. F. 1986. Semillas, germinación y establecimiento de *Ferocactus histrix*. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 3:5-10.
- Díaz H., M. C. Navarro & C. A. Rodríguez. 2008. Aspectos de la morfometría y fenología reproductiva de *Echinocactus platyacanthus* en la Barranca Huexotitlanapa en Tecali de Herrera, Puebla. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 53(4): 100-107.
- Eguiarte, L. E. & C. Jiménez. 2000. *Análisis de la distribución y estructura de las poblaciones de Echinocactus platyacanthus Link et Otto, en el Valle de Zapotitlán, Puebla*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L009. México D. F.
- Flores, J., A. Arredondo & E. Jurado. 2005. Comparative seed germination in species of *Turbinicarpus*: An endangered cacti genus. *Natural Areas Journal* 25: 183-187.
- Flores, J., E. Jurado & J.F. Jiménez-Bremont. 2008. Breaking seed dormancy in specially protected *Turbinicarpus lophophoroides* and *T. pseudopectinatus* (Cactaceae). *Plant Species Biology* 23: 43-46.
- Flores, J. & E. Jurado. 2011. Germinación de especies de cactáceas en categoría de riesgo del desierto chihuahuense. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2(8): 59-70.
- Flores-Martínez, A., G. Manzanero, M. Rojas-Aréchiga, M. C. Mandujano, & J. Golubov. 2008. Seed age germination responses and seedling survival of an endangered cactus that inhabits cliffs. *Natural Areas Journal* 28(1):51-57.
- Franco, A.C. & P. S. Nobel. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *Journal of Ecology* 77: 870-886.
- González, C., C. Serrano-Martínez, C. Jiménez-Sierra, M. Matías-Palafox & E. Vázquez-Díaz. 2012. Germinación de semillas de la “biznaga dulce” bajo condiciones controladas. *Congreso Mexicano de Cactáceas y Suculentas* V: 64.
- Hernández-Aguilar, A., G. Ramírez & M. Collazo-Ortega. 2007. Ecofisiología de *Echinocactus platyacanthus* (Región Los Venados), en la Reserva de la Biósfera Barranca de Mezitlán, Hidalgo. En: Pulido-Flores G. & A. L. López-Escamilla (Eds.). *IV Foro de Investigadores por la Conservación y II Simposio de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Hidalgo*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Jiménez, C. & B. R. Torres-Orozco. 2003. Estado actual de las poblaciones de la biznaga dulce *Echinocactus platyacanthus* (Cactaceae) en el SE de Puebla. *Contactos* 47: 28-34.
- Jiménez-Sierra, C., M. C. Mandujano & L. E. Eguiarte. 2007. ¿Are populations of the candy barrel cactus (*Echinocactus platyacanthus*) in the desert of Tehuacán, Mexico at risk? Population projection matrix and life table response analysis. *Biological Conservation* 135: 278-292.
- Jurado, E. & J. Flores. 2005. Is seed dormancy under environmental control or bound to plant traits? *Journal of Vegetation Science* 16: 559-564.
- Larrea-Alcázar, D. M. & R. P. López. 2008. Germinación de semillas de *Corryocactus melanotrichus* (K. Schum.) Britton & Rose (Cactaceae): un cactus columnar endémico de los Andes bolivianos. *Ecología en Bolivia* 43(2): 135-140.
- Loaiza, A. C. 2008. Análisis fisiológico del efecto de tres marcas de agar y Gelrite en la germinación y desarrollo *in vitro* de plántulas de *Echinocactus platyacanthus* Link et Otto (Cactaceae). Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México.

- Mandujano M. C., J. Golubov & C. Montaña. 1997. Dormancy and endozoochorous dispersal of *Opuntia rastrera* seeds in the southern Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environment* 36: 259-266.
- Mandujano M. C., C. Montaña & M. Rojas-Aréchiga. 2005. Breaking seed dormancy in *Opuntia rastrera* from the Chihuahuan Desert. *Journal. Arid Environment* 62: 15-21
- Manzo, S. M. 2010. Propagación in vitro de *Mammillaria coahuilensis* var. *coahuilensis* (Boedeker) Moran y *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto a partir de semilla para su conservación. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México.
- Matilla, A. J. 2008. Desarrollo y germinación de semillas. En: Azcón-Bieto, J. & M. Talón, (Eds.), *Fundamentos de fisiología vegetal*. 537-558. Mc Graw Hill. Interamericana, Madrid, España.
- Moreno, M. E. 1984. *Análisis físico y biológico de semillas agrícolas*. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. México.
- Navarro, M. C. & M. S. Juárez. 2006. Evaluación de algunos parámetros demográficos de *Mammillaria zephyranthoides* en Cuautinchán Puebla, México. *Zonas Áridas* 10: 74-83.
- Navarro, M. C. & A. P. Deméneghi. 2007. Germinación de semillas y efecto de las hormonas en el crecimiento de *Mammillaria pectinifera*. *Zonas Áridas* 11(1): 233-239.
- Navarro, M. C. & E. M. González. 2007. Efecto de la escarificación de semillas en la germinación y crecimiento de *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose (Cactaceae). *Zonas Áridas* 11(1): 195-205.
- Oldfield, S. 1997. *Cactus and succulent plants. Status survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Cactus and Succulent Specialist Group. IUCN, Switzerland and Cambridge UK. 212 pp.
- Paredes, M., R. Lira & P. Dávila. 2007. Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botánica Mexicana* 79: 13-61.
- Ramírez-Padilla, C.A. & T. Valverde. 2005. Germination responses of three congeneric cactus species (*Neobuxbaumia*) with differing degrees of rarity. *Journal of Arid Environments* 61:333-343.
- Ramos, A. L. 2007. Estudio poblacional de *Mammillaria dixanthocentron* Becket. ex Mitran en el Valle de Cuicatlán, Oaxaca. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.
- Rojas-Aréchiga, M. 1995. Estudios sobre la germinación de cactáceas del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Rojas-Aréchiga, M. & A. I. Batis. 2001. Las semillas de cactáceas ¿Forman bancos en el suelo? *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 46: 75-81.
- Rojas-Aréchiga, M., A. Casas & C. Vázquez-Yanes. 2001. Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central México. *Journal of Arid Environments* 49: 279-287.
- Rojas-Aréchiga, M. & C. Vázquez-Yanes. 2000. Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments* 44: 85-104.
- Romero, H. M. E., C. Jiménez-Sierra, M. L. Matías-Palafox, E. D. Vázquez, J. D. Torres-

- Orozco & J. E. González-Olvera. 2012. Patrones de germinación de tres poblaciones de la biznaga dulce de Hidalgo. *Congreso Mexicano de Cactáceas y Suculentas* V: 113.
- Rosas, L. Y. 2002. Anatomía fisiológica de plántulas de cactáceas bajo estrés hídrico. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Rosas-López, U. & M. Collazo-Ortega. 2004. Conditions for the germination and the early growth of seedlings of *Polaskia chichipe* (Goss.) Backeberg and *Echinocactus platyacanthus* Link and Otto fa. *grandis* (Rose) Bravo-Hollis (Cactaceae). *Phyton* 73: 213-220.
- Ruedas, M., T. Valverde & S. Castillo. 2000. Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 66: 25-35.
- Sánchez-Salas, J., J. Flores & E. Martínez-García. 2006. Efecto del tamaño de semilla en la germinación de *Astrophytum myriostigma* Lemaire. (Cactaceae), especie amenazada de extinción. *Interciencia* 31(5): 371-375.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación. México.
- Soriano, P. J., M. E. Naranjo, C. Rengifo, M. Figuera, M. Rondón & R. L. Ruiz. 1999. Aves consumidoras de cactáceas columnares del enclave semiárido de Lagunillas, Mérida, Venezuela. *Ecotrópicos* 12(2):91-100.
- Tejeda-Corona, G., M. Rojas-Aréchiga & J. Golubov. 2009. Efecto de tres sustratos distintos en el establecimiento de plántulas de *Pachycereus pringlei* y *Pachycereus pecten-aboriginum*. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 54: 113-122.
- Trejo-Hernández, L. & M. R. Garza-Castillo. 1993. Efecto del tiempo de almacenamiento en la germinación de semillas de *Mammillaria heyderi* Muchl. en cuatro sustratos. *Biotam* 5:19-24.
- Trujillo, S. 1984. Distribución geográfica y ecológica de *Echinocactus platyacanthus*, un ejemplo de distribución disyunta. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 4: 75-81.
- Vega-Villasante, F., H. Nolasco, C. Montaña, H. Romero-Schmidt & E. Vega-Villasante. 1996. Efecto de la temperatura, acidez, iluminación, salinidad, irradiación solar y humedad sobre la germinación de semillas de *Pachycereus pecten-aboriginum* "cardón barbón" (Cactaceae). *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 41: 51-61.
- Verdú, M. & A. Traveset. 2004. Bridging meta-analysis and the comparative method: A test of seed size effect on germination after frugivores' gut passage. *Oecologia* 138: 414-418.

FIGURAS

Figura 1.- Plántula obtenida de *Echinocactus platyacanthus* en las pruebas de germinación.

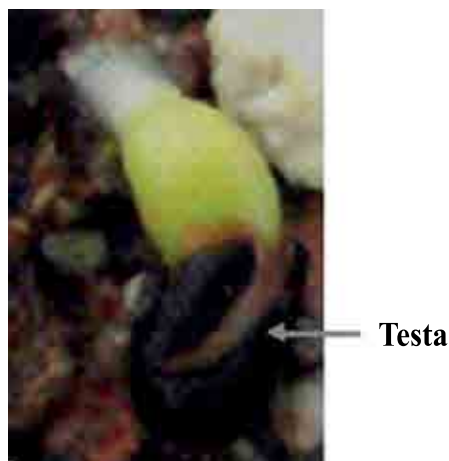


Figura 2.- Porcentajes de germinación promedio $\pm$ E. E. registrados en semillas de distintos años de almacenaje de *Echinocactus platyacanthus*, al ser sometidas a escarificación y sembradas en dos tipos de sustrato: TH= arena, cacahuatillo y tierra de hoja; TN= arena, cacahuatillo y tierra negra (proporciones 1:1:2)

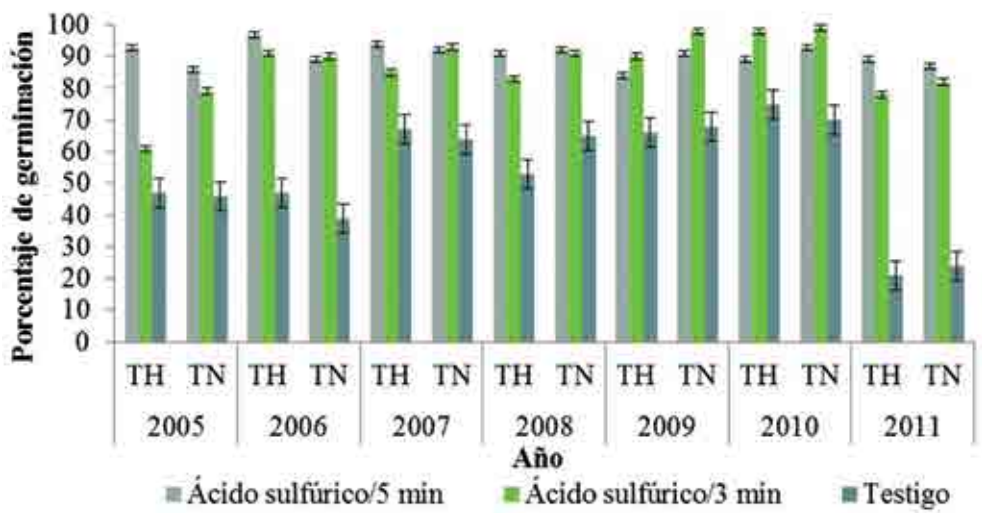
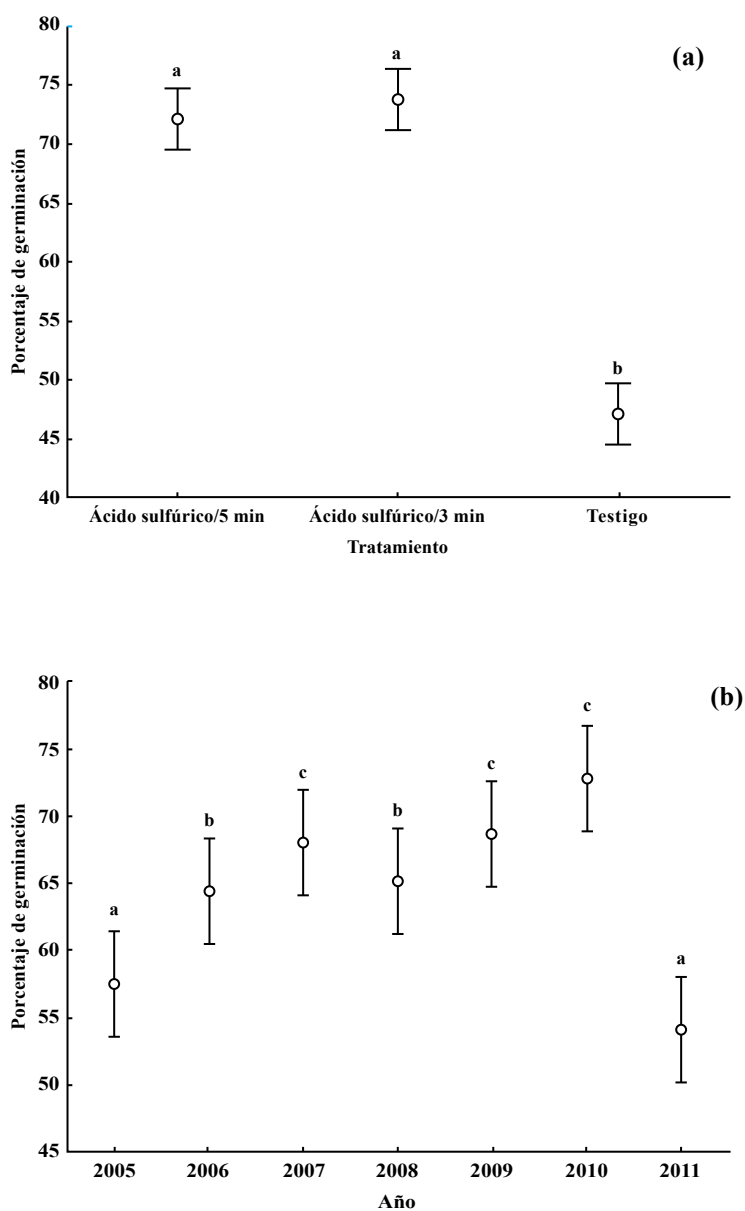


Figura 3.- Variación en los porcentajes de germinación promedio $\pm$ E. E. observados en semillas de *Echinocactus platyacanthus* al ser sometidas a escarificación (a) y para diferentes tiempo de almacenaje (b). Letras distintas muestran diferencias significativas ($P < 0.05$).



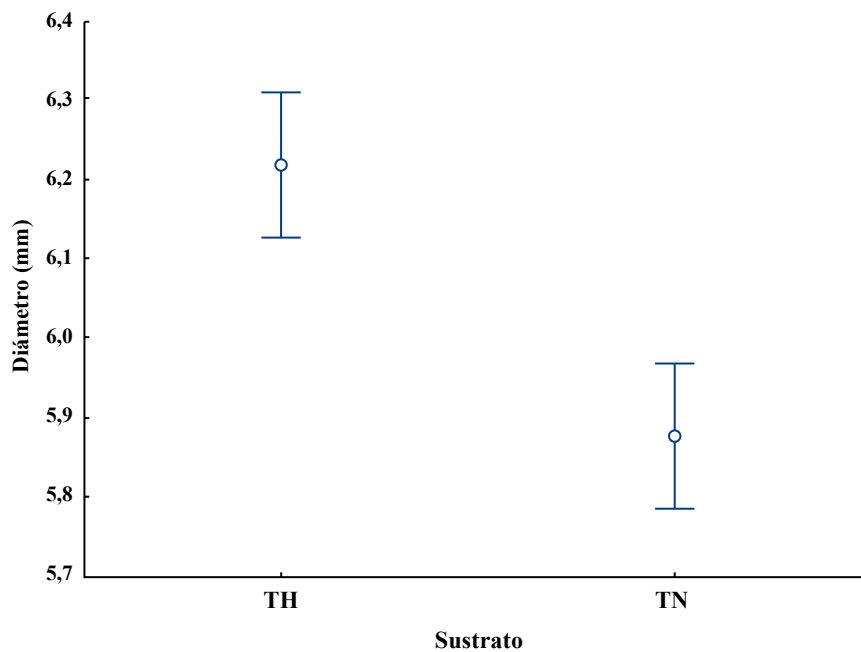
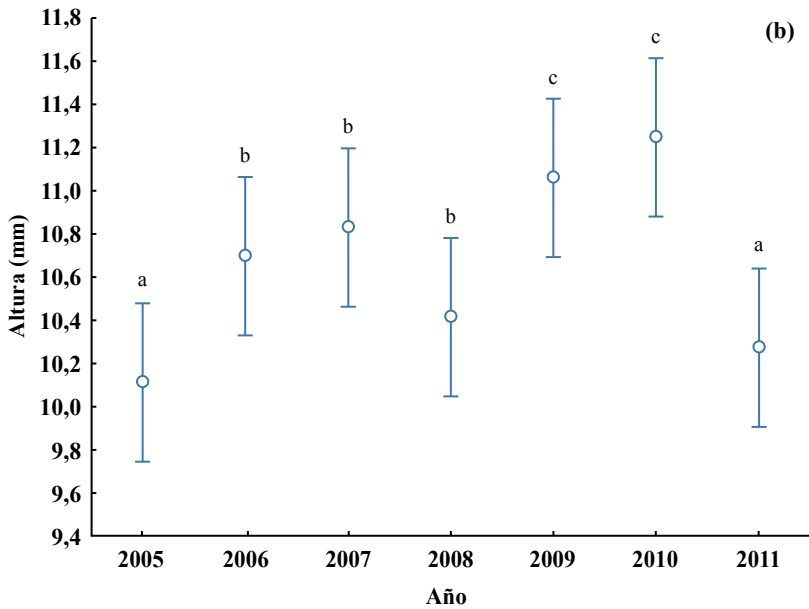
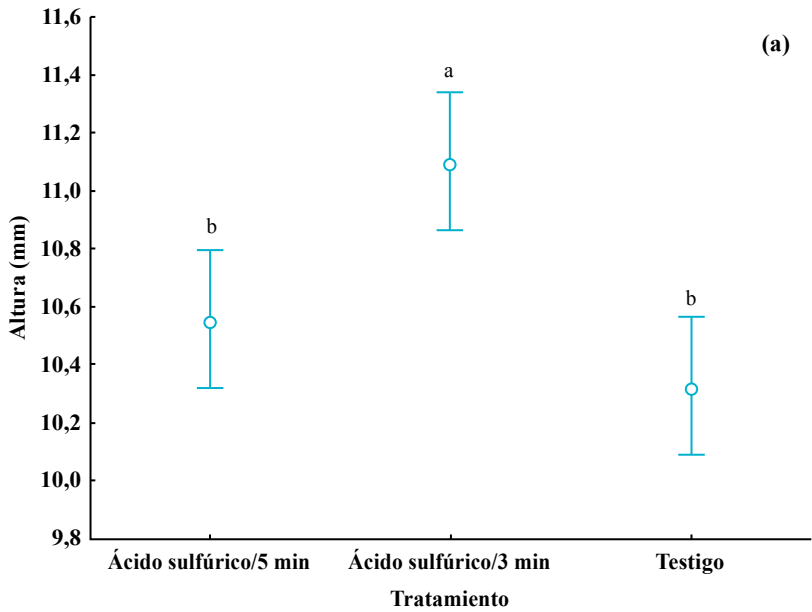


Figura 4. Variación del diámetro promedio $\pm$ E. E. registrado en plántulas de *Echinocactus platyacanthus* con respecto al tipo de sustrato. TH= arena, cacahuatillo y tierra de hoja; TN= arena, cacahuatillo y tierra negra (proporciones 1:1:2).



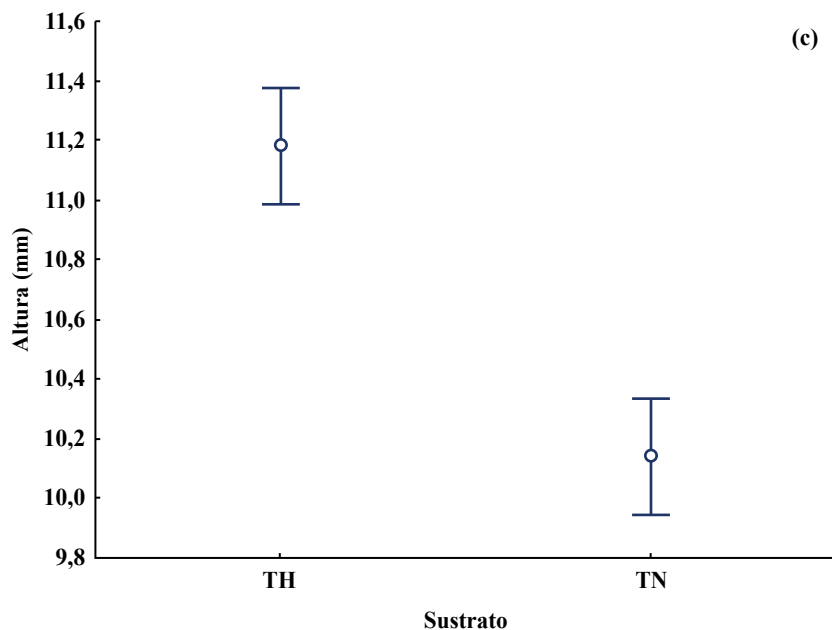


Figura 5. Variación de la altura promedio $\pm$ E. E. registrada en plántulas de *Echinocactus platyacanthus* con respecto al tratamiento de escarificación (a), al tiempo de almacenaje (b) y sustrato (c). TH= arena, cacahuatillo y tierra de hoja; TN= arena, cacahuatillo y tierra negra (proporciones 1:1:2). Letras distintas muestran diferencias significativas ($P < 0.05$).

CUADROS

Cuadro 1.- Resultados obtenidos del ANOVA para los datos de porcentaje de germinación observados en semillas de *Echinocactus platyacanthus*. Tratamiento= Escarificación.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	<i>F</i>	<i>P</i>
Tratamiento	25032.2	2	12516.1	137.53	0.000
Sustrato	130.0	1	130.0	1.42	0.239
Año	6149.6	6	1024.9	11.26	0.000
Repetición	132.1	3	44.0	0.48	0.695
Tratamiento*Sustrato	437.2	2	218.6	2.42	0.104
Tratamiento*Año	4240.3	12	353.4	3.88	0.000
Sustrato*Año	512.3	6	85.4	0.93	0.479
Tratamiento* Repetición	1348.4	6	224.7	2.47	0.041
Sustrato* Repetición	231.0	3	77.0	0.84	0.477
Año* Repetición	1357.4	18	75.4	0.82	0.657
Tratamiento*Sustrato*Año	503.6	12	42.0	0.46	0.924
Tratamiento*Sustrato* Repetición	557.0	6	92.8	1.02	0.427
Tratamiento*Año* Repetición	2846.8	36	79.1	0.86	0.662
Sustrato*Año* Repetición	1051.5	18	58.4	0.64	0.841
Error	3276.1	36	91.0		

Artículo original

Cambios de la cobertura de los suelos para la elaboración de escenarios territoriales en la región Apurímac

NICOLÁS IBÁÑEZ* y GRÉGORIO DAMMAN

Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú

*Autor para correspondencia. E-mail: nibanez99@gmail.com

Recibido: 18 de Septiembre 2013

Aceptado: 20 de Enero 2014

RESUMEN

El análisis de los cambios de la cobertura de los suelos considera los procesos que impulsan estos cambios. El estudio se realizó en la subcuenca del río Vilcabamba, a través del análisis de imágenes satelitales de los años 1986, 1994, 2002 y 2009. Se elaboraron matrices de cambio de cobertura, aplicando el Modelo de Markov, se proyectaron tendencias de cambio en la zona baja y media y la parte alta al 2016. De otro lado, se identificaron impulsores de cambio mediante la revisión bibliográfica, entrevistas y encuestas (n=40); asimismo se analizaron 3 escenarios y su probabilidad de ocurrencia. Los resultados muestran el incremento de las áreas agrícolas en la parte baja y media de la subcuenca. En la parte alta la reducción drástica de los nevados. En opinión de los encuestados los cambios se deberían a 4 impulsores: la degradación de la cobertura vegetal, la reducción de las fuentes de agua, la actividad minera y los eventos climáticos. Los escenarios territoriales al 2016 exponen que las tendencias en el período 2002 y 2009 se mantendrán. De otro lado, el análisis de los 3 escenarios señala a la minería como la actividad que mayor influencia tendrá sobre el territorio.

Palabras Clave: Cambio de uso de suelos, desertificación, escenarios, impulsores de cambio.

ABSTRACT

Analysis of changes of soil coverage considers the processes driving these changes. The study was conducted in the Sub-basin of the river Vilcabamba through analysis of satellite images from the years 1986, 1994, 2002 and 2009. Change of coverage matrices were developed, also by applying Markov model was projected trends of change in lower and middle and upper to 2016. On the other hand, were identified drivers of change through literature review, interviews and surveys (n=40); 3 scenarios and their probability of occurrence were also analyzed. The

results show the increase in agricultural areas in the lower and middle of the sub-basin. In the upper part the drastic reduction of the snowcapped. In the opinion of respondents this changes should be to 4 drivers: degradation of vegetal cover, the reduction of water sources, mining activity and climatic events. The territorial scenarios to 2016 exposed that trends in the period 2002-2009 will remain. On the other hand, analysis of the 3 scenarios show to mining as the activity that most influence will have on the territory.

Key words: Land use change, Desertification, Scenarios, drivers.

INTRODUCCIÓN

Cambio de cobertura y uso de las tierras

Uno de los grandes procesos que vienen reconfigurando el paisaje es el cambio de uso de los suelos. Se menciona que analizar estos cambios implica: 1) detección e interpretación cartográfica y digital del cambio, 2) análisis de los patrones de cambio de cobertura, y 3) análisis de las causas del cambio (Bocco *et al.*, 2001). Es decir, no solo el hecho de los cambios sino los procesos que impulsan estos cambios.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) habla de “drivers” o impulsores de cambio. Los drivers no solo son factores directos, sino también pueden ser factores indirectos que afectan a determinados procesos (Nelson *et al.*, 2006). Se define a los impulsores de cambio como factores humanos o naturales que directa o indirectamente generan cambios en un ecosistema (Carpenter *et al.*, 2006). Algunos ejemplos son: la deforestación, la pesca, el cambio del clima, entre otros (MA, 2005a).

La EEM señala la importancia de los cambios en las tierras secas del mundo, pues las poblaciones de las zonas climáticas áridas, semiáridas y secas subhúmedas, se ven seriamente afectadas por la vulnerabilidad del medio y la pobreza, y propone una serie de relaciones entre impulsores de la desertificación y los escenarios de futuro (MA, 2005b). Este aspecto es importante para el Perú, en tanto más de 500,000 km², un 40% de la superficie total de las tierras está siendo afectada por este proceso (MINAM, 2011). Asimismo, esta superficie alberga a 21 millones de personas, cerca del 80% de la población actual. La EEM señala, entre varias de las causas directas de este fenómeno a: 1) los cambios en el uso de la tierra como respuestas a los cambios en los suministros de los servicios de los ecosistemas y la pobreza, y 2) los cambios del clima y su relación con el aumento de la aridez.

Los modelos son representaciones simplificadas de una realidad compleja, que permiten elaborar predicciones y proyecciones en sistemas complejos (Peterson *et al.*, 2003). Es decir, tratan de simular condiciones hipotéticas en función de cambios que pueden ocurrir en el conjunto de relaciones que se pretende modelar (Sarewitz *et al.*, 2000). Una predicción es la distribución de probabilidad de variables específicas en un tiempo determinado en el futuro, sometida a las condiciones actuales y a supuestos específicos respecto de impulsores de cambio (Clark *et al.*, 2001). El público y los tomadores de decisiones generalmente entienden que una predicción puede o no puede llegar a ser verdad. En contraste con una predicción, una proyección permite apreciar cambios significativos en el conjunto de condiciones que pueden influir en la predicción. Así, una proyección es una declaración probabilística de la posibilidad de que algo sucederá en el futuro si se desarrollan ciertas condiciones (MacCracken, 2001).

Los escenarios son una manera de esquematizar una determinada interpretación de la realidad. Describen el paso de un sistema, de una situación presente a una futura, y muestran las rutas o trayectorias que pueden suceder en dicha transición. El IPCC define a los escenarios como: “Imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes ..., y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis” (IPCC, 2000). La EEM entiende los escenarios como desafíos acerca de cómo podría suceder el futuro. En este sentido los escenarios no son predicciones, proyecciones o estimaciones, ya que su construcción propone preguntas, así como respuestas y orientación para la acción (MA, 2005c).

Los objetivos de la presente investigación fueron determinar los cambios en la cobertura y uso de los suelos y el paisaje en la región Apurímac; analizar los procesos detrás de estos cambios y sus tendencias; explorar como se comportarán estos procesos y qué escenarios territoriales generarían entre el 2016 y los hitos propuestos por la EEM.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la subcuenca del río Vilcabamba

La subcuenca del río Vilcabamba es parte de la región Apurímac, con un área de 27,608 km², comprende 14 distritos de la provincia de Grau y el distrito de Oropesa de la provincia de Antabamba; su altitud varía entre los 2,300 msnm y los 5,000 msnm, el 50% del territorio se ubica por encima de los 4,000 msnm (Figura 1). Según la altitud, la temperatura media anual varía entre 2°C y 27°C y la precipitación anual está comprendida entre 300 y 1,100 mm, con un período de ausencia de lluvias entre mayo y noviembre.

La subcuenca del río Vilcabamba cuenta con una población de 27,608 habitantes (INEI, 2007). La densidad demográfica promedio es de 8,4 hab/km², encontrándose grandes diferencias entre la parte alta (2.1 hab/km²) y la parte baja / media (11.8 hab/km²) del territorio.

Las comunidades campesinas se dedican a la actividad agraria. La agricultura de la zona se caracteriza por la diversidad, distribuida en distintas zonas de producción. Los principales productos son el maíz y la papa. La actividad pecuaria tiene una gran importancia en los ingresos campesinos. Se desarrolla de acuerdo a los sistemas de crianza familiar, a la disponibilidad de recursos y a la ubicación geográfica de los rebaños, observándose una distribución diferenciada de las especies en función a la altura.

La presencia de yacimientos minerales atrae a muchas empresas, siendo el 62.3% del territorio de la provincia de Grau concesionado para explotación minera (CooperAcción, 2010). También se evidencia la presencia creciente de una actividad minera informal a nivel artesanal, realizada por personas de las mismas comunidades.

Entre 1987 y 2000, la subcuenca fue escenario del conflicto armado interno. El periodo 1987-1990 se caracterizó por el control subversivo, migración de la población y disminución de la actividad agropecuaria (CVR, 2003). Entre 1990 y 2000, el Estado retomó el control militar del territorio, promoviendo el mejoramiento de la infraestructura vial y la dotación de servicios básicos. Los últimos diez años han significado el retorno de los migrantes, pacificación social y realización de obras de infraestructura básica, económica y productiva (Arroyo *et al.*, 2006)

Análisis de cobertura de suelos

Para analizar los cambios del uso de los suelos ocurridos en las 3 últimas décadas en la subcuenca, se elaboraron mapas de ocupación de suelos de 1986, 1994, 2002 y 2009, utilizando imágenes satelitales LANDSAT (ver cuadro 1) disponibles vía Internet (<http://glovis.usgs.gov/>), ortorrectificadas y previamente procesadas (corrección estándar de terreno Level 1T – L1T). El nivel de corrección L1T incluye una corrección radiométrica y geométrica sistemática (utilización de puntos de control georreferenciados y modelo de elevación digital). Las 4 imágenes fueron seleccionadas en la época seca (junio – septiembre). El análisis consideró 6 categorías de ocupación de suelos: 1) zonas agrícolas, 2) praderas, 3) suelos desnudos, 4) bosques y matorrales, 5) bofedales, 6) nevados. Para realizar esta labor se usó el método de clasificación supervisada, empleando el software Idrisi Kilimanjaro con el clasificador de Distancia Mínima a la Media (MINDIST). Para clasificar un pixel desconocido, MINDIST examina la distancia desde ese pixel hasta cada clase y le asigna la identidad de la clase más cercana. Por ejemplo, luego de aplicado el clasificador aparecían zonas agrícolas sobre los 4,500 metros de altitud. Para evitar confusiones en el análisis se colocó estos pixeles en la categoría sin información (0), los mismos que en proporción han representado un rango de error de 0.01 a 0.02%. El resultado de este trabajo se aprecia en las Figuras 2a, 2b, 2c y 2d, que corresponden a los años 1986, 1994, 2002 y 2009 respectivamente.

Matriz de transición de uso de suelos

La matriz de transición de uso de los suelos (MTUS) es la representación del cambio de una categoría de uso de suelos entre una fecha inicial y una fecha final. Esta herramienta y su aplicación ha sido descrita por varios autores (Briceño, 2005; Ramírez & Zubieta, 2005; Pérez & Valenzuela, 2007; Rosete et al., 2008; Salmerón *et al.*, 2009). Para el caso de la subcuenca se construyeron MTUS en dos áreas: la parte baja y media, entre los 2,000 a 4,000 metros de altitud; la parte alta, de los 4,000 a los 6,000 metros de altura. Esta división tuvo por objetivo explicar la dinámica territorial, principalmente de la parte baja y media, porque en ella la presencia de la agricultura explica las dinámicas de cambio.

Modelos de Markov y proyecciones territoriales

El análisis de la MTUS y su aplicación a través del método de cadenas de Markov permitió realizar proyecciones territoriales. El cambio de uso de las tierras se puede explicar como una sucesión de variables aleatorias que evolucionan en función del tiempo, y se puede describir en función de probabilidades (Scherer, 1972; Bell, 1974; Briceño, 2005; Espinoza, 2007). Esta función de probabilidades considera de una parte el número de categorías de uso y el período de tiempo para analizar el cambio de las tierras. En el supuesto de que las probabilidades de transición dependen solo del intervalo de tiempo entre el año de inicio y el año final de análisis, se considera que el proceso es temporalmente homogéneo.

Para la aplicación del modelo de Markov se empleó el programa Idrisi Taiga, aplicando el módulo de Célula Automata, para proyecciones, a partir de la cobertura de los suelos en subcuenca para el período entre 1986 y 2002 (Soares-Filho *et al.*, 2002) El módulo MARKOV

trabaja sobre 2 mapas de cobertura, correspondientes al tiempo inicial t_1 y tiempo final t_2 . Luego genera 3 productos: una matriz de probabilidad de transición, donde las probabilidades de transición expresan la probabilidad de que un pixel de cierta clase cambie a cualquier otra clase (o permanezca en la misma) en el próximo período de tiempo; una matriz de áreas de transición, que expresa el área total (en celdas) que se espera cambie en el próximo período de tiempo; un grupo de imágenes de probabilidad condicional, uno para cada clase de cobertura terrestre. El estimador de la matriz de transición Markoviana, tomó como base el año 1986 y el año final el 2002. Para la proyección del área estimada se aplicó el procedimiento de Célula Automata Markoviana, CA Markov, con un número de iteraciones de CA de 10, así como un filtro de CA de 5. Para validar los resultados se aplicaron dos pruebas: la prueba de regresión simple y el cálculo del Índice de Kappa. Éste mide el nivel de consistencia entre una población de datos de referencia y otra proyectada a partir de la primera.

Se realizó una proyección territorial que se comparó con los resultados obtenidos el año 2009. A continuación se corrió el modelo para el año 2016, tomando como base la MTUS del período 2002 a 2009. Se tomó este período, debido a que la tendencia entre 1986 y 2002 era hacia la disminución de las áreas agrícolas, mientras que en el período 2002 a 2009 la tendencia fue hacia al incremento de la superficie agrícola. La tendencia entre 1986 y 2009 generaba un sesgo de lo que se observó en el último período, por esta razón se tomó este intervalo para explicar lo que podría suceder en los años posteriores al 2009.

Identificación de impulsores de cambio

Para identificar los impulsores de cambio asociados a la desertificación, se realizó un grupo focal con 10 personas, expertos, docentes universitarios e investigadores. Este ejercicio arrojó un primer listado de impulsores, el mismo que se revisó mediante 6 entrevistas. El equipo de investigación sistematizó estas opiniones, y se sintetizaron con los impulsores de desertificación de la EEM (MA, 2005b) (ver Cuadro 2). Para analizar los impulsores de cambio se aplicó una encuesta en línea a 40 personas, en función a los 10 impulsores de cambio. La selección de estas personas fue en función del conocimiento de la subcuenca y los procesos de cambio en Apurímac, profesionales de ONG, servidores públicos, académicos e investigadores. Para calificar estos impulsores en orden de importancia, se planteó una valoración de 1 a 10, donde 1 es lo más importante y 10 es lo menos importante. Asimismo se trabajaron análisis de influencias de estos impulsores en las coberturas: suelos agrícolas; praderas; bofedales.

Escenarios de futuro

Para la definición de los escenarios se utilizaron los propuestos por la EEM, haciendo una aproximación de 3 de ellos a la región, tomando en consideración los factores asociados a la minería, el cambio climático, la degradación y las fuentes de agua, así como los procesos de afirmación cultural, que fueron señalados por los consultados. El resultado fue: Escenario 01. Adaptación de escenario Orden por la fuerza. Escenario 02. Adaptación de escenario Orquestación mundial. Escenario 03. Adaptación de escenario Mosaico adaptativo (MA, 2005a; Carpenter *et al.*, 2006). El equipo de investigación realizó un ensayo para la descripción de estos escenarios (Ibañez, 2012).

La proyección de escenarios consideró tres años: 2030, 2050 y 2100 (IPCC, 2000; MA, 2005a). Para la definición de las probabilidades de ocurrencia se tomó el esquema: Muy improbable de suceder 0.1; Improbable de suceder 0.3; Tanto probable como improbable de suceder; 0.5; Probable de suceder 0.7; Muy probable de suceder 0.9 (Toro, 2003; Guzmán *et al.*, 2005).

RESULTADOS

Cambios del uso de suelos

A partir de la caracterización de cobertura de uso de suelos en la subcuenca para los años 1986, 1994, 2002 y 2009 (Figuras 2a, 2b, 2c y 2d) se realizó el análisis del cambio de uso (Cuadro 3). Para la parte baja y media de la subcuenca, la Figura 3a muestra una disminución de las áreas agrícolas y zonas de praderas entre 1986 y 2002. La MTUS para el período de análisis entre 1986 y 2009 (Cuadro 4) muestra los principales cambios de uso principalmente a nivel de los nevados y las zonas agrícolas, en el primer caso los nevados se convirtieron en praderas y suelos desnudos y las zonas agrícolas mudan a praderas y bosques. El comportamiento del cambio de uso en la zona baja de la subcuenca (Cuadro 5), muestra que la mayoría de las áreas agrícolas se convirtieron en praderas, y las praderas, en bosques y matorrales. Entre el 2002 y 2009, la MTUS muestra el incremento de las áreas agrícolas por la conversión de áreas suelos desnudos y bosques y matorrales y el incremento del área de praderas por la conversión de áreas de bosques y matorrales.

Esto indica que la evolución del área de matorrales y bosques sigue una tendencia inversa: incremento de la superficie entre 1986 y 2002 y disminución entre 2002 y 2009.

Entre 1986 y 2002, se observa un incremento del área de suelos desnudos. Según la MTUS dicho incremento se da por la disminución del área cultivada observada por el mismo período. Entre 2002 y 2009, la tendencia al incremento de los suelos desnudos se mantiene. Este incremento se explica por la conversión de áreas de praderas y bosques y matorrales en suelos desnudos. Por otro lado, este incremento está contrabalanceado por la conversión de áreas de suelos desnudos en zonas agrícolas.

Para la parte alta de la subcuenca, la Figura 3b muestra una fuerte reducción del área ocupada por los nevados entre 1986 y 2009. Esta disminución se relaciona con un incremento del área de suelos desnudos (rocas) y praderas (ver Cuadro 6). Entre 1986 y 2002, se observa un incremento del área de praderas, lo cual mantiene una relación directa con la reducción del área de los bofedales. A partir de 2002, se invierte esta tendencia.

Entre 1986 y 2009, se observa una reducción del área de suelos desnudos. Esta disminución se explica por la conversión de zonas de suelos desnudos en praderas y bofedales.

Proyección

Los coeficientes de correlación obtenidos muestran una relación directa alta entre la superficie 2009 real (Figura 4a) y la superficie 2009 proyectada (Figura 4b), evidenciando una linealidad entre los elementos. De otro lado, la prueba de validación mediante el índice de Kappa confirma lo mismo. Por tanto, los valores de salida del modelo tienen un comportamiento parecido al observado en la realidad.

Considerando que se mantengan las tendencias observadas entre 2002 – 2009 en la MTUS,

las proyecciones realizadas para 2016 evidencian un incremento de 335 ha de las áreas agrícolas, de 2,196 ha de praderas y de 349 ha (+38,8%) de las áreas de suelos desnudos, así como una disminución de 2,875 (-11,5%) de las zonas de bosques y matorrales. En la parte alta, se evidencia una disminución de 110 ha (-56,3%) de la superficie de los nevados, de 15,776 ha de praderas y 751 ha de suelos desnudos, así como un incremento de 16,645 ha (+40,5%) de las zonas de bofedales. En las Figuras 5a y 5b, se presentan los mapas de usos de suelos proyectados para 2016.

Impulsores de cambio asociados a la desertificación

De acuerdo a Damman (2010, 2011) e Ibáñez y Damman (2011) los siguientes impulsores están ligados a la degradación de suelos en Apurímac: degradación de las praderas naturales y bosques, crecimiento demográfico sin planificación territorial, erosión de los suelos, pérdida de fertilidad de los suelos, actividad minera a tajo abierto, eventos climáticos extremos y disminución de las fuentes de agua. No se dispone de información meteorológica para la subcuenca, no obstante, los registros a nivel regional muestran que se da un incremento en la temperatura. Según Ibáñez y Damman (2011) existe una relación directa entre la superficie de suelo desnudo y empleos en el sector agropecuario y carga animal. Considerando estos alcances, se priorizaron los 10 impulsores presentados en el Cuadro 1, entre los que destacan: expansión de la minería; crecimiento demográfico; degradación de la cobertura: sobrepastoreo, tala o quema; entre otros. Los mismos que están ligados a 5 procesos: crecimiento económico; desertificación; reducción de la diversidad biológica; reducción de la cobertura vegetal y variabilidad climática o Cambio Climático.

De acuerdo a la encuesta virtual, los impulsores de mayor importancia fueron: la degradación de la cobertura vegetal, la reducción de las fuentes de agua, la actividad minera y los eventos climáticos extremos (Cuadro 7). De estos 4 impulsores, un 58% menciona que la minería, la reducción del agua y de la cobertura vegetal son los impulsores más significativos, seguido por un 41% que señala a los eventos climáticos como impulsor importante. Entre el 65 y 75% de los entrevistados menciona que existe un alto nivel de influencia de la minería sobre estas 3 unidades de suelo, praderas, suelos agrícolas y bofedales y praderas. De otro lado, la degradación de la cobertura vegetal sería el segundo impulsor respecto del nivel de influencia sobre las mismas unidades, oscilando esta influencia entre 12 y 14% (Cuadro 8).

Escenarios

Considerando los 3 ecofuturos propuestos por la EEM y los impulsores de cambio priorizados se construyeron los siguientes escenarios: a) Escenario 01. Adaptación de escenario Orden por la fuerza, un espacio agrario privatizado, con grandes extensiones dedicadas a las actividades mineras y conflictos con las poblaciones rurales; b) Escenario 02. Adaptación de escenario Orquestación mundial, espacio agrario donde la población rural se mantiene en conflicto con las actividades mineras y control del agua; c) Escenario 03. Adaptación de escenario Mosaico adaptativo, un espacio mucho más diverso culturalmente, gestionado a escala local.

Según la percepción de los encuestados, los escenarios 01 y 02, donde la minería cumple un rol importante, serían los más esperados, frente al escenario 03, modelo de desarrollo desde la

pequeña producción, la diversidad cultural y la seguridad alimentaria. De acuerdo a la opinión de los encuestados, los escenarios 01 y 02 serían los más probables de ocurrir (66 %), frente al 40% del escenario 03 en los años 2030 y 2050. La Figura 6 muestra las percepciones locales a través del período analizado. De otro lado, se observa una convergencia de los 3 escenarios hacia el año 2100.

DISCUSIÓN

Cambios del uso de suelos en la parte baja

La disminución de las áreas agrícolas y pastos entre 1986 y 2002, podría explicarse por el éxodo rural que afectó la subcuenca durante el conflicto armado interno (CVR, 2003). A partir de 2002, se invierten estas tendencias, consecuencia probable del repoblamiento del campo y recuperación de las actividades agropecuarias (Arroyo *et al.*, 2006) (Ver Cuadro 2 y Figura 2). Se puede inferir a partir de la MTUS que dichos cambios se explican por la disminución o incremento del área de praderas y zonas agrícolas, que podría representar la presión de la actividad agropecuaria sobre el ecosistema como señala Damman (2010, 2011). El incremento del área de suelos desnudos, entre 1986 y 2002, se podría relacionar con el éxodo rural y abandono de tierras de cultivo que se convierten en suelos desnudos (CVR, 2003). Entre 2002 y 2009, la tendencia al incremento de los suelos desnudos se mantiene, lo cual podría reflejar un proceso de desertificación, debido a mayor uso de las áreas agrícolas y pérdida de la cobertura vegetal, como señalan GRA& SP (2007) y Arroyo *et al.* (2006)

Cambios del uso de suelos en la parte alta

El Cuadro 3 y la Figura 3b muestran una fuerte reducción del área ocupada por los nevados entre 1986 y 2009. Uno de los impactos de este cambio ha sido el incremento del área de praderas. Lizarzaburu *et al.* (2013) muestran la pérdida de 160 ha del nevado Ampay en la misma región Apurímac para un período similar. En el caso de los bofedales, luego de una inicial reducción, la tendencia muestra a partir de 2002 un crecimiento del área, debido al incremento de la humedad y agua disponible, resultado del deshielo observado en los años anteriores. La reducción del área de suelos desnudos, entre 1986 y 2009, conversión en praderas y bofedales, a consecuencia de la disponibilidad de agua de los deshielos han sido analizados por Rodríguez *et al.* (2013) para el caso de Colombia. Estos autores demuestran la relación entre los deshielos y los cambios a praderas y humedales en zonas de montaña.

Proyección

Las proyecciones elaboradas muestran una continuidad de las tendencias, considerando que se mantendrán las condiciones que dieron origen a los cambios, principalmente la reducción de los glaciares. La pérdida de masa glaciar es reafirmada por Rabatel *et al.* (2013) para el ámbito andino, y por el MINAM (2012). Este último informe muestra que los nevados en el Perú han perdido grandes proporciones de masa glaciar debido al cambio climático, y las proyecciones de esta disminución en algunos casos supone la pérdida total del área de nevados. Esta situación es también visible en la subcuenca y es posible que la pérdida de las áreas glaciares sea irreversible.

Impulsores de cambio

Podemos asociar a los impulsores de degradación de suelos a nivel regional a procesos como: la degradación de la cobertura vegetal, la reducción de las fuentes de agua, la actividad minera y los eventos climáticos extremos; los mismos que son señalados por GRA& PACC (2012). Estos procesos están ligados a la desertificación, Ibáñez & Damman (2011), y muestran una relación directa entre la superficie de suelo desnudo y empleos en el sector agropecuario y carga animal. El aumento de la superficie cultivada y de la carga animal, según datos del sector agricultura MINAG (2012) presentados por Damman (2010), podrían explicar el incremento de la superficie de los suelos desnudos observado entre 2002 y 2009 en la zona baja de la subcuenca, también debido a la conversión de praderas, la intensificación de la agricultura y el abandono de las tierras como señalan Rodríguez *et al.* (2013).

Escenarios

Una percepción generalizada es que entre los futuros posibles la actividad minera es más importante en la organización del territorio. De otro lado, también se aprecia la convergencia de los tres escenarios hacia el año 2100, que mostraría una apuesta por el modelo de desarrollo del escenario 03, donde el peso de lo local es preponderante. Estos procesos han sido analizados por Carpenter *et al.* (2006) y MA (2005b), en el escenario “Mosaico adaptativo” de la EEM. En este escenario las cuencas son el centro de la vida política y económica, basados en el refuerzo de las instituciones locales y la gestión de los ecosistemas a nivel local. Las tasas de crecimiento económico son bajas al principio, pero se incrementan con el tiempo, sobre todo entre el 2050 y 2100.

Finalmente, una de las limitaciones del estudio fue la escala de los escenarios, inicialmente se plantearon a nivel de Apurímac y no fue posible una aproximación específica a la subcuenca.

CONCLUSIONES

El análisis de la cobertura de suelos muestra tendencias de cambio, principalmente en la parte baja y media de la subcuenca en el período considerado, ligada a la actividad agropecuaria. En el caso de la parte alta la reducción drástica del área de nevados es evidente. Estos procesos de cambio estarían ligados a 4 factores o impulsores de cambio: la degradación de la cobertura vegetal, la reducción de las fuentes de agua, la actividad minera y los eventos climáticos extremos.

A nivel de escenarios territoriales al 2016, calculados con el modelo de Markov, se aprecia que las tendencias en el período 2002 y 2009 se mantendrán, considerando que las condiciones del modelo también mantienen sus tendencias. De otro lado, la probabilidad de ocurrencia de los 3 escenarios cualitativos, mostró coherencia con los impulsores de cambio identificados por los encuestados, señalando a la minería como la actividad de mayor influencia sobre el territorio del presente hasta el año 2100.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha realizado con el apoyo del programa de Becas Senior del Seminario

Permanente de Investigación Agraria SEPIA XV, con el valioso apoyo del Centro de Promoción y Desarrollo Rural de Apurímac CEPRODER. Asimismo a las diferentes personas que colaboraron con la encuesta de diversas entidades de desarrollo y académicas de la región Apurímac.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, J., A. Palo, M. Lau, G. Valderrama, J Orcotoma & E. Barreto. 2006. Apurímac: Diagnóstico de zona de intervención del Plan Integral de Madre Coraje. Asociación Madre Coraje. Jerez de la Frontera.
- Bell, E. 1974. Markov analysis of land use change an application of stochastic processes to remotely sensed data. *Socio Economic Planning Science* 8: 311-316.
- Bocco, G., M. Mendoza. & O. Masera, O. 2001. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Investigaciones Geográficas, *Boletín del Instituto de Geografía UNM México* 44: 18-38.
- Briceño, F. 2005. Las cadenas de Markov en el análisis de cambios y asignación de usos de la tierra. *Revista Geográfica Venezolana*, 46 (1) : 35-45.
- Carpenter, S. R., E. M Bennett & G.D. Peterson. 2006. Scenarios for ecosystem services: an overview. *Ecology and Society* 11(1): 29.
- Clark, J. S., S. R. Carpenter, M. Barber, S. Collins, A. Dobson., J.A. Foley , D.M. Lodge, M. Pascual, R. Pielke Jr., W. Pfizer, C. Pringle, W. V. Reid, K.A. Rose, O. Sala, W.H. Schlesinger, D.H. Wall. & D. Wear. 2001. Ecological forecasting: an emerging imperative. *Science* 293: 657-660
- Comisión de la Verdad y Reconciliación. 2003. Informe final. Primera Parte: El proceso, los hechos, las víctimas. Lima.
- CooperAcción. 2010. Informe de seguimiento de las concesiones mineras en el Perú. Región Apurímac. Lima.
- Damman, G. 2010. Desertificación, cambio climático y sistemas de información en Apurímac, I Seminario Internacional Manejo Sostenible de la Tierra en América Latina. Lima.
- Damman, G. 2011. Desertificación, cambio climático y sistemas de información en Apurímac. Proyecto MST Apurímac, Reporte técnico Por nuestra tierra. Lima.
- Espinoza, J. 2007. Matrices de Transición y Cadenas de Markov. *Revista Ciencia...Ahora* 20: 119-125.
- Gobierno Regional Apurímac, PACC Perú. 2012. Estrategia regional frente al Cambio Climático – ERFCC. Soluciones Prácticas. Abancay.
- Gobierno Regional Apurímac, Soluciones Prácticas. 2007. Plan de reducción de la vulnerabilidad a la sequía y la desertificación de la Región Apurímac. Abancay
- Guzmán, A.; Malaver N.; Rivera, H. 2005. Análisis estructural. Técnica de la prospectiva. Documento de Investigación No. 24. Centro Editorial Universidad del Rosario. Bogotá. 13-22.
- Ibáñez, N. 2012. Private vs. Community: a view from the Peruvian Andes. Future of Agriculture: Online Discussion blog. OXFAM. <http://blogs.oxfam.org/en/blogs/12-12-14-day-5-private-vs-community-view-peruvian-andes>
- Ibáñez N., Damman G. 2011. Indicadores de desertificación en Apurímac: relaciones

- espaciales entre degradación de suelos y presiones antrópicas. *Zonas Áridas* 14: 214 - 229.
- Ibañez, N. y Damman, G. 2012.** Modelos de relación de paisaje y variables socioeconómicas para la región Apurímac, escenarios territoriales de desertificación. En Asensio, R.; Eguren, F y Ruiz, M eds. Perú: *El problema agrario en debate SEPIA XIV*. 500-526. SEPIA. Lima.
- IPCC. 2000.** Informe Especial del IPCC - Grupo de Trabajo III. Escenario de Emisiones. Resumen para responsables de políticas.
- Lizarzaburu, J; Diehl L. y Deza, J. 2013.** El retroceso glaciar en la alta montaña de los Andes Peruanos. Caso: Santuario Nacional de Ampay, Apurímac. *Revista Ciencia y Desarrollo* 16 (2) Lima.
- MacCracken, M. 2001.** Prediction versus projection: forecast versus possibility. *WeatherZine* 26: 2-4.
- Millennium Ecosystem Assessment. MA. 2005a.** Drivers of ecosystem change: summary. World Resources Institute, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment. MA. 2005b.** Ecosystems and human well-being: Desertification synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment. MA. 2005c.** Scenarios for ecosystem services: rationale and overview. Island Press. Washington.
- MINAGRI. 2012.** Series Históricas de Producción Agrícola Compendio estadístico. <http://frenteweb.minag.gob.pe/sisca/>
- MINAM. 2011.** La Desertificación en el Perú. Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Moving Pack. Lima.
- MINAM. 2012.** Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Lima
- Nelson, G. C, E. Bennett, A. A Berhe, K. Cassman, R. DeFries, T. Dietz, A. Dobermann, A. Dobson, A. Janetos, M. Levy, D. Marco, N. Nakicenovic, B. O'Neill, R. Norgaard, G. Petschel-Held, D. Ojiva, P. Pingali, R. Watson & M. Zurek. 2006.** Anthropogenic drivers of ecosystem change: an overview. *Ecology and Society* 11(2): 29
- Palomo, I., B.Martín-López, C. López & C. Montes, C. 2009.** Hacia un nuevo modelo de gestión del sistema socio-ecológico de Doñana basado en la construcción de una visión compartida sobre sus eco-futuros. WWF España. Madrid.
- Pérez, R. & L. Valenzuela. 2006.** Dinámica de los usos del suelo en el litoral de Granada (1956-2000): Interpretación para la acción planificadora. En Camacho, M., Cañete, J y Lara, J (editores). En: *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas Granada*. 379-393 pp. Editorial Universidad de Granada. Granada.
- Peterson, G.; G. Cumming & S. Carpenter, S. 2003.** Scenario Planning: a tool for conservation in an uncertain world. *Conservation Biology* 17(2): 358-366.
- Rabatel, A.; B. Francou, A. Soruco, A. Rabatel, B. Francou, A. Soruco, J. Gomez, J. Cáceres, J.L Ceballos, R. Basantes, M. Vuille, J.E. Sicart, C. Huggel, M. Scheel, Y. Lejeune, Y. Arnaud, M. Collet, T. Condom, G. Consoli, V. Favier, V. Jomelli, R. Galarraga, P. Ginot, L. Maisincho, J. Mendoza, M. Menegoz, E. Ramirez, P. Ribstein, W. Suarez, M. Villacis & P. Wagnon .2013.** Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. *The Cryosphere* 7: 81-102.
- Ramírez, M. & R. Zubieta. 2005.** Análisis regional y comparación metodológica del cambio

en la cubierta forestal en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. Reporte Técnico preparado para el Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca. México D.F.

Rodríguez, N., D. Armenteras-Pascual & J. Alumbremos. 2013. Land use and land cover change in the Colombian Andes: dynamics and future scenarios. *Journal of Land Use Science* 8 (2) : 154-174.

Rosete, F., J.L. Pérez & G. Bocco. 2008. “Contribución al análisis del cambio de uso del suelo y vegetación (1978-2000) en la Península de Baja California, México”. *Investigaciones Geográficas* 67: 39-58.

Salmerón, A., A. González. & L.O Álvarez. 2009. Uso agropecuario y cambios en la vegetación en Áreas de la Reserva de la Biósfera Baconao, Cuba. *Revista Foresta Veracruzana* 11 (2): 11-19.

Sarewitz, D., R. Pielke & R. Byerly. 2000. Prediction: science, decision making, and the future of nature. Island Press, Washington, D.C.

Scherer, W. 1972. Aplicación de cadenas de Markov a la sedimentación cíclica de la formación Oficina. Cuarto Congreso Geológico Venezolano. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Caracas.

SENAMHI, PACC. 2010. Caracterización climática de las regiones Cusco y Apurímac. Lima.

Soares-Filho, B., G. Coutinho & C. Lopes. 2002. DINAMICA-a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *Ecological Modelling* 154: 217-235

Toro, W. 2003. Modelo de simulación prospectiva de la demanda de servicios de salud para enfermedades de alto costo: aplicación para una entidad promotora de salud colombiana. Tesis doctoral. Universidad de Valencia, Departamento de Economía y Ciencias Sociales. Programa de Doctorado en Economía y Gestión de la Salud.

FIGURAS

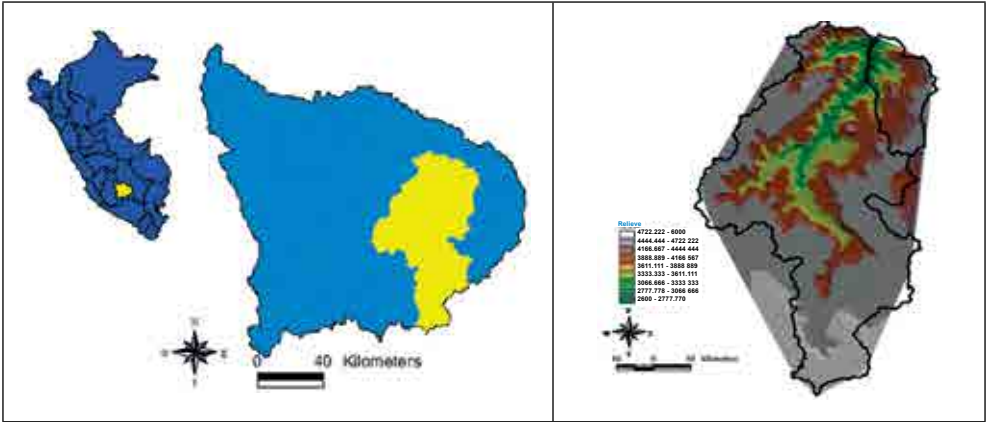
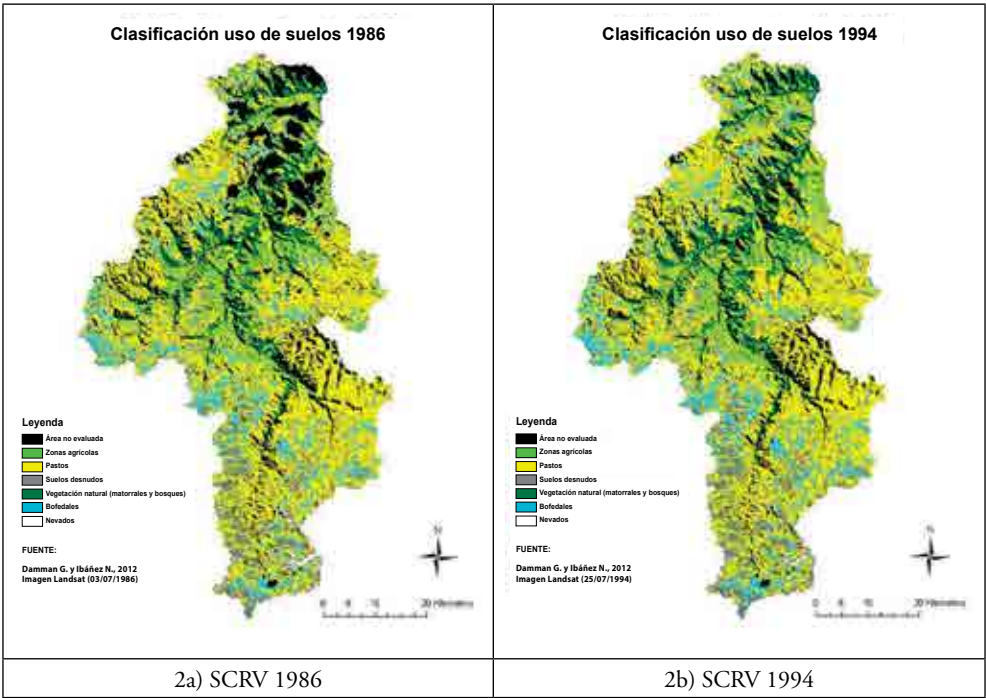
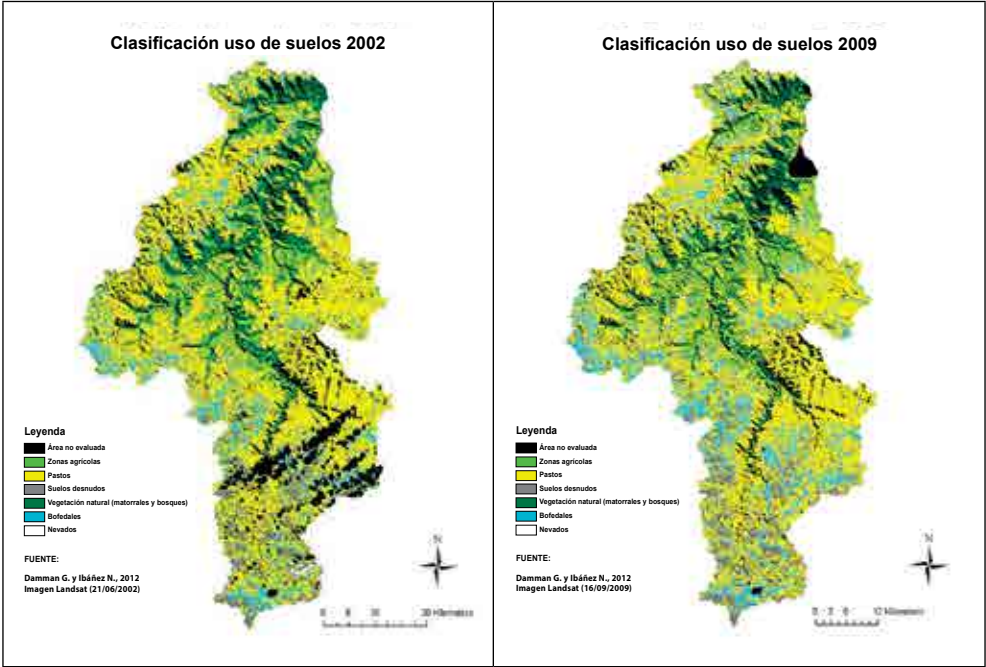


Figura 1. Mapas de ubicación y topográfico de la subcuenca de Vilcabamba. a) Mapa de la subcuenca; b) Mapa topográfico de la Subcuenca

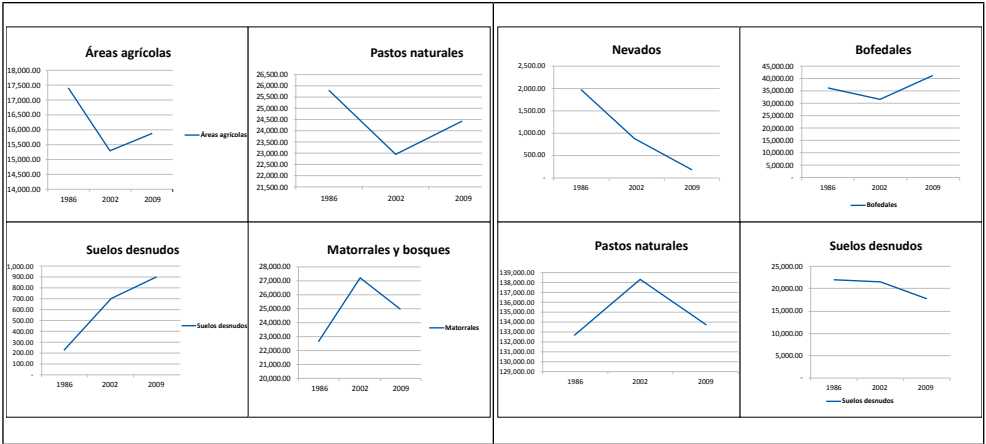




2c) SCR 2002

2d) SCR 2009

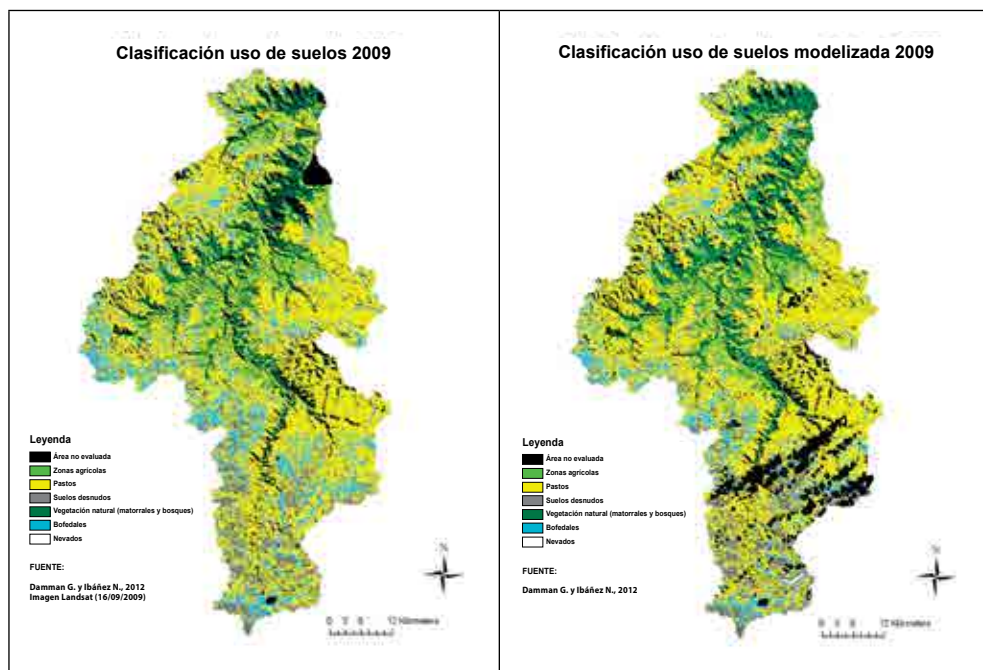
Figura 2. Cobertura de uso de suelos en la subcuenca del río Vilcabamba entre los años 1986 y 2009



3a) Parte baja y media

3b) Parte alta

Figura 3. Evolución de la cobertura de suelos en la parte baja y media y parte alta de la subcuenca Vilcabamba



4a) SCRVR 2009

4b) SCRVR proyectado a través del modelo de Markov para el año 2009.

Figura 4. Cobertura de uso de suelos en la subcuenca del río Vilcabamba 2009 y modelo para el mismo año.

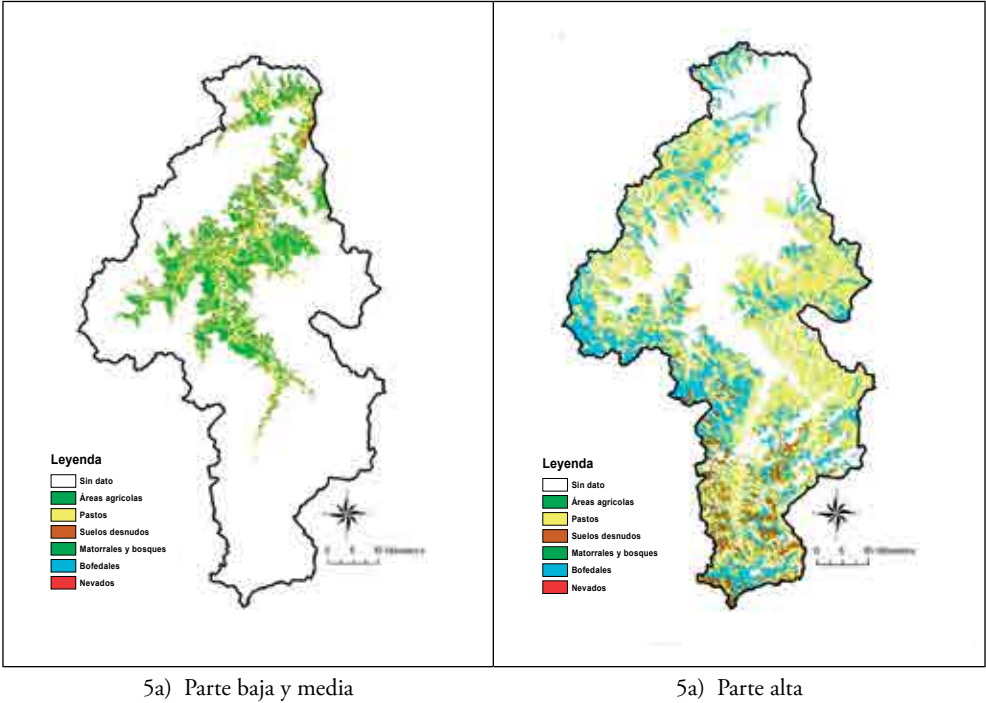


Figura 5. Usos de suelos proyectados en la parte baja y media de la subcuenca del río Vilcabamba para 2016.

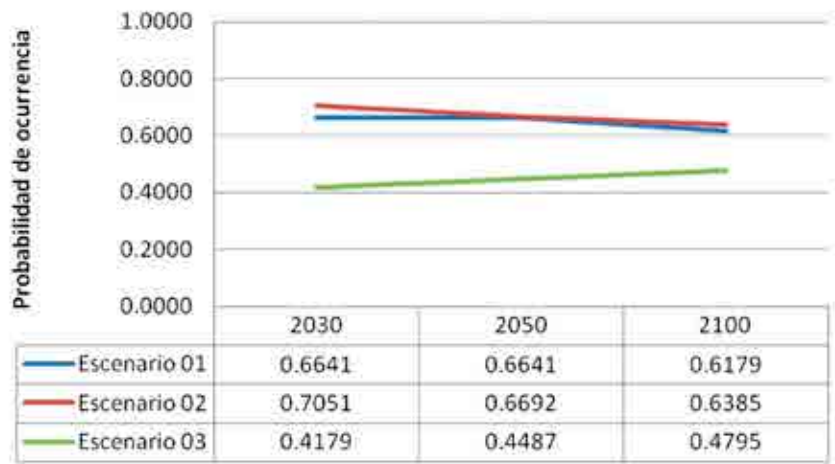


Figura 6. Probabilidad de ocurrencia de los escenarios considerados.

CUADROS

Cuadro 1. Características de las imágenes utilizadas.

Imagen	Satélite	Fecha de captura	Resolución	Nivel de corrección
01	Landsat 05	03/07/1986	30m x 30m	L1T
02	Lands at 05	25/07/1994	30m x 30m	L1T
03	Landsat 07	21/06/2002	30m x 3T0m	L1T
04	Landsat 07	16/09/2009	30m x 30m	L1T

Cuadro 2. Factores, impulsores y procesos que generan el cambio de uso de los suelos en Apurímac – MA (2005b).

Factores e impulsores de cambio	Procesos
Expansión de la minería	Crecimiento económico
Crecimiento demográfico	Desertificación
Degradación de la cobertura: sobrepastoreo, tala o quema	Desertificación
Introducción de nuevos cultivos y especies exóticas	Reducción de la diversidad biológica
Reducción de fuentes de agua	Variabilidad climática Cambio Climático
Eventos climáticos extremos	Variabilidad climática Cambio Climático
Expansión del área cultivada	Desertificación
Expansión urbana	Reducción de la cobertura vegetal
Ampliación de carreteras e infraestructura vial	Reducción de la cobertura vegetal
Intensificación del uso de la tierra	Desertificación

Cuadro 3. Evolución de las áreas (hectáreas) de uso de suelos en la subcuenca Vilcabamba entre 1986 y 2009.

Usos	1986	1994	2002	2009
Zonas agrícolas	17,882.4	17,856.1	16,571.6	16,356.9
Praderas	171,526.3	176,231.4	177,160.8	183,905.4
Suelos desnudos	24,745.8	27,358.0	22,399.7	20,996.7
Bosques y matorrales	24,264.1	28,554.1	36,924.9	33,452.0
Bofedales	38,613.6	41,657.6	33,545.9	45,453.8
Nevados	2,061.54	784.17	861.66	200.79

Cuadro 4. Matriz de transición del uso de los suelos en la subcuenca Vilcabamba entre 1986 y 2009, ha.

Año 1986	Año 2009					
	Zonas agrícolas	Praderas	Suelos desnudos	Bosques y matorrales	Bofedales	Nevados
Zonas agrícolas	12,051.87	4,486.31	45.99	836.64	5.04	0
Praderas	3,168.08	146,249.92	4,272.38	5,277.05	9,492.82	0.63
Suelos desnudos	61.47	5,671.34	14,827.55	18.63	3,905.18	55.80
Bosques y matorrales	581.31	3,127.04	198.27	19,048.81	1.71	0
Bofedales	32.76	7,289.53	595.80	4.68	30,600.65	0.27
Nevados	0	1,016.91	879.66	0	0.18	143.19

Cuadro 5. Principales cambios en la parte baja y media de la subcuenca del río Vilcabamba.

Cambios 1986 – 2002 (superficie en ha)	Zonas agrícolas -2104		Praderas -2840		Suelos desnudos 468		Bosques y matorrales 4476	
Matriz de transición de uso de los suelos 1986 – 2002	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Zonas agrícolas	0.0	0.0	1699.0	-59.8	343.6	73.5	56.6	1.3
Praderas	-1699.0	80.8	0.0	0.0	128.4	27.5	4426.6	98.9
Suelos desnudos	-343.6	16.3	-128.4	4.5	0.0	0.0	-7.9	-0.2
Bosques y matorrales	-56.6	2.7	-4426.6	155.9	7.9	1.7	0.0	0.0
Bofedales	-4.7	0.2	15.9	-0.6	-12.2	-2.6	0.3	0.0
Cambios 2002 - 2009 (superficie en ha)	Zonas agrícolas 565		Praderas 1480		Suelos desnudos 199		Bosques y matorrales -2169	
Matriz de transición de uso de los suelos 2002 – 2009	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Zonas agrícolas	0.0	0.0	41.9	2.8	-320.3	-160.6	-2476.8	11.4
Praderas	-41.9	-7.4	0.0	0.0	351.7	176.4	-1758.3	81.1
Suelos desnudos	320.3	56.6	-351.7	-23.8	0.0	0.0	-167.7	7.7
Bosques y matorrales	246.8	43.6	1758.3	118.8	167.7	84.1	0.0	0.0
Bofedales	40.3	7.1	31.9	2.2	0.4	0.2	3.5	-0.2

Cuadro 6. Principales cambios en la parte alta de la subcuenca del río Vilcabamba.

Cambios 1986 – 2002 (superficie en ha)	Praderas 5613		Suelos desnudos -456		Bofedales -4049		Nevados -1125	
Unidades de suelo	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Zonas agrícolas	1	0.0	-1	0.1	0	0.0	0.00	0.0
Praderas	0	0.0	-353	77.4	-4852	119.8	-425	37.8
Suelos desnudos	353	6.3	0	0.0	802	-19.8	-700	62.2
Bosques y matorrales	-18	-0.3	0	0.0	0	0.0		0.0
Bofedales	4852	86.4	-802	176.0	0	0.0	0	0.0
Nevados	425	7.6	700	-153.6	0	0.0	0	0.0
Cambios 2002 - 2009 (superficie en ha)	Praderas -4527		Suelos desnudos -3831		Bofedales 9110		Nevados -660	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Zonas agrícolas	-5.2	0.1	-2.9	0.1	-2.8	0.0	0.0	0.0
Praderas	0.0	0.0	-2707.4	70.7	7622.1	83.7	-292.0	44.2
Suelos desnudos	2707.4	-59.8	0.0	0.0	1489.2	16.3	-368.4	55.8
Bosques y matorrales	101.2	-2.2	0.2	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0
Bofedales	-7622.1	168.4	-1489.2	38.9	0.0	0.0	0.2	0.0
Nevados	292.0	-6.5	368.4	-9.6	-0.2	0.0	0.0	0.0

Cuadro 7. Impulsores de cambio de cobertura de los suelos según orden de importancia, de acuerdo a la opinión de expertos entrevistados.

Nivel de importancia	Minería	Eventos climáticos extremos	Reducción de fuentes de agua	Degradación de la cobertura vegetal
Muy importante	58.54%	41.46%	58.54%	58.54%
Importancia media	19.51%	31.71%	24.39%	24.39%
Poco importante	19.51%	24.39%	12.20%	12.20%
S/d	2.44%	2.44%	4.88%	4.88%
Número de entrevistas	40			

Cuadro 8. Impulsores de cambio y nivel de influencia en la cobertura sobre los suelos agrícolas, bofedales y praderas, de acuerdo a la opinión de expertos entrevistados.

Impulsores de cambio	Suelos agrícolas	Bofedales	Praderas
Crecimiento demográfico	9.76%	2.44%	4.88%
Degradación de la cobertura vegetal	14.63%	12.20%	12.20%
Eventos climáticos extremos	2.44%		
Expansión de la minería	65.85%	75.61%	75.61%
Introducción de nuevos cultivos y especies exóticas	2.44%		2.44%
Reducción de fuentes de agua	2.44%	7.32%	
(en blanco)	2.44%	2.44%	4.88%
Número de encuestados	40		

Artículo original

¿Para usar o para eliminar? El uso local del Monte Santiagueño (Argentina) y el avance de la agricultura industrial

PATRICIA RIAT & MARÍA LELIA POCHETTINO

Laboratorio de Etnobotánica y Botánica Aplicada, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

*Autor para correspondencia. E-mail: patriciariat@hotmail.com

Recibido: 30 de Septiembre del 2013

Aceptado: 5 de Abril 2014

RESUMEN

La provincia de Santiago del Estero se ubica en la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, caracterizada por una matriz boscosa de especies xerófitas y pastizales. Actualmente, la expansión de la agricultura industrial dio como resultado un paisaje donde la vegetación nativa se encuentra en forma de parches. En los remanentes de bosque viven familias campesinas expresivas de un enclave multiétnico y pluricultural, cuyo modo de vida se basa en el uso múltiple de los recursos. El objetivo fue analizar el conocimiento botánico local desde la estrategia de usos múltiples aplicada a las especies silvestres recolectadas en el bosque mediante la metodología etnobotánica, y explorar su potencial de desarrollo a partir del análisis de imágenes satelitales. A pesar de un avance sobre el 80% de la superficie cultivada entre 1985-2010, se registraron 70 plantas silvestres utilizadas, 42 de las cuales presentaron mención de usos múltiples. Las principales familias botánicas fueron: Fabaceae, Cactaceae, Asteraceae y Solanaceae. Las diferentes menciones se corresponden con 11 categorías *etic* de uso, siendo las principales medicinales, forrajeras y comestibles. Se concluyó que la estrategia de usos múltiples está vigente en el uso y conservación del monte, constituyendo un modelo de resistencia a la agricultura industrial.

Palabras claves: agricultura industrial, Argentina, campesinos, estrategia de usos múltiples, etnobotánica, Santiago del Estero.

ABSTRACT

The province of Santiago del Estero is located in the phytogeographic province of Chaco characterized by a wooden matrix of xerophytic species and grassland. Currently, the

advancement of industrial agriculture resulted in a landscape where native vegetation fragmented. Peasant's live in the forest remnants, as expressive of a multiethnic and pluricultural site, whose way of life is based on multiple use of resources. The objective was to analyze the local botanical knowledge from the multiple-use strategy applied to wild species collected in the forest through a ethnobotanical survey, and to explore its potential of development by means of the satellite image analysis. In spite of the progress of crops over 80 % of the cultivated surface between 1985-2010, 70 useful wild plants were surveyed, 42 of them having references to multiple uses. The main botanical families were: Fabacea, Cactaceae, Asteraceae and Solanaceae. The diversity of people mentions correspond to 11 *etic* categories of use, the main of them are medicinal, fodder and edible. It was concluded that multiple-use strategy is still current in the use and conservation of the forest, and constitutes a model of resistance against industrial agriculture.

Key words: Argentina, ethnobotany, industrial agriculture, multiple-use strategy, peasants, Santiago del Estero.

INTRODUCCIÓN

Santiago del Estero es una provincia ubicada en el noroeste de Argentina que se ha caracterizado por su situación intermedia entre diversas regiones, tanto desde el punto de vista ambiental como cultural. Desde el punto de vista de la vegetación se ubica en la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, cuya principal característica son los bosques xerófilos, se la ha vinculado arqueológica e históricamente con los pueblos del noroeste, en su mayoría de tradición andina. Sin embargo, la población que encontraron los conquistadores españoles presentaba características propias: según Faberman y Taboada (2012: 126) "...No eran selváticos ni andinos, ni campesinos ni nómades...", y se caracterizaban por una economía de tipo mixto, con agricultura de bajo rendimiento y con presencia de actividades de caza, pesca y recolección hasta el período hispano-indígena (Lorandi, 1978). A esta población ancestral, se sumó a fines del siglo XV la expansión del imperio Inka, que ha dejado su huella en la lengua de los habitantes del lugar, y más tarde a mediados del siglo XVI la conquista española.

Esta historia ha resultado en una población rural pluricultural, resultante de la convivencia de descendientes de poblaciones nativas con los primeros conquistadores españoles e incluso inmigrantes de corrientes posteriores (europeos de diversos países, árabes, bolivianos, entre tantos otros), pero que mantiene una economía de profundas raíces en la zona. Muchas de las familias protagonistas de esta investigación pertenecen al MoCaSE, Movimiento Campesino de Santiago de Estero, o al PSA, Programa Social Agropecuario, y se autodenominan campesinos, razón por la cual se seleccionó este término para caracterizarlos, si bien esta categoría ha tenido diferentes interpretaciones a lo largo del tiempo, con una gran presencia en las investigaciones antropológicas y sociológicas en la década de 1970 aproximadamente (Benencia & Floreal, 1988). Los pobladores desarrollan sus actividades cotidianas dentro del y a partir del "monte". Este término, ampliamente utilizado por distintos grupos en Argentina (Pochettino *et al.*, 2002; Martínez & Pochettino, 2005), refiere según los pobladores de Santiago del Estero a los espacios que aún conservan la vegetación nativa. El monte es considerado como proveedor de diferentes recursos. En trabajos previos se han presentado las especies vegetales usadas

como alimento de los animales domésticos, ya que la principal actividad económica de estos pobladores es la ganadería (Riat, 2012), así como la utilización del monte como “farmacia natural”, de donde se buscan diversas plantas para atender distintas afecciones (Riat *et al.*, 2012). Pero también el monte permite la extracción de leña para consumo familiar y/o comercial, mediante la producción de carbón. Además, en pequeños parches se practica la agricultura familiar con cultivos como maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum sp.*), calabazas (*Cucurbita sp.*), zapallos (*Cucurbita sp.*), sandías (*Citrullus lanatus*). De esta descripción se desprende que la estrategia de aprovisionamiento de las comunidades campesinas en el área en estudio corresponde a lo que Toledo & Barrera-Bassols (2012) denominan estrategia de uso múltiple (EUM) de los bienes comunes, caracterizada por el manejo de diferentes unidades ecogeográficas (microambientes) y de distintos componentes bióticos y físicos. La EUM ha significado, para distintos pueblos campesinos, la posibilidad de subsistir ante cambios globales drásticos, y la posibilidad de conservación, mediante el uso racional, de los bienes comunes (Toledo *et al.*, 2003).

Sin embargo, en la actualidad, la zona se ha constituido en un escenario de disputa entre dos modelos de explotación del entorno y aprovechamiento de los recursos naturales: un modelo caracterizado por ser hegemónico, protagonizado por los monocultivos, y un modelo de resistencia, anclado en los saberes tradicionales y reflejado en el uso múltiple de los recursos. Como oposición al “modelo campesino”, el “modelo de agricultura industrial” ha ido ganando territorio de manera acelerada en las últimas dos décadas. Durante la década del 90, la expansión generó en los grandes productores agrícolas una nueva capacidad de adopción de tecnologías modernas. Estos cambios tecnológicos se centraron en tres aspectos: el uso de semillas transgénicas, la labranza cero, la siembra directa y los sistemas de almacenamiento (Reboratti, 2010). Seguido de estos puntos se sumaron las técnicas de “ingeniería genética”, introduciendo en los cultivos experimentados, una serie de rasgos que se consideraban positivos para una mayor eficiencia productiva de los mismos: rechazo a plagas, mayor vigor para soportar herbicidas, mejoras en la calidad alimenticia, entre otros (Yapa, 1993).

Todos estos cambios en las formas productivas vinieron acompañados por las actualmente reconocidas como consecuencias negativas de la agricultura moderna. Algunos de estos problemas, están representados por las influencias o el impacto en áreas lindantes a las zonas de cultivo, como ser, la contaminación por plaguicidas, la contaminación de los cuerpos de agua y la eutrofización de los embalses, entre otros (Sarandón, 2002).

A pesar de la existencia de políticas públicas tendientes al aprovechamiento racional de los bosques (Kunst *et al.*, 2008), las mismas son de difícil aplicación y no han revertido sobre el bienestar de las comunidades campesinas. El avance del cultivo de la soja con fines industriales (fundamentalmente para biocombustible o exportación), se dio en muchas regiones de la provincia a costa de la población campesina, la cual se vio marginada y obligada, ya sea por desalojos directos o encubiertos, a desplazarse a zonas urbanas (De Dios, 2006).

El objetivo de este trabajo es analizar, mediante un estudio etnobotánico, el conocimiento botánico local desde la estrategia de usos múltiples aplicada a las especies silvestres recolectadas en el “monte” y su posibilidad de implementación en este entorno cambiante, donde prima el avance de los cultivos industriales y el retroceso de estos espacios con vegetación nativa, evaluado a través de imágenes satelitales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El pueblo de Los Juríes (Figura 1) se ubica en el centro-este de la provincia de Santiago del Estero, en la Provincia Fitogeográfica Chaqueña (Cabrera, 1971). El área de estudio en particular, corresponde al área rural circundante a Los Juríes, principalmente la zona norte, abarcando parte de los departamentos General Taboada y Felipe Ibarra. Fitogeográficamente el área se corresponde con la subregión del Chaco semiárido con bosques xerófitos caracterizados por la presencia de quebrachos (*Aspidosperma quebracho-blanco*, *Schinopsis sp.*) y algarrobos (*Prosopis sp.*) y pastizales de aibe (*Elionurus sp.*) que atraviesan la matriz boscosa (Morello *et al.*, 2012). La matriz boscosa es denominada por los locales monte, término que es utilizado en este trabajo como sinónimo de bosque; por otro lado, los pastizales suelen denominarse “limpios”, por lo que también se utiliza este término en reemplazo de pastizal.

El nombre de la localidad remite a su historia: juríes era el nombre que en kechwa refería a los antiguos habitantes de la zona, los tonocotés. Sin embargo, esa población original, además de los distintos procesos de conquista sufrió cambios recientes, también como resultado de su propia historia productivo-extractiva desde principios de 1900, instancia en que el Chaco santiagueño fue penetrado por el ferrocarril en compañía de los obrajes y la consecuente instalación de familias provenientes de áreas geográficas vecinas. El ferrocarril produjo la extracción de productos maderables para convertirse en leña, postes, durmientes, y la extracción de rollizos de quebracho para la exportación (Girbal-Blacha, 1998). A principios del siglo XX ya existían en la provincia de Santiago del Estero 136 obrajes con más de 140,000 obreros (Iñiguez, s/f). En la zona de Los Juríes los obrajes tuvieron una duración de casi 50 años, pero una vez retiradas las empresas forestales, cientos de familias que perdieron su modo de vida, se dispersaron por el “monte” (es decir zonas no explotadas) (Iñiguez, s/f). Lentamente, los pobladores se vieron implicados en un proceso de campesinización, el cual supuso distintas instancias en las que se combinaron diferentes actividades como el desmonte, el cultivo de subsistencia, la producción para el mercado y las migraciones estacionales (Guaglione, 2001). Las familias involucradas en este proceso provenían de contextos ambientales similares, por ejemplo otras áreas de la provincia o de provincias limítrofes, como el Chaco, Santa Fe, o incluso Formosa, razón por la cual se afincaron rápidamente en el nuevo asentamiento. Hoy en día, este modo de vida se ve amenazado por la expansión de cultivos industriales.

Sistemas de información geográfica

Se utilizan para la descripción del avance de la frontera agropecuaria industrial 2 imágenes satelitales del Landsat 5, obtenidas del sitio web del U.S. Geological Survey (USGS). Las imágenes corresponden al inicio y final de un período de 25 años, 1985 y 2010, correspondientes a los meses de marzo y enero respectivamente. Para el caso de la imagen del año 1985 (con 4 bandas originales) se utilizó la siguiente combinación de colores en las bandas para realizar la vegetación: banda correspondiente al infrarrojo cercano (IRC) en la banda roja, banda correspondiente al rojo en verde y banda correspondiente al verde en azul. Para la imagen del 2010 (con 7 bandas originales), se utilizó la siguiente combinación de colores en las bandas para realzar la vegetación: La banda correspondiente al IRC se seleccionó para el canal del

rojo, la banda roja para el canal del verde y la banda verde para el canal del azul. El programa utilizado para digitalización fue el Quantum GIS (QGIS) 1.8.0 Lisboa. La escala utilizada para la digitalización de las imágenes fue 1:250,000.

El área de estudio comprende el pueblo de Los Jurés y la zona rural ocupada por las unidades domésticas visitadas. Se utilizó y modificó una imagen del mapa de usos del suelo de la provincia de Santiago del Estero para ubicar el área de estudio y relacionar la clasificación de los tipos de suelo con los existentes en el área.

Estudios botánicos y etnobotánicos

El registro comprende los resultados de viajes de campaña realizados entre 2010 y 2013. Se trabajó con 20 unidades domésticas. La información referida al uso tradicional de los recursos vegetales en las áreas ocupadas por los campesinos fue obtenida a través de técnicas etnobotánicas cualitativas (Martin, 1995), entre las que se incluyen entrevistas abiertas, estructuradas y caminatas etnobotánicas. Como herramienta de relevamiento inicial se utilizaron las caminatas etnobotánicas con las cuales, mediante el acompañamiento y guía del informante, se recorrieron zonas de “monte” y de “limpios”. Durante los recorridos se consultó sobre los nombres de las plantas, los saberes relacionados a los usos de esas plantas, la vigencia de tales usos, es decir, si actualmente las seguían usando o no, y en algunos casos se indagó sobre formas de uso o partes de las plantas utilizadas. Finalizada esta etapa inicial del trabajo, se procedió, en los viajes siguientes, a la aplicación de entrevistas abiertas y semiestructuradas para indagar sobre aspectos específicos, como vigencia del uso y partes de las plantas utilizadas. Se obtuvo el consentimiento previamente informado de los actores sociales para la realización de entrevistas. Se efectuó la recolección de los ejemplares botánicos para su posterior identificación, para la cual se siguió la nomenclatura propuesta en la base de datos Flora del Conosur. Catálogo de Plantas Vasculares (disponible en <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>). Los vouchers se encuentran en el Laboratorio de Etnobotánica y Botánica Aplicada (LEBA) de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.

Análisis de los datos obtenidos

Para el estudio de la EUM se consideró el nivel de análisis referente al uso múltiple de los componentes bióticos, correspondientes a la vegetación silvestre presentes en la zona de bosque y de pastizal natural además de aquella lindante a las unidades domésticas visitadas.

Se consideraron las plantas relevadas y recolectadas durante las caminatas etnobotánicas, principalmente en el espacio transitado denominado monte y en menor cuantía se recolectaron plantas presentes en los limpios.

Se identificaron diferentes espacios transitados y modificados cotidianamente por los campesinos, a través de la observación participante e imágenes satelitales. Si bien estos espacios reflejan variaciones en las prácticas de manejo, se focalizó el estudio según la estrategia de uso múltiple en las menciones de tipos de uso de las plantas relevadas durante las caminatas. En este sentido se considera que los datos relevados sobre las menciones de tipo de uso de las plantas encontradas en las caminatas por el monte reflejan, de manera aproximada, características

evaluables referentes a la estrategia de uso múltiple. Esta categoría “tipo de uso” se utilizó como indicador de la práctica asociada al conocimiento del uso correspondiente. Se consideró uso múltiple el caso de aquellas plantas que presentaran al menos 2 categorías de uso diferentes. Las categorías de uso utilizadas serán explicitadas en el apartado de Resultados. Las categorías presentadas fueron armadas por las autoras, siendo estas de tipo *etic*, para homogeneizar los nombres de los usos obtenidos en las entrevistas.

Búsqueda bibliográfica de antecedentes históricos

Se realizó la búsqueda bibliográfica en publicaciones de corte etnobotánico para enclaves correspondientes a la misma área cultural (Noroeste de Argentina, Lorandi, 1978), o bien emplazados en regiones fitogeográficas similares (Provincia Chaqueña), dado que según Lorandi (1978: 68) “...es probable que en Santiago se hayan refugiado ciertos grupos marginales de origen andino, que encontraron ambiente favorable para conservar el sistema de economía mixta”.

RESULTADOS

Breve historia de los cambios en el uso del suelo y el avance de la agricultura industrial

El contexto sociohistórico local remite a saberes de diverso origen, tanto andinos como chaqueños (Lorandi, 1978; Taboada, 2011; Faberman y Taboada, 2012), que resultaron en el aprovechamiento de un entorno particular, como lo es el bosque xerófilo, a partir de una economía mixta: agricultura familiar y obtención de proteínas a partir de la caza y la pesca (Lorandi, 1978). Tras la conquista europea se implementa un nuevo régimen de explotación y producción, el cual implicó la introducción de cultivos y ganado exótico (Capparelli *et al.*, 2011). A principios del siglo XX, con la introducción del ferrocarril y la consecuente extracción de quebrachos y algarrobos, el asentamiento de familias, producto de la migración por la demanda de mano de obra de las empresas forestales, en la zona de estudio implicó la dominancia de la actividad de deforestación para postes y leña (Girbal- Blacha, 1998). Luego de la disminución de la actividad forestal, las familias campesinas asentadas adoptaron plenamente la estrategia de vida campesina (Guaglione, 2001). Aunque en la actualidad se practica tala para producción de leña y/o carbón, la principal diferencia que se observa con la época de la penetración del ferrocarril para el mercado forestal, es la selección particularizada de los árboles a derribar.

Paisajes encontrados y avance de la agricultura industrial

En la Figura 2A se observa el mapa de uso del suelo de la provincia de Santiago del Estero, y la ubicación aproximada del área de estudio (Figura 2B) tomando como referencia las lagunas ubicadas en la zona norte de la misma. En la figura se observa cómo gran parte del área se encuentra bajo la condición de tierras de agricultura y ganadería intensiva (verde claro), correspondiéndose con las zonas desmontadas, hecho coincidente con lo observado en el trabajo de campo. Por otro lado puede observarse cómo la zona clasificada como zona de bosque (verde oscuro) se encuentra casi en forma relictual. La zona de bosque, arbustal, aibal (zona de pastizal con dominancia del aibe (*Elionurus muticus*) y pastizal pirógeno, correspondiente

al color amarronado, presentan una importante distribución en el área de estudio. Tanto la zona de bosque (color verde oscuro) como la zona anteriormente mencionada (color marrón) se corresponden con las áreas donde los campesinos habitan y modifican el ambiente mediante prácticas cotidianas.

La Figura 3 permite observar dos imágenes satelitales correspondientes al área de estudio, la imagen superior (Figura 3A) corresponde al año 1985 y la inferior (Figura 3B) al año 2010. En estas imágenes, se han utilizado los siguientes colores con el fin de identificar las distintas zonas: el amarillo indica zonas con cultivos industriales, el verde aquellas zonas de bosques, arbustales y pastizales, y el rojo, los caminos principales. Al suroeste del área de estudio se encuentra el pueblo, al norte las lagunas y salinas. Las hectáreas totales del área seleccionada son 141,713.3 ha. Las zonas de bosque, arbustal y pastizal ocupan 129,980 ha. para el año 1985 y se redujeron a 79,066.1 ha. para el año 2010. Las áreas de cultivos industriales alcanzaron 11,733.3 ha para el año 1985 y 62,647.2 ha. para el año 2010.

En la Figura 3 B, correspondiente al año 2010, puede observarse a simple vista el avance de la agricultura industrial, que se traduce en desmontes. La superficie modificada en los 25 años que se tomaron para este estudio se corresponde con un aumento del 80% del área con cultivos industriales, de 11,733 ha y 62,647 ha.

En la imagen inferior de la Figura 3 puede proyectarse una línea que divide la zona en aproximadamente dos partes, una zona norte, color verde oscuro correspondiente, principalmente, a la vegetación natural caracterizada por bosques, arbustales y pastizales de aibe (Figura 2, color marrón), y una zona sur de color amarillo correspondiente, mayormente, a la zona de cultivos industriales. La mayor proporción de familias visitadas se encuentran en la zona pintada de verde oscuro. Hacia el norte de ésta se encuentra un límite natural a la expansión de los cultivos, caracterizada por una vegetación de tipo halófito (Figura 4 A), representada por un área de aguas intermitentes, lagunas y salinas.

Los caminos principales, representados por líneas rojas que salen desde el pueblo, al sur-oeste de la imagen, han ido diagramando el esqueleto del avance de los cultivos. Por estos caminos circulan diariamente camiones que transportan cereales principalmente, resultando en lo que comúnmente se denomina “efecto de carretera” (Siri, 1971).

La Figura 4A corresponde al norte del área de estudio y muestra un paisaje de tipo arbustivo con representantes vegetales de características halófitas, dominado principalmente por el jumi (*Allenrolfrea vaginata*), en tanto que la Figura 4 B a la Figura 4D y la Figura 4F muestran aspectos del monte en el centro del área de estudio. Por su parte, la Figura 4E se corresponde con un parche de monte ubicado hacia el sur de la imagen, a unos 10 km del pueblo, caracterizado por abundante presencia de quimiles (*Opuntia quimilo*), en tanto que la Figura 4G representa el aspecto típico de un monocultivo industrial, en este caso la soja (*Glycine max*).

Espacios transitados y modificados por la práctica cotidiana

En las 20 unidades domésticas visitadas se pudieron diferenciar diversos espacios, delimitados tanto por el tipo de vegetación como por las prácticas asociadas. El monte, el limpio, el campo, la huerta (generalmente cercana a la casa), el área doméstica propiamente dicha (en algunos casos con jardines peridomésticos), la zona de corrales para los animales, el área de

cultivo, la represa, el pozo de agua, los hornos para carbón, la ladrillera, son algunos de los términos utilizados, los cuales son acuñados a partir de la actividad que en ellos se desarrolla. Como ya se mencionó en la introducción, el término *monte* refiere según los lugareños al espacio de vegetación nativa, característica de la provincia fitogeográfica chaqueña con presencia de árboles, arbustos y cactáceas. Dentro del estrato arbóreo los principales representantes pertenecen a la familia Fabaceae, entre estos el género *Prosopis* sp. siendo el más conspicuo. Por oposición, el *limpio* es el área de pastizal producto del desmonte o zona de pastizal natural. El término *campo* puede ser utilizado como sinónimo de limpio o limpio y monte en su conjunto. La zona de huerta, jardines y huerta frutal suele encontrarse cercana a la casa. En estrecha proximidad a la vivienda se encuentran la *huerta*, espacio limitado con alambrado que abarca superficies pequeñas, donde suelen sembrarse especies hortícolas, así como el *jardín peridoméstico*, aquel espacio lindante con la casa propiamente dicha, generalmente protegido del sol, donde tienen plantas exóticas o nativas para uso ornamental o culinario. En las huertas suelen encontrarse verduras de hoja como espinaca (*Spinacia oleracea*), lechuga (*Lactuca sativa*), también repollos (*Brassica oleracea*) y alguna hierba aromática, como orégano (*Origanum vulgare*). Estas huertas son más comunes entre las familias afiliadas a programas oficiales de promoción de semillas, y según los entrevistados, son de difícil mantenimiento a causa de la escasez hídrica típica de la región y los efectos nocivos de los agrotóxicos utilizados en los campos ocupados por la agricultura industrial.

Un poco más alejados se encuentran los corrales para los animales, las represas, los pastizales (con cultivos o no) y el monte ya descritos. El *corral* es el espacio delimitado con alambrado o con ramas de árboles del monte: espinillo (*Prosopis elata*), algarrobo (*Prosopis alba* y *Prosopis nigra*), y otras ramas de otras especies, utilizado para guardar al ganado en diferentes momentos según la especie, en cambio las *áreas de cultivo* son espacios asociados donde se cultivan diversas especies, para consumo interno, para alimento del ganado y para venta del excedente. De gran importancia es la *represa*, pozo de aproximadamente 3 metros de profundidad, de extensión variable y de forma irregular realizada por los campesinos para acumular agua de lluvia para dar de beber a los animales.

Otros espacios reconocidos están vinculados con las actividades destinadas a la fabricación de productos para la venta tales como *hornos para carbón*, construcción realizada en ladrillos, ubicada en los limpios, en forma de iglú donde se introducen ramas o troncos de diversas especies de árboles del monte (quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), brea (*Cercidium praecox*), garabato (*Acacia* sp.), mistol (*Ziziphus mistol*) y algarrobos (*Prosopis alba* y *Prosopis nigra*), entre otros) y son quemados sin oxígeno o carbonizados para su posterior comercialización. El mismo fin tienen las *ladrilleras* que se ubican en los limpios donde se realiza todo el procesamiento de la confección del ladrillo (producción del barro, moldeamiento de la pieza, secado de la pieza, cocción final en horno de ladrillo) para su posterior comercialización. Como puede verse, los pastizales que atraviesan la matriz boscosa, son también asiento de espacios definidos por la actividad económica, al igual que el monte, que puede estar más o menos alejado de la vivienda, pero representa uno de los espacios transitados con mayor referencia de importancia para las familias visitadas, tanto por todo lo que ofrece como por su mayor resistencia a los agroquímicos y a la falta de agua. Los pastizales son mencionados

como espacios de mayor sensibilidad a la sequía. Tanto la zona de monte como los limpios son utilizados para alimentar el ganado, además de utilizarse para cultivos. Entre los cultivos más comunes se encuentra la sandía (*Citrullus lanatus*), y la calabaza (*Cucurbita sp.*) como producto hortícola, el maíz (*Zea maíz*) y el sorgo (*Sorghum sp.*) como forraje complementario para los animales de cría.

Cabe aclarar que estos espacios son reconocidos por la totalidad de los entrevistados, si bien solamente 10 unidades domésticas estaban integradas por y/o asociadas a la totalidad de estas categorías.

Además de su materialización espacial, estos espacios presentan importancia temporal. Un aspecto que se repitió en los 20 hogares visitados reflejó una selección y un tratamiento de “limpieza” previa del sitio para la instalación de la casa. Suelen dejar algunas plantas útiles de uso frecuente, como el poleo (*Lippia turbinata*), las tunas (*Opuntia sp.*), los algarrobos (*Prosopis sp.*) y plantas herbáceas que puedan tener algún uso medicinal importante como la yerba meona (*Amaranthus muricatus*). Las tunas suelen ser seleccionadas del monte y traídas a las inmediaciones del hogar, reproduciéndolas de forma vegetativa. Los frutos de las tunas son utilizados para elaboración de arropes (dulce que se realiza hirviendo los frutos luego de limpiarle las espinas sin agregado extra de azúcar). El poleo (*Lippia turbinata*) suele ser tolerado en las inmediaciones para usar sus hojas y ramas jóvenes, como saborizante y digestivo, en una infusión tradicional argentina denominada “mate”. Algunas plantas son especialmente eliminadas porque atraen animales indeseables, es el caso de la palma (*Trithrinax campestris*).

El uso local de las plantas silvestres del monte

Se determinaron 70 plantas silvestres (Cuadro 1), las cuales fueron recolectadas por los campesinos del área de estudio propuesta. Las mismas se corresponden con un total de 32 familias botánicas, siendo las familias Fabaceae (12 especies) y Cactaceae (8 especies) las que presentaron la mayor proporción de plantas, representando el 29% del total. Las familias Solanaceae (4 especies) y Asteraceae (5 especies) representan el 13 % de las plantas y el 62 % restante se corresponde con un total de 28 familias botánicas, la mayoría de estas con 1 a 2 especies por familia. Dentro de la familia Fabaceae, los géneros *Prosopis sp.* y *Acacia sp.* representan los géneros más conspicuos.

Se indagó sobre los usos conocidos, actuales o pasados, en este sentido el 60 % de las plantas resultó corresponderse con más de un tipo de práctica asociada a ésta. Esta característica se menciona como uso múltiple. Respecto a los diferentes tipos de uso, se obtuvieron los valores máximos para las plantas medicinales (39) y forrajeras (38), en cambio sólo se registró una especie empleada en medicina veterinaria. Del total de las 70 plantas, 42 presentan usos múltiples.

En el Cuadro 1 se presentan las especies relevadas, su nombre local y científico, el hábito, su condición nativa o endémica, así como el número de menciones que hacen de ellas los pobladores y la categoría de uso a la que corresponden.

Teniendo en cuenta el apartado análisis de los resultados obtenidos de la metodología, la Figura 5 representa la comparación entre el total de plantas que presentan uso múltiple y aquellas plantas mencionadas de uso único. En este sentido se observa que las plantas con usos múltiples

son más numerosas (42 plantas) que las plantas con usos individuales, las cuales suman 26; 17 con uso exclusivamente medicinal, 4 con uso comestible, 4 forrajeras y 1 solamente para la construcción. Dentro de las plantas con usos múltiples, la brea (*Cercidium praecox*) representa la especie con la mayor diversidad de usos: medicinal, comestible, clarificadora de agua, combustible, recreativa, artesanal y forrajera. El garabato (*Acacia sp.*) y el guaschiyo (*Prosopis elata*) presentan menciones de 5 tipos de usos distintos, ambas compartiendo la característica de forrajeras, medicinales y combustibles. Los Algarrobos (*Prosopis alba* y *Prosopis nigra*) y el chañar (*Geoffroea decorticans*) resultaron todas en 4 tipos distintos de uso, mencionándose a los Algarrobos con usos para combustible, forrajeras, para la construcción y comestibles. El chañar es mencionado como medicinal, forrajero, comestible y como madera para construcción. Todas estas especies mencionadas se encuentran dentro de la familia botánica Fabaceae.

La Figura 6 representa el desglose de la categoría de usos múltiples de la Figura 5 (42 plantas, 100 %), es decir representa la proporcionalidad de los tipos de uso presentes, desglosados en categorías individuales. Se observa que el uso forrajero representa el mayor porcentaje de uso (27%) dentro de las plantas con uso múltiple, seguido por los usos medicinales (17%) y comestibles (15%). Dentro de la categoría de plantas con usos múltiples, 8 de las especies relevadas pertenecientes a la familia Fabaceae, fueron mencionadas como forrajeras, mientras que sólo 2 no presentarían este uso, el guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*) que se menciona como medicinal y de construcción y la retama (*Senna aphylla*) con usos de tipo artesanal, ornamental y aromático.

Respecto a la familia Cactaceae, mencionada previamente como una de las más conspicuas respecto a la cantidad de especies representadas (8), en el caso de la categoría de plantas de usos múltiples, sólo 3 especies presentarían usos múltiples, penca del perro (*Opuntia salmiana*), ucle (*Cereus forbesii*) y la ulvincha o ushivincha (*Cleistocactus baumannii*).

DISCUSIÓN

Contexto socioeconómico, aspectos históricos y actuales

El análisis de la bibliografía histórica permitió identificar una economía de tipo mixto, propia de los pueblos originarios que se ve modificada en el siglo XVI por el ingreso de los europeos a través de la incorporación de prácticas productivas de agricultura y ganadería a mayor escala. En cambio, el extractivismo alcanza su máxima intensidad desde la segunda mitad del siglo XX. Es así que los campesinos mantienen hasta la actualidad una combinación de actividades de tipo agrícola-ganadera y extractiva, resultado de la historia de uso del entorno descrita (Lorandi, 1978; Girbal-Blacha, 1998; Guaglione, 2001; Faberman & Taboada, 2012; Iníguez, s/f). En particular, la ganadería caprina es la actividad económica dominante de la región, dado que las cabras son resistentes y aceptaron la alimentación propia de esta región xerófila. Dado que los rebaños no alcanzan un número de cabezas elevado, no han representado hasta el momento una seria amenaza para la vegetación natural (Riat, 2012).

En el presente, se encuentra vigente el modelo de agricultura industrial, caracterizado por la expansión de la agricultura altamente tecnificada, con grandes extensiones de monocultivos y vinculado con un paquete tecnológico donde los agroquímicos son el principal componente. La ingeniería genética a través del desarrollo de variedades resistentes, y el mercado mundial, a

través de una demanda creciente, influyeron en la expansión de la frontera agropecuaria hacia regiones con condiciones ambientales precedentemente desfavorables, en este caso el bosque xerófilo que es objeto de deforestación, con la consecuente pérdida de biodiversidad. Según De Dios (2006) en toda la provincia, hasta el año 2003 se han desmontado un total de 2,768.256 hectáreas, siendo los años correspondientes al período 2002-2006 los que incrementaron esta cifra en un 30 %, indicando el aumento progresivo en la cantidad de hectáreas desmontadas en función del aumento del área cultivada. Por otro lado aporta cifras referentes a la campaña de un año 2005/2006 donde distingue un aumento en 183,723 hectáreas sembradas, tan solo del departamento General Taboada, y 66,814 del departamento Felipe Ibarra. En el caso particular del área seleccionada se observó un incremento del 80% del área cultivada, correspondiendo al 45% del área total al año 2010. La erosión genética en la mayoría de los cultivos industriales que sustentan el sistema alimentario mundial, además de la generación de grandes problemas ambientales, son algunos de los “presentes” realizados por la agricultura industrial (Boege, 2008).

Uno de los principales factores que contribuyen al avance de la agricultura industrial en la zona de estudio radica en características legales de la posesión de la tierra por parte de los campesinos, quienes carecen de título de propiedad pero las ocupan desde su establecimiento en la zona (Barbetta, 2010). Esta situación precaria de tenencia de la tierra de los pobladores locales y su consecuente desalojo es una de las causas que llevó a los campesinos a nuclearse en un movimiento y ofrecer resistencia al avance empresarial (Díaz-Estévez, 2007).

En Los Juríes, esto se traduce en familias que abandonan el campo tanto por la venta de sus tierras por la disminución de su capacidad productiva (al quedar sus escasas hectáreas imbuídas en tierras desmontadas) como por desalojos a causa de la irregularidad en la tenencia de los títulos de propiedad de las tierras que habitan (información brindada por los entrevistados). Sin embargo, a pesar de que las familias campesinas ven dificultadas sus prácticas por la fragmentación del entorno en el que se hallan asentadas, confinadas por una extensa área de soja, muchas de ellas conservan parches del monte y las prácticas tradicionales de uso de los recursos que en él se encuentran. El monte oficia al mismo tiempo como generador de nuevos espacios productivos a través de la deforestación controlada, como por ejemplo las huertas y jardines vecinas a las viviendas, o los hornos y ladrilleras presentes en los limpios. Hacia el norte y noreste del área en estudio se encuentra un límite natural a la expansión de los cultivos industriales representado por lagunas, salinas (Figura 2 y Figura 3), además de observarse un aumento de la vegetación de tipo arbustal halófila y un incremento de la salinidad en las napas de agua. A pesar de las condiciones desfavorables existen campesinos habitando en la zona, siendo el ganado la principal y casi única actividad económica, ya que se alimenta de uno de los representantes más conspicuos de la zona, el jumi (*Allenrolfea vaginata*) (Figura 4A).

Las prácticas campesinas, los espacios transitados y el monte como reflejo del uso sustentable

A pesar del panorama presentado en el apartado anterior, donde se analizan algunas consecuencias negativas de la expansión agraria de tipo industrial, los campesinos continúan desarrollando sus actividades cotidianas, resistiendo al avance empresarial. Si bien no existen

en la provincia estudios de índole comparativo entre modelos de uso del suelo, pueden encontrarse trabajos referentes al conocimiento y usos varios de las plantas nativas (Togo, 1990; Palacio & Carrizo, 2007; Carrizo & Palacio, 2010) lo cuales aportan evidencias sobre la continuidad del modelo campesino en la región.

Algunas familias se han nucleado en movimientos sociales, entre ellos el Movimiento Campesino de Santiago del Estero (MoCaSE) y el Programa Social Agropecuario (PSA), mientras que otras familias presentan un mayor acercamiento al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) a través de programas de promoción de semillas. El MoCaSE, fue constituido como movimiento entre fines del 80 y principios del 90, nucleando unas 20 centrales (Díaz-Estévez, 2007), una de las cuales es la localidad de Los Juríes; varias de las familias participantes en esta investigación representan algunos de los miembros del Movimiento más antiguos.

Independientemente del movimiento o agrupación social a la cual pertenezcan, en todas las entrevistas realizadas, tanto en las abiertas como en las caminatas, los entrevistados han manifestado su clara posición de defensa de los bienes comunes, postura que defienden tanto físicamente (al interponerse a las máquinas topadoras) como valorizando sus conocimientos. El aprovechamiento del monte por las familias campesinas se encuentra presente en cada aspecto de su vida cotidiana mediante la estrategia de uso múltiple. Esta estrategia está caracterizada por el manejo sustentable del paisaje y los bienes comunes, la permanencia de alta diversidad biológica y la alta resiliencia de los sistemas (Toledo *et al.*, 2003). En el caso aquí presentado, esta estrategia queda demostrada por el elevado número de especies vegetales utilizadas con más de un propósito (más del 60 %). Entre las que tienen uso único destaca el quebracho colorado chaqueño o urunday (*Schinopsis balansae*), única utilizada para construcción. Probablemente esta mención de uso único esté relacionado, por un lado con la gran dureza de su madera, pero también con la escasez de esta especie en los montes caminados con los entrevistados, su distribución natural empobrecida, además de ser antes y ahora extraído, producto tanto de la deforestación relacionada con el avance del ferrocarril como por el avance de la agricultura industrial (Barberis *et al.*, 2012). Respecto a la mayor proporción de mención de uso de determinadas categorías sobre otras, tanto en la Figura 5 como en la Figura 6, se observa una mayor preponderancia de la categoría medicinales y la categoría forrajeras, en concordancia con la principal actividad económica de la zona, la ganadería y la baja disponibilidad de centros de salud en la zona. En trabajos anteriores se hicieron análisis de ambas categorías (Riat, 2012; Riat *et al.*, 2012;), se encontraron 35 plantas usadas localmente como forrajeras y 39 especies de plantas mencionadas como medicinales, siendo las afecciones del sistema digestivo las más conspicuas, correspondiéndose con el 27 % de las menciones totales de uso por dolencia nombrada. Los resultados expuestos demostraron la importancia de los saberes locales concernientes a especies vegetales nativas útiles en la alimentación del ganado y en la medicina tradicional, estos conocimientos, provenientes de regiones lindantes y adquiridos *in situ*, demostraron un alto grado de observación y comprensión del ecosistema en el cual se hallan inmersos.

En cuanto a las plantas comestibles o alimenticias, existen estudios etnobotánicos referentes a las mismas utilizadas por indígenas de la zona del gran Chaco (Arenas y Scarpa, 2006; Scarpa, 2009), así como también publicaciones referentes a los valores nutricionales de las plantas

alimenticias silvestres del norte de Argentina (Charpentier, 1998), donde se menciona el gran aporte a la dieta nativa producto de la recolección de plantas. En este trabajo, se observa una menor presencia de la actividad de recolección, vinculada principalmente a la alimentación actual basada en productos animales derivados de la actividad ganadera, y en menor medida en productos vegetales cultivados en huertas o adquiridos.

Si bien las prácticas de recolección que comentan los campesinos entrevistados no representan, en general, una actividad planificada, la misma se encuentra inmersa dentro del cotidiano, a través de la selección oportunista, al igual que en otras zonas, como por ejemplo las selvas del nordeste de Argentina (Pochettino, 2007), durante el desarrollo de otras actividades de mayor importancia para la economía familiar. Un hecho interesante para destacar, es la mayor recolección de frutos de plantas silvestres por parte de los niños, tanto para consumo ocasional como para llevar a la casa, como parte de su transitar cotidiano por el monte. Esta actividad representaría una proyección hacia el futuro en el uso de este espacio. Los adultos en cambio, son selectivos en la recolección y apuntan fundamentalmente a aquellos frutos usados para elaborar arropes, como tunas, mistol y chañar, productos a través de los cuales se obtiene dinero. Los frutos de algarrobos también son colectados, pero a diferencia de lo que ocurre en otros enclaves cercanos (Figueroa & Dantas, 2006; Scarpa, 2012) se lo hace en menor medida, ya que suelen dejarse las legumbres para que el ganado se alimente.

La familia Fabaceae se reveló como la más importante desde el punto de vista de los usos múltiples, a partir de su valor no sólo como alimento humano sino también como forraje y para la fabricación de carbón. En otras zonas fitogeográficas similares, Scarpa (2009) menciona la familia Cactaceae como la de mayor cuantía dentro de las plantas alimenticias del gran Chaco, seguida por las familias Solanaceae y Fabaceae. En el presente trabajo, si bien se compararon todas las categorías de tipo de uso en conjunto, se observa, respecto a los usos múltiples, que solo 3 de las 8 especies pertenecientes a la familia Cactaceae presentan usos múltiples mientras que las restantes fueron mencionadas con usos exclusivamente comestibles. Además, como se ha mencionado en el apartado de espacios transitados, las tunas (*Opuntia ficus-indica*) son elegidas por su producción de frutos para ser llevadas del monte a los jardines con el consecuente mayor cuidado de las mismas, lo que indica la importancia de esta especie para los lugareños, hecho coincidente con el tratamiento brindado por comunidades campesinas en México, a diversas especies de la familia Cactaceae (Blancas *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

El presente trabajo refleja una aproximación al análisis comparativo entre dos modelos de producción, uno netamente extractivo y otro de uso sustentable de los bienes comunes. Este uso sustentable se refleja en el uso múltiple, tanto en la multiplicidad de espacios existentes en el ambiente como en el uso variable de cada planta en particular. En cada unidad doméstica visitada puede encontrarse al menos 6 espacios de uso diferente, y en cada uno de estos, multiplicidad de componentes bióticos que presentan también uso múltiple; si se contabilizara cada uso de cada componente en función de cada espacio modificado se encontraría probablemente una cantidad exponencial de tipos de uso. Esta característica es clave en la persistencia y resistencia de los campesinos en la zona de estudio, además de presentar una

gran elasticidad en las prácticas, permitiéndoles adaptarse a ambientes de alto stress ambiental. Si se compara con las prácticas empresariales de transformación total del uso del suelo hacia cultivos industriales, vemos en estas últimas grandes deficiencias; además de favorecer económicamente a unos pocos, no es sustentable y no puede practicarse, al menos hasta el momento, en zonas de alto stress ambiental, en el caso de estudio, la zona norte. Esta relación ha ido desplazando a las familias campesinas hacia el norte a ambientes desfavorables para los cultivos, relegándolas en parches en el centro y sur del área o eliminándolas de la geografía rural para ensanchar el cinturón de pobreza de las urbes cercanas. Como consecuencia de esto y en concordancia con lo que plantea Maffi (2001) se avizora una amenaza, “la extinción de la experiencia”; el conocimiento local y el saber acumulado acerca de las relaciones entre las poblaciones humanas y el medio comienza a perder relevancia en sus vidas, a pesar de que las prácticas campesinas han ayudado a conservar la biodiversidad de la región. En el caso presentado se observa que los campesinos resisten estos procesos a través del aprovechamiento de parches de vegetación nativa mediante la estrategia de uso múltiple.

En el caso de Los Jurés, la existencia de espacios diferenciales de tránsito y modificación en los terrenos de los campesinos y la multiplicidad de usos de las plantas del monte se traducen en la posibilidad de permanecer en sus tierras, resistiendo los desalojos, así como las consecuencias negativas del desmonte y del uso de agroquímicos, defendiendo los conocimientos asociados a los usos y prácticas relacionadas con los espacios transitados y las plantas silvestres, finalmente, demostrando que el monte tiene una alta potencialidad de uso.

Para ellos, la estrategia de uso múltiple significaría, al igual que para otros pueblos campesinos, la posibilidad de subsistir ante cambios globales drásticos, y la posibilidad de conservación, mediante el uso racional de los bienes comunes. Es en este sentido que se remarca el valor de sus conocimientos, lo que implica el carácter doble de depositarios y transmisores a las generaciones futuras, a través de su experiencia práctica, de una racionalidad de aprovechamiento y conservación ambientalmente compatible, económicamente viable y social y culturalmente aceptada.

Este trabajo constituye una aproximación desde la perspectiva utilitaria traducida en la estrategia de uso múltiple a través del conocimiento de los tipos de uso actuales y pasados de los campesinos sobre las plantas silvestres reconocidas en las caminatas etnobotánicas. En consideración de la incidencia de los procesos de selección cultural de plantas silvestres y su consecuente domesticación (Blancas *et al.*, 2010), se espera abordar en futuros trabajos estos procesos puestos en juego en los espacios transitados y modificados por los campesinos de Los Jurés.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro especial reconocimiento a los pobladores de Los Jurés por su cálida hospitalidad e inestimable cooperación, así como por su autorización en la difusión de los resultados, y al equipo de trabajo del Laboratorio de Etnobotánica y Botánica Aplicada por su permanente colaboración a la hora de resolver diversas problemáticas relacionadas con la redacción del texto y búsqueda de bibliografía. Asimismo, agradecemos a los editores de Zonas Áridas y revisores anónimos del manuscrito por su contribución en el mejoramiento

de la calidad del mismo. Esta investigación fue financiada por la Universidad Nacional de La Plata (Proyecto N 632) y CONICET (PIP 0060).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arenas, P., & G. F. Scarpa. 2007. Edible wild plants of the chorote Indians, Gran Chaco, Argentina. *Botanical Journal of Linnean Society*. 153 (1): 73-85.
- Angueira, C., D. Prieto, J. López & G. Barraza. 2007. Uso actual de las tierras, SIG Santiago del Estero, INTA. En Cruzate, G., Angueira, C., & J.L. Panigatti editores. Suelos y Ambientes de Santiago del Estero. [on line]: disponible en: <http://inta.gob.ar/imagenes/SantiagodelEstero.jpg/view> [último acceso: marzo 2014]
- Barberis, I.M., V. Moggi, L. Oakley, C. Alzugaray, J.L. Vesprini & D.E. Prado. 2012. Biología de especies australes: *Schinopsis balansae* Engl. (Anacardiaceae). *Kurtziana* 37 (2): 59-86.
- Barbetta, P. 2010. En los bordes de lo jurídico: campesinos y justicia en Santiago del Estero. *Cuadernos de Antropología Social* [Publicación en línea]. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=180917058007>.
- Benencia, R & F. Floreal. 1988. Asalariados y campesinos pobres: el recurso familiar y la producción de mano de obra. Estudios de casos en la provincia de Santiago del Estero. *Desarrollo Económico* 28 (110): 245-279.
- Blancas, J., A. Casas; S. Rangel-Landa, A. Moreno-Calles, I. Torres; E. Pérez-Negrón, L. Solís, A. Delgado-Lemus, F. Parra, Y. Arellanes, J. Caballero, L. Cortés, R. Lira & P. Dávila. 2010. Plant Management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany*. 64(4), pp. 287-302.
- Boege, E. 2008. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Primera edición. D.F. México.
- Cabrera, A L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 14 (1-2): 1-42.
- Capparelli, A., N. Hilgert, A. Ladio; V. Lema, C. Llano, S. Molares, M. L. Pochettino & P. Stampella. 2011. Paisajes culturales de Argentina: pasado y presente desde las perspectivas etnobotánicas y paleobotánicas. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología del Paisaje* 2 (2):67-79.
- Carrizo E. & M. O. Palacio. 2010. Árboles y arbustos nativos como recurso forrajero en Santiago del Estero, República Argentina, en VII Simposio internacional sobre la flora silvestre en zonas áridas. Florística y etnobotánica, ponencias en pdf. [publicación en línea]. Disponible desde Internet en: http://www.dictus.uson.mx/florazonasaridas/CD%20in%20Extensos/Floristica%20y%20Etnobotanica/Manuel_Palacio_Extenso.pdf.
- Charpentier, M. 1998. *Valores nutricionales de las plantas alimenticias silvestres: del norte argentino*. INCUPO. Reconquista, Argentina.
- De Dios, R. 2006. Expansión agrícola y desarrollo local en Santiago del Estero. Ponencias completas VII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural, Quito. [online]: Disponible

en: <http://www.alasru.org/cd alasru2006/03%20gr%20Rub%c3%A9n%20de%Dios.pdf>. [Último acceso: 5 de abril 2013]

Díaz-Estévez, P. 2007. *Tierra y Educación en el campesinado de Santiago del Estero*. Nuestra América Editorial. Buenos Aires. Argentina.

Faberman, J. & C. Taboada. 2012. Las sociedades indígenas del territorio santiagueño: apuntes iniciales desde la arqueología y la historia. Período prehispánico tardío y colonial temprano. *RUNA* 33 (2): 113-132.

Figueroa, G. G., & M. Dantas. 2006. Recolección, procesamiento y consumo de frutos silvestres en el noroeste semiárido argentino. Casos actuales con implicancias arqueológicas. *La Zaranda de Ideas*. (2): 35-50.

Girbal-Blacha, N. 1998. *Ayer y hoy de la Argentina Rural*. Editorial La Página S.A. Papeles de investigación 4, REUN/Página 12. Buenos Aires.

Guaglione, A. L. 2001. *Análisis y evaluación del impacto del modelo de desarrollo obrajero-forestal en el Chaco santiagueño. El caso de Los Juríes*. Tesis de Maestría en Estudios Sociales Agrarios presentada en FLACSO, Argentina. [online]. Disponible en: <http://theomai.unq.edu.ar/artguaglianone01.html>. [Último acceso: 20 de mayo de 2013].

Iñiguez, T. Sin fecha. *Jabies florecidos y rieles perdidos*. Edición del autor. Los Juríes, Santiago del Estero.

Kunst, C., M. Nellem & R. Renolfi. 2008. *Mapa de bosques nativos de Santiago del Estero y su ordenamiento territorial. Propuesta del Colegio de Ingeniería Agronómica de Santiago del Estero para cumplimentar requerimientos de: Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los bosques nativos (Ley 26331)*. Ciasa. Colegio de Ingenieros Agrónomos. Santiago del Estero. [Publicación en línea]. Disponible en: <http://www.ciasde.com.ar/documentos/Mapa%20Ciasa.pdf> [Último acceso 15 de mayo 2013]

Lorandi, A. M. 1978. El desarrollo cultural prehispánico en Santiago del Estero, Argentina. *Journal de la Société des Américanistes* 65: (63-85).

Maffi, L. 2001. Introduction. On the Interdependence of Biological and Cultural Diversity. En: Maffi, L., (ed.) *On Biocultural Diversity. Linking Language Knowledge and the Environment*. 1 - 50. Smithsonian Institution Press, Washington.

Martin, G. 1995. *Etnobotánica*. Manual de conservación. Pueblos y Plantas 1. Editorial Nordan – Comunidad. Montevideo, Uruguay.

Martínez, M.R. & M. L. Pochettino. 2004. Microambientes y recursos vegetales terapéuticos. Conocimiento local en Molinos, Salta, Argentina. *Zonas Áridas* 8: 18-31.

Morello, J., S. D. Matteucci, A. F. Rodríguez & M. E. Silva. 2012. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires, Argentina.

Palacio, M. O., E. del V. Carrizo & L. D. Roic. 2007. Relevamiento del uso de plantas tintóreas en localidades del Departamento Atamisqui (Santiago del Estero, República Argentina), *Kurtziana*. (33) 1: 73-78.

Pochettino, M. L. 2007. Recolección y comercialización de plantas silvestres en dos comunidades Mbya-Guaraní (Misiones, Argentina). *Kurtziana* 33 (1): 27-38.

Pochettino, M.L., M.R. Martinez & M. Crivos. 2002. The domestication of landscape among two Mbya-Guarani Communities of the Province of Misiones, Argentina. En: Stepp,

- R., Wyndham, F and Zarger, R. (Eds.). *Ethnobiology and biocultural diversity*. 696-704. University of Georgia Press.
- Reboratti, C. 2010. Un mar de soja: la nueva agricultura en Argentina y sus consecuencias. *Revista de Geografía Norte Grande* [Publicación en línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=30012482005>.
- Riat, P. 2012. Conocimiento campesino, el “monte santiagueño” como recurso forrajero. *Trabajo y Sociedad* 19:477-491.
- Riat, P., I. Godoy & M. L. Pochettino. 2012. Remedios del monte santiagueño en Los Juríes, Argentina. *Resúmenes del III Congreso Latinoamericano de Etnobiología*, La Paz, Bolivia, octubre 2012 (en cd-rom).
- Sarandón, S. J. 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución Verde. En: Sarandón S.J. (ed.). *Agroecología: El camino para una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas C.E.C.A. La Plata, Argentina.
- Scarpa, G. F. 2009. Wild food plants used by the indigenous peoples of the South American Gran Chaco: A general synopsis and intercultural comparison. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 83 (1): 90-101.
- Scarpa, G. F. 2012. *Las plantas en la vida de los criollos del oeste Formoseño*. Medicina, ganadería, alimentación y viviendas tradicionales. Asociación Civil Rumbo Sur, Buenos Aires. 256 pp
- Siri, G. 1971. El efecto de las carreteras en la integración económica de la América Central. *El Trimestre Económico* 38(152 (4), 1081-1098.
- Taboada, C. 2011. Repensando la arqueología de Santiago del Estero. Construcción y análisis de una problemática. *Relaciones Sociedad Argentina de Antropología* 36: 197-219.
- Togo, J., M. A. Basualdo. & N. Urtubey. 1990. Aprovechamiento socioeconómico de la flora autóctona de Santiago del Estero. *Indoamérica* Año III Vol 3. pp. 1-161. Revista de la Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina
- Toledo, V., B. Ortiz-Espejel, L. Cortés, P. Moguel & M.J. Ordoñez. 2003. The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptative management. *Ecology and Society* 7(3): 9.
- Toledo, V. & N. Barrera-Bassols. 2012. *La memoria biocultural*. Icaria Editorial. Perspectivas agroecológicas. Barcelona.
- Yapa, L. 1993. What are improved seeds? An epistemology of the Green Revolution. *Economic Geography* 69 (3): 318-335.

¿Para usar o para eliminar? El uso local del Monte Santiagueño (Argentina) y el avance de la agricultura industrial

FIGURAS



Figura 1. Ubicación del área de estudio en la provincia de Santiago del Estero y de la provincia en la República Argentina.

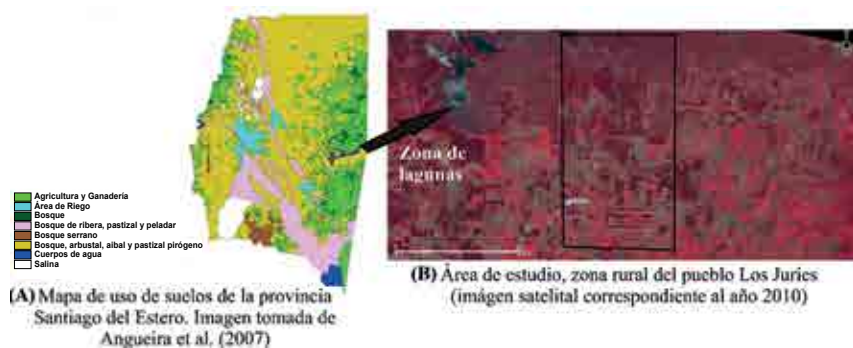


Figura 2. Mapas del área de Estudio. A) Mapa de usos del suelo de la provincia de Santiago del Estero y B) Ubicación del área de estudio dentro de la provincia. Imagen modificada de Angueira *et al.* (2007)

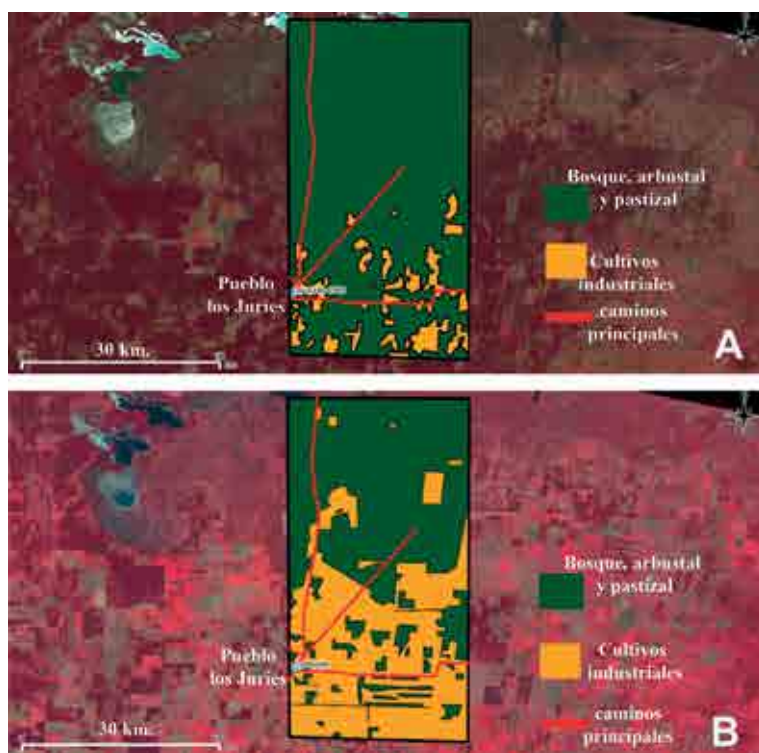


Figura 3. Comparación de las imágenes satelitales digitalizadas del área de estudio. A. corresponde al año 1985, y B. corresponde al año 2010. Descripción de colores: amarillo: zonas con cultivos industriales; verde: zona de bosques, arbustales y pastizales; rojo: caminos principales. Al suroeste del área de estudio se encuentra el pueblo. Al norte las lagunas y salinas.

¿Para usar o para eliminar? El uso local del Monte Santiagueño (Argentina) y el avance de la agricultura industrial

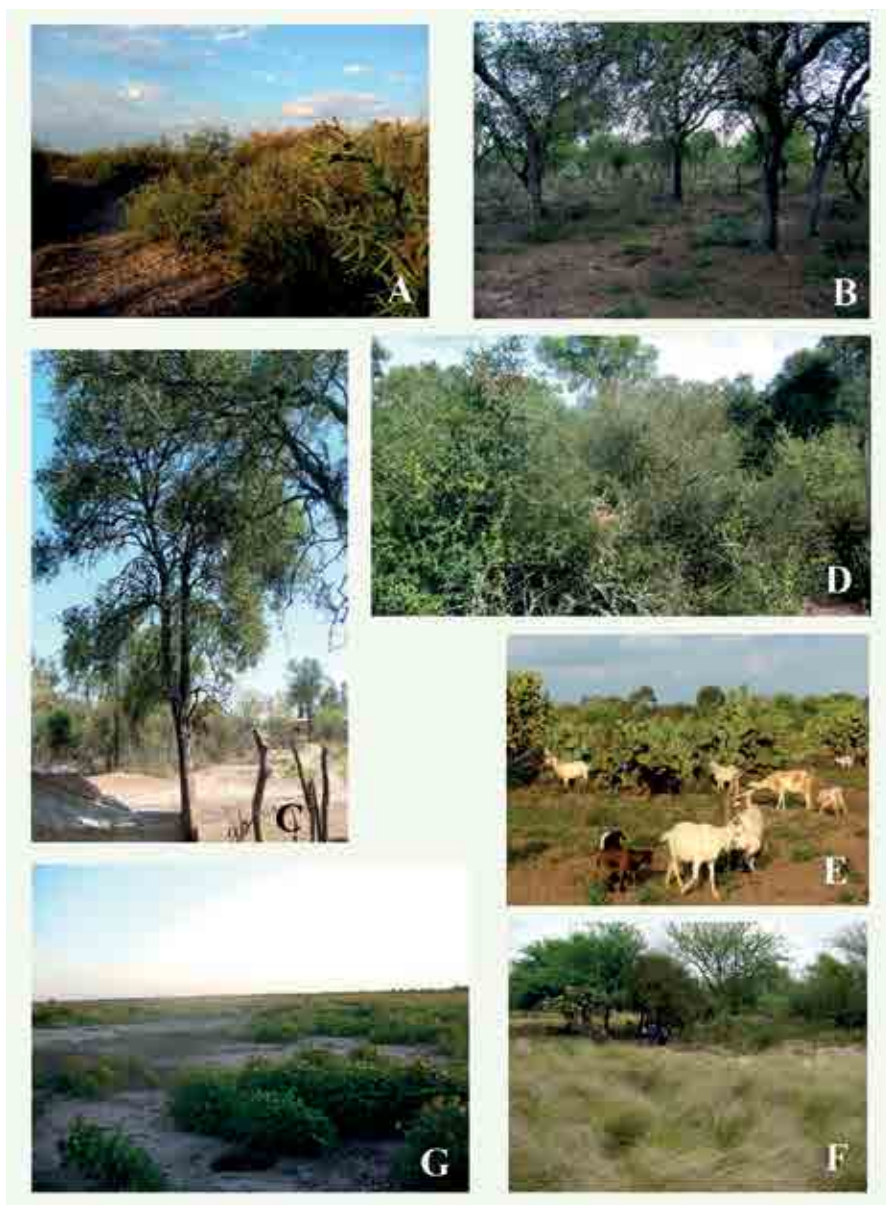


Figura 4. Composición de fotos donde puede observarse la variedad de paisajes. (A) Jumial, vegetación halófila típica de la zona norte del área de estudio con dominancia de jumi (*Allenrolfea vaginata*); (B) árboles de *Prosopis*; (C) fisonomía general del quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*); (D) vegetación herbácea y arbustiva; (E) ganadería de Cabras con quimiles (*Opuntia quimilo*) de fondo; (F) pastizal de aibe (*Elionurus muticus*) y (G) campo de soja (*Glycine max*).

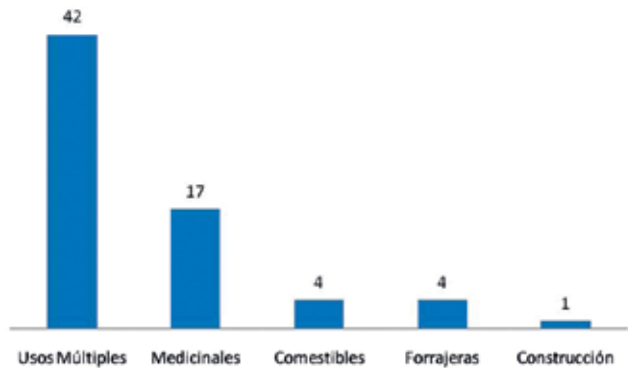


Figura 5. Importancia relativa del uso múltiple de las plantas silvestres con respecto a otras plantas que poseen un único uso.

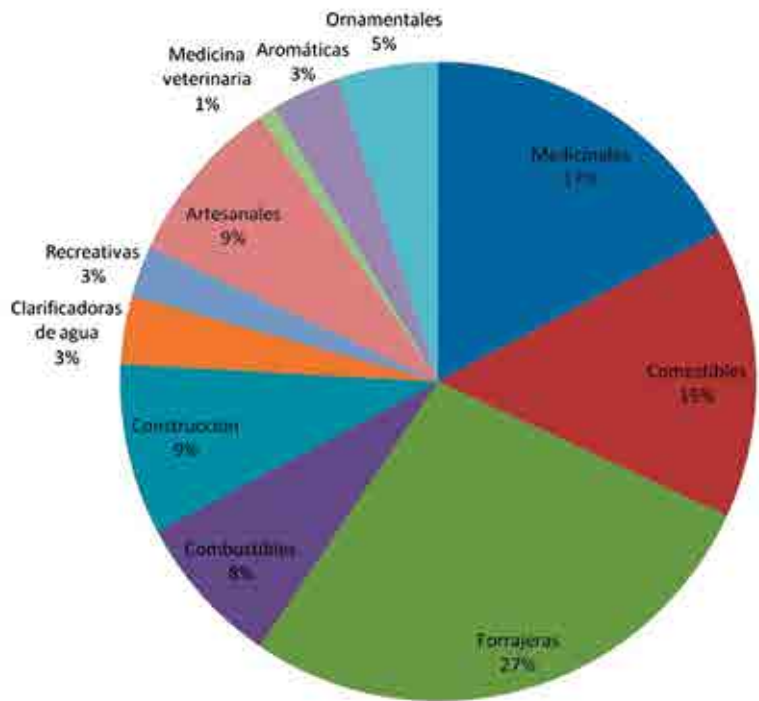


Figura 6. Representación porcentual de las diferentes categorías de uso dentro del total de plantas (42) con menciones de uso múltiple.

CUADRO

Cuadro 1. Plantas útiles del monte conocidas por los campesinos de Los Juríes.

Familia botánica	Nombre científico	Nombre vulgar	Hábito	Origen	Infor- mantes	Usos
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pungens</i> Kunth	yerba de pollo- ashpaquishka	Hierba perenne	Nativa	5	M
Amaranthaceae	<i>Amaranthus muricatus</i> (Moq.) Hieron.	yerba meona	Hierba perenne	Nativa	4	M
Anacardiaceae	<i>Schinus longifolius</i> (Lindl.) Speg.	molle	Arbusto o árbol	Nativa	13	M, F
Anacardiaceae	<i>Schinopsis balansae</i> Engl.	quebracho colorado chaqueño	Árbol	Nativa	4	CN
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engler	quebracho colorado santiagueño	Árbol	Nativa	7	E, CB, CN,
Apocinaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltdl.	quebracho blanco	Árbol	Nativa	10	M, CB, CN,
Arecaceae	<i>Trithrinax campestris</i> (Burm.) Drud. et Griseb.	palma	Palmera	Endémica	3	AT, F
Asclepiadaceae	<i>Anajia odontia</i> (Hook. & Arn.) Fontella & Goyder	doca	Enredadera	Nativa	7	CO, E, AT
Asteraceae	<i>Xanthium spinosum</i> L.	abrojo	Hierba anual	Nativa	3	M
Asteraceae	<i>Baccharis trimera</i> (Less) DC.	carqueja	Subarbusto	Nativa	4	M, F
Asteraceae	<i>Tagetes minuta</i> L.	chinchilla	Hierba anual	Nativa	5	M
Asteraceae	<i>Cyclolepis genistoides</i> D. Don	palo azul	Arbusto	Endémica	13	F, M, R
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	yerba de la oveja	Herbácea	Nativa	8	F
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.) Griseb.	palo cruz, huiñaj	Árbol	Nativa	4	M, AT
Bignoniaceae	<i>Amphilophium cynanchoides</i> (DC.) L. G. Lohmann	vaquita	Enredadera	Nativa	3	R, AT, OR,
Bignoniaceae	<i>Dolichandra cynanchoides</i> Cham.	zarzaparrilla	Enredadera	Nativa	2	AR
Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	cola de gama	Herbácea	Nativa	8	M, AT, OR
Bromeliaceae	Sin identificar	chaguar	Herbácea	Nativa	4	M, F
Cactaceae	<i>Opuntia salmiana</i> Parm.	penca del perro (=uturungo wakachina)	Subarbusto suculento	Nativa	5	AT, CO
Cactaceae	<i>Opuntia quimilo</i> K. Schum.	quimil	Arbusto suculento	Nativa	6	F
Cactaceae	<i>Opuntia anacantha</i> Speg. var. <i>kiska-loro</i> (Speg.) R. Kiesling	quishcaloro	Subarbusto suculento	Nativa	4	F
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	tuna amarilla	Arbusto suculento	Nativa- adventicia	3	CO

Familia botánica	Nombre científico	Nombre vulgar	Hábito	Origen	Infor- mantes	Usos
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	tuna colorada	Arbusto suculento	Nativa- adventicia	3	CO
Cactaceae	<i>Cereus forbesii</i> Otto ex C. Forst.	ucle	Árbol	Nativa	7	CO, F, AT
Cactaceae	Sin identificar	ulva			2	CO
Cactaceae	<i>Cleistocactus baumannii</i> (Lem.) Lem.	ulvincha-ushivinchá	Hierba suculenta	Nativa	3	CO, F, OR
Capparidaceae	<i>Capparis atamisquea</i> Kuntze	atamishky	Arbusto	Nativa	5	F, M
Celastraceae	<i>Maytenus vitis-idaea</i> Griseb.	kosecke yuyo o yuyo de la moneda	Árbol	Nativa	7	CO, F, MV, CAG
Celastraceae	<i>Moya spinosa</i> Griseb.	molle abrebocha	Arbusto	Endémica	5	M, F
Celtidaceae	<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	tala	Árbol	Nativa	11	F, M, CO
Chenopodiaceae	<i>Allenrolfea vaginata</i> (Griseb.) Kuntze (PR 28, 28b)	jumi	Arbusto	Endémica	9	CB, F, CAG,
Chenopodiaceae	No se colectó	paico			5	M
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	oreja de ratón	Herbácea	Nativa	1	M
Ephedraceae	<i>Ephedra tuediana</i> Fisch. & C.A. Mey. emend. J.H. Hunz.	pico de loro	Arbusto	Nativa	3	M
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia serpens</i> Kunth	santa maría	Herbácea	Nativa	4	M
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i> Griseb.	algarrobo blanco	Árbol	Nativa	8	CB, F, CO, CN
Fabaceae	<i>Prosopis nigra</i> (Griseb.) Hieron.	algarrobo negro	Árbol	Nativa	7	CB, F, CO, CN
Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz et Pavon) Burkart	brea	Árbol	Nativa	8	M, CO, CAG, CB, R, AT, F
Fabaceae	<i>Geoffroea decorticans</i> (Hook. et Arn.) Burk.	chañar	Árbol	Nativa	10	M, F, CO, CN
Fabaceae	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	churqui	Arbusto o arbolito	Nativa	8	F, CB, M
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.	garabato	Arbusto o arbolito	Nativa	10	F, CB, M, AR, OR
Fabaceae	<i>Prosopis elata</i> (Burk.) Burk.	guaschiyo, espinillo	Árbol	Nativa	11	CN, CO, M, CB, F
Fabaceae	<i>Cacalpinia panguariensis</i> (D. Parodi) Burkart	guayacán	Árbol	Nativa	2	M, CN
Fabaceae	<i>Prosopis kuntzei</i> Harms Kuntze	itín	Árbol	Nativa	4	CN, F
Fabaceae	<i>Senna aphylla</i> (Cav.) H.S. Irwin & Barneby	retama	Arbusto	Nativa	8	OR, AR, AT

¿Para usar o para eliminar? El uso local del Monte Santiagueño (Argentina) y el avance de la agricultura industrial

Familia botánica	Nombre científico	Nombre vulgar	Hábito	Origen	Infor- mantes	Usos
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. & Arn.	tusca	Arbusto o arbolito	Nativa	15	M, F
Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i> Griseb.	vinal	Árbol	Nativa	2	M
Liquen		sacasta	Liquen		2	M
Loranthaceae	<i>Ligaria cuneifolia</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh.	liga	Arbusto parásito	Nativa	3	F, M
Lythraceae	<i>Hiermia salicifolia</i> (Kunth) Link	aropaqui- quiebraarado	Arbusto o subarbusto	Nativa	5	M, CAG
Malvaceae		malva	Herbácea		5	M
Malvaceae	<i>Sphaeralcea bonariensis</i> (Cav.) Griseb.	malvilla	Herbácea	Nativa	2	M
Olaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	pata	Arbusto o árbol	Nativa	4	CO, F
Passifloraceae	<i>Passiflora mooreana</i> Hook. f.	granada del monte (mburucuya) bicuya	Enredadera	Nativa	7	CO, M, OR, F
Poaceae	<i>Elionurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze	aibe	Herbácea	Nativa	7	F, CN
Poaceae	Sin identificar	gramilla	Herbácea		4	F
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i> Griseb.	mistol	Árbol	Nativa	12	CO, F, CB
Rhamnaceae	<i>Condalia microphylla</i> Cav.	piquillín	Arbusto	Nativa	7	CO, F
Santalaceae	<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek	sombra de toro	Árbol	Nativa	14	M
Simaroubaceae	<i>Castela coccinea</i> Griseb.	meloncillo	Arbusto	Nativa	3	F, AR
Solanaceae	<i>capsicum chacoense</i> Hunz.	ají de monte	Arbusto	Nativa	6	CO
Solanaceae	<i>Lycium cestroides</i> Schlechtendal	chil	Arbusto	Nativa	3	CO, AT
Solanaceae	<i>Cestrum parqui</i> L'Hér.	hediondilla	Subarbusto	Nativa	8	M
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	palan palan	Arbusto o subarbusto	Nativa	2	M
Verbenaceae	<i>Aloysia polystachia</i> Griseb	poleo burrito	Arbusto	Nativa	5	M, CO
Verbenaceae	<i>Lippia turbinata</i> Griseb	poleo santiagueño	Arbusto	Nativa	11	F, M
Verbenaceae	<i>Glandularia peruviana</i> (L.) Small	margarita	Herbácea	Nativa	10	CO, F
Zygophyllaceae	<i>Larrea divaricata</i> Cav.	jarilla	Arbusto	Nativa	5	M
	Sin identificar	suncho	Árbol		2	CN, F
	Sin identificar	tramontana	Herbácea		2	M

Significado de las abreviaturas: M: medicinal, F: forrajera, CN: construcción, CB: combustible, AT: artesanal, MV: medicina veterinaria, CAG: clarificadora de agua, OR: ornamental, AR: aromática, R: recreativa.

Artículo original

Aprovechamiento, demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, México: Aportes ecológicos y etnobiológicos para su manejo sustentable

IGNACIO TORRES, ALEJANDRO CASAS^{1*}, AMÉRICA DELGADO-LEMUS, SELENE RANGEL-LANDA,

Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM),
Apartado Postal 27-3, Santa María Guido, C.P. 58090, Morelia, Michoacán, México.

*Autor para correspondencia. E-mail: acasas@cieco.unam.mx

Recibido: 30 Septiembre 2013

Aceptado: 11 de Diciembre 2013

RESUMEN

Agave potatorum es una especie multipropósito de alto valor cultural y económico en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, México, especialmente para la producción de mezcal. Es una de las especies más vulnerables debido a las elevadas tasas de extracción, la creciente demanda de mezcal, las particularidades de su biología reproductiva y los limitados esfuerzos de manejo. Se integra información etnobiológica, económica y ecológica sobre su aprovechamiento en el territorio de la comunidad de San Luis Atolotitlán, Puebla y se discuten recomendaciones para su manejo sustentable. Estimamos que anualmente se extrae entre 54% y 87% de los individuos reproductivos existentes en ese territorio; aún así, existe un déficit de alrededor de 5,000 agaves que son importados de otras comunidades. Análisis demográficos de poblaciones bien conservadas proyectan una tasa cercana al equilibrio, sin embargo éstas decrecen. La sobrevivencia de las plántulas y juveniles es el valor que más aporta al desempeño demográfico, simulaciones de viabilidad poblacional sugieren que las poblaciones peligran a corto plazo. Se identificaron 12 especies de arbustos con calidad de nodrizas indispensables para el establecimiento de *A. potatorum*. Se proponen bases para recuperación poblacional asistida y reordenamiento de prácticas extractivas y pecuarias bajo un esquema de manejo adaptativo.

Palabras clave: *Agave potatorum*, demografía, extinción local, manejo sustentable, mezcal, nodricismo, reforestación, reordenamiento territorial.

ABSTRACT

Agave potatorum is a multipurpose specie with high cultural and economic value in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico, especially for the production of mescal. It is also one of the most vulnerable species due to its high extraction from forests, increasing demand of mescal, its reproductive biology and limited management efforts. In this paper we review ethnobiological, economic and ecological information generated in the territory of the community of San Luis Atolotitlán, Puebla in order to construct a sustainable management strategy. We estimate that 54 to 85% of all adult plants of this agave occurring in the territory of the village are annually extracted, and people have to import additionally nearly 5,000 agaves from other villages. Demographic analyses indicate that conserved populations are close to the demographic equilibrium, but even these are declining. The survival of seedlings and juvenile plants mostly contribute to demographic performance; population viability analyses suggest that populations are at risk in the relatively short term. We identified 12 shrub species as quality nurse plants indispensable for establishment of *A. potatorum*. From this information we discuss specific recommendations for sustainable use of this agave in the perspective of adaptive management.

Keywords: *Agave potatorum*, demography, local extinction, sustainable management, mescal, nurse plants, reforestation.

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), es uno de los reservorios más importantes de diversidad de *Agave* en México, pues alberga 34 especies de este género (García-Mendoza, 2011). La RBTC se caracteriza también por poseer una gran diversidad cultural, la cual está representada por ocho grupos étnicos indígenas (Casas *et al.*, 2001), así como cientos de comunidades campesinas mestizas, las cuales están íntimamente ligadas con el entorno natural que los rodea y tienen un profundo conocimiento de la flora del área. Así, los estudios etnobotánicos han registrado para la región que de un total de 3,000 especies de plantas vasculares, poco más de 1,600 especies son conocidas y aprovechadas para distintos propósitos por los pobladores del área (Lira *et al.*, 2009; Arellanes *et al.*, 2013). Algunas de estas especies han sido utilizadas desde tiempos prehistóricos (MacNeish, 1967), como son los casos de especies de *Opuntia*, *Stenocereus*, *Lemaireocereus* y otras cactáceas y, particularmente importantes, varias del género *Agave* (Smith, 1967). El uso de agaves ha prevalecido hasta la actualidad, habiéndose documentado para la región de Tehuacán-Cuicatlán 29 especies útiles con 12 categorías de uso diferentes (Delgado-Lemus, 2008; García-Mendoza, 2011).

El aprovechamiento de los recursos vegetales de la RBTC ocasiona impactos y éstos pueden determinar riesgos en la permanencia de poblaciones o especies exclusivas para la región. Por ello, el análisis de los patrones de aprovechamiento y de las condiciones para asegurar la permanencia de poblaciones locales es de primordial importancia. El estado de aprovechamiento y el de conservación de las distintas especies de agave dependen de factores relacionados con la intensidad de la extracción, la demanda de los productos aprovechables, la distribución y abundancia de cada especie, su biología reproductiva (particularmente si presentan o no propagación vegetativa), la parte útil aprovechada (si es todo el individuo o

algunas de sus partes), y si existe o no manejo para abatir el riesgo asociado al aprovechamiento del recurso, entre otros factores. Algunos estudios han incorporado información sobre los aspectos mencionados, con el fin de elaborar índices que permitan evaluar la vulnerabilidad y grado de riesgo de especies con alto valor económico y cultural en la RBTC (Blancas *et al.*, 2013; Arellanes *et al.*, 2013). Mediante indicadores e información generales, en esos estudios se ha identificado que *Agave potatorum* es una de las especies con más altos índices de riesgo (Torres, 2004, 2009; Arellanes *et al.*, 2013), debido principalmente a la elevada extracción de agaves para la elaboración de mezcal, así como a los limitados o inexistentes esfuerzos de manejo para contrarrestar dicho riesgo.

La presión sobre algunos recursos vegetales de la región, entre ellos *A. potatorum*, actualmente se encuentra en aumento. Este es el caso de algunas especies de agaves, principalmente los que se utilizan para elaborar mezcal. Esta bebida destilada ha ganado popularidad desde hace alrededor de dos décadas, y su demanda aumenta paulatinamente, de tal forma que su comercialización ha alcanzado dimensiones internacionales. En total, en México se utilizan 42 especies de agave para producir mezcal (Colunga-García *et al.*, 2007), y aunque algunas especies son cultivadas, la gran mayoría se extraen de poblaciones silvestres y, en la mayoría de los casos, se carece de técnicas de manejo o formas de organización y reglas de aprovechamiento que protejan a estos recursos de la extinción. Por ello, resulta urgente el desarrollo de estrategias integrales que permitan caracterizar los patrones de aprovechamiento, diagnósticos rápidos sobre su distribución y abundancia, caracterizar aspectos ecológicos y determinar los efectos de la extracción en la supervivencia de los individuos y de las poblaciones. Igualmente importante es reconocer los factores que influyen en la germinación y establecimiento de plantas, pues en ello descansa la base para recuperar poblaciones afectadas y desarrollar técnicas de manejo sustentable del recurso y de los ecosistemas en los que se encuentran.

En el presente estudio se revisa información etnobiológica, económica y ecológica de estudios que nuestro grupo de investigación ha realizado en la RBTC, con el fin de aportar a las comunidades regionales elementos para diseñar estrategias de aprovechamiento sustentable de un recurso forestal tan importante como es *A. potatorum*. En particular, el estudio analizó: (1) el balance entre la disponibilidad espacial del recurso y la demanda de aprovechamiento en un territorio concreto, (2) el efecto del aprovechamiento sobre la dinámica de las poblaciones y (3) las condiciones indispensables para la regeneración de las poblaciones, como base para una recuperación asistida de las poblaciones de este recurso. Puesto que la mayor parte de los agaves mezcaleros tienen una situación similar a la de *A. potatorum*, se aspira a que las conclusiones de este estudio sirvan como base para abordar la problemática de otras especies en la propia RBTC y quizás sean de utilidad para abordar el manejo de agaves en otras regiones de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este trabajo se llevó a cabo en la comunidad de San Luis Atolotitlán (SLA), municipio de Caltepec, dentro de la RBTC, México (Figura 1). Su territorio cuenta con un área de 11,800 ha, donde predominan los suelos volcánicos y calizos. El clima es semicálido, con una precipitación anual de 407 mm en promedio. Los tipos de vegetación predominantes son

distintos matorrales xerófilos como la chichipera de *Polaskia chichipe* y *P. chende*, el cardonal de *Mitrocereus fulviceps*, el izotal de *Beaucarnea purpusii*, y el matorral rosetófilo de *Dasyllirion serratifolium* (véase Valiente-Banuet *et al.* 2000 para una caracterización de estos tipos de asociación vegetal). La comunidad está compuesta por alrededor de 200 unidades familiares, y principalmente se practica la agricultura de temporal y en muy baja proporción la de riego. La recolección temporal de recursos vegetales silvestres es una actividad muy importante, ya que hemos documentado alrededor de 280 especies de plantas útiles que son utilizadas por las familias campesinas locales. La elaboración de mezcal, la cría extensiva de ganado y la albañilería son otras actividades económicas complementarias. Además, prácticamente todas las mujeres se dedican al tejido de hojas de palma (*Brahea dulcis*) para la elaboración de artesanías (Torres, 2004).

Especie estudiada

Agave potatorum es una especie perteneciente a la familia Asparagaceae (Agavoideae), endémica de los estados de Puebla y Oaxaca. Recibe el nombre común de “maguey papalote” o “papalometl” (del náhuatl: papalotl = mariposa y metl = maguey). Es una especie monocárpica, que tarda de 8 a 12 años en florecer, la cual no presenta reproducción asexual. Por lo general es una planta acaulescente, de rosetas pequeñas con 50 a 80 hojas de color verde glauco, cortamente ovado-lanceoladas, planas, con márgenes ondulados a profundamente crenados, con los dientes y la espina terminal de las hojas de color castaño (Figura 2a). La formación de la inflorescencia (escapo o ‘quiote’) se hace evidente en el mes de junio; ésta puede alcanzar de 3 a 6 m de altura y presenta alrededor de 11 umbelas, cada una formada por alrededor de 10 flores (Figura 2 a y b) (Gentry, 1982; Estrella-Ruíz, 2008). Las flores son protándricas y son visitadas tanto por animales diurnos como por nocturnos, siendo los murciélagos del género *Leptonycteris* spp. los principales polinizadores (Estrella-Ruíz, 2008). En la RBTC se ha reportado la presencia de *A. potatorum* en 14 tipos de asociaciones vegetales (Valiente-Banuet *et al.*, 2000; Delgado-Lemus, 2008), y habita un rango altitudinal que va desde los 1240 a los 2300 msnm (Gentry, 1982).

Importancia y riesgos en el aprovechamiento de *Agave potatorum* en la RBTC

Agave potatorum es una especie de alto valor cultural y económico para algunas comunidades rurales de la RBTC. Es una especie multipropósito que satisface distintas necesidades como alimento, material de construcción, medicina, combustible, forraje, cerca viva, ornamental y control de la erosión de suelos; pero en especial se utiliza ampliamente para la elaboración de mezcal. El mezcal de esta especie es de alta calidad organoléptica y uno de los más apreciados en la región y en México. La elaboración de mezcal con esta especie constituye una de las pocas actividades locales en las que se utilizan especies silvestres y que determinan un ingreso monetario significativo para la economía familiar.

Los productores de mezcal de SLA, reconocen que la calidad y rendimiento del recurso varía según la unidad ambiental en donde crecen las poblaciones; esta variación podría deberse a diferencias en la concentración de inulina y de otros metabolitos secundarios que la planta produce en respuesta a variaciones ambientales. De acuerdo con los productores, el mezcal

elaborado con agaves provenientes de ambientes más xéricos posee propiedades organolépticas superiores y su rendimiento por unidad de masa es mayor a la de mezcales elaborados con agaves provenientes de unidades ambientales con condiciones más méxicas (Delgado-Lemus, 2008). Dichas propiedades son apreciadas por los consumidores, por lo que los agaves que crecen en condiciones relativamente más estresantes son preferidos sobre agaves provenientes de otros lugares.

Sin embargo, en los últimos 10 años la demanda de mezcal ha aumentado en el mercado y ello ha determinado mayor presión sobre las poblaciones silvestres, aumentando el riesgo de que éstas se extingan. Tal situación se debe a que para elaborar mezcal se requiere extraer las plantas completas para utilizar el tallo y las bases foliares (Figura 2 c y d). Pero la extracción debe llevarse a cabo justo antes de que ocurra la producción del escapo y la inflorescencia (Figura 2a). Esto es así, pues los campesinos saben que la producción de la inflorescencia disminuye la cantidad de azúcares en el tallo. No obstante, al colectar los agaves en esta etapa se cancela su único evento reproductivo; es decir, la extracción de agaves para producir mezcal anula por completo la producción de semillas. De acuerdo con nuestros estudios, cada individuo en edad reproductiva puede producir de 2,000 a 9,500 semillas (Torres, 2009), mismas que dejan de producirse por cada medio litro de mezcal, pues en promedio dos agaves rinden un litro de esta bebida.

Los pobladores de distintas comunidades rurales han expresado su preocupación por el hecho de que las poblaciones de este agave están paulatinamente más fragmentadas y progresivamente deben ir a colectarlas en sitios más alejados de las comunidades rurales. También les preocupa la falta de técnicas de manejo adecuadas para la conservación de este recurso. Tomando en cuenta la problemática que presenta este importante recurso, nuestro grupo de investigación ha llevado a cabo estudios con diferentes enfoques, con la finalidad de generar información útil para su aprovechamiento y manejo sustentable. Los métodos de tales enfoques se explican a continuación.

Caracterización de los patrones de aprovechamiento y distribución

Se documentaron los patrones de aprovechamiento, particularmente evaluando las tasas de extracción de agaves, el valor de la producción y su contribución a la economía campesina. Junto a esta demanda del recurso, se evaluó la disponibilidad total anual de agaves dentro del territorio de la comunidad productora de mezcal. Con estos elementos se analizó la magnitud del impacto asociado al aprovechamiento del agave estudiado. El análisis de la extracción y valor de la producción se realizó con base en estudios etnobiológicos y entrevistas semi-estructuradas a 14 unidades de producción de mezcal. Se reportan aquí los datos para un año de estudio, los datos para años subsecuentes se analizarán en otro foro. La disponibilidad espacial de los recursos se evaluó a través de muestreos de vegetación. Se contabilizaron los agaves en edad reproductiva en un total de 21 puntos de muestreo, cada uno de ellos con una superficie de 500 m². Con base en observaciones de campo geo-referenciadas se determinó el área en la que se encuentra *A. potatorum* dentro del territorio de SLA. Tomando en cuenta el valor promedio de la abundancia de los sitios muestreados y la superficie del territorio de la comunidad en la que se distribuye se estimó la disponibilidad global del recurso dentro de la comunidad (Delgado-Lemus, 2008).

Demografía y análisis prospectivos de viabilidad poblacional

Se caracterizó la dinámica de dos poblaciones conservadas de *A. potatorum* con la finalidad de conocer su desempeño demográfico. Para ello se establecieron dos parcelas de 2,500 m², marcando todos los individuos de agave presentes. Se midieron la altura, diámetro, número de hojas y área foliar de las últimas cuatro hojas producidas por cada individuo. Con base en esta información se determinaron categorías de tamaño de los agaves. Después de un año se estimó el crecimiento o decrecimiento de cada agave medido, su sobrevivencia o mortandad y con base en esta información se estimó la tasa finita de crecimiento (λ) de cada población. Se hicieron análisis de elasticidad para identificar qué categorías y parámetros demográficos son más vulnerables y cuales aportan más al valor de λ . Se analizó la viabilidad futura de las poblaciones y se hicieron simulaciones del efecto de distintas tasas de extracción y de distintos escenarios de recuperación asistida de las poblaciones (véanse detalles de este estudio en Torres 2009; análisis más detallados de los estudios demográficos están en preparación para publicarse en otro foro).

Nodricismo, germinación y establecimiento

Se llevaron a cabo experimentos en campo y laboratorio para analizar las condiciones de germinación y establecimiento de *A. potatorum* en asociación con especies arbustivas y arbóreas de la vegetación natural. Para ello se analizó la distribución espacial de los individuos de agave mencionados en el párrafo anterior, se analizó si su distribución era aleatoria o sesgada en asociación con especies particulares de arbustos y árboles que cumplen el papel de nodrizas. Se identificaron aquellas nodrizas más importantes en los sitios estudiados, con el fin de desarrollar recomendaciones particulares para técnicas de recuperación asistida de poblaciones con mayor probabilidad de éxito. Se evaluó la germinación y sobrevivencia de plántulas debajo de plantas nodrizas y sitios abiertos, así como el crecimiento y producción de hojas en plantas juveniles de agave trasplantadas a tales condiciones experimentales (los detalles metodológicos de este estudio se pueden consultar en Rangel-Landa 2009; análisis más detallados de este estudio se encuentran en preparación para su publicación en otro foro).

RESULTADOS

El trabajo llevado a cabo por Delgado-Lemus (2008), registró que *A. potatorum* tiene en la comunidad de SLA los siguientes usos: (i) como alimento, consumiéndose los botones florales hervidos, y el escapo tierno y las bases foliares horneadas; (ii) como especie medicinal se utilizan las hojas crudas u horneadas; (iii) como material de construcción se utiliza el escapo seco así como para elaborar utensilios; (iv) como forraje, la gente reconoce que el ganado bovino consume los escapos tiernos de este agave, y nuestras observaciones de campo permitieron corroborarlo; (v) como planta ornamental y ceremonial, se utilizan las plantas juveniles completas trasplantadas a los solares y otros sitios de horticultura, así como a los altares erigidos en actividades religiosas, particularmente la festividad de la Virgen de Guadalupe el 12 de diciembre; y (vi) el uso más relevante desde el punto de vista económico, que es el aprovechamiento para la elaboración de mezcal. Esta actividad involucra y beneficia a 60 (30% del total) familias de SLA. Las ganancias generadas por esta actividad son repartidas entre los

distintos eslabones de producción. El 58% es absorbido por los productores, el 26% lo reciben los peones, el 11% los colectores de agaves y el 4% los comerciantes que lo expenden en la comunidad. El intermediarismo para su comercialización al exterior de la comunidad es aún incipiente y poco importante.

Se estima que anualmente para satisfacer las necesidades de las 14 unidades de producción se necesitan en promedio cerca de 12,000 agaves (Delgado-Lemus, 2008); dentro del territorio de la comunidad se extraen sólo entre 4,000 y 6,400, mientras que el resto se compra a las comunidades vecinas. Se estimó que *A. potatorum* se distribuye en un área de 608 ha dentro del territorio de la comunidad (Delgado-Lemus, 2008) y que en promedio existe una disponibilidad de 12 ± 16 agaves adultos por hectárea, por lo que calculamos que anualmente estarían disponibles cerca de 7,300 individuos de agave adultos, extraíbles para la elaboración de mezcal. Los cálculos de extracción indican que en el territorio de SLA se aprovechan entre el 54% y el 87% del total de individuos reproductivos disponibles. La percepción de los pobladores de SLA sobre el estado actual del recurso es que hoy en día se requiere ir cada vez más lejos para extraer agave mezcalero. Los campesinos afirman que hace 30 o 40 años, en diversos parajes cercanos al pueblo existía una gran abundancia de esta especie y que ahora han desaparecido debido a la actividad mezcalera, es decir se documentaron casos de extinción de poblaciones locales. Actualmente es posible identificar y mapear los sitios en donde había agaves y sus poblaciones se extinguieron.

Los análisis demográficos (Torres, 2009) indicaron que las poblaciones en mejor estado de conservación se encuentran cercanas al equilibrio, sin embargo, presentan tendencias al decrecimiento (en el sitio denominado “Machiche” $\lambda = 0.9903$, el límite inferior 0.9536, y el límite superior 1.016; en el sitio denominado “Xochiltepec” $\lambda = 1.021$, el límite inferior 0.991, y el límite superior 1.053, Figura 4). El patrón demográfico y las categorías de tamaño que más aportan al desempeño demográfico de ambas poblaciones son la permanencia de las tres primeras categorías (plántulas y juveniles de uno y dos años aproximadamente, véase Figura 3), siendo la sobrevivencia de las plántulas (P) la más importante. Estas categorías son también las más vulnerables a los efectos del disturbio, principalmente el pastoreo de cabras y bovinos. Los análisis de viabilidad poblacional sugieren que en un escenario de proyección a 30 años, aun sin extracción, las poblaciones decrecen en el tiempo. Una de las poblaciones estudiadas, la población “Machiche” que está en condiciones relativamente más xéricas decrecerá cerca del 90%; la otra población, relativamente más mésica, la denominada “Xochiltepec” decrecerá hasta 30%. Los análisis prospectivos de extracción de agaves adultos, al parecer no afectan drásticamente al desempeño poblacional. Esto se puede explicar debido a que los análisis de elasticidad muestran que la sobrevivencia de los individuos adultos y la fecundidad no tienen un aporte significativo sobre el crecimiento poblacional λ . Sin embargo, es claro que para que haya plántulas es necesario asegurar la disponibilidad de semillas. Así, las simulaciones de reforestación indican que en las poblaciones estudiadas un esfuerzo de reforestación de 20% del número de individuos de la categoría P, determina que el valor de λ sobrepase un umbral por arriba de la unidad. Una de las limitaciones que deben tomarse en cuenta es que nuestros análisis se basaron solo en un año de muestreo. No obstante, los análisis sugieren que son necesarias acciones inmediatas para la recuperación y conservación de estas poblaciones, las

cuales cabe mencionar fueron las más conservadas que se encontraron para llevar a cabo los análisis demográficos. Los análisis indican que cada población necesita de acciones diferentes, dependiendo de la unidad ambiental donde crece, pues en cada sitio la asociación vegetal y las condiciones ambientales y estructura de la vegetación son diferentes (Figura 4).

Las investigaciones sobre asociación y condiciones de establecimiento (Rangel-Landa, 2009), indican que en el sitio “Xochiltepec” *A. potatorum* presenta un patrón de distribución asociado a plantas nodrizas. De 233 plantas de agave marcadas, el 90.5% se encuentra asociada al 28% de las especies de arbustos y árboles registrados en el sitio. En el sitio “Machiche”, de 242 plantas de agave el 78.1% se encontró asociada al 35% de especies de arbustos encontrados en el sitio. La orientación del agave con respecto a la nodriza fue significativa hacia el norte y el oeste de la planta nodriza (Rangel-Landa, 2009). Con base en experimentos en campo se determinó que la asociación con árboles y arbustos es crucial en el establecimiento, tomando en cuenta la germinación y sobrevivencia de las plántulas durante un año. Hay especies de árboles y arbustos que presentan la mayor calidad como plantas nodriza: *Gochnatia hypoleuca*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Pterostemon rotundifolia*, *Calliandropsis nervosum*, *Rhus chondroloma*, *Wimmeria microphylla*, *Bouvardia longiflora*, *Neopringlea viscosa*, *Dalea* spp., *Perymenium discolor*, *Mimosa* spp. (Rangel-Landa, 2009; Figura 5). En el análisis de la sobrevivencia y crecimiento de plantas producidas en vivero y trasplantadas después de 2 años de la germinación, se encontró que la sobrevivencia fue casi del 100% en los dos sitios, sin embargo la tasa de crecimiento medida como el volumen y número de hojas (comparando estos parámetros al momento del trasplante y después de un año en cada individuo) fue significativamente mayor en los agaves trasplantados bajo el dosel de arbustos en comparación con los que se trasplantaron en sitios abiertos. En los agaves trasplantados en espacios abiertos también se observó que tenían menor vigor (hojas más delgadas, frágiles y de coloración muy rojiza), lo que los vuelve más vulnerables ante los depredadores y las sequías.

DISCUSIÓN

Recomendaciones de manejo integral

Con base en los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas, consideramos que es imprescindible iniciar un proceso de reordenamiento territorial de las prácticas extractivas forestales de *A. potatorum*, así como de las actividades ganaderas en áreas forestales donde se encuentra esta especie, pues el ganado afecta significativamente la sobrevivencia de plántulas y juveniles. Tal proceso de reorganización deberá contar con una plataforma participativa, bajo un modelo de manejo adaptativo (Akçakaya & Sjögren-Gulve, 2000; Berkes, 2000). La propuesta se basa en que el proceso asegure que la toma de decisiones para las acciones se lleve a cabo por todos los ejidatarios, y en éste los investigadores participen brindando asesoría y sugerencias con base en las propuestas técnicas derivadas del estudio. Es importante la inclusión de todos los habitantes de la comunidad, no solamente los productores o participantes en la cadena de producción de mezcal, pues se trata de áreas y recursos de uso común. Sugerimos incluir la información técnica generada en el presente trabajo y en otros estudios científicos similares (Jiménez-Valdés *et al.*, 2010; Martin *et al.*, 2011), así como experiencias organizativas encaminadas al mismo propósito (Illsley *et al.*, 2005, 2007). Es crucial además reforzar el

diálogo y fomentar el trabajo en conjunto con la Dirección de la Reserva de la Biósfera RBTC, pues hay iniciativas institucionales valiosas pero no necesariamente acertadas; como por ejemplo, la promoción de la plantación de agaves externos a la zona por parte de dependencias gubernamentales, o prohibiciones de uso forestal sin una adecuada información, lo que genera malestar y falta de participación de la población local.

Una de las principales y urgentes acciones a llevarse a cabo es un monitoreo y ubicación de las poblaciones silvestres remanentes, caracterizando su densidad y estructura poblacional. Estos podrán ser los bancos de germoplasma a conservar *in situ* para programas futuros de recuperación asistida de poblaciones. Asimismo, es factible y de gran utilidad realizar la identificación de asociaciones con plantas nodrizas bajo muestreos rápidos en una mayor variedad de ambientes dentro del territorio de SLA y de otras comunidades. Este diagnóstico permitirá ampliar rápidamente el espectro de condiciones seguras o de mayor probabilidad de éxito en las acciones de trasplante de plantas de vivero para recuperación asistida de las poblaciones.

Con base en los mapas de distribución potencial elaborados en el presente estudio (Delgado-Lemus, 2008), así como la identificación de sitios en donde las poblaciones de *A. potatorum* se extinguieron recientemente, es posible identificar áreas en las que es posible la recuperación de poblaciones extintas y la de poblaciones deterioradas. En tales áreas, los modelos de nuestros estudios permiten hacer recomendaciones concretas sobre los ciclos y tasas más adecuadas de plantación, las orientaciones y especies de plantas nodrizas adecuadas para aumentar las probabilidades de éxito de las acciones de reforestación. En los sitios descubiertos de vegetación, en los cuales las plantas nodriza están ausentes, es factible experimentar la plantación de agaves utilizando sombras artificiales con materiales locales (ramas, palmas) o con mallas de sombra. En cuanto a los patrones de extracción, los modelos demográficos efectuados sugieren que no hay un efecto drástico en la dinámica poblacional asociada a la extracción de agaves adultos; sin embargo, consideramos pertinente proponer a las asambleas comunitarias regular que se evite el corte de más del 70% de los individuos maduros en una unidad de manejo. Esta propuesta tiene la finalidad de asegurar la producción de semillas para que se lleve a cabo el establecimiento de manera natural y la disponibilidad de germoplasma que pueda colectarse con el fin de propagación controlada en vivero.

De acuerdo con Martin (2011), el reordenamiento del libre pastoreo de ganado es una acción crucial para la protección de *A. potatorum* y otros recursos forestales. En SLA, el pastoreo se practica en zonas extensas en las cuales no se puede efectuar un control del impacto del ganado. Protegiendo las poblaciones remanentes del ganado (como las dos poblaciones analizadas en los estudios reportados aquí), se lograría proteger el desarrollo de plántulas y plantas juveniles pequeñas, las categorías más importantes para el desempeño demográfico de la especie estudiada y las cuales son también las etapas del ciclo de vida más vulnerables al forrajeo de caprinos y al pisoteo de bovinos. Es también necesario proteger los escapos tiernos, los cuales se desarrollan de junio a agosto y son especialmente susceptibles a la herbivoría por el ganado. El aislamiento del ganado con barreras físicas permitiría establecer unidades espaciales de manejo que serían útiles para el ordenamiento de la actividad pecuaria y el control de su impacto sobre las áreas forestales. Cabe mencionar que la gente local ya lleva a cabo estrategias para planear el acceso del ganado a las áreas forestales. Nuestro estudio brinda sugerencias complementarias a las que ya se practican.

Con la finalidad de conservar la mayor diversidad genética y adaptaciones locales en las poblaciones manejadas de agave es necesario designar diversos sitios para la colecta de semilla, al menos por tipo de vegetación o de las asociaciones vegetales definidas por Valiente-Banuet *et al.* (2000, 2009) y de esta manera aumentar las probabilidades de éxito en el establecimiento de las poblaciones manejadas, así como la regeneración natural de generaciones subsecuentes. Las semillas pueden propagarse fácilmente en viveros comunitarios. Sin embargo, es necesaria una debida identificación del origen del material propagado, para que pueda decidirse adecuadamente el destino más apropiado de las plantas producidas en vivero, de acuerdo con las características de los sitios a reforestar. Se debe asegurar que el destino de las plantas sea en sitios similares a aquellos en donde se recolectó el germoplasma, al menos en condiciones bioclimáticas similares, tomando en cuenta el tipo de vegetación, suelos y altitud. En el momento de hacer la recolección, es necesario tener cuidado de recolectar solamente las cápsulas que estén maduras y dejar a las inmaduras que terminen su desarrollo. Las flores de *A. potatorum* tienen un desarrollo asincrónico y la maduración de semillas no se alcanza durante el almacenamiento; es preferible su maduración y eventual dispersión *in situ*. Tomando en cuenta las recomendaciones de León (2013), la recolección de semillas se puede llevar a cabo con la ayuda de una tijera de garrocha, puesto que las inflorescencias no rebasan los seis metros de altura. Es recomendable dispersar manualmente semillas en los sitios de origen de las plantas, específicamente en micrositios seguros, bajo el dosel de plantas perennes que interactúan como nodrizas; ello favorecería significativamente la probabilidad de establecimiento de plantas de esta especie.

La estructura ideal para la siembra es un vivero cerrado, que aisle a las plántulas de depredadores tales como aves, roedores, hormigas y conejos, los cuales son los depredadores de los agaves en esta etapa de desarrollo. El vivero debe poseer un techo de malla sombra para proteger las plántulas de la radiación solar excesiva. Una vez que las plántulas tengan alrededor de seis meses, deben trasplantarse a bolsas de plástico independientes y en ellas permanecer al menos dos años. Seis meses antes de la reforestación los agaves deben pasar por una etapa de endurecimiento o aclimatación, con la finalidad de que al ser trasplantados, puedan soportar las condiciones ambientales contrastantes del campo. Existen diversas técnicas que van desde la adaptación a la sequía y radiación solar quitando el riego y exponiéndolas al sol paulatinamente, hasta otras más elaboradas como quitarles la tierra y dejar las raíces expuestas (o incluso cortarlas). La elección depende de la especie y las condiciones de cada sitio. Una forma de encontrar la mejor técnica para cada lugar es rescatar las prácticas locales, experimentar, combinarlas con las recomendaciones técnicas y monitoreando los resultados obtenidos, para lograr la aclimatación.

El trasplante debe llevarse a cabo bajo las plantas nodrizas identificadas. En sitios abiertos la mortalidad puede ser de hasta un 90%. Bajo el dosel de plantas perennes es posible encontrar las condiciones de sombra, humedad y disponibilidad de nutrientes adecuadas para aumentar la probabilidad de establecimiento.

Sin embargo, en la RBTC existe una gran diversidad de unidades ambientales y por ende una gran variación en la composición de las especies vegetales, por lo que se recomienda observación, experimentación y monitoreo del crecimiento y sobrevivencia. Según lo

encontrado, las especies que son mejores nodrizas son aquellas que tienen un follaje denso, que son perennes o conservan su follaje a lo largo del año, que no producen sustancias alelopáticas y que poseen sistemas radiculares no superficiales. Para aumentar la sobrevivencia de las plántulas, los trasplantes deben efectuarse hacia el norte y el oeste de la planta nodriza, orientaciones hacia donde se proyecta la sombra y donde reciben mayor protección de la radiación solar excesiva en la época de sequía. En los sitios desprovistos de vegetación se recomienda hacer uso de sombras artificiales, pero aún falta experimentar la factibilidad duradera de esta técnica. En todo caso es mejor promover la presencia de plantas que puedan hacer el papel de nodrizas y tengan otros efectos positivos en los sitios como la formación de suelo. Esto favorece el establecimiento de otras plantas que tienen otras funciones ecológicas y usos como la producción de leña, importante en la subsistencia de estas comunidades y la misma producción del mezcal. Es factible además, incorporar *A. potatorum* a los sistemas agroforestales, trasplantando plantas en linderos y franjas de vegetación como parte de la estrategia para la recuperación y aprovechamiento de la especie.

Para el aprovechamiento de las poblaciones silvestres es recomendable establecer unidades espaciales de manejo, fijando ciclos de rotación de cosecha y monitoreo, como lo recomiendan Illsley *et al.* (2005, 2007). Esto con el fin de que las poblaciones de estas áreas florezcan libremente y logren establecerse de manera natural. Además, en esta situación es factible realizar monitoreo comunitario para conocer aspectos de la densidad y la estructura poblacional, elementos fundamentales para tomar decisiones sobre las acciones futuras necesarias para cada unidad espacial de manejo. Es necesario diseñar muestreos rápidos de monitoreo mediante técnicas participativas con los campesinos encargados de la reforestación, cosecha y rotación del ganado para así facilitar la identificación de las mejores técnicas adaptadas a esas características particulares.

Una alternativa que puede ayudar a encaminar al aprovechamiento sustentable de este recurso es la inclusión del mezcal en mercados orgánicos y de comercio justo, en donde se puedan obtener mayores ganancias que las actuales. Una parte fundamental en este tipo de experiencias es la organización social, la cual depende de que los actores principales se apoderen de las técnicas y sean directamente los manejadores de sus recursos naturales.

CONCLUSIONES

Agave potatorum es un recurso forestal no maderable a escala local y regional, de alta importancia económica y ecológica. Su aprovechamiento sin un manejo que recupere las poblaciones está destinado a la extinción local a corto plazo. El manejo sustentable del recurso requiere considerar la recuperación asistida de poblaciones extintas y deterioradas y acuerdos comunitarios para cosechar no más del 70% de individuos adultos por población. Los acuerdos deben comprender regulaciones para controlar el acceso del ganado a las áreas forestales. La recuperación asistida de poblaciones es altamente recomendable pues la germinación de semillas es alta en condiciones controladas; asimismo, la sobrevivencia de plantas juveniles de dos años de edad es alta bajo las plantas nodrizas adecuadas. Cuidar plantas nodrizas y agaves es fundamental en el sistema. Monitorear sistemáticamente las acciones bajo un esquema de manejo adaptativo permitirá aumentar las posibilidades de éxito en las acciones de manejo. El intercambio de experiencias entre comunidades puede potenciar la efectividad de las acciones y acortar el camino para el aprovechamiento sustentable de esta y otras especies forestales de las zonas áridas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México y al CONACYT por el apoyo a los estudios de posgrado de los autores. Asimismo, al CONACYT y a la DGAPA, UNAM por el apoyo financiero a las investigaciones reportadas (CB-2008-01-103551, IN205111-3 y IN203213). Asimismo, agradecemos el apoyo técnico de Edgar Pérez-Negrón y la generosidad de los pobladores y autoridades de San Luis Atolotitlán y San Francisco Xochiltepec.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellanes, Y., A. Casas, A. Arellanes, E. Vega, J. Blancas, M. Vallejo, I. Torres, S. Rangel-Landa, A. I. Moreno-Calles, L. Solís & E. Pérez-Negrón. 2013. Influence of traditional markets on plant management in the Tehuacán Valley. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:38.
- Akçakaya, H. R. & Sjögren-Gulve, P. 2000. Population viability analyses in conservation planning: an overview. *Ecological Bulletin* 48: 9-21.
- Berkes F., J. Colding & C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10(5):1251–1262.
- Blancas, J., A. Casas, D. Pérez-Salicrup, J. Caballero & E. Vega. 2013. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9:39.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet, J.L. Viveros, J. Caballero, L. Cortés, P. Dávila, R. Lira & I. Rodríguez. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 55:129–166.
- Colunga-García, M. P., D. Zizumbo-Villarreal y J. Martínez-Torres. 2007. Tradiciones en el aprovechamiento de los agaves mexicanos: una aportación a su protección legal y conservación biológica y cultural. En: P. Colunga-García Marín, L. Eguiarte, A. Largué S, y D. Zizumbo-Villarreal (Eds). *“En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves”*. 229-248. CICY-CONACYT-CONABIO-INE.
- Delgado-Lemus, A. 2008. Aprovechamiento y disponibilidad especial de *Agave potatorum* en San Luis Atolotitlán, Puebla, México. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Morelia.
- Estrella-Ruíz, P. 2008. Efecto de la explotación humana en la biología de la polinización de *Agave salmiana* y *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- García-Mendoza, A. J., 2011. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 88 Agavaceae. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press, Tucson.
- Illsley, C., A. Tlacotempa, G. Rivera, P. Morales, L. García, L. Casarrubias, M. Calzada, R. Calzada, C. Barranca, J. Flores & E. Omar. 2005. Maguey papalote. En: *La riqueza de los bosques mexicanos: mas allá de la madera. Experiencias de comunidades rurales*. SEMARNAT, CONAFOR, CIFOR, INE, Overbook foundation, People and Plants. Primera edición. México, D.F.

- Illsley, C., E. Vega, I. Pisanty, A. Tlacotempa, P. García, P. Morales, G. Rivera, J. García, V. Jiménez, F. Castro & M. Calzada. 2007. Maguey papalote: hacia el manejo campesino sustentable de un recurso colectivo en el trópico seco de Guerrero, México. En: *En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves*. 319-338. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. México.
- Jiménez-Valdés, M., H.G. Álvarez, J. Caballero & R. Lira. 2010. Population dynamics of *Agave marmorata* Roetzl. under two contrasting management systems in Central Mexico. *Economic Botany* 64(2): 149-160.
- León, A. 2013. Aspectos de la fenología, visitantes florales y polinización de *Agave inaequidens* Koch ssp. *inaequidens* (Agavaceae), en el estado de Michoacán. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, Morelia.
- Lira, R., A. Casas, R. Rosas-López, M. Paredes Flores, E. Pérez-Negrón, S. Rangel-Landa, L. Solís, I. Torres & P. Dávila. 2009. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 63:271-287.
- MacNeish, R.S. 1967. A summary of subsistence. En: Byers, D.S. (ed.). *The prehistory of the Tehuacán Valley Vol. 1: Environment and subsistence*. 290-309. Universidad de Texas Press. Austin.
- Martin, M.P., C.M. Peters, M.I. Palmer & C. Illsley. 2011. Effect of habitat and grazing on the regeneration of wild *Agave cupreata* in Guerrero, Mexico. *Forest Ecology and Management* 262: 1443-1451.
- Rangel-Landa, S., 2009. Establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Smith, E.C. 1967. Plant remains. En: Byers, D.S. (ed.). *The prehistory of the Tehuacán Valley Vol. 1: Environment and subsistence*. Universidad de Texas Press, Austin TX, E.U.A.
- Torres, I. 2004. Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales en la comunidad de San Luis Atolotitlán, municipio de Caltepec, Puebla. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, Morelia.
- Torres, I. 2009. Dinámica poblacional de dos morfos de *Agave potatorum* Zucc. (Agavaceae) en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán: bases para su manejo sustentable. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Morelia.
- Valiente-Banuet, A.; A. Casas; A. Alcántara, P. Dávila; N. Flores, M.C. Arizmendi, J.L. Villaseñor, J. Ortega & J.A. Soriano. 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67: 25-74.
- Valiente-Banuet, A., L. Solís, P. Dávila, M.C. Arizmendi, C. Silva, J. Ortega-Ramírez, J. Treviño, S. Rangel-Landa & A. Casas. 2009. Guía de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Fundación para la Reserva de la Biósfera Cuicatlán A.C. México, D.F.

FIGURAS

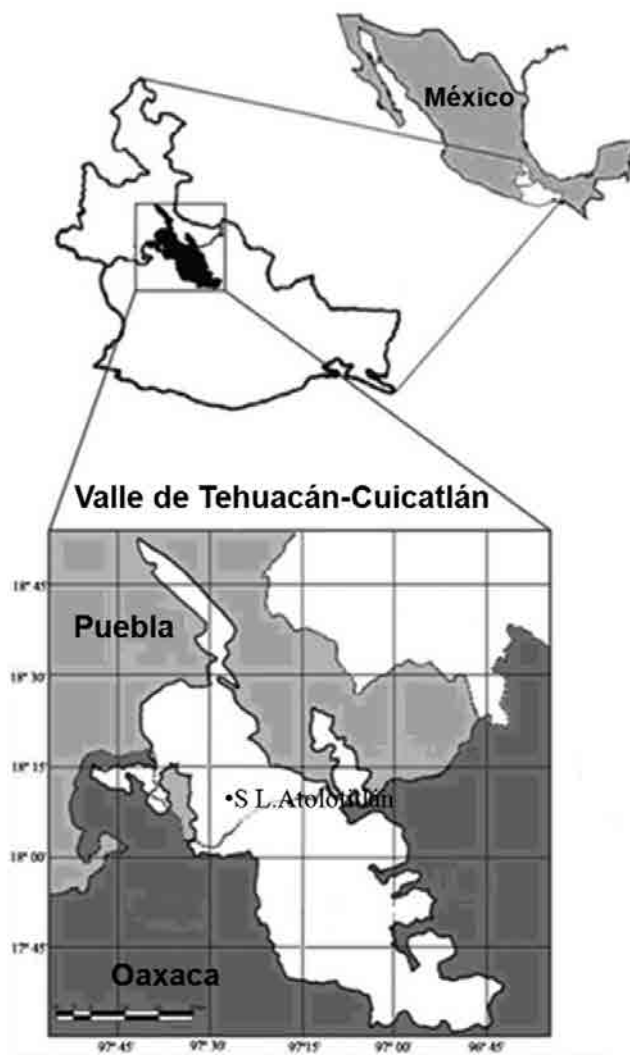


Figura 1. Mapa de ubicación de San Luis Atolotitlán en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán en los estados de Puebla y Oaxaca, México.



Figura 2. Aspectos del recurso forestal estudiado y su aprovechamiento. a) *Agave potatorum*, b) *A. potatorum* en floración, c) extracción de *A. potatorum* con machete y d) tallos y bases foliares de *A. potatorum* cosechados.

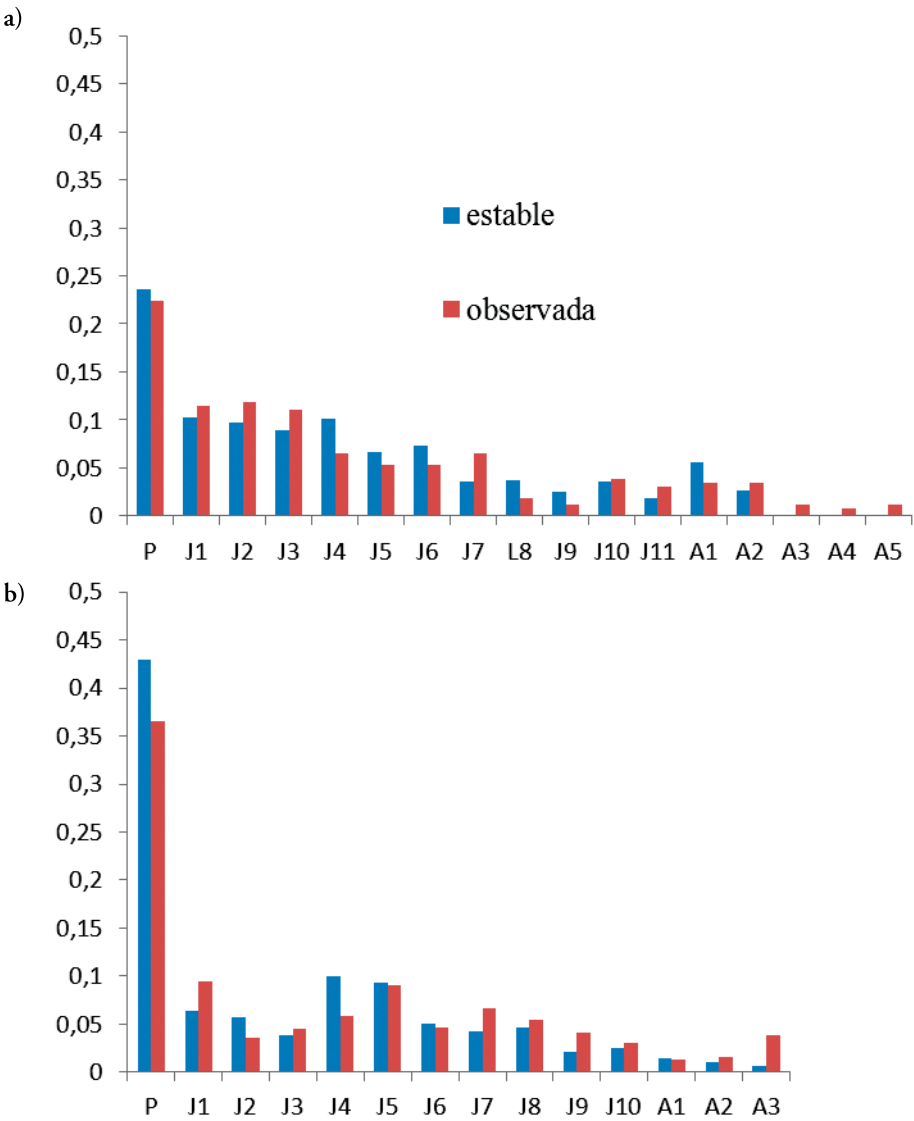


Figura 3. Estructura poblacional esperada y observada de los individuos de *Agave potatorum* con distintas categorías de tamaño para la población: a) “Xochiltepec” y b) “Machiche”

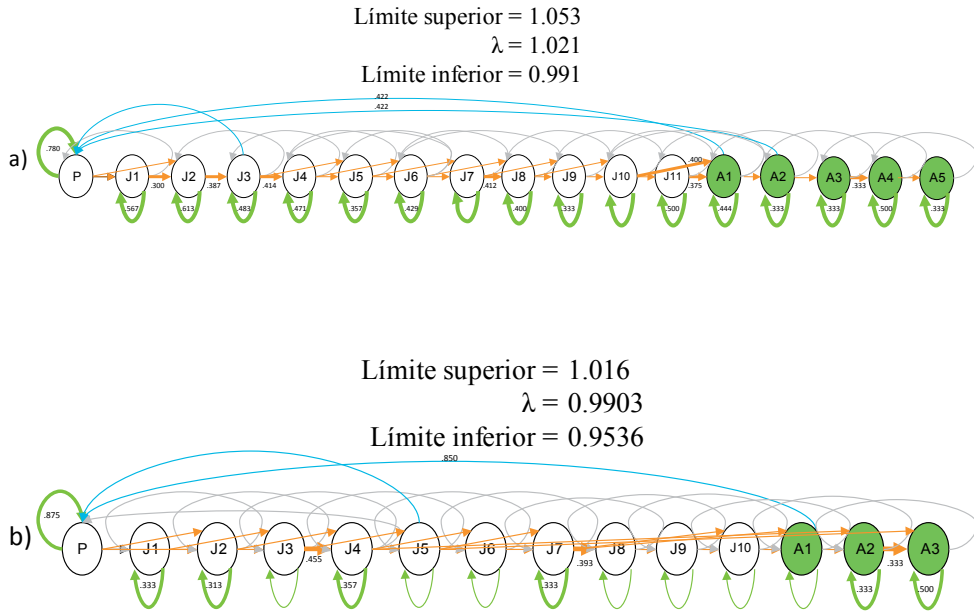


Figura 4. Ciclo de vida de *Agave potatorum*. Diagramas flujo numérico poblacional para la población a) "Xochiltepec" y b) "Machiche". La probabilidad de supervivencia se muestra con las flechas verdes, la de transición con las flechas naranjas, la regresión con las flechas grises y la fecundidad con la línea azul. Los detalles metodológicos y los resultados de este estudio pueden consultarse en Torres (2009). Se encuentra en preparación una publicación detallada sobre este tema.



Figura 5. Aspecto de individuos juveniles de *Agave potatorum* asociados al microambiente benéfico aportado por *Gochnatia hypoleuca* una especie nodriza sobresaliente.

Artículo original

Intercambio tradicional de semillas de tuberosas nativas andinas y su influencia sobre la diversidad de variedades campesinas en la sierra central del Perú (Huánuco)

DORA VELÁSQUEZ^{1,2*}, CECILIA TRILLO³, ALDO CRUZ² y SANDRA BUENO⁴

¹ Ministerio del Ambiente - MINAM, Javier Prado Oeste 1440, San Isidro, Lima-Perú,

² Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes - CCTA, Camilo Carrillo 300-A,
Jesús María, Lima-Perú.

³ Cátedra de Diversidad Vegetal II FCEf y N, UNC, Argentina.

⁴ Investigadora independiente,

*Autor para correspondencia. E-mail: dvelasquezm@minam.gob.pe

Recibido: 1 de Octubre 2013

Aceptado: 9 Abril 2014

RESUMEN

Para determinar si la riqueza sociocultural vinculada al intercambio de semillas influye en la diversidad de variedades campesinas de oca (*Oxalis tuberosa*), un cultivo del sistema de tuberosas nativas andinas (papa, oca, olluco y mashua)-, se realizó un análisis comparativo entre familias campesinas del valle de Warmiragra (Huánuco), complementado con un análisis de la dinámica biogeográfica del intercambio de semillas a través de las zonas de producción del valle, desde los 2700 a 4200 msnm. El similar número de variedades campesinas de oca entre la familia Ticlavilca (18) y la familia Espinoza (15), mostró que la riqueza total de variedades de oca registradas (29) no guardó una clara relación con la riqueza de manifestaciones culturales vinculadas al intercambio de semillas. En cambio, el notorio mayor dinamismo cultural de la familia Ticlavilca (mantenimiento de variedades campesinas, sobre todo, de papa, de vínculos comunitarios y familiares, y de múltiples prácticas ancestrales de intercambio de semillas y tubérculos para consumo) mostró influencia sobre el mantenimiento de la siembra y consumo de las variedades campesinas de tuberosas nativas en las diferentes zonas de producción. Comprender integralmente los aspectos culturales, biogeográficos, tecnológicos y socioeconómicos del intercambio de semillas permitirá mejores medidas de conservación *in situ*.

Palabras clave: sistema de tuberosas nativas; conservación *in situ*; dinámica biogeográfica; familias campesinas andinas; intercambio tradicional de semillas; *Oxalis tuberosa*; riqueza sociocultural andina; variedades campesinas.

ABSTRACT

To determine the influence of the sociocultural richness related with the seed flow over the diversity of peasant varieties of “oca” (*Oxalis tuberosa*), a crop of the Andean native tubers system (papa, oca, olluco and mashua), a comparative analysis among peasant families of Warmiragra (Huanuco) valley was made, complemented with an analysis of the biogeographical dynamism of the seed flow through the “production zones” of the valley, since 2700 to 4200 m.a.s.l. The similar number of peasant varieties of oca between the Ticlavilca (18) and Espinoza (15) families showed that the total richness of varieties of oca reported (29) was not clearly related with the richness of cultural expressions referred to seed flow. On the other hand, the notorious greater cultural dynamism of family Ticlavilca (maintenance of peasant varieties, particularly, of potatoes, of communal and familiar links, and of multiple ancient practices of flow of seed and tubers for consumption) showed influence over the maintenance of sowing and consumption of peasant varieties of native tubers along different production zones. Integrated studies of cultural, biogeographical technological and socioeconomic factors of seed flow will allow better actions of *in situ* conservation.

Key words: native tubers system; *in situ* conservation; biogeographical dynamism; Andean peasant families; traditional seed flow; *Oxalis tuberosa*; Andean sociocultural richness; peasant varieties

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los Andes peruanos, por encima de los 3,600 msnm, domina la agricultura de tuberosas nativas desde hace aproximadamente 8,000 años. Los procesos de domesticación desarrollados hasta la actualidad por las culturas asentadas allí han permitido que las diferentes especies de tuberosas nativas: papa (*Solanum spp.*), oca (*Oxalis tuberosa*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y olluco (*Ullucus tuberosus*), presenten niveles elevados de diversidad morfológica y genética. Específicamente, varios estudios señalan a Huánuco, región asentada en la sierra central del Perú, como una de mayor diversidad de variedades (cultivares o “*landraces*”) de tuberosas nativas, particularmente las zonas de Kichki y Tomayquichua (Cruz, 2001; Figueroa, 2006; Egúquiz, 2009; Velásquez *et al.*, 2011).

Una de las presiones selectivas que han sido sumamente dinámicas a lo largo de la historia de la domesticación y la agricultura en la región es el intercambio de semillas, una ancestral práctica de las culturas andinas enmarcada en la esfera del intercambio de servicios a través de los vínculos sociales y reservada para la producción de autoconsumo (Mayer, 2004) y uno de los rasgos culturales básicamente indígenas, que todavía pueden ser distinguidos entre una multiplicidad y flexibilidad identitaria y cultural cada vez más complejas e intrincadas a consecuencia de los cambios sociales, económicos y culturales de las últimas décadas (Ferreira, 2008).

El intercambio de semillas puede ser definido como “un conjunto de conocimientos, técnicas y prácticas utilizadas por los agricultores para la adquisición de semillas con la finalidad de

renovar, recuperar o introducir nuevas variedades en sus chacras, de este modo incrementan y mejoran su producción. (...). Además, junto al movimiento o intercambio de semillas, también intercambian conocimientos tradicionales relacionados con el uso y manejo de cada variedad” (INIA, 2007: 7). La máxima preocupación de los campesinos andinos es la fase de la siembra y para procurarse la semilla utilizan distintas estrategias para su aprovisionamiento: asegurando un “stock” de semillas de sus propias cosechas, buscando la semilla dentro de la misma comunidad o en *qhatos* o ferias en las que confluyen comunidades aledañas e incluso algo alejadas (Zimmerer, 1991; PRATEC, 1997) y, si esto no es suficiente, van a traer semillas de regiones cercanas a su chacra o, incluso, de zonas que ellos reconocen como de concentración de diversidad. A nivel local, cabe resaltar el flujo de semillas que se da desde las zonas altas hacia las zonas bajas y viceversa, gracias a los lazos de parentesco espiritual o familiar entre los pobladores de estas zonas (Díaz *et al.*, 2002; Alva & Mejía, 2005).

Varios estudios han permitido identificar el intercambio de semillas como uno de los múltiples factores que influyen en menor o mayor grado en el manejo de la diversidad genética realizado por los agricultores de los Andes peruanos, particularmente en el caso de las tuberosas nativas (Zimmerer, 1991, 2003, 2010; INIA, 2006; Velásquez *et al.*, 2011, Pautasso *et al.*, 2013). Por otro lado, en algunos estudios se señala la interdependencia entre el intercambio de semillas y los otros rasgos culturales indígenas, entre los que destacan la identidad comunal, el lenguaje y la vida ritual del pueblo, que en el Perú se basa en el ancestral respeto a la tierra y sus manifestaciones (Eddowes, 1992). En tanto que, investigaciones recientes han revelado que agricultores con mayor mantenimiento de tradiciones culturales agrícolas, persistencia del uso del idioma quechua y transmisión de conocimientos tradicionales, tierras y semillas de generación en generación, conservaron mayor riqueza de variedades campesinas de tuberosas nativas (Velásquez *et al.*, 2011).

Sin embargo, la tendencia de pérdida de conocimientos y prácticas tradicionales relacionadas al manejo de las tuberosas nativas constatada en el área de estudio (Figueroa, 2006), el valle de Warmiragra, ubicado en los Andes centrales del Perú, una zona rica en variedades campesinas tradicionales de tuberosas nativas (CCTA, 2006), ofrece la oportunidad de explorar si existe diferencia en la riqueza de variedades campesinas tradicionales de tuberosas nativas manejada por los agricultores (particularmente, de la oca *Oxalis tuberosa*), el papel que juegan las prácticas ancestrales de intercambio de semillas en esta diferencia y, a su vez, la influencia que ejerce sobre este intercambio de semillas una historia de vida estimulante y rica en vínculos comunitarios.

En ese sentido, el estudio se propuso: 1) determinar la diversidad de variedades de oca (*Oxalis tuberosa*) manejada por los agricultores tradicionales; 2) identificar las características socioculturales vinculadas al intercambio de semillas utilizadas por los agricultores; 3) identificar las relaciones y rutas de intercambio de semillas que establecen los agricultores, considerando el contexto cultural, ecológico y socioeconómico en las cuales éstas se dan; y 4) determinar el grado de influencia de las características socio-culturales vinculadas al intercambio de semillas sobre la diversidad de variedades de oca manejada por los agricultores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la microcuenca de Warmiragra, ubicada en la región Huánuco, en la sierra central del Perú (latitud sur 10°03'30" – longitud oeste 76°10'00") (Gallardo & Felipe, 2001). Esta microcuenca abarca una superficie aproximada de 3,960 has y está a una altitud que va de los 2,000 a los 4,400 msnm, desde la desembocadura del río Warmiragra en el río Huallaga hasta sus orígenes en el sistema de lagunas de Estanco (Gallardo *et al.*, 2002).

La población, que en la época del estudio era de 705 habitantes (INEI, 2007a), se distribuye a lo largo de los cuatro pisos ecológicos (Pulgar Vidal, 1987) que presenta la microcuenca: Yunga (2,000 a 2,300 msnm), Quechua (2,300 a 3,500 msnm), Suni (3,500 a 4,100 msnm) y Puna (4,100 a 4,400 msnm), y la actividad principal a la que se dedican es la agricultura. La mayoría de los pobladores son migrantes de la provincia de Pachitea, del pueblo vecino de Panao.

El trabajo se desarrolló en tres localidades ubicadas a lo largo de un gradiente altitudinal: Armatanga (2,700-2,800 msnm), Chuchaynillo (3,500-3,600 msnm) y Estanco (3,800-4,200 msnm) (Figura 1), y que para el año 2007 contaban en conjunto con algo más de 28 familias.

Trabajo de campo

Se decidió realizar estudios de caso a profundidad, a nivel de familias reconocidas por su liderazgo en el manejo de variedades campesinas de tuberosas nativas en sus chacras, a manera de aproximación inicial a futuros estudios de mayor alcance. Se identificaron y seleccionaron unidades familiares teniendo como criterios centrales: primero, que contaran con chacras de oca en producción, y segundo, que éstas estuvieran ubicadas a diferentes altitudes. Una de las unidades familiares seleccionadas contaba con chacras de oca en producción ubicadas en la localidad de Chuchaynillo, a 3,400 msnm (zona de producción de la papa comercial), y la segunda unidad familiar contaba con chacras de oca en producción ubicadas en Estanco (zona de producción de la papa nativa), a 3,800 msnm. Adicionalmente, se consideró al jefe de una familia de la localidad de Chinchubamba (a 2,700 msnm) que no producía tuberosas nativas, pero sí intercambiaba semillas y cultivaba papa comercial.

Se realizó el registro de variedades campesinas tradicionales de oca en chacras de los agricultores seleccionados, sembradas en la última campaña y recientemente cosechadas. Se utiliza el término “variedades campesinas tradicionales” a fin de diferenciarlas de las variedades clasificadas utilizando descriptores morfológicos de la taxonomía clásica. De cada variedad se registró el nombre que le da el agricultor, el origen de la semilla y se tomó una fotografía del tubérculo entero y un tubérculo con un corte longitudinal mostrando la pulpa.

Se hicieron entrevistas abiertas sobre las características socioculturales vinculadas al intercambio de semillas a cinco de los agricultores pertenecientes a cada una de las tres familias que participaron en el estudio: don Marino y su hijo Tomás Ticlavilca (Estanco), don Juan Espinoza y su esposa Julia Mario (Chuchaynillo) y Antonio Alania (Chinchubamba). La primera parte de la entrevista estuvo dirigida a conocer el sistema de tuberosas nativas manejado y el conocimiento de las variedades nativas de ocas por parte de los agricultores; la segunda parte estuvo dedicada a formular preguntas referidas a diferentes aspectos de la vida (identidad cultural, lazos matrimoniales, actividades laborales) y vínculos comunitarios de

estos agricultores, referidas a las tuberosas nativas (rituales y fiestas, costumbres y experiencias de intercambio de semillas).

Se realizaron entrevistas a las tres familias participantes sobre la dinámica de los intercambios de semillas que realizan con las otras familias de la microcuenca, pidiéndoles que precisaran las modalidades (reciprocidad, regalo, compra, venta, ferias, entre otras) utilizadas y los cultivos o variedades que son intercambiados.

Análisis de datos

La determinación de la riqueza de variedades campesinas tradicionales de oca se realizó a través del cálculo del número de variedades nativas registradas en chacras e identificadas sobre la base de la denominación tradicional utilizada por los agricultores. La identificación y designación de los nombres de estas “variedades campesinas tradicionales” requirió de un proceso previo de eliminación de duplicidades a través del cotejo del uso del mismo nombre para diferentes variedades y de diferentes nombres para una sola variedad, así como una estandarización de la escritura de los nombres designados (Velásquez, 2009; Velásquez *et al.*, 2011). El proceso terminó con una verificación final de la nomenclatura adoptada realizada por don Marino Ticlavilca, uno de los agricultores del valle que más variedades de tuberosas nativas cultiva, conoce y es capaz de clasificar nominalmente (CCTA, 2006).

Para determinar las diferencias y similitudes entre las familias entrevistadas, en cuanto a la riqueza sociocultural vinculada al intercambio de semillas, el primer paso consistió en ordenar la información registrada en las entrevistas en una matriz, a fin de poder visualizar y analizar el espectro de elementos socioculturales (lengua, costumbres, lazos comunitarios, viajes, entre otros) y prácticas o modalidades ancestrales vinculados al intercambio de semillas llevado adelante por los cinco agricultores. Luego, se definieron las variables cualitativas y cuantitativas a utilizar, a todas las cuales se les asignó un valor en una escala de 1 a 100, a fin de realizar el análisis comparativo a nivel familiar.

Con el fin de determinar las características biogeográficas de la dinámica del intercambio de semillas llevado a cabo por las familias entrevistadas, se realizó un análisis espacial a tres niveles. El primer nivel de análisis estuvo dirigido a determinar la manera en que se organiza el cultivo de las tuberosas nativas a través de la microcuenca y a explorar las razones que han dado lugar a dicha organización territorial y la influencia que ésta tiene sobre el intercambio de semillas que realizan los agricultores. El segundo nivel de análisis consistió en determinar y representar en un mapa la dinámica espacial y los mecanismos utilizados por los agricultores en el flujo de semillas de las variedades tradicionales de tuberosas nativas. El tercer nivel de análisis -realizado con la finalidad de explorar la influencia del uso de las tuberosas nativas por las familias que habitan los distintos espacios del valle de Warmiragra en la decisión de seguir manteniendo la producción, la diversidad y, por ende, la provisión e intercambio de semillas de papa nativa, oca, olluco y mashua- consistió en determinar y representar en un mapa la dinámica espacial y los mecanismos utilizados por los agricultores en el flujo de variedades de tuberosas nativas como productos de consumo.

A fin de determinar la influencia de la riqueza sociocultural sobre la riqueza de variedades campesinas tradicionales de oca, se realizó el análisis comparativo de la riqueza de variedades campesinas de oca y de las tres variables de riqueza sociocultural consideradas, entre las dos

familias, Ticlavilca y Espinoza, que contaron con una riqueza de variedades campesinas de oca. Cabe mencionar que se trata de un análisis comparativo exploratorio basado en el listado de variedades con nomenclatura tradicional, paso inicial importante para el desarrollo de estudios comprensivos y a profundidad de los sistemas de clasificación tradicional.

RESULTADOS

Riqueza de variedades campesinas tradicionales de oca

Se determinó que las dos unidades familiares en conjunto manejaron un total de 29 variedades campesinas tradicionales de oca, 18 registradas en las chacras de Estanco de la familia Ticlavilca y 15 en las chacras de Chuchaynillo de la familia Espinoza, apreciándose que ambas familias tuvieron en común las variedades: Becerrepan sengan corta, Chunchita, Pilcush blanca y Shongo nanay.

Características socio-culturales vinculadas al intercambio de semillas

En términos generales, la población del valle de Warmiragra es bilingüe quechua - hispano hablante, pero existen interesantes diferencias entre los agricultores en el dominio del idioma quechua y el castellano, siendo Julia la que domina el quechua y apenas habla el castellano; don Marino, el agricultor de mayor edad (65 años), claramente bilingüe; don Antonio Alania (24 años) y don Tomás (de 36 años) hablan, leen y escriben el castellano y entienden el quechua, pero no lo hablan o lo hablan poco; y don Juan Espinoza sólo habla el castellano y entiende y habla poco el quechua.

Asimismo, se presenta una gradualidad en el complejo de las tuberosas nativas que manejan los agricultores, a quienes se puede dividir en tres categorías: la primera formada por Antonio, que actualmente es un agricultor que no produce papas nativas, oca, mashua ni olluco y solamente cultiva papa blanca para la venta comercial; el segundo grupo formado por Juan y su esposa Julia, agricultores que no producen papas nativas sino papa mejorada, pero sí cultivan oca, olluco y mashua; y un tercer grupo formado por don Marino y su hijo Tomás, que producen todas las tuberosas nativas: papas, oca, mashua y olluco, además de integrarse al mercado comercial con la producción y venta de papa blanca canchán y amarilla tumbash.

Igualmente, se encontró una gradualidad en el conocimiento de las variedades de oca entre las tres familias y aún entre los miembros de la misma, siendo el de mayor conocimiento don Marino, luego su hijo Tomás y, en tercer lugar, doña Julia.

De acuerdo a los testimonios dados por todos los entrevistados, el lugar de origen de las semillas recibidas por *herencia* es Panao, que es además el lugar de procedencia de muchos de los agricultores que migraron hacia Warmiragra a principios del siglo XX, como es el caso de las familias de don Marino Ticlavilca y doña Julia Mario, así como de los inmigrantes más recientes, como es el caso de don Juan Espinoza.

Según testimonio de los agricultores entrevistados, en Warmiragra no se realizan matrimonios con pobladores de otras zonas del Perú, sean estos de la costa, sierra o selva, por lo cual al valle no se incorporan variedades ni conocimientos de manejo de semillas que corresponden a otros ambientes ecológicos del país.

Cabe destacar que la familia Ticlavilca es la única que mantiene el conjunto de rituales y

fiestas tradicionales que se celebran en el valle de Warmiragra; en tanto que los Espinoza, en el extremo opuesto, no celebran ninguna. Es interesante notar que los Alania, la familia más joven, sí participa en un buen número de rituales y festividades tradicionales, pero dejan de lado ritos tan tradicionales de la actividad agrícola andina, como son el pago a la tierra y los cantos durante la cosecha.

El estudio permitió detectar una serie de rutas utilizadas por los agricultores para realizar trabajos temporales, intercambio de semillas y otros bienes, las cuales en conjunto llegan a cubrir 2,758.5 km. Los sitios visitados corresponden, por un lado, al mismo valle de Warmiragra (Armatanga, Tomayquichua y Estanco) o lugares vecinos (Panao, Cajón y Quishqui) y, por el otro, a otras regiones más lejanas, notándose una preferencia por visitar sitios de la selva, seguidos por sitios de la sierra y, finalmente, de la costa.

Ahora bien, se puede distinguir dos grupos de agricultores con relación a estas rutas de viaje: aquellos que no salen del valle de Warmiragra o lo hacen solo a lugares muy cercanos, como es el caso de los esposos don Juan y doña Julia Espinoza, y aquellos que se desplazan a otras regiones, como don Antonio Alania y don Marino y don Tomás Ticlavilca. Concordantemente, el menor desplazamiento correspondió a los Espinoza (45.3 km), luego a los Alania (223.8 km) y el notoriamente mayor a los Ticlavilca, con 2,489.4 km. Asimismo, se puede hacer una distinción entre los sitios visitados por trabajo temporal, ubicados en la selva, y los sitios visitados para realizar intercambio de semillas y de variedades para consumo, ubicados dentro del mismo valle, en comunidades cercanas y en regiones de la sierra y en Lima, comúnmente para participar en ferias de las semillas organizadas por instituciones que promocionan la conservación *in situ* de cultivos nativos.

Se logró determinar que los agricultores llevan adelante hasta ocho prácticas o modalidades ancestrales distintas de intercambio de semillas: a) herencia de sus padres, b) regalo, c) “encuentran” variedades en las chacras, d) participación activa en las festividades del calendario agrícola, e) intercambios de variedades en ferias, f) trueque por otros productos, g) préstamo mutuo de variedades y h) semillas como parte de pago por su trabajo. En el caso particular del agricultor que no cultiva ninguna tuberosa nativa sino exclusivamente papa comercial, resulta interesante destacar que logra consumir tuberosas nativas a lo largo del año a través de la modalidad de regalo, práctica ancestral de intercambio que mantiene el grupo familiar al que pertenece (su hermano cultiva tuberosas nativas con su suegro, don Víctor Álvarez, en Estanco). De manera similar a lo que ocurre con las otras variables, se presenta una gradualidad entre los agricultores: una sola práctica en los casos de don Antonio (regalo) y don Juan (pago por trabajo), tres en el caso de doña Julia (regalo, herencia y encontradas), cinco en el caso de don Marino (herencia, regalo, encontradas, festividades y ferias) y seis en el caso de don Tomás (todas, a excepción de regalo).

En la Figura 2, en la cual todas las variables socioculturales analizadas han sido representadas en una escala de 1 al 100 y se identifican a través de abreviaturas, se observa notoriamente los altos valores que presenta la familia Ticlavilca, muy por encima de la familia Espinoza y más aún sobre los Alania.

Dinámica biogeográfica del intercambio de semillas

En la microcuenca de Warmiragra se pueden distinguir cuatro zonas de producción (Mayer, 1981). Yendo desde la desembocadura del río hasta su nacimiento, primero encontramos una zona de frutales, comprendida entre los 2,100 a 2,400 msnm, en la cual se cultiva también maíz, camote y yuca. Una segunda zona de maíz, frijol y hortalizas, que va de los 2,400 a 3,300 msnm, en la cual se produce también cultivos comerciales, entre ellos, tuberosas y arveja. Una tercera zona de papa comercial, comprendida entre los 3,300 a 3,500 msnm, en la cual se cultivan también tuberosas andinas asociadas (oca, olluco y mashua). Por último, una zona de tuberosas nativas, comprendida entre 3,500 a 4,400 msnm, en la que predomina la papa nativa y las tuberosas andinas asociadas.

Al parecer, se ha producido un estrechamiento de la zona de producción de tuberosas nativas, que hacia el año 2005 bajaba hasta los 2,850 msnm (CCTA, 2006), en tanto que el cultivo de la papa comercial ha avanzado a partes más elevadas.

Al igual que en todos los lugares donde se practica la agricultura de cultivos nativos, en las zonas de producción del valle de Warmiragra donde se cultiva el complejo de tuberosas nativas (esté incluida la papa nativa o no), las semillas provienen principalmente de la propia unidad familiar, pero también de unidades familiares y otras comunidades vecinas o lejanas. Se encontró que en la zona de producción de papa nativa y tuberosas asociadas confluyen semillas provenientes de sitios de múltiples escalas geográficas, principalmente de unidades familiares diferentes del mismo valle de Warmiragra (las tres familias entrevistadas realizan intercambios con los productores de Estanco). En cambio, en la zona de producción de papa comercial y tuberosas asociadas, la familia entrevistada sólo intercambiaba semillas provenientes de comunidades vecinas, pero no de otras unidades familiares de Warmiragra ni de ferias regionales o interregionales. Finalmente, la zona de producción de maíz, frijol y hortalizas es un espacio que se nutre de variedades tradicionales de tuberosas nativas provenientes de unidades familiares diferentes del mismo valle de Warmiragra, principalmente para consumo (Cuadro 1).

Como se puede apreciar en la Figura 3b, el flujo de semillas de tuberosas nativas abarca un amplio territorio, que cubre distintas localidades del valle de Warmiragra, del valle vecino de Panao y varias regiones de la sierra. Se produce un flujo intenso de semillas desde el valle de Panao hacia Warmiragra, distinguiéndose particularmente las localidades de Cajón (ubicada a 2,400 msnm en el distrito de Molino) y Panao (capital del distrito del mismo nombre, ubicada a 2,772 msnm), lugares en los que probablemente se realizan ferias tradicionales a las cuales los agricultores de las partes altas cercanas llevan sus cosechas y a las que se podría reconocer como centros de aprovisionamiento de semillas para los agricultores productores de tuberosas nativas de los valles vecinos. En el caso de Panao, existe una conexión histórica entre ambos valles, dado que es el lugar de procedencia de muchas de las familias que migraron hacia Warmiragra (como la de Marino Ticlavilca y Julia Mario), y explica en gran medida que los agricultores productores para aprovisionarse de las variedades perdidas o que les interesa comprar o intercambiar se desplacen, ya sea desde Chuchaynillo o Estanco hasta Cajón y Panao. Cabe mencionar que Cajón es visitado con mayor frecuencia, dado que se halla más cerca al valle de Warmiragra (8.9 km desde Chuchaynillo y 5.1 km desde Estanco) que Panao (29.7 km desde Chuchaynillo y 27 km desde Estanco).

Dentro del mismo valle de Warmiragra, de acuerdo a los testimonios recogidos, Estanco (ubicado a 4,200 msnm) es la principal localidad productora y abastecedora de semillas de tuberosas nativas. Como se observa en la Figura 3b, agricultores como Gregorio Ricuchu, Antonio Álvarez, Camilo Beragón y el mismo Marino Ticlavilca, parecen ser los principales proveedores de semillas de variedades nativas de papa, oca, olluco y mashua. Pero, además, Armatanga (ubicada a 2,775 msnm) parece constituir un centro de intercambio de semillas del *wachuy* o conjunto de variedades producidas en Estanco por determinadas variedades de oca y papa (*huiras*, *mujino*, *culeto*) producidas en otras localidades del valle de Warmiragra, intercambio en el cual la familia Ticlavilca juega un papel dinamizador.

El flujo de semillas más allá del valle y comunidades vecinas está restringido a la familia Ticlavilca, la cual tiene una activa participación en ferias de semillas organizadas en el mismo Huánuco (como la del distrito de Kichki) y en otras regiones de la Sierra (como las realizadas en Huancayo y Huancavelica) con apoyo de autoridades municipales y organizaciones no gubernamentales. Por propia iniciativa, la familia Ticlavilca también realiza viajes a otras regiones más lejanas, como Ayacucho y Cajamarca, en busca de semillas (Figura 3a). Cabe hacer notar, que estos viajes de intercambio de experiencias y semillas se realizan a otras zonas de la sierra y no de la selva o la costa, ya que las variedades de estas regiones no se adaptan a las condiciones climáticas andinas de Warmiragra.

Paralelamente al flujo de semillas existe un flujo de tuberosas nativas como producto de consumo, que conecta a los agricultores que producen estas tuberosas nativas con los agricultores que no producen ninguno o producen algunos de los cultivos de este complejo de tuberosas, especialmente papa nativa. Esto se debe a que todas las familias del valle de Warmiragra siempre consumen papa nativa (y las otras tuberosas andinas) aunque no la siembren. El lugar de aprovisionamiento dentro del valle de Warmiragra es Estanco. Por otro lado, Armatanga es el lugar donde los Ticlavilca intercambian, bajo la forma de *trueque*, *wachuy* y variedades arenosas de papas y olluco que han producido en las partes altas del valle (Estanco) con otras familias de Warmiragra, a cambio de papa blanca principalmente y de otros productos como calabaza, maíz, granadilla y durazno, que son propios de las partes bajas del valle. Cuando las familias no logran abastecerse con la producción de papa nativa del valle de Warmiragra para su consumo, van a buscarla a la vecina localidad de Cajón, constituyéndose ésta en el principal centro de aprovisionamiento, y cuando allí no la encuentran, finalmente, la van a buscar hasta Pano, el segundo centro de aprovisionamiento de importancia.

Influencia de la riqueza sociocultural vinculada al intercambio de semillas sobre la riqueza de variedades campesinas tradicionales de la oca

Como se muestra en el Cuadro 2, si bien la familia Ticlavilca tuvo una mayor riqueza de variedades de oca (18), no se puede afirmar que fuera marcadamente superior a la que tuvo la familia Espinoza (15). La diferencia entre ambas familias se nota algo más en términos que la familia Ticlavilca contribuye en mayor proporción (62%) que la familia Espinoza (52%) con el número total de variedades tradicionales campesinas de oca (29) registradas. Sin embargo, notoriamente, la familia Ticlavilca presentó una mayor riqueza sociocultural vinculada al intercambio de semillas que la familia Espinoza (Cuadro 2 y Figura 4), expresada principalmente

en la participación en rituales y fiestas tradicionales (89% y 11%, respectivamente), la lejanía de viajes realizados para trabajo temporal e intercambio (98% y 2%, respectivamente) y en las prácticas ancestrales de intercambio de semillas (89% y 44%, respectivamente).

DISCUSIÓN

Si bien en estudios realizados en otras comunidades andinas (Velásquez *et al.*, 2011) podría decirse que existe una relación directa entre la riqueza de variedades campesinas tradicionales y la riqueza de manifestaciones culturales vinculadas al intercambio de semillas, en este caso tal relación no es tan clara dado que ambas familias (Ticlavilca y Espinoza) registraron un similar número de variedades tradicionales de oca (18 y 15, respectivamente) y contribuyeron casi equitativamente (62% y 52%, respectivamente), con el total de la riqueza de variedades registradas (29), a pesar del notorio mayor dinamismo cultural mostrado por la familia Ticlavilca, particularmente en la participación en rituales y fiestas tradicionales (89%), la lejanía de viajes realizados para trabajo temporal e intercambio (98%) y en las prácticas ancestrales de intercambio de semillas (89%). Por lo tanto, no se puede afirmar que la riqueza sociocultural vinculada al intercambio de semillas sea un factor determinante de la riqueza de variedades campesinas tradicionales de la oca manejada por los agricultores tradicionales de tuberosas nativas.

Ahora bien, si se compara la influencia de lo cultural sobre el manejo del sistema de cultivo de las tuberosas nativas (y, por ende, sobre la riqueza de variedades de la papa nativa, en particular), definitivamente, la diferencia entre ambas familias es bastante más clara, pues los Ticlavilca parecen ser una de las pocas familias, como los Álvarez y Ricuchu, gracias a las cuales los demás pobladores del Valle de Warmiragra pueden abastecerse de semillas y variedades de tuberosas nativas para el consumo, especialmente de papa, a través de sistemas de herencia, trueque, préstamo mutuo, regalos familiares y compra. Efectivamente, la persistencia del consumo de tuberosas nativas por agricultores que no la cultivan parece revelar que lo que se encuentra en retroceso es el cultivo de tuberosas nativas, particularmente papas nativas, y no su consumo. Al parecer, esta presión por el consumo es lo que hace que se sigan sembrando tuberosas nativas y que las semillas se mantengan, pues basta que un agricultor deje de cultivar un año para que pierda las semillas y deba realizar esfuerzos mayores y costosos para volver a conseguirlas. Este vínculo estrecho entre la vida de los agricultores y los cultivos nativos que manejan queda nítidamente expresado en la frase de Monroe & Arenas (2002): “la agrobiodiversidad es indígena y ésta es su matriz cultural”.

La importancia de que familias como los Ticlavilca, Álvarez y Ricuchu continúen produciendo e intercambiando papa nativa (y tuberosas asociadas) en el valle de Warmiragra es aún mayor, si se toma en cuenta que la ausencia de los matrimonios con personas de otros lugares reduce al mínimo los intercambios con individuos de diferente cosmovisión o manera del ver el mundo y, con ello, la posibilidad de introducción de semillas de nuevas especies y variedades, así como de nuevas experiencias y prácticas. La herencia de tierras y semillas cuando un hijo o hija se independiza o se casa no sólo es una tradición para bendecir el inicio de una nueva familia sino que es reconocida como uno de los mecanismos tradicionales de intercambio de semillas; incluso, si después de un tiempo la nueva familia ha demostrado que sabe conservar

o mantener sus semillas, se le entrega las semillas antiguas más preciadas (INIA, 2007).

Desde el punto de vista biogeográfico, resulta preocupante que la producción de papa nativa esté restringiéndose sólo en Estando, la parte más alta (3,800-4,000 msnm) del valle de Warmiragra, debido al terreno que viene ganando la papa comercial en el piso ecológico Suni, a partir de alrededor los 3,500 msnm y a la emigración de agricultores que se viene dando a nivel de todo el valle de Warmiragra (Díaz *et al.*, 2002; INEI, 2007b). Aunque esta situación de “arrinconamiento” no parece estar dando para el caso de la oca, es posible que a la larga vaya perdiendo intensidad, como se ha comprobado en Paucartambo (Cusco) en el caso de la papa y el olluco (Zimmerer, 2003). En el caso de Warmiragra, todo parece indicar que la principal causa de esta pérdida de intensidad es socioeconómica, esto es, debido a la necesidad de generar ingresos monetarios a través de la venta de papas comerciales o a la emigración de los agricultores en busca de nuevas oportunidades, aunada a una pobre vida cultural tradicional de familias como los Espinoza. En efecto, la emigración es una de las amenazas a la conservación de la variabilidad (Alva & Flores, 2004; Alva, & Huacho, 2004), habiéndose presentado en de la región de Huánuco una tasa de emigración del 9% durante el período 2002-2007 (INEI, 2007b). Consecuentemente, tanto las familias de las zonas de producción de papa comercial como la de maíz, frijol y hortalizas tienen como centro de aprovisionamiento de semillas y variedades para consumo a la zona de tuberosas nativas, en donde confluyen variedades no solo propias de la parte alta del mismo valle de Warmiragra, sino también de comunidades vecinas (como Panao, Cajón y Kichki) y de otras regiones de la sierra del país.

Este patrón de intercambio de semillas es tradicional entre las comunidades andinas (INIA, 2007): “En gran parte de las comunidades se realiza la ‘ruta de altura’, donde los agricultores de las partes bajas se abastecen de semillas de las partes altas, debido a que éstas presentan características peculiares de rusticidad, sanidad y son antiguas. En ocasiones, viajan para conseguir las semillas o buscan semillas en los mercados, pero de aquellas que proceden de lugares reconocidos por producir buena semilla”.

Como vemos, la intensa vida cultural tradicional, con sus prácticas rituales y festivas o el pago a la tierra (propios de la cultura andina), el intercambio de semillas, la gastronomía tradicional, y otros elementos culturales como la conservación del idioma quechua, ejercen influencia, pero no son los únicos factores que estarían condicionando la riqueza de variedades de oca que manejan los agricultores de Warmiragra. Sin desconocer el peso que lo cultural tiene sobre los procesos de la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad, es necesario considerar el papel que juegan otros múltiples factores (Zimmerer, 1991, 2010; Velásquez *et al.*, 2011), sean éstos de orden ecológico (biogeográfico), tecnológico (organización de la producción) o socioeconómico (ingreso familiar). Así, para el caso de la oca, el factor tecnológico podría ser uno de los importantes a considerar, en la medida que la siembra de oca sigue siempre a la siembra de la papa en la rotación de cultivos, sea que se cultive papa nativa o papa comercial. También habría que tomar en cuenta consideraciones socioeconómicas, pues mientras las variedades campesinas de papa son reemplazadas por variedades comerciales de papa, las variedades campesinas de oca no estarían siendo reemplazadas por otras variedades mejoradas de oca que pudieran generar mayores ingresos para la familia, tal como se evidencia en el caso de la familia Espinoza en el presente estudio. Lo que sí ocurre en el caso de la papa es que la

diversidad disminuye cuando crecen las áreas con variedades mejoradas (Mayer *et al.*, 1992). Cosa similar al de la oca estaría pasando con las otras tuberosas andinas asociadas, el olluco y la mashua.

CONCLUSIONES

No existe una clara relación directa entre la riqueza de variedades campesinas tradicionales de oca y la riqueza de manifestaciones culturales vinculadas al intercambio de semillas, dado que ambas familias (Ticlavilca y Espinoza) registraron un similar número de variedades tradicionales de oca (18 y 15, respectivamente) y contribuyeron casi equitativamente (62% y 52%, respectivamente) con el total de la riqueza de variedades registrada (29), a pesar del notorio mayor dinamismo cultural mostrado por la familia Ticlavilca. En cambio, el mantenimiento de las manifestaciones culturales propias de la cultura andina y la costumbre tradicional de intercambio de semillas y de variedades tradicionales de tuberosas nativas para consumo, parecen estar ejerciendo una mayor influencia en la decisión de los agricultores de seguir practicando la agricultura tradicional de tuberosas nativas, manteniendo a la papa nativa y sus variedades tradicionales como cultivo principal (como es el caso de la familia Ticlavilca), en lugar de reemplazarla por la papa comercial (como es el caso de la familia Espinoza). Para futuros estudios similares, tal vez lo recomendable sería tomar en cuenta al sistema de cultivos de tuberosas nativas en conjunto o, por lo menos, incluir siempre la papa nativa dada su condición de cultivo principal en el sistema.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el estímulo y la asesoría científica brindada por el Dr. Alejandro Casas del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIECO-UNAM) y el M.Sc. Juan Torres Guevara de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), para la realización de la presente investigación. Igualmente, a las familias campesinas de las localidades de Armatanga, Chinchubamba, Chuchaynillo y Estanco de la microcuenca de Warmiragra, que nos permitieron ingresar a sus hogares y tuvieron la disposición para compartirnos su experiencia y conocimientos cuando fueron requeridos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva, J., & D. Flores. 2004. *Informe: Intercambio de experiencias en conservación In Situ*. Proyecto *In Situ*-CCTA. Huánuco.
- Alva, J., & G. Mejía. 2005. Experiencias de intercambio de semillas de cultivos nativos en Huánuco. Proyecto *In Situ*-CCTA. Huánuco.
- Alva, J., & Y. Huacho. 2004. Informe: Cursos cortos en centros de educación superior. Proyecto *In Situ*-CCTA. Huánuco.
- Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes (CCTA). 2006. *Informe de cierre*. Proyecto *In Situ*. Lima.
- Cruz, G. 2001. Conservación *in situ* de papas nativas cultivadas (*Solanum spp.*) En la microcuenca de Ragra, distrito de Kichki, Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco. *Tesis para optar el título de Bióloga*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional

Agraria La Molina (UNALM). Lima.

Díaz, C., J. Alva, D. Flores & V. Vara. 2002. *Punto de partida de la conservación in situ en la microcuenca de Warmiragra, distrito de Tomayquichua, departamento de Huánuco*. Proyecto *In Situ*-CCTA. Huánuco.

Eddowes V, J. 1992. *La huaca*. Editorial Horizonte. Lima.

Egúsquiza, R. 2009. *Caracterización de papas nativas cultivadas en Huánuco*. CCTA. Lima.

Ferreira, F. 2008. Taulli (Ayacucho, Perú): etnografía de una comunidad campesina quechua a principios del siglo XXI. *Revista Perspectivas Latinoamericana* (5).

Figuerola, M. 2006. La conservación *in situ* de la papa (*Solanum* spp.) en la microcuenca de Warmiragra (1950-2004), distrito de Tomayquichua, provincia de Ambo, Región Huánuco. *Tesis para optar el título de Biólogo*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima.

Gallardo, M. & L. Felipe; 2001. *Informe final: zonificación de la agrobiodiversidad*. Proyecto *In Situ* – CCTA. Lima.

Gallardo, M., L. Felipe & A. Cruz. 2002. *Zonificación de los cultivos priorizados*. Proyecto *In Situ* – CCTA. Lima.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2007a. [<http://proyectos.inei.gob.pe/mapas/bid/>].

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2007b. [<http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>]

Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA). 2007. *Mecanismos tradicionales de intercambio de semillas*. Lima.

Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria, Sub Dirección de Investigación de Recursos Genéticos y Biotecnología (INIA-SUDIRGEB). 2006. *Informe de cierre actualizado a agosto 2006*. Proyecto *In Situ*. Lima.

Mayer, E. 1981. *Uso de la tierra en los Andes: ecología y agricultura en el valle del Mantaro del Perú con referencia especial a la papa*. Centro Internacional de la Papa. Lima.

Mayer, E. 2004: *Casa, chacra y dinero: economías domésticas y ecología en los Andes*. Estudios de la Sociedad Rural, 28. Instituto de Estudios Peruanos. Lima.

Mayer, E., M. Glave, E. Brush, & J. Taylor. 1992. *La chacra de papa, economía y ecología*. Centro Peruano de Estudios Sociales. Lima.

Monroe, J. & F. Arenas. 2002. La cultura, modernidad, modernización e interculturalidad en la conservación *in situ*. *Dossier de artículos e informes*. Proyecto *In Situ* – CCTA. Lima.

Pautasso, M., Aistara G., Barnaud, A., Caillon, S., Clouvel, P., Coomes, O.T., Delêtre, M., Demeulenaere, E., De Santis, P., *et al.*, 2013. Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 33:151–175.

Proyecto Andino de Tecnologías Campesinas (PRATEC). 1997. *Los caminos andinos de las semillas: núcleos de vigorización de la chacra andina; experiencias de los núcleos de vigorización de la chacra andina en la crianza de la biodiversidad*. Lima.

Pulgar Vidal, J. 1987. *Geografía del Perú: las ocho regiones naturales del Perú*. Ed. Universo. Lima.

Velásquez, D. 2009. Estrategias campesinas de conservación *in situ* de recursos genéticos en agroecosistemas andinos de la sierra del Perú: Cajamarca y Huánuco. Tesis de Posgrado

en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 113 p.

Velásquez, D., A. Casas, J. Torres & A. Cruz. 2011. Ecological and socio-cultural factors influencing in situ conservation of cropdiversity by traditional Andean households in Peru. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 7(40): 1-20.

Zimmerer, KS. 1991. The regional biogeography of native potato cultivars in highland Peru. *Journal of Biogeography* 18(2): 165-178.

Zimmerer, KS. 2003. Geographies of seed networks for food plants (potato, ulluco) and approaches to agrobiodiversity conservation in the Andean countries. *Society and Natural Resources* (16):583-601.

Zimmerer, KS. 2010. Biological diversity in agriculture and global change. *Annual Review of Environment and Resources* (35):137-166.

FIGURAS



Figura 1. Ubicación del área de estudio

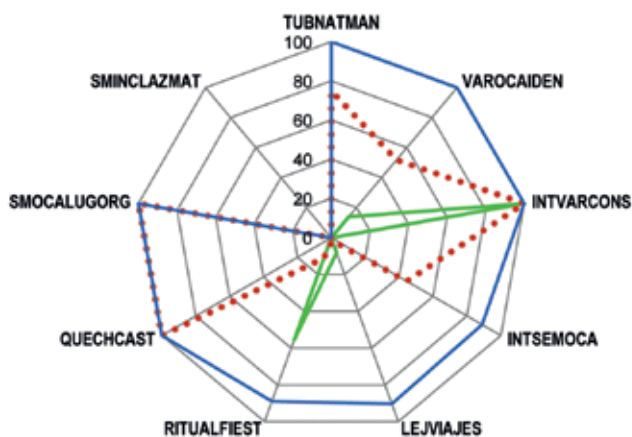


Figura 2. Riqueza sociocultural vinculada al intercambio de semillas de las familias entrevistadas en el valle de Warmiragra. Familias: Alania, en línea verde; Espinoza, en línea roja punteada; Ticlavilca, en línea celeste. Leyenda: TUBNATMAN = tuberosas nativas manejadas; VAROCAIDEN = variedades nativas de oca identificadas; INTVARCONS = prácticas ancestrales de intercambio de variedades de tuberosas nativas para consumo; INTSEMOCA = prácticas ancestrales de intercambio de semillas; LEJVIAJES = lejanía de viajes realizados; RITUALFIEST = rituales y fiestas tradicionales mantenidos; QUECHCAST = dominio del quechua y castellano; SMOCALUGORG = semillas de variedades de oca del lugar de origen incorporadas; SMINCLAZMAT = semillas y conocimientos incorporados de otros lugares a través de lazos matrimoniales.

Intercambio tradicional de semillas de tuberosas nativas andinas y su influencia sobre la diversidad de variedades campesinas en la sierra central del Perú (Huánuco)

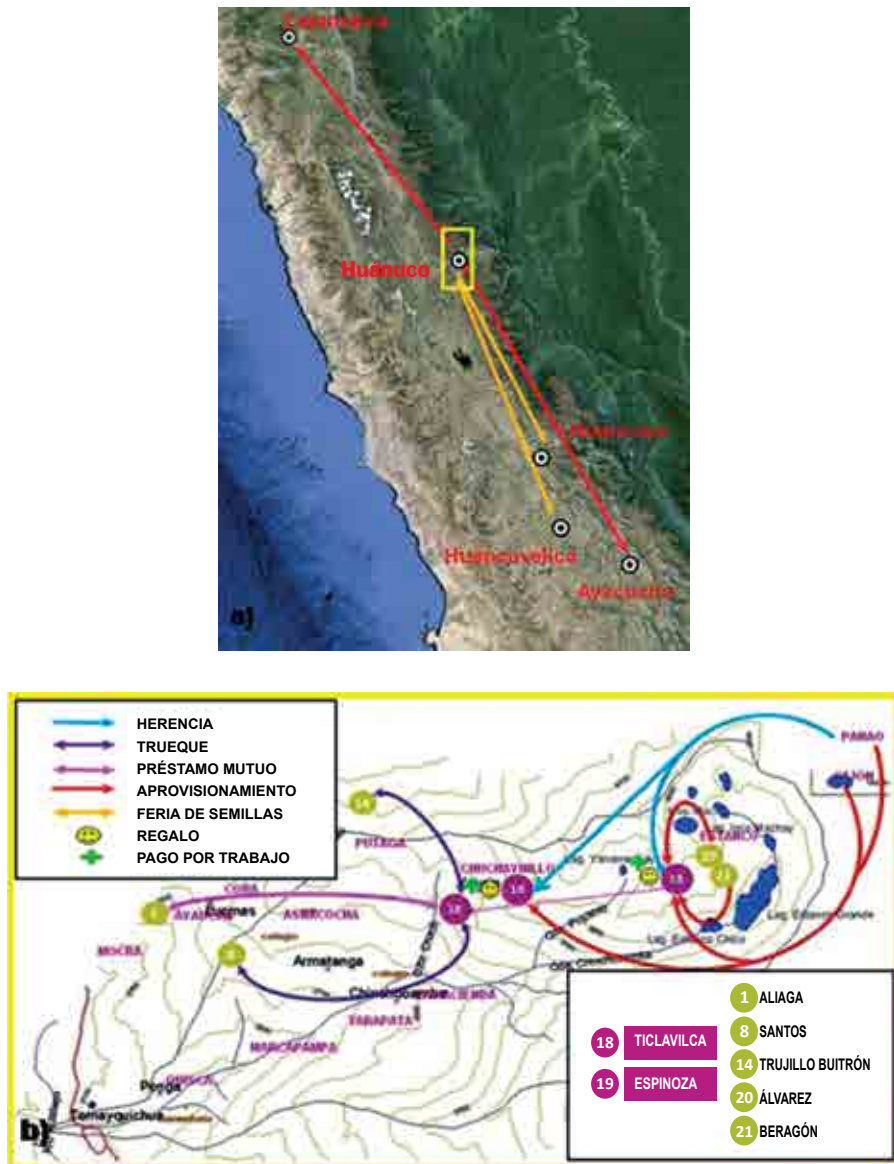


Figura 3. Flujo de semillas de tuberosas nativas de agricultores del valle de Warmiraga. a) Intercambio de semillas con otras regiones; b) Intercambio de semillas a nivel local. Familias: Aliaga, 1; Santos, 8; Trujillo Buitrón, 14; Ticlavilca, 18; Espinoza, 19; Álvarez, 20; Beragón, 21. Leyenda: Herencia, flecha celeste; Trueque, flecha morada; Préstamo mutuo, flecha rosada; Aprovisionamiento, flecha roja; Feria de semillas, flecha amarilla; Regalo, cara feliz; Pago por trabajo, cruz verde.

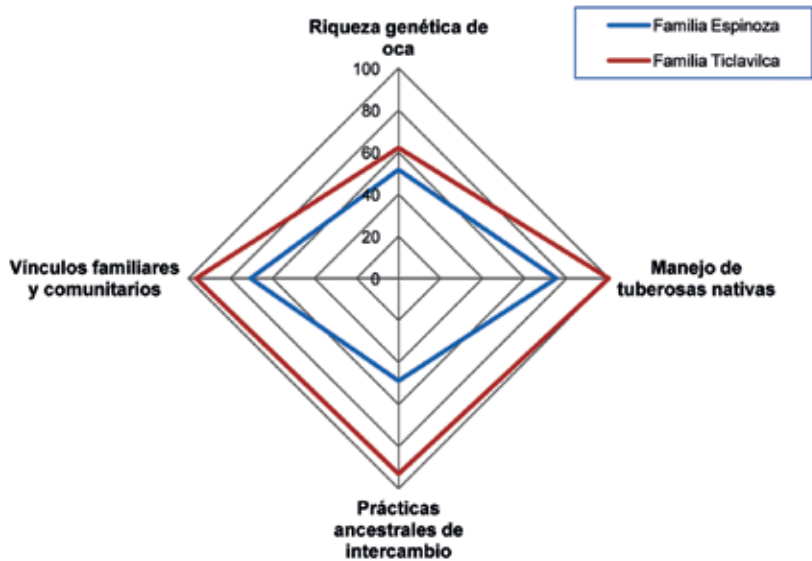


Figura 4. Similitudes y diferencias entre familias que manejan tuberosas nativas en riqueza sociocultural vinculada al intercambio de semillas y riqueza genética de oca. Línea celeste: familia Espinoza. Línea roja: familia Ticlavilca.

CUADROS

Cuadro 1.- Estructura geográfica de los flujos de variedades campesinas tradicionales de tuberosas nativas para producción o consumo (Tomayquichua, Huánuco, 2011).

Escala Geográfica	Procedencia de variedades campesinas en las zonas de producción		
	maíz, frijol, hortalizas y tuberosas (consumo)	papa comercial y tuberosas asociadas (producción y consumo)	papa nativa y tuberosas asociadas (producción)
Unidad familiar diferente (valle de Warmiragra)	100.0 %	0.0 %	50.0 %
Comunidad cercana (Cajón, Panao, Kichki)	0.0T %	100.0 %	16.7 %
Feria regional (Huánuco)	0.0 %	0.0 %	16.7 %
Ferias interregionales	0.0 %	0.0 %	16.7 %

Cuadro 2.- Matriz de datos analizados para determinar la influencia de la riqueza socio-cultural vinculada al intercambio de semillas sobre la riqueza de variedades campesinas tradicionales de oca en el valle de Warmiragra.

Componente / Subcomponente	Variable	Indicador	Familia Espinoza		Familia Ticlavilca		Universo/ Total	
			Valor	%	Valor	%	Valor	%
Riqueza variedades	Variedades tradicionales de oca	Número	15	52	18	62	29	100
Riqueza sociocultural								
- Manejo de tuberosas nativas	Tuberosas nativas manejadas	Número	3	75	4	100	4	100
	Semillas de variedades de oca del lugar de origen incorporadas	Presencia	sí	100	Sí	100	sí	100
- Vínculos familiares y comunitarios	Dominio del quechua y castellano	Presencia	sí	100	Sí	100	sí	100
-	Semillas y conocimientos incorporados de otros lugares a través de lazos matrimoniales	Presencia	No	0	No	0	Sí	100
-	Rituales y fiestas tradicionales mantenidos	Número	1	11	8	89	9	100
-	Lejanía de viajes realizados	Distancia	45.3	2	2489.4	98	2534.7	100
- Prácticas ancestrales de intercambio	Prácticas ancestrales de intercambio de semillas	Número	4	44	8	89	9	100
	Prácticas ancestrales de intercambio de variedades de tuberosas nativas para consumo	Presencia	Sí	100	Sí	100	Sí	100

Artículo original

Manejo de variedades locales de *Prunus persica* (Rosaceae) en la Quebrada de Humahuaca, Argentina y su relación con los sistemas agrícolas tradicionales

D. ALEJANDRA LAMBARÉ

Laboratorio de Botánica Sistemática y Etnobotánica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Alberdi 47, CP 4600, San Salvador de Jujuy, Argentina; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

Para correspondencia. E-mail: dal2782@yahoo.com.ar

Recibido: 3 de Noviembre 2013

Aceptado: 25 de Marzo 2014

RESUMEN

El noroeste argentino constituyó el área receptora de frutales durante el período hispano-indígena. Uno de estos elementos es el “duraznito de la Quebrada”, nombre con que se designan las variedades de *Prunus persica* cultivadas desde la época de la conquista en la Quebrada de Humahuaca (provincia de Jujuy). El objetivo de este trabajo es caracterizar las prácticas agrícolas tradicionales que contribuyeron a la permanencia de esas variedades. A través de técnicas etnobotánicas cualitativas, se documentaron las variedades locales de durazno y se registraron las estrategias de manejo de las mismas. La previa identificación de la agrobiodiversidad de etnovariedades permitió establecer la relevancia de las variedades, el cálculo de frecuencias en relación a las formas de propagación, origen del germoplasma y criterios o atributos empleados para la selección de semillas. Mediante la búsqueda bibliográfica en literatura arqueológica y documentación histórica andina se abordaron estas estrategias a fin de describir el manejo agrícola desarrollado en la zona desde épocas prehispánicas. Este análisis permitió reconocer y relacionar las prácticas referidas al entorno vegetal así como de cultivo, entendido desde una perspectiva que difiere de aquellas miradas de corte dicotómico o dualista que reflexionan en términos de silvestre-domesticado, autóctono-alóctono.

Palabra claves: agricultura tradicional, duraznos, etnobotánica, etnohistoria, cultivos introducidos, manejo local, noroeste argentino, selección cultural.

ABSTRACT

Northwestern Argentina constituted the area of reception of european fruit trees during the hispano-indigenous period. One of these is the “duraznito de la Quebrada”, term which is used to name the varieties of *Prunus persica* that are cultivated since conquest times in Humahuaca Ravine (Jujuy province). The aim of this contribution is to characterize tradicional agricultural practices that contributed to the permanence of these varieties. By means of ethnobotanical qualitative techniques, local peaches varieties have been recorded as well as the associated management strategies. The previous identification of agrobiodiversity of ethnovarieties allowed to establish the relevance of these varieties, to calculate the frequency related with propagation ways, the origin of germoplasm, and the criteria or attributes employed for the selection of seeds. From the revision of Andean archaeological literature and historic documents, local practices were approached to describe agricultural management in the zone since prehispanic times. This analysis enabled to recognize the simultaneous practices related to plant environment and the diversity of crops, understood from a perspective different from those that have a dichotomous or dualist perspective that are expressed in terms of the opposition wild-domesticated, autoctonous-alloctonous.

Key words: traditional agriculture, peaches, ethnobotany, ethnohistory, introduced crops, local management, northwestern of Argentina, cultural selection.

INTRODUCCIÓN

Dado el carácter dinámico que poseen las relaciones entre comunidades humanas y poblaciones vegetales, resulta fundamental el estudio *in situ* del paisaje, proyección temporal y espacial de esta interacción. La inclusión del paisaje (cultural o biocultural) permite caracterizar la relación hombre-planta aun cuando esta es de escaso tiempo e incluye especies foráneas. Su construcción y transformación sigue lógicas socioculturales y se materializa en el tiempo, permitiendo su abordaje a partir de los espacios resultantes de diversas prácticas. Como ejemplo, para el caso del noroeste argentino, se puede ver esa relación materializada en terrazas de cultivos, acequias, canchones y en las forma de gestión del recurso (Capparelli *et al.*, 2011). Entre las principales contribuciones que la etnobotánica brinda se encuentra la de proporcionar información sobre la diversidad de plantas cultivadas y silvestres, tecnologías de uso y de manejo de los recursos vegetales disponibles asociados a una comunidad, los que constituyen un patrimonio de incalculable valor para el desarrollo de distintas alternativas productivas. En su transcurso, estos estudios lograron complejizar la visión que se tenía del manejo humano del entorno vegetal es así que la comprensión de la gran diversidad de comportamientos humanos implicados en la relación con el medio y de las respuestas de las comunidades vegetales a dicho accionar, es un paso indiscutible en la re-construcción del proceso de domesticación, concebido de manera independiente al surgimiento de los sistemas agrícolas. Estudiar la domesticación y las distintas etapas por las que puede atravesar un taxa vegetal, con registro de las prácticas de manejo desde la metodología etnobotánica, ha demostrado ser muy valioso en la interpretación de prácticas de cultivo en el pasado y su vínculo con la domesticación de especies vegetales (Casas *et al.*; 1994; Alcorn, 1995; Lema, 2010).

Es habitual considerar que una especie domesticada es genéticamente menos diversa que su

contraparte silvestre, ya que ha sido el resultado de un proceso de selección que fijó un número acotado de caracteres respecto a los existentes en el taxa antecesor -características reconocidas en suma como “síndrome de domesticación”- (Doebley *et al.*, 2006). Por otra parte, algunas poblaciones, una vez alejadas de su centro de domesticación comienzan un proceso de diversificación promovido por el aislamiento espacial y la selección cultural, sea este resultado de acciones deliberadas o no (Hawkes, 1983; Smith, 2006).

La diversificación de estos cultivares es a menudo considerada un sinónimo de antiguas y largas interrelaciones entre los humanos y las plantas. Asimismo distintos fenómenos (culturales, históricos, ecológicos por nombrar algunos) operan en el sentido de favorecer la apropiación de especies foráneas por comunidades humanas en distintas partes del mundo, y dichas especies son rápidamente incorporadas al patrimonio local y por lo tanto objeto de selección cultural y manejo. Un estudio que evidencia el efecto de las plantas introducidas en comunidades tradicionales, que pudieron dar origen a formas locales a partir de diversas maneras de gestión del paisaje, es el propuesto por Rivera-Núñez *et al.* (1997) para la cuenca del Río Segura en España; para el caso de México están los trabajos de Martínez-Alfaro (1992) y Martínez-Alfaro *et al.* (1992); en la Argentina los de Lambaré & Pochettino (2012), Stampella *et al.* (2013 a y b).

La agricultura prehispánica en el noroeste de Argentina

La disminución en la movilidad de los pueblos primitivos, todavía presente en el período Arcaico (10000 AP–2500 AP) ocasionaron la domesticación del paisaje (Formativo 2500 AP–900 AD) lo que incluía organización y generación de un espacio destinado al manejo agrícola, encauzamiento de los cursos de agua, presencia de muros de contención para protección del suelo. Para el período de Desarrollo Regional (900 AD–1471 AD) se produce la localización definitiva de las sociedades agropastoriles en fondos de valles y asentamientos semiurbanos (pukaras), así como la especialización de la arquitectura agrícola vinculada al riego, a la construcción de canchones y terrazas de cultivo y el manejo centralizado de la producción y sus productos. Se amplía el repertorio de cultivos con el desarrollo de nuevas variedades de maíz, leguminosas y tubérculos; se expanden las prácticas de regadío artificial y el manejo de los desniveles andinos, tanto en la agricultura con control de la erosión y del agua de riego como para la movilidad y la defensa (Capparelli *et al.*, 2011; Lema, 2009).

La organización impuesta desde Cuzco al espacio centro andino produjo cambios en lo político, económico y social. El interés del poder, en este caso, estuvo orientado a la extracción de minerales, ganadería y a la instalación de áreas de producción agrícola. A ellos debe agregarse la complementariedad de la movilidad interregional de recursos económicos, especies y manufacturas exóticas siguiendo rutas de tráfico adecuada (Albeck, 1992; Raffino, 1999; González 2009; García-Moritán & Cruz, 2011).

Con la instauración de un régimen español, se produce el ingreso de especies del viejo continente. En las comunidades rurales del noroeste argentino, se puede establecer que se produjo un reemplazo de diversos elementos de la flora y la fauna. Las poblaciones europeas, al preferir las carnes, lanas y frutales importados, substituyeron las especies autóctonas, haciendo que las reglas de consumo y mercado prevalecieran sobre la lógica de uso andina.

Es así que las especies vegetales cultivadas y las técnicas de cuidado tradicionales de los terrenos también sufren cambios importantes, instancia que significa que lo que se decide sembrar

corresponde a necesidades alimenticias, sociales-económicas, ceremoniales, así como también a condiciones climáticas, altitudinales y otras imposiciones de la naturaleza (García-Moritan & Cruz, 2011). Este proceso dio origen a cambios en las conductas alimentarias, agrícolas de manejo, tecnologías implementadas, calendario agrícola y selección de etnovariedades (Gonzales, 2009).

En el noroeste, las corrientes colonizadoras introdujeron especies cultivadas en España que ingresaron desde Perú o desde Chile; además se reconocen algunos contactos con las introducciones realizadas por el puerto de Buenos Aires sobre el río de La Plata. Desde el punto de vista ecológico La Quebrada es receptora de un importante elenco de frutales como los duraznos (*Prunus persica* (L.) Batsch.), manzanas (*Malus domestica* Borkh), peras (*Pyrus communis* L.) y membrillos (*Cydonia oblonga* Mill.). En consecuencia, tanto por razones culturales como ambientales, los pueblos agrícolas adoptaron estos elementos y los cultivaron. En este proceso se fueron seleccionando variedades que respondían a los valores locales, así como aquellas que toleraban mejor el clima de la nueva tierra. De este modo se configuraron variedades reconocidas como definitorias de un entorno agrícola, como por ejemplo los “duraznos de la Quebrada” (en referencia a la Quebrada de Humahuaca) y considerados como identitarios por los pobladores, complementados a razas locales de otros cultivos, como es el caso del maíz, que se adaptan o “criollizan” junto a estas variedades foráneas y se generan nuevos etnotaxa producto de combinaciones buscadas o accidentales (Ramos 2009, Ramos *et al.* 2013). Dentro de ese marco cultural, la apropiación de estos frutales originariamente foráneos, los define como elementos identitarios, que contribuyen a la definición de sus comunidades y escenarios de la vida cotidiana (Stampella *et al.*, 2013a).

En un trabajo previo (Lambaré & Pochettino, 2012) se analizó la agrobiodiversidad de duraznos propios de la Quebrada de Humahuaca, entendiendo por tal la variabilidad del material cultivado. Se identificaron dos *grupos de etnovariedades*, la adherencia al endocarpo se utiliza como criterio para definir la primera categoría, asimismo se establecieron nueve *etnovariedades*; el nombre de la categoría etnovarietal queda definido por la característica o criterio organoléptico como el color.

Este trabajo se propone como objetivo, desde el enfoque etnobotánico, documentar, analizar e interpretar el manejo que hacen los pobladores del área de estudio, de las variedades locales cultivadas de *Prunus persica* que ingresaron en América durante el período hispano-indígena. Asimismo se propone reflexionar acerca de la vinculación de la diversidad de los etnotaxa registrados con algunas de las prácticas agrícolas de raíz prehispánicas descriptas para el noroeste argentino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El sitio de estudio corresponde a la localidad de Juella que se ubica en el centro-este de la provincia de Jujuy, Argentina. Este pueblo se distribuye siguiendo una pendiente que varía entre los 2,500 a los 2,800 msnm (Figura 1 y 2). Queda definida fitogeográficamente como provincia Prepuneña o Boliviano Tucumana según Cabrera (1976). Se caracteriza por presentar un clima árido en el sector norte y central, y semiárido en el sector sur, con una amplitud térmica elevada y precipitaciones medias anuales que varían entre los 120 y 130 mm, siendo

exclusivamente estivales. Predominan especies arbustivas, arbóreas bajas y cactáceas. Asimismo constituyen elementos que definen el paisaje del fondo del valle especies introducidas como los sauces (*Salix babylonica* L.), álamos (*Populus alba* L. y *P. nigra* L.), empleadas como cortinas de viento para el cultivo y soporte de márgenes fluviales (Braun *et al.*, 1991; Albeck, 1992; Bianchi & Yañes, 1992; Cremonte, 2003).

En el sitio de estudio los productores identifican zonas o espacios. La zona 1 (2,546 msnm; S23° 31.930' y W65°22.798') está al margen de la ruta nacional N° 9 y se presentan grandes parcelas de cultivos fruti-hortícolas. La zona 2 (2,770 msnm; S23°30.881' y W65° 24.655') corresponde con la zona de mayor concentración de casas familiares y de edificios públicos como la escuela, una capilla y el salón de reuniones de la comunidad. Los sectores 1 y 2 se encuentran en la ladera opuesta al cerro "Los Amarillos" ubicado en una dirección noreste-sudoeste, coincidiendo con lo que se reconoce como fondo de valle. La zona 3 corresponde a "La Isla" (2,762 msnm; S23° 30.806' y W65° 24.640), que es la zona con mayor aridez, ya que presenta una elevada exposición a los vientos y radiaciones solares, así como dificultad en la circulación normal del agua de riego.

Los pobladores que habitan estos parajes son descendientes de las comunidades nativas, con algún grado de mestizaje con los europeos arribados a la zona en diferentes momentos, además de la influencia que recibieron con el ingreso de población boliviana y chilena. Se habla un español regional, con persistencia de algunas palabras y estructuras gramaticales propias del keshua y aymara (Torres *et al.*, 1985; Albeck, 1994; Troncoso, 2003; Raffino *et al.*, 2006). La zona de estudio forma parte de un sitio arqueológico de ocupación prehispánica de importancia en la Quebrada de Humahuaca, en el fondo de valle, donde se encuentran las principales áreas destinadas a los cultivos mesotérmicos en el Período Tardío. Albeck (1992) define a esta porción de la Quebrada como la zona agrícola por excelencia, actividad que se desarrolla en pequeñas áreas cultivadas que reciben diversas denominaciones según los pobladores (terreno, campo, aunque la más común es "rastrojo"), aledañas a las casas de la familia y en las que se encuentran los recursos vegetales destinados al consumo familiar y al comercio informal, es decir destinado a la venta en mercados y ferias regionales. Esta estrategia de subsistencia tiene una larga historia en la zona, y los productos cultivados hasta la llegada de los europeos eran los propios del área andina meridional, donde a la tríada americana (*Zea mays* L. – *Phaseolus* spp. – *Cucurbita* spp.) se agregaban cultivos locales como *Chenopodium quinoa* Willd., *Solanum tuberosum* L. y otras especies de papas andinas, *Oxalis tuberosa* Mol., *Ullucus tuberosus* Caldas, por nombrar algunos. Como actividad complementaria a la agrícola se encuentra la cría de ganado (ovino y caprino). Actualmente la zona agrícola quebradeña presenta una ubicación geográfica con un importante grado de contacto con los centros políticos, el que fue cambiando a lo largo de la historia hasta una integración estatal mayor a partir del período colonial (Karasik, 1984; Hilgert & Gil, 2005; Pochettino & Lema, 2008).

Métodos

A partir del empleo de metodología etnobotánica cualitativa, el que se sustenta en la aplicación de técnicas tomadas desde la etnografía (encuestas abiertas, semiestructuradas, enlistados libres, y observación libre y en punto fijo) se realizaron trabajos semanales junto a los informantes

desde el año 2010 hasta abril del 2013. Las entrevistas y las observaciones se realizaron en las unidades domésticas y en los campos de cultivos (Figuras 3a, 3b). Se trabajó con un total de 23 personas (14 mujeres y 9 varones), los que representan el 12,2% de la población total (188 personas, según informe del censo Nacional Argentino 2001). La edad promedio de los entrevistados es de 57 años. El número de parcelas visitadas fue de 17, lo que representa el 33% del total de terrenos destinados a las actividades agropastoriles. El 92% de las parcelas presentan una extensión de hasta 5 ha (Censo Nacional Argentino Agropecuario, 2002).

La metodología empleada para la selección de los entrevistados fue en primera instancia al azar, y a partir de los primeros entrevistados se empleó el método “bola de nieve” (Bernard, 2000). Además se realizaron entrevistas en profundidad con pobladores por su saber especializado. La información que se recopiló durante las entrevistas y las observaciones, consistió en la identificación de los atributos y/o apreciaciones locales empleadas en la selección del material genético, así como de las estrategias que acompañan la gestión, propagación y formas de conservación del cultivo en la región, además de indagar y registrar aspectos relacionados con la infraestructura y distribución del agua.

En este aporte se emplean dos conceptos que Rivera Núñez *et al.* (1997) propone. El de etnovariabilidad que, según Rivera- Núñez & Obón (2005), constituye un tipo particular de cultivariedad definido por un contexto cultural concreto, tradicional, caracterizado por un atributo o conjunto de atributos, en virtud de lo cual resulta claramente diferenciable, uniforme y estable; además, se define al grupo de individuos obtenidos de semillas procedentes de polinización no controlada, pero también topovariantes, clones y quimeras derivadas de injertos. Esta variabilidad puede reunirse en categorías mayores, denominadas *grupos de etnovariabilidades* (por analogía con el grupo agronómico de cultivariedades), que son conjuntos de etnovariabilidades caracterizados y agrupados por los pobladores bajo un nombre único sobre la base de caracteres comunes, seleccionados con distintos criterios, ya sean morfológicos, organolépticos y/o vinculados con la fecha de maduración.

Los materiales de respaldo, constituidos por partes aéreas de plantas de frutales (hojas y ramas) y frutos, resultado del trabajo realizado en cada zona de estudio en compañía de los productores, se identificaron y depositaron en el Herbario de Plantas Útiles y en la Colección de Frutos y Semillas del Laboratorio de Etnobotánica y Botánica Aplicada de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, con la asignación de siglas y número de registro personal.

Análisis de datos

Para establecer la relevancia de las variedades, se calculó la frecuencia relativa de citas (FRC), que se obtiene dividiendo el número de informantes que mencionan la variedad por número de informantes que participan de la entrevista. Además se calcularon frecuencias en relación a las formas de propagación, origen del germoplasma y criterios o atributos empleados para la selección de semillas (Aguirre-Duguá *et al.*, 2012). El empleo de este índice permite registrar el grado de difusión de las prácticas en la población. Se empleó el índice de consenso (IC) entre los informantes por etnovariabilidad, el que se obtiene del n° de informantes que citan la especie i por 100/ total del n° de informantes (Ladio *et al.*, 2007).

Información histórica

Mediante la revisión de fuentes bibliográficas y de documentación histórica andina, tomada de distintas disciplinas, la búsqueda de información estuvo dirigida a indagar rutas de ingreso de este cultivo, la contextualización histórica del área de estudio y aquella relacionada con el manejo agrícola desarrollado en la zona desde épocas prehispánicas y durante el período hispano-indígena. El período de tiempo que abarca este estudio es aproximadamente desde 900 AD–1,471 AD hasta la actualidad.

RESULTADOS

Introducción y manejo histórico de *Prunus*

Si se considera la historia de las sociedades prehispánicas de la actual provincia de Jujuy, se observa que la mayor concentración de población nativa se localizaba en la Quebrada de Humahuaca y en la Puna. En la zona quebradeña la cría de ganado camélido y el acceso a agua de riego permitía combinar el pastoreo de llamas con la agricultura, la que se desarrolla con distintos grados de intensidad. Los estudios arqueológicos indican que la Quebrada de Humahuaca, la Puna, los Valles Orientales de Jujuy, el norte de Chile y la región sudoccidental de la actual Bolivia participaron de un intenso tráfico de bienes de larga data. La dominación incaica, produjo un cambio en la circulación de bienes, estableciendo vías principales y secundarias. Para el noroeste existen dos caminos de comunicación, uno que atraviesa de forma transversa la región y otro ramal que recorre de forma longitudinal la Quebrada de Humahuaca (Raffino, 1996). Parte de este sistema vial fue utilizado por los europeos en sus primeras incursiones hacia el actual territorio del noroeste argentino, y a partir de la fundación de las nuevas ciudades coloniales algunos de estos circuitos fueron reorientados para el tráfico de personas, bienes y animales en el marco de la nueva economía y la creciente atracción que ejercían los mercados mineros (Sica, 2010). Los duraznos ingresan rápidamente en el noroeste de Argentina luego de la conquista y constituyen un elemento del período hispano-indígena (1535-1700 d.C.), al igual que otros elementos de origen europeo como los instrumentos de hierro y cuentas de vidrio, evidenciando la incorporación de elementos foráneos a las culturas nativas (González, 1977). Los registros de carozos de durazno en sitios arqueológicos del NOA datan de 1550. Las prácticas agrícolas en ese momento reflejan los cambios acontecidos durante los períodos previos (Desarrollos Regionales e Inka), en los que se produce la diferenciación entre espacios productivos y residenciales. Al igual que lo planteado en este trabajo, los campos de cultivo se asientan en el fondo de los valles, en tanto que los asentamientos se ubican en los faldeos. Asociado a esto, se produce un aumento en las construcciones vinculadas con la agricultura, tal como la arquitectura de regadío, con la construcción de canales y acequias. En algunos sitios, se habilitan terrenos especiales como canchones y terrazas de cultivo, tecnologías adaptadas a las condiciones locales. Asimismo se modifican las estrategias post-cosecha de los productos, con una intensificación en las técnicas de conservación, a fin de que los alimentos duren más tiempo y puedan utilizarse en la explotación de varios pisos ecológicos, a través de estrategias tales como intercambio, redes de caravanero, entre otras (Nielsen, 1996, Raviña *et al.*, 2007).

Las primeras incursiones españolas en el territorio de Jujuy se realizan hacia mediados del siglo

XVI, Diego de Almagro y posteriormente Núñez de Prado son quienes arriban a estas tierras e inician la conquista definitiva del Tucumán (1549), con su posterior fundación en 1563. El objetivo era buscar nuevas tierras para producirlas con trabajo indígena, situación impulsada por las demandas de un mercado altoperuano con el descubrimiento y activación de minas en Potosí (descubiertas en 1545), así como abrir caminos de conexión desde los Andes centrales hasta el Río de La Plata (Sica & Ulloa, 2010), aunque estas vías de comunicación tradicionales ya existían durante la inclusión de la población andina de Argentina al *Tawantinsuyu*- un siglo antes- donde la circulación de bienes se realizaba por rutas prehispánicas y seguían un régimen de tributo (llamado mit'a o turno) (Sica *et al.*, 2010).

Para el año 1580 en “Relación de las provincias del Tucumán por Pedro Sotelo de Narváez” (publicado por Gentile-Lafaille 2012: 599) aparecen referencias de cultivos de origen biogeográficos distintos a los andinos: “Los Españoles y Ellos tienen agora frutas despaña que se an plantado viñas de que se cojen munchas vuas y vino. durasnos higos melones menbrillos y mançanas granadas. perales y çiruelos avn no an dado fruta ay limas y naranjas”.

El intenso contacto que mantuvieron las poblaciones de la Quebrada de Humahuaca con la española, durante los primeros años del período colonial, posibilitó el conocimiento y adopción de especies de plantas y animales europeos por los habitantes originarios, ya sea por que fueran robadas o abandonadas en expediciones frustradas (Sica *et al.*, 2010). Con la fundación de San Salvador de Jujuy (actual capital de la provincia) en el año 1593, los pobladores de la zona se convirtieron en *indios de encomienda*. Para el siglo XVI, dentro de las rutas de intercambio de mercancías que venían desde la Gobernación del Tucumán, esta provincia era el punto de ascenso hacia las tierras altas, atravesando la zona quebradeña y la Puna. Desde los primeros años del siglo XVII comienzan a organizarse los pueblos de indios en el fondo del valle; la producción, para este siglo del régimen colonial está consolidada en el noroeste (proyectos cultivos andinos, 2007; Sica, 2010; Sica & Ulloa, 2010).

Manejo actual de duraznos

La distribución del pueblo de Juella, como se mencionó sigue una pendiente que define, por un lado, la presencia de variaciones ambientales (exposición del sol, al viento, relieve, y amplitud térmica diarias) que van a determinar la época de maduración y en consecuencia de cosecha de la fruta, y por otro, la distribución del agua de riego en los terrenos de cultivo, sin dejar de considerar las características fenológicas propias del cultivo. Es así que se establece que la maduración de este frutal desde la floración y fructificación seguirá un gradiente zonal de forma positiva, es decir primero ocurrirá en las zonas 1 y 2, posteriormente en la zona 3 (Figura 4).

La escasez de agua es uno de los problemas que presentan los productores de esta zona, por ello a partir de mes de agosto, comienzo del ciclo agrícola, adquiere un rol fundamental el Juez de Agua, que es la persona elegida por los habitantes de esta localidad, que por el período de un año, realizará tareas de control, mantenimiento, organización y elaboración de informes relacionados al uso y distribución del agua. El agua se distribuye desde una toma principal ubicada a unos 6 kilómetros aproximadamente, y los canales o acequias secundarios captan el agua y la distribuyen a canales terciarios que derivarán el agua en la zona de irrigación o terreno de

cultivo. Estas estructuras conductoras del agua, son construidas sobre la tierra. Los pobladores realizarán el mantenimiento de estos circuitos del agua para su correcto funcionamiento. La tierra se debe humedecer antes de la siembra en el terreno, actividad que se realizará luego de la poda de los duraznos. Es así que una vez que los botones florales comienzan a abrirse, deben ser regados diariamente, luego este proceso se realizará día por medio durante todo un mes. Aunque este cultivo es apreciado y conservado por estas comunidades por su capacidad de tolerar la sequía y las condiciones áridas de la zona, el riego es una etapa importante, dado que de ello dependerá que durante el primer período la flor no se caiga y que los duraznos tengan un buen tamaño, aspecto y sabor agradable en el momento de la cosecha. Los productores identifican que la fruta no ha recibido el aporte hídrico correspondiente cuando se cosechan pequeños, presentan un aspecto rugoso y de poco sabor, sin embargo esa restricción ambiental no se refleja a nivel de etnovariiedad.

Todos los etnotaxones de durazno (*Prunus persica*) se encuentran presentes en los “rastros” o huertos familiares de la zona en estudio (Figura 5a, 5b), sin identificarse poblaciones escapadas de cultivos. En los terrenos de cultivos estas especies se encuentran por sectores, sin embargo es posible observar plantaciones asociadas a cultivos anuales intercalados. En relación a la frecuencia de presencia de árboles de duraznos en los rastros se pudo observar que los árboles de duraznos comunes amarillos y los duraznos friscos amarillos ocupan una importante superficie (aproximadamente el 60% del área ocupada), y entre ellos se intercalan ejemplares proveedores de duraznos friscos rosados, blancos y comunes rosados (alrededor de 15-18% de la superficie cultivada con cada una de las variedades). En cambio, los duraznos blancos, jorge y alancate se encuentran en menor número, en muchos casos ausentes. Los resultados del cálculo del índice de consenso (IC) muestran que las dos etnovariiedades reconocidas como más frecuentes son la etnovariiedad amarillo común (50% para las mujeres y 77% para los varones) y amarillo frisco (36% mujeres y 55% varones).

Las etnovariiedades presentes en los terrenos de cultivos son el resultado de la propagación por semilla (78%) y por injerto (21%). Esta última forma de conservación del germoplasma puede realizarse de dos maneras, la primera es hacer injertos por púas, se coloca un brote, que es un tallo con numerosas yemas, sobre el patrón, en el que se realiza un corte y para sellar la unión se empleará barro o cera. Esta forma, recuerdan algunos pobladores que se la enseñaban tiempo atrás en la escuela. La segunda forma es la propagación de yema, adquirida por los pobladores en distintas capacitaciones, se usa como patrón o pie de injerto un durazno poco agradable para el productor, sobre él se injerta una yema seleccionada de duraznos con un sabor agradable. Se reconoce que los duraznos injertados darán fruta en un tiempo corto, a los 2 o 3 años, a diferencia de las plantas que se obtienen de semilla que tardarán entre 4 y 5 años aproximadamente. Además, se pudo establecer que la obtención de las semillas, que permiten la regeneración continua de durazneros en los “rastros” es a partir de frutos seleccionados de cultivos propios de años anteriores (62%), de otros familiares (21%) y de la compra en mercados o ferias locales (16%).

La selección de semillas se realiza considerando características organolépticas del fruto. Se encontró que el 26% selecciona semillas por el sabor agradable y la dulzura del fruto, el 17% por poseer un tamaño grande y el 13% por su belleza. Estas semillas se emplearán para la

elaboración de almácigos y plantines que estarán alojados en los jardines y posteriormente serán trasplantados a los terrenos de cultivos para reemplazar los árboles más antiguos.

Entre las actividades que se mencionan para el cuidado de la tierra están el arado y el abonado de las superficies cultivadas, proceso que se lleva a cabo cada dos o tres años para que el durazno tenga buen sabor y aspecto. Suministrar nutrientes a la tierra es una actividad que va acompañada por la rotación de alguno de los cultivos. Cuanto mayor sea su edad, los árboles de duraznos tendrán mayor susceptibilidad frente a las plagas, asimismo la calidad, en relación a su sabor, se verá modificada. Una productora reconoce que la planta es vieja cuando el endocarpo del fruto se parte. En los “rastros” visitados, hay plantas de 30 años, sin embargo la mayoría son jóvenes, ya que los productores renuevan sus árboles.

De la agrobiodiversidad identificada, el cálculo del FRC permitió establecer que las etnovariedades amarillo entero (común) y amarillo (frisco) presentan los mayores valores (0.47) de importancia de variedades, seguido por el rosado y jorge (ambos comunes) con un 0.35 y 0.30 respectivamente (Figura 6).

Las formas de manejo identificadas a nivel de etnovarietal se relacionan con: 1. Formas de propagación (semilla e injerto). Se identificó que las etnovariedades que poseen el mejor sabor se injertan sobre un pie de durazno no apreciado por el productor. 2. Selección de fenotipos de acuerdo a múltiples usos como alimento: la etnovarietal amarilla común se diferencia de las otras etnovariedades por poseer mayor tamaño, esta variedad es empleada para la elaboración de múltiples recetas con duraznos.

Junto con las últimas lluvias de verano los primeros duraznos comenzarán a madurar. La época de cosecha comienza entre los meses de marzo-abril, período en el que la fruta puede ser consumida (Cuadro 1). Algunas de las variedades mencionadas tienen otros caracteres asociados; así por ejemplo, los pobladores señalan que las variedades comunes poseen un epicarpo con mayor pubescencia (*lanita*) que los friscos, carácter asociado a la presencia y abundancia de las lluvias.

La fruta que se cosecha es destinada al consumo y para la venta, aquellos duraznos que no llegan a ser cosechados, que quedan en el terreno ya maduros serán destinados para la elaboración de “pelones” (denominación que reciben los duraznos deshidratados luego de un periodo de exposición al sol) pudiendo ser pelones de variedades comunes o friscos; sin embargo, se considera que aquellos elaborados con las variedades comunes se conservarán un tiempo mayor, estos pelones serán almacenados para luego ser consumidos, vendidos o intercambiados en ferias por sal, papas (*Solanum tuberosum* L. subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes), ocas (*Oxalis tuberosa* Mol.) o carne de cordero.

DISCUSIÓN

El presente aporte, junto a otras publicaciones de corte etnobotánico que se vienen desarrollando sobre los cultivos introducidos (Lambaré & Pochettino, 2012; Stampella *et al.*, 2013 a y b) permitieron definir la importancia local de estas poblaciones de cultivo en diferentes regiones de Argentina.

En una primera instancia distintos elementos foráneos, tales como trigo de pan (*Triticum aestivum* L.), cebada de seis hileras (*Hordeum vulgare* L.) así como los duraznos aquí tratados

ingresaron en el NOA, al igual que las habas (*Vicia faba* L.) en otras áreas de los Andes. Muchos de ellos se establecieron como cultivos de manera forzada, favorecidos por las condiciones ambientales que la definen y con el deseo de los europeos de recrear lo que ocurría en los terrenos de cultivo al sur de España (Capparelli *et al.*, 2007). Los estudios sobre historia de las poblaciones nativas del Tucumán resaltan la fragmentación y desestructuración sujetas a un régimen colonial que no puede negarse (Capparelli *et al.*, 2011); sin embargo, el análisis de los procesos a escala local permiten realizar otro tipo de inferencias. En primer término se observa que los duraznos presentan un ciclo que se ajusta al propio de las poblaciones nativas del noroeste descrito por Merlino & Ravey (1987), Hilgert (1998), Ramos (2009). En este sentido, las diversas acciones a implementar se realizan a partir del momento previo a la floración, que coincide con el inicio del ciclo agrícola desde principios de agosto. Asimismo, si bien los cultivos nativos no eran de hábito arbóreo, los durazneros pudieron incluirse en los espacios de cultivo sin generar cambios en la morfología de los “rastros”, al ubicarse en el centro y borde de los mismos, intercalados con la plantación de maíz y otros frutales. Por esta razón, se instalan en un primer momento como un elemento diversificador que luego se convierte en uno de los principales productos a consumir y comercializar.

Si bien la diversidad actual de duraznos no es elevada, es reflejo de las introducciones tempranas. A diferencia de lo que se registró en otras zonas del mundo, por ejemplo en el Mediterráneo donde los sitios arqueológicos arrojaron endocarpios muy variados (Sadori *et al.* 2009), los encontrados en sitios de Argentina son morfológicamente homogéneos (Capparelli & Raffino 1997), al igual que las referencias etnohistóricas mencionan sólo los duraznos pero no sus variedades. Esto indicaría que se introdujo un material genético homogéneo, el cual pudo mantenerse a partir de estrategias de cultivo locales, las cuales también favorecieron la diversificación local, que aunque escasa, es conspicua. Las prácticas de manejo actuales no son específicas a nivel de etnovariedades, pero la permanencia de estos frutales en los campos de cultivo y el importante conocimiento que los pobladores demuestran en sus relatos, refleja la aplicación de una gestión agrícola que se remonta a la antigüedad y que a partir de la gestión que los pobladores realizaron sobre estas primeras variedades se originaron etnotaxas definidos como propios de la Quebrada.

Un elemento importante es la presencia de regadío prehispánico, a través de un sistema que aún se mantiene, que permitió el cultivo de esta especie que no hubiera podido prosperar en un entorno con tan bajo aporte hídrico. Estas observaciones coinciden con situaciones similares en distintas partes de América con otros frutales como es el caso de *Citrus* (Stampella *et al.*, 2013a, 2013b) e incluso con frutos usados como recipientes, tal el caso descrito por Aguirre-Duguá *et al.* (2012, 2013) para *Crescentia cujete* L., especie sudamericana introducida en Mesoamérica en tiempos remotos, cuyos usos prehispánicos se mantienen y se reflejan en las estrategias de manejo. En el caso aquí tratado, esta cuestión se refleja en la apropiación de los duraznos desde el punto de vista no sólo alimentario sino también con fines de obtención de dinero. Si se considera los etnotaxones de duraznos (grupo de etnovarietalidad y variedad) se observa que los criterios organolépticos poseen una importancia preponderante para la diferenciación de categorías.

El cálculo de FRC definió las etnovariedades amarilla común y amarilla frisco como las

de mayor importancia. La primera es la etnovariiedad más empleada para la elaboración de diversos productos alimenticios. Se estima que la aplicación del uso alimentario como criterio de selección habría tenido una doble consecuencia, por una parte la gran difusión de la etnovariiedad y su reconocimiento como identitaria de la zona, y por otro la diversificación de recetas y su incorporación en el patrimonio alimentario de la zona. Asimismo, esta valoración podría estar relacionada con la instauración temprana en el área de estudio reconocida por los pobladores, en comparación con las otras etnovariiedades, lo que da una idea de la conformación de paisajes culturales con particularidades propias, que se reflejan en las etnovariiedades identificadas y los usos que prestan (Stampella *et al.*, 2013a). Por otra parte, el conocimiento vigente como parte de los hábitos alimentarios, favoreció la presencia de los duraznos en diversas instancias de comercialización, así como en ferias de intercambio y en festividades. Esto constituye una continuidad de las prácticas de intercambio o trueque que fueron la estrategia que los pobladores de la zona andina emplearon para complementar sus economías y requerimientos sociales y religiosos con elementos producidos en otros ambientes, dando lugar a una expansión de los mismos a regiones ecológicas distantes como es el caso de la Puna (Raffino 1999). Actualmente la organización de estos espacios de intercambio de semillas, carne, sal por nombrar algunos, se realiza desde instituciones gubernamentales o no gubernamentales, pero aún constituyen instancias que alientan y promueven la conservación de estas variedades y los conocimientos asociados a ellas.

CONCLUSIONES

A través de este estudio de caso se observa que la gestión humana en la Quebrada de Humahuaca permitió tempranamente la generación de diversidad local en una especie introducida, y que a través de 500 años de historia, no hubo disminución o aumento de la diversidad genética, sino que la misma se mantuvo y estabilizó, con eventuales fluctuaciones. En estos espacios culturales prosperan variedades definidas como “preferidas”, tal el caso de los “duraznos comunes”, además de conservar aquellas que pueden resultar provechosas según los diferentes criterios aplicados, como por ejemplo los duraznos amarillos comunes más susceptibles a la sequía. Desde esta perspectiva los estudios etnobotánicos contribuyen a la documentación y descripción de la gestión *in situ* de recursos vegetales introducidos, donde se pone en evidencia el rol protagónico de las poblaciones locales como promotoras de una agricultura a pequeña escala, tradicional, que asegura la selección de material genético, la adecuación a nuevas condiciones agrícolas a través de las prácticas adecuadas, lo que a futuro garantizará la permanencia de ese material genético y los conocimientos asociados. Este análisis requiere de una mirada que permita reconocer una diversidad simultánea de prácticas referidas al entorno vegetal, y que difiere de aquellas miradas de corte dicotómico o dualista que reflexionan en términos de silvestre-domesticado, autóctono-alóctono (Lema, 2010).

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a los pobladores de Juella y Yacoraite por su generoso y valioso aporte para la realización de este trabajo. A la Dra. M. Lelia Pochettino y la Lic. R. S. Ramos por sus sugerencias para enriquecer este trabajo, al igual que lo han hecho los comentarios de los

revisores anónimos y editores de Zonas Áridas. Este aporte no se hubiera podido realizar sin la ayuda económica y/o logística del Laboratorio de Botánica Sistemática y Etnobotánica (LABOSyE) Universidad Nacional de Jujuy, Laboratorio de Etnobotánica y Botánica Aplicada (LEBA) Universidad Nacional de La Plata y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y técnicas (CONICET).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre-Duguá, X., L. E. Eguiarte, A. Gonzales-Rodríguez & A. Casas. 2012. Round and large: morphological and genetic consequences of artificial selection on the gourd tree *Crescentia cujete* by the Maya of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Annals of Botany* 109: 1297–1306.
- Aguirre-Dugua, X., E. Pérez-Negrón & A. Casas. 2013. Phenotypic differentiation between wild and domesticated varieties of *Crescentia cujete* L. and culturally relevant uses of their fruits as bowls in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9: 76 doi: 10.1186/1746-4269-9-76.
- Albeck, M. E. 1992. El ambiente como generador de hipótesis sobre dinámica sociocultural prehispánica en la quebrada de Humahuaca. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales* 3: 95-106.
- Albeck, M. E. 1994. *Taller de costa a selva. Producción e intercambio entre los pueblos agroalfareros de los Andes Centro Sur*. Tilcara: Instituto Interdisciplinario Tilcara.
- Alcorn, J. 1995. The scope and aims of ethnobotany in a developing world, en R. E. Schultes & S. Von Reiss (eds.), *Ethnobotany: Evolution of a discipline*, 23-39. Portland: Dioscorides Press.
- Bernard, R. H. 2000. *Social research methods. Qualitative and quantitative approaches*. California: Thousand Oaks, Sage Publications, Inc.
- Brawn, R. H., L. Picchetti & B. Villafañe. 1991. *Pasturas montanas de Jujuy*. Jujuy: Universidad Nacional de Jujuy. Argentina.
- Bianchi, A. & C. Yañes. 1992. *Las Precipitaciones del noroeste argentino*. Salta: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia Agricultura y Jardinería* 2. Buenos Aires: ACME S.A.C.I.
- Capparelli, A. & R. A. Raffino. 1997. Arqueoetnobotánica de El Shincal I: tallos finos, frutos y semillas. *Tawantinsuyu* 3:40–57.
- Capparelli, A., M. Giovannetti & V. Lema. 2007. Primera evidencia arqueológica de cultivos del viejo mundo (trigo, cebada y durazno) en el NOA: su identificación a través del registro de “El Shincal del Quimivil”. En: B. Marconneto, P. Babot y N. Oliszewski (Comp.). *Capítulo 2. Paleoetnobotánica del Cono Sur. Estudios de caso y propuestas metodológicas*. 25-48.
- Capparelli, A., N. Hilgert, A. Ladio, V. Lema, C. Llano, S. Molares, M. L. Pochettino & P. C. Stampella. 2011. Paisajes culturales de Argentina: pasado y presente desde las perspectivas etnobotánicas y paleobotánicas. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología del Paisaje* 2 (2): 67-79.
- Casas, A., J. L. Viveros & J. Caballero. 1994. *Etnobotánica mixteca. Sociedad, cultura y recursos naturales en la montaña de Guerrero*. Dirección general de publicaciones del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México.

- Censo Nacional Argentino 2001.** INDEC (Instituto nacional de estadísticas y censos). Argentina.
- Censo Nacional Argentino Agropecuario (CNNA) 2002.** INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). Argentina.
- Cremonte, M. B. 2003.** Alfarería prehispánica de las sociedades subandinas de Jujuy (Noroeste Argentina). *Canindé Revista do Museu de Arqueologia de Xingó* 3: 85-104.
- Doebley, J., B. Gaut & B. Smith. 2006.** The molecular genetics of crop domestication. *Cell*: 1309-1321.
- García-Moritán, M. & M. B. Cruz, 2011.** *Comunidades originarias y grupos étnicos de la provincia de Jujuy*. Ediciones Subtrópico. Tucumán.
- Gentile-Lafaille, M. E. 2012.** Geografía y política. La gobernación de Tucumán 1582, según la relación de Pedro Sotelo del Narváez. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense* 45 581-608.
- González, A. R. 1977.** *Arte precolombino en Argentina*. Ediciones Valero, Buenos Aires.
- Gonzales, N. M. 2009.** *Producción agrícola prehispánica en el Alfarcito, departamento de Tilcara*. Tesis Licenciatura en Antropología, orientación Arqueología. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Jujuy.
- Hawkes, J. G. 1983.** The diversity of crop plants. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- Hilgert, N. I. 1998.** *Las plantas vinculadas con el ámbito doméstico y la subsistencia de los campesinos de la cuenca del río Zenta, Dpto. Orán, Prov. Salta*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.
- Hilgert, N. I. & G. E Gil. 2005.** Traditional andean agriculture and changing processes in the Zenta River Basin, Salta, Northwestern Argentina. *Darwiniana* 43 (1-4): 30-43.
- Karasik, G. 1984.** Intercambio tradicional en la Puna Jujeña. *Runa* 14: 51-91.
- Ladio, A. H., M. Lozada, & M. Weigandt. 2007.** Comparison of traditional wild plant knowledge between aboriginal communities inhabiting arid and forest environments in Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments* 69: 695-715.
- Lambaré, D. A & M. L. Pochettino. 2012.** Diversidad local y prácticas agrícolas asociadas al cultivo tradicional de duraznos *Prunus persica* (ROSACEAE), en el noroeste de Argentina. *Darwiniana* 50 (2): 174-186.
- Lema, V. S. 2009.** *Domesticación vegetal y grado de dependencia ser humano- planta en el desarrollo cultural prehispánico del noroeste argentino*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- Lema, V. S. 2010.** Procesos de domesticación vegetal en el pasado prehispánico del noroeste argentino: estudio de las prácticas más allá de los orígenes. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 35: 121-142.
- Martínez-Alfaro, M. 1992.** La real expedición a la Nueva España en el siglo XVIII: Su aporte al desarrollo de las ciencias biomédicas. En: *Temas médicos en México*. IMMS, Sociedad Médica Hispano-Mexicano, A. C. y Fundación Domecq A. C., México.
- Martínez-Alfaro, M., R. Ortega-Paczka & A. Cruz-León. 1992.** Repercusiones de la introducción de la flora del Viejo Mundo en América, y causas de la marginación de los cultivos. En: *Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492*. ONU-FAO, México.

- Merlino, R. J. & M. A. Rabey. 1978. El ciclo agrario-ritual en la puna Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 12 (2): 47-70.
- Navarro G. & M. Maldonado. 2002. *Geografía ecológica de Bolivia, vegetación y ambientes*. Santa Cruz: Editorial Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño.
- Nielsen, A. 1996. Demografía y cambio social en la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina) 700-1535 D.C. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 21: 307-385.
- Pochettino, M. L. & V. S. Lema. 2008. La variable tiempo en la caracterización del conocimiento botánico tradicional. *Darwiniana* 46: 227-239.
- Proyecto cultivos andinos. 2007. La quebrada en cifras. *Estudio cuantitativo marco del perfil económico-productivo de la Quebrada de Humahuaca*. Colección Documentos EcoComerciales, Fundandes, Jujuy.
- Raffino, R. A. 1996. Integración sur andina en tiempos del Tawantinsuyu. En: ALBÓ et al. (Comps.). La integración surandina. Cinco siglos después, Cusco, Perú, Centro Bartolomé de Las Casas, Universidad Católica del Norte, Taller de Estudios Andinos.
- Raffino, R. A. 1999. *La Argentina aborigen. Conquista y colonización*. Nueva historia de la Nación Argentina. Tomo I. Editorial Planeta.
- Raffino, R. A., J. D. Gobbo & A. Iácona. 2006. De Potosí y Tarija a la frontera Chiriguana. *Folia Histórica del Nordeste* 16: 83-129.
- Ramos, R. S. 2009. *Factores culturales, ambientales y de manejo involucrados en la pérdida y/o conservación de variedades criollas de maíces en la comunidad rural de Caspalá, Provincia de Jujuy*. Tesina para optar al título de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Jujuy.
- Ramos, R. S., N. I. Hilgert & D. A. Lambaré. 2013. Agricultura tradicional y riqueza de maíces (*Zea mays*). Estudio de caso en Caspalá, provincia de Jujuy, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. En prensa.
- Raviña, G. A. Fernández & A. Capparelli. 2007. Tarabitas u horquetas de atalaje en contextos funerarios del NOA. Su relación con el tráfico de bienes en momentos tardíos prehispánicos. *Estudios Atacameños* 33: 87-104.
- Rivera-Núñez, D., C. Obón de Castro, S. Ríos-Ruiz, C. S. Fernández, F. Méndez-Colmenero, A. Verde-López & F. Cano-Trigueros. 1997. *Las variedades tradicionales de frutales de la cuenca del río Segura. Catálogo Etnobotánico (1): Frutos secos, oleaginosos, frutales de hueso, almendros y frutales de pepita*. Murcia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia.
- Rivera-Núñez, D. & C. Obón. 2005. Origen y conservación de las plantas cultivadas: la agrobiodiversidad en la cuenca del río Segura (España). *Recursos Rurais* 1 (1): 51-59.
- Sadori, L., E. Allevato, G. Bosi, G. Caneva, E. Castiglioni, A. Celanti, G. Di Pasquale, M. Giardini, M., R. Mazzanti, M. Rinaldi, M. Rottoli & F. Susana. 2009. The introduction and diffusion of peach in ancient Italy. En: J. P. Morel & A. M. Mercuri. (Eds.). *Plants and Culture: seeds of the cultural heritage of Europe*. 45-61. Centro Europeo per i Beni Culturali, Edipuglia, Ravello.
- Sica, G. 2010. Del tráfico caravanero a la arriería colonial indígena en Jujuy. Siglos XVII y XVIII. *Revista Transporte y Territorio* 3: 23-39. Universidad de Buenos Aires.
- Sica, G. & M. Ulloa. 2010. Jujuy en la colonia. De la fundación de la ciudad a la crisis del

- orden colonial. En: Teruel A. & M. Lagos (Dir.). *Jujuy en la historia de la colonia al siglo XX.* 41- 85. Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy.
- Sica, G., M. T. Bovi & L. Mallagray. 2010. La quebrada de Humahuaca: de la colonia a la actualidad. En: Teruel A. & M. Lagos (Dir.). *Jujuy en la historia de la colonia al siglo XX.* 351-372. Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy.
- Smith, B. 2006. Documenting domesticated plants in the archaeological record. En: M. Zeder, E. Emshwiller, D. Bradley & B. Smith (Eds.). *Documenting domestication: new genetic and archaeological paradigms.* 25-31. Berkeley: University of California Press.
- Stampella, P. C., D. A. Lambaré, N. I. Hilgert & M. L. Pochettino. 2013a. What the Iberian conquest bequeathed to us: the fruit trees introduced in argentine subtropic, their history and importance in present traditional medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.* 17 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/868394>.
- Stampella, P. C., G. Delucchi & M. L. Pochettino. 2013b. Naturalización e identidad del “limón mandarina”, *Citrus x taitensis* (Rutaceae, Aurantioideae) en Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 48 (1): 161-169.
- Torres, G. F., M. C. Bianchetti & M. E. Santoni. 1985. La dieta de los campesinos del Valle Calchaquí y de la Puna y sus determinantes culturales. Kallawayá. Serie Monográfica n° 1 46. La Plata - Salta, Argentina.
- Troncoso, C. 2003. El diseño de las estrategias de vida de los campesinos en Juella. En Reboratti C. (ed.). *La Quebrada. Geografía, historia y ecología de la Quebrada de Humahuaca.* 139-160. Editorial La Colmena. Buenos Aires.

FIGURAS

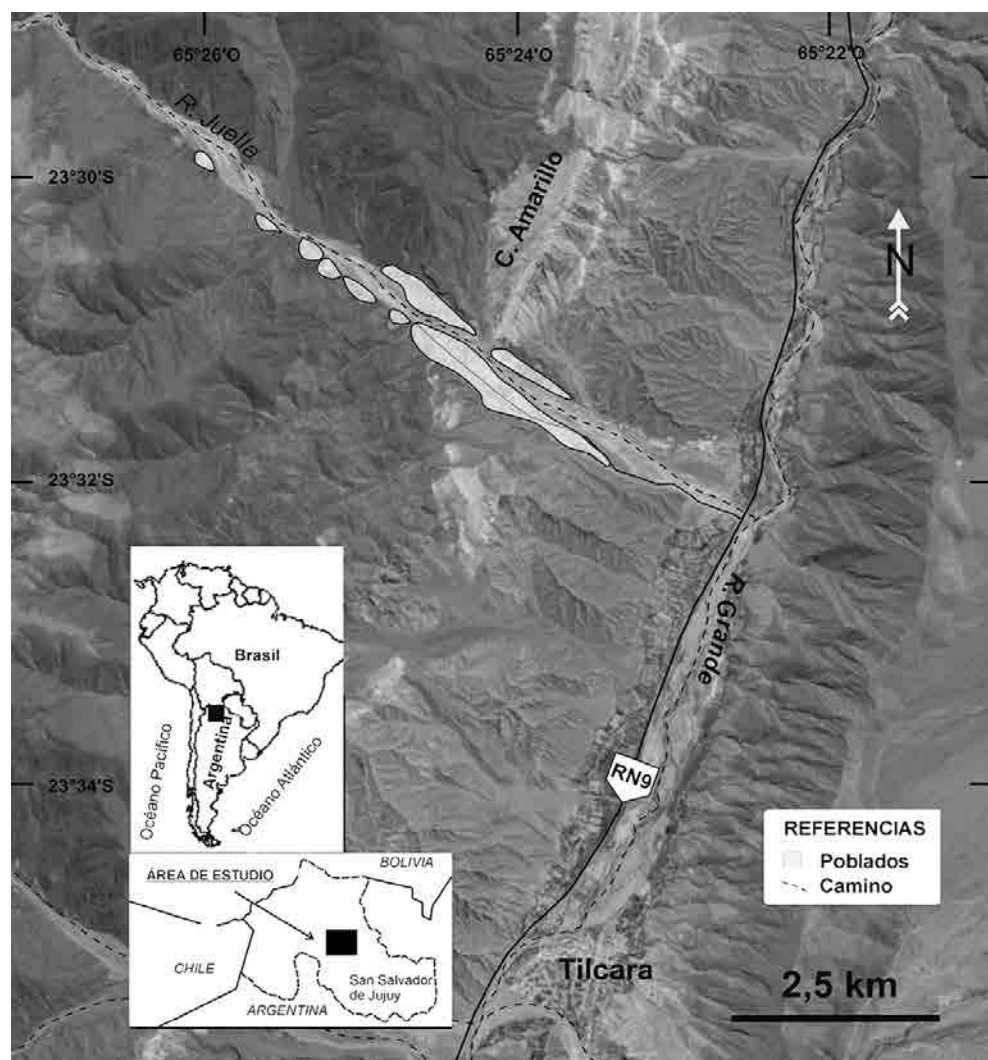


Figura 1. Localización del área de estudio en el noroeste argentino.

Manejo de variedades locales de *Prunus persica* (Rosaceae) en la Quebrada de Humahuaca, Argentina y su relación con los sistemas agrícolas tradicionales



Figura 2. Localidad de Juella.

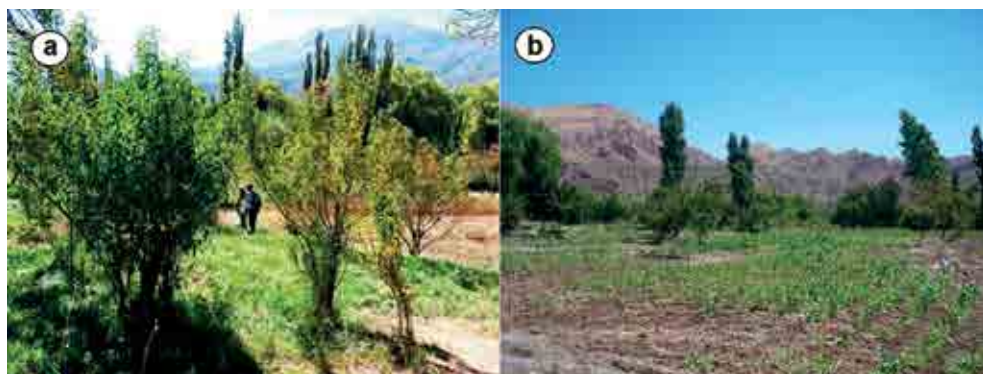


Figura 3. Vista de campos de cultivos: a) Campos de cultivo de durazno, b) campo de duraznos intercalados con maíz.

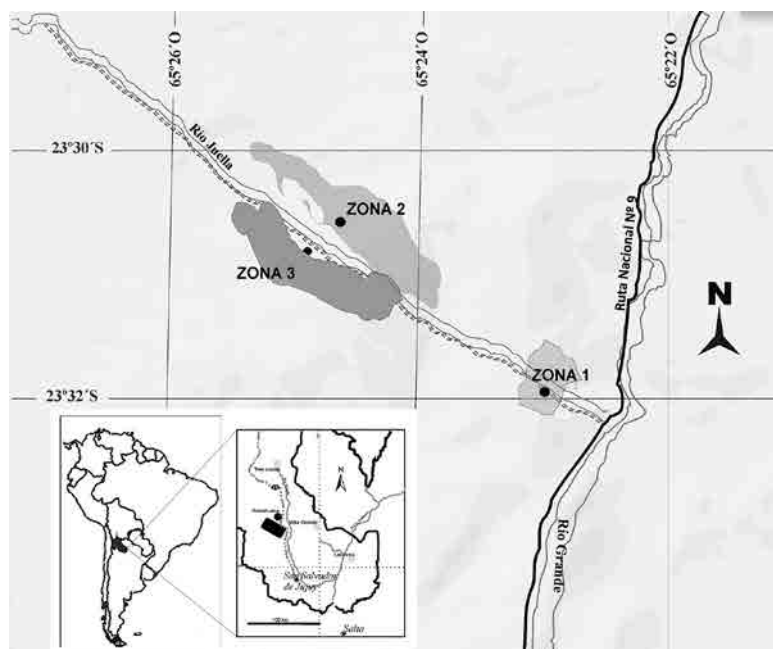


Figura 4. Zonas de la localidad de Juella.



Figura 5. Diversidad de duraznos: a) etnovarietades de duraznos comunes, b) duraznos priscos amarillos.

Manejo de variedades locales de *Prunus persica* (Rosaceae) en la Quebrada de Humahuaca, Argentina y su relación con los sistemas agrícolas tradicionales

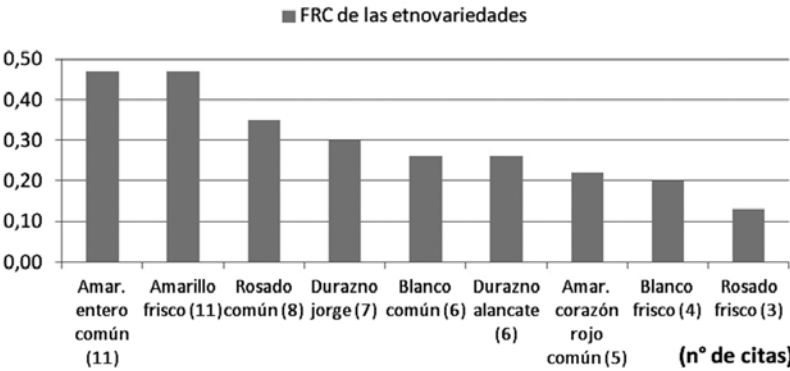


Figura 6. Cálculo de FRC de la diversidad de duraznos identificada.

CUADRO

Cuadro 1. Manejo local y agrobiodiversidad de durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch) en Huella.

Grupo de etnovariedades (Lambaré & Pochettino 2012)	Etnovariedad (Lambaré & Pochettino 2012)	Maduración, cosecha y almacenamiento	Otras características resultado del manejo local
Durazno común (con adherencia al endocarpo)	Amarillo entero	Últimos en ser cosechados, al cosechar la fruta antes de su madurez duran mayor tiempo al almacenarlos.	De tamaños variables*, pulpa no posee fibras (“piolas”), son más jugosos, poseen abundantes pelos en el epicarpio.
	Amarillo corazón rojo		
	Blanco		
	Rosado	Se cosechan junto a los friscos.	
	Durazno jorge (=Cholo Cholito)	Últimos en madurar de los comunes.	
Durazno alancate (=Olancate)			
Durazno prisco (=frisco, de partir) (sin adherencia al endocarpo)	Amarillo	Son los primeros en ser cosechados, el fruto dura más tiempo en la planta al estar maduros y no se conservan al almacenarlos.	De menor tamaño, más delicados al manipularlos, pulpa es fibrosa, más dulces, escasa cantidad de pelos en el epicarpio, mayor humedad.
	Blanco		
	Rosado	Maduran más tarde que los otros friscos.	

*Los duraznos amarillos enteros son de mayor tamaño

Artículo original

La maleza *Nicotiana glauca* (Graham) como cultivo energético en sectores áridos y semiáridos de Argentina

SILVIA FALASCA¹ y ANA ULBERICH²

¹Instituto Clima y Agua. INTA. Las Cabañas y Los Reseros S/N. Castelar. Provincia de Buenos Aires. Argentina. Programa de Estudios sobre el Medio ambiente y la Producción Agropecuaria (PREMAPA). CINEA. FCH. UNICEN.

² Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales. CINEA. Facultad Ciencias Humanas. UNICEN. Pinto 399. 7000. Tandil, Provincia de Buenos Aires.

*Autor por correspondencia. E-mail: sfalasca@conicet.gov.ar, sfalasca@gmail.com

Recibido: 7 de Enero 2011

Aceptado: 11 de Diciembre 2011

RESUMEN

El “palán-palán” (*Nicotiana glauca*) es una especie arbustiva nativa de Sudamérica. Está aclimatada a climas áridos y semiáridos y a las condiciones de déficit de agua y altas temperaturas. Esta maleza se vislumbra con gran potencial como cultivo energético, como productora de bioetanol y de aceite, con propiedades insecticidas y apto para biodiesel.

El objetivo del presente trabajo fue identificar las áreas aptas para su cultivo en Argentina, teniendo en cuenta las variables térmicas e hídricas que condicionan su ciclo. Con el fin de definir la aptitud agroclimática de este cultivo en Argentina, se analizaron los datos climáticos de las estaciones meteorológicas correspondientes al período 1981-2010. En base a búsqueda bibliográfica fueron definidos los límites bioclimáticos de la especie, con el fin de describir las clases de aptitud. A partir de la base de datos disponible, se asignaron los límites geográficos a las diferentes variables para definir las clases de aptitud: área muy apropiada, apropiada, marginal y no apta. Luego se obtuvo el mapa de zonificación agro-climática mediante la superposición de los mapas anteriores. Se ha demostrado en este trabajo la existencia de una amplia zona con aptitud para el cultivo de *Nicotiana glauca* en Argentina como cultivo energético bajo condiciones de clima semiárido a árido.

Palabras claves: Aptitud agroclimática, Argentina, biodiesel, bioetanol, necesidades bioclimáticas, *Nicotiana glauca*.

ABSTRACT

The “palan-palan” (*Nicotiana glauca*) is a native shrub species of South America. It is adapted to areas of arid and semiarid climates, with conditions of water deficit and high temperatures. In these conditions this weed is suspected to have a great potential as energy crop to produce bioethanol and oil, with insecticide properties and suitable to produce biodiesel. The aim of this study was to identify the suitable areas for the cultivation in Argentina considering the thermic and hydric variables which condition its cycle. In order to define this crop's agroclimatic aptitude in Argentina, it was analyzed the climatic data of the meteorological stations corresponding to the period 1981-2010. Based on bibliography, bioclimatic limits of the species were defined in order to describe fitness classes. As from the available database, geographical limits were mapped for the different variables that define aptitude classes: very suitable zone, suitable, marginal and non-suitable. The agro-climatic zone map was then obtained by overlaying the previous ones. It has been demonstrated in this paper the existence of a large area with suitability for the cultivation of *Nicotiana glauca* in Argentina as energy crop under semiarid to arid climate conditions.

Key words: Agroclimatic suitability, Argentina, biodiesel, bioethanol, bioclimatic requirements, *Nicotiana glauca*.

INTRODUCCIÓN

El alza del precio del barril de crudo y el agotamiento de las reservas petrolíferas en el mediano plazo constituyen un problema serio para la economía mundial y para el sector del transporte. Además debe resaltarse la importante contribución del transporte al calentamiento global y la necesidad de que cada país pueda asegurar su abastecimiento energético con diferentes fuentes de combustible. Por esta razón los biocombustibles están avanzando en los últimos años en el panorama internacional, por constituirse como una alternativa limpia y renovable frente a los combustibles fósiles.

El marco legal del programa de biocombustibles de Argentina se constituyó con la promulgación de la Ley Nacional 26.093 sobre “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles” y el Decreto del Poder Ejecutivo 109/2007 que la reglamentó. A partir de la Resolución 733/2009 se dispuso, entre otras cuestiones inherentes a la actividad, cuotificar los volúmenes de bioetanol tendientes a aumentar el porcentaje de participación en su mezcla con las naftas. Se precisó que el objetivo era alcanzar un corte del 10% pero para llegar a ese volumen de corte, el incremento del porcentaje de mezcla fue llevado a cabo en forma progresiva y a medida que las empresas elaboradoras fueron poniendo dicho producto a disposición del mercado.

En 2012 Argentina se ubicaba como primer exportador y cuarto productor a nivel mundial de biodiesel de soja, con más de 2,400,000 toneladas producidas (Falasca, 2012). Sin embargo, el sector se vio perjudicado cuando la Comunidad Europea decidió aplicar un arancel del 20% al combustible producido fuera de Europa. Desde 2013 se buscó volcar al consumo interno gran parte del excedente que se destinaba a exportar a Europa y desde 2014 el corte con biodiesel al gasoil se elevó al 10%. Esta medida produjo cierto alivio a las industrias productoras de biodiesel. Argentina apunta al crecimiento en la producción de etanol y al porcentaje de corte de los

combustibles. Actualmente el consumo nacional de naftas es de 7.95 millones de metros cúbicos por año. Hay varios proyectos nuevos en marcha para producir más bioetanol a partir de caña de azúcar y de maíz. Para este año, 2014, se calcula una disponibilidad de 70,000 m³ mensuales, y para 2015 el volumen llegaría a 1,051,000 m³/año, con una mezcla de casi el 12%. Este aumento en el corte de los combustibles y hasta con 20% de bioetanol es perfectamente factible desde el punto de vista mecánico (Cámara Argentina de Biocombustibles, 2012).

Sin embargo, no debe utilizarse materias primas que puedan ser destinadas a la alimentación humana para producir bioetanol porque puede traer aparejado un aumento en el precio de los alimentos. Las materias primas para producir bioetanol deben obtenerse a partir de residuos lignocelulósicos o de cultivos energéticos destinados a tal fin (Falasca, 2102).

Los cultivos energéticos son aquellos que se realizan con el fin de obtener diferentes formas de energía. Ellos deben cumplir ciertos requisitos: alto rendimiento cercano al rendimiento potencial de cada región; alta eficiencia en el uso de la radiación en relación al ambiente; resistencia a estrés biótico y abiótico; utilizar los recursos naturales disponibles; presentar rasgos de calidad específicos para cada uso; balance energético altamente positivo y amigable con el medioambiente; bajo costo unitario de producción; posibilidad de ocupación de tierras de baja productividad (para no competir con el mercado alimentario) y fácil mecanización (Falasca & Ulberich, 2011).

Nicotiana glauca cumple con todos los requisitos que debe reunir un cultivo energético; es una especie perfectamente adaptada a condiciones de extrema escasez hídrica, y al mismo tiempo, posee una biomasa lignocelulósica de gran interés energético debido al proceso de fermentación de su materia orgánica y de sus semillas se puede extraer aceite para elaborar biodiesel.

La composición de la biomasa del *Nicotiana glauca* hace fácil la conversión a bioetanol, y podría rendir potencialmente tanto bioetanol por hectárea como la caña de azúcar o la remolacha, con la ventaja que puede crecer en un rango más amplio de ambientes (Drake, 2001). Existen varios proyectos en España que aspiran a obtener biocombustibles a partir de esta especie.

Nicotiana glauca Graham es un arbusto de la familia de las Solanáceas y nativo de Sudamérica, específicamente del sur de Bolivia y noroeste de Argentina (Grin, 2000). La especie muestra una considerable variación inter-poblacional en la forma de las hojas, y en el color y tamaño de las flores. Se ha naturalizado en otras provincias de Argentina y en Brasil, Chile, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, El Salvador, Antillas, México, Estados Unidos de América, Hawái, Nueva Caledonia, Australia, África, Grecia, Palestina, India (Flora Vascular Argentina, s/f) y España (Curt & Fernández, 1990).

El género *Nicotiana* comprende más de 40 especies, entre ellas el tabaco (*N. tabacum*). La especie *N. glauca* se conoce con diferentes nombres comunes como: palán-palán, gandul, árbol del tabaco, tabaco mexicano, jatun sairi (Quechua), khonta sairi (Aymará), huaaca lamanaxanaxa (toba), etc. El epíteto específico *glauca* hace referencia a la coloración blanco-azulada de sus hojas y tallos.

Nicotiana glauca figura en la lista de malezas en Argentina, Chile y Uruguay (Marzocca, 1986). La especie fue reconocida en las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Rioja, Mendoza, Salta, San Luis, Santa Fe, Santiago

del Estero y Tucumán y en la Capital Federal (Cabrera, 1965; Cabrera, 1977; Cabrera, 1979; Cabrera, 1983; SIB, 2010; Flora Vascular Argentina, s/f).

Desde 2006 en Argentina se vienen llevando cabo trabajos de zonificación agroclimática de cultivos energéticos no tradicionales (; Falasca *et al.*, 2010; Falasca & Ulberich, 2011; Falasca, 2012; Falasca *et al.*, 2012a y 2012b; Falasca *et al.*, 2013; Falasca *et al.*, 2014 a y 2014 b) para obtención de biodiesel, bioetanol y biomasa.

Usos de *Nicotiana glauca*

El *palán - palán* se comporta como pionera en ecosistemas perturbados y se considera una especie modelo para llevar a cabo estudios de fitorremediación, por su capacidad de resistir elevadas concentraciones de plomo, zinc, cadmio y cobalto (Pérez, 2008).

En varios países, incluso en Argentina se la cultiva como ornamental (Gentry & D'Arcy, 1986) y se encuentran fácilmente semillas para la venta por Internet.

El *palán-palán* es una especie muy utilizada desde hace años en medicina tradicional y por los indígenas Wichi, que habitan en las provincias de Chaco, Salta y Formosa. Los Wichi vienen utilizando esta especie como antirreumático, antiartrítico, en la curación de llagas, lastimaduras, quemaduras, maduración de forúnculos y abscesos. También usan las hojas como cicatrizante para curar mordeduras de víboras o heridas cortantes. Las hojas frescas se utilizan para las paperas (Lahitte & Hurrel, 1998), se aplican de forma externa como anti-inflamatorio y antirreumático (Moerman, 1998) y hervidas sirven para tratar el acné y para calmar el dolor de muelas.

La biomasa del *palán-palán* está compuesta por: 20-28% de azúcares (sacarosa y levulosa, principalmente); 8-14% de almidón, 30-45% de celulosa, 1.5-2.0% de lignina y 20% de proteínas. Como cultivo energético aporta 3.9 t MS/ha (toneladas de materia seca por hectárea) y 900 kg de carbohidratos fermentables y como cultivo lignocelulósico el rendimiento va de 5 a 15 t MS/ha, dependiendo de las condiciones de humedad (Curt & Fernández, 1990). Fernández (2008) señala producciones de 8.7 t MS/ha y 0.87 m³/ha de bioetanol.

Es una especie con rápido crecimiento y alta producción de biomasa, que posee además un alto contenido de alcaloides que ejercen acción repelente contra herbívoros. Toda la planta contiene nicotina, la cual ha sido extraída y usada como insecticida (Uphof, 1959; Usher, 1974). Ocasionalmente, acumula nicotina como mecanismo de defensa contra herbívoros (Saitoh *et al.* 1985 in Baldwin & Callahan, 1993).

Desde 1690 se ha utilizado extractos acuosos de hojas de *palán-palán* contra insectos masticadores y chupadores de las plantas comestibles. Sin embargo, recién en 1828 se aisló la nicotina y en 1904 Pictet & Rotschy, consiguieron su síntesis (Ware, 1980). Este alcaloide presenta una gran toxicidad para los insectos, ya que actúa como veneno cardíaco y neurotrópico a la vez. Es un excelente insecticida por inhalación, pero su estabilización en forma de sales, lo transforma en un insecticida por ingestión más activo que el alcaloide aislado (Dajoz, 1969). *Nicotiana glauca* es venenosa para el ganado, siendo las hojas y las ramas jóvenes las partes más tóxicas (Parker 1972; Panter *et al.*, 1992). La nicotina al ser mimética de la acetilcolina, se une a los receptores post-sinápticos y provoca primero una estimulación que va seguida de una depresión de los ganglios del sistema vegetativo, de las terminaciones de los

nervios motores en los músculos estriados y del sistema nervioso central. La muerte se produce por parálisis de los músculos respiratorios, siendo la dosis mortal para el hombre por vía oral de 50 a 60 mg (Lauwerys, 1990). Actualmente se lo emplea en preparaciones complejas, bajo la forma de sulfato, en solución alcalina o con jabones, como fumigante o en aerosol de contacto en invernáculos (Weinzerl, 1998).

Contiene anabasina, isómero de la nicotina, que es el alcaloide que se encuentra en mayor proporción en las hojas, muy estudiado en tratamientos de tabaquismo, muy tóxico para herbívoros y humanos (Parker, 1972; Baldwin & Callahan, 1993).

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar las potenciales áreas de cultivo de *Nicotiana glauca* en el territorio de Argentina, como cultivo energético, ya sea para producción de biomasa o de aceite industrial, extraído a partir de la cosecha de sus semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio es la República Argentina. Por el norte, el país limita con el Estado Plurinacional de Bolivia y la República del Paraguay; al sur con la República de Chile y el océano Atlántico; al este con la República Federativa del Brasil, República Oriental del Uruguay y el océano Atlántico y al oeste con la República de Chile (Figura 1).

El país presenta un gran desarrollo latitudinal desde los 21°46'S en el norte (correspondiente a la confluencia de los ríos Grande de San Juan y Mojinete) hasta los 55°58'S en Cabo de Hornos, en el Sur. El límite extremo este es 53°38'W, coincidente con la localidad de Bernardo de Irigoyen.

Según Land Degradation Assessment in Drylands (LADA s/f) el 75% del territorio argentino presenta condiciones áridas y semiáridas.

La distribución de las precipitaciones anuales, en cualquier lugar geográfico, es el resultado de la interacción de los diferentes factores del clima (latitud, relieve, naturaleza de la superficie y grado de continentalidad) que actúan sobre los elementos del clima (temperatura, presión, vientos y humedad atmosférica).

La diagonal árida argentina, enmarcada por la isohieta de 300 mm, cruza desde el noroeste montañoso del país hasta la costa atlántica. Dicha isohieta denota el debilitamiento de la influencia hídrica de los vientos provenientes del anticiclón Atlántico en la zona nororiental del país y de los provenientes del anticiclón Pacífico en la zona occidental y austral. El recorrido de la isohieta de 300 mm es el siguiente, comenzando por el norte del país: cruza la frontera con Bolivia al oeste de la ciudad de La Quiaca, pasa por las sierras pampeanas y los llanos de La Rioja, acompaña el valle Calchaquí, desvía hacia el sur, pasa por la confluencia del Curacó con el río Colorado y termina con la desembocadura del río Negro en el océano Atlántico (Falasca & Bernabé, 2009).

La isohieta de 700 mm es el límite entre las zonas húmedas y subhúmedo-húmedas, desarrollándose hacia el oeste del país, las zonas subhúmedo-secas, semiáridas y áridas, a medida que decrece el gradiente de humedad aportado por las precipitaciones provenientes del Anticiclón del Atlántico sur.

Se consideran zonas semiáridas aquellas en que las precipitaciones anuales varían de 250 a 350

mm, mientras que las subhúmedo-secas reciben 350 a 700 mm. Los ambientes áridos reciben menos de 250 mm anuales, la vegetación es escasa y al ser muy ventosos, las tormentas de polvo son muy frecuentes por la prevalencia de los vientos del oeste durante todo el año. El mayor impacto negativo se verifica a través de la erosión eólica en suelos con reducido contenido de materia orgánica y fertilidad baja. La amplitud térmica diaria caracteriza a estas regiones.

La Patagonia muestra condiciones de aridez semejantes a la zona del noroeste montañoso, porque a esa latitud los vientos del oeste llegan desecados en su paso por la cordillera de los Andes (efecto Föhn), mientras que los vientos del Atlántico, como soplan desde latitudes subtropicales hacia el área templada, son vientos que llegan desde el noroeste y que no alcanzan la costa patagónica.

Características de la especie

Se trata de un arbusto poco ramificado de 1.5 a 6 m de alto. Cuando se corta el tallo, la especie demuestra elevada capacidad de rebrote y en los tallos verdes procedentes de los rebrotes hay abundante cantidad de azúcar, utilizable para obtener bioetanol.

La inflorescencia es una panícula corta. Las flores poseen la corola de color amarillo en forma de trompeta. El *palán-palán* florece en primavera y verano. Comienza la floración a partir del año de su germinación y una planta adulta puede producir entre 10,000 y 1 millón de semillas (Florentine *et al.*, 2006). En la Figura 2 se presenta una fotografía de *Nicotiana glauca* en plena floración.

Las semillas presentan 40% de aceite, pero la producción de semillas es baja y en consecuencia, la potencialidad para producir aceite por hectárea es reducida. El aceite contiene muy alto porcentaje de ácido linoleico (75-78%), y alto de ácidos oleico (11%) y palmítico (9%). Si bien cada planta produce 30 g de semillas, al ser sumamente pequeñas (1 gramo contiene 10,500 semillas) complica su manipulación (Giannelos *et al.*, 2002). En cultivo tradicional se utiliza una densidad de 20,000 plantas/ha (Smith, 1999) y considerando un volumen de aceite de 40%, el *palán-palán* produciría sólo 240 kg/ha. En producción de biomasa se utilizan densidades más altas, y por lo tanto, podría producirse más aceite. Sin embargo, para producir biomasa se siega antes que la especie llegue a floración.

El *palán – palán* tiene un largo período de floración (desde primavera hasta fines del verano) y por ende, un largo período de dispersión de semillas maduras, que se extiende hasta el otoño. Ello le asegura a la especie que algunas de sus numerosas semillas encuentren las condiciones necesarias para la supervivencia inicial y arraigo, y poder así soportar las difíciles condiciones de estrés en las que se habrá de desarrollar posteriormente.

Las flores pueden ser polinizadas por lepidópteros, aunque según Hurrell & Bazzano, (2003) la polinización es ornitófila. En la región Rioplatense, la diseminación de semillas se realiza por medio del viento (Hurrell & Bazzano, 2003). En Australia, la diseminación se hace a través del agua (Florentine *et al.*, 2006). Se propaga por semillas aunque puede reproducirse por vía asexual mediante estacas (Hurrell & Bazzano, 2003).

Necesidades ecológicas

El *palán-palán* es una especie tolerante a la sequía pero muy sensible al exceso de humedad edáfica. Es muy rústica, está adaptada a zonas de déficit hídrico, y con capacidad para colonizar tierras marginales.

Las semillas germinan con 20°C en 10 a 20 días, siendo el rango de temperaturas óptimas para la fase de germinación: 18°C a 22°C y para la fase de floración-fructificación de 20°C a 30°C, precisando un período medio libre de heladas de 90 a 120 días (Plants for a Future, 2002).

El límite de tolerancia a bajas temperaturas es de -5°C (Huxley, 1992). Las plantas toleran las condiciones del invierno en las partes más suaves de Gran Bretaña, actuando como perennes herbáceos en tales condiciones (Huxley, 1992). La especie necesita más de 14 horas de luz por día para inducirse a floración (Buchanan, 1987).

Esta especie está aclimatada a áreas con climas cálidos áridos y semiáridos, y a las condiciones de déficit de agua y altas temperaturas. Para entender el potencial de *N. glauca* y su respuesta a la irrigación, Curt & Fernández (1990) comprobaron que en tierras marginales bajo condiciones de clima árido con 200 mm anuales de precipitación, concentradas principalmente durante los meses de invierno, y temperaturas sobre 40°C durante los meses de verano, la producción de biomasa no aumentó significativamente cuando las plantas recibieron de 400 mm a 600 mm, ni con entrega de agua durante todo el año. Los mismos autores verificaron que las altas temperaturas no deprimieron el crecimiento del *palán-palán*.

En el Cuadro 1 se muestran los datos de rendimiento de biomasa y bioetanol de *Nicotiana glauca* en un ensayo realizado por Curt & Fernández (1990) en España, con 200 mm de precipitación anual con el aporte de 40 mm de riego complementario.

En la Figura 3 se muestra un cultivo de *palán-palán* en Lorca, Murcia, España (Robledo & Correal, 2013).

El *palán-palán* parece preferir sitios que resultan extraños e incluso en el caso de terrenos baldíos, es más fácil encontrarlo creciendo sobre las paredes que en las pilas de escombros o en la tierra. También se ha visto creciendo entre las baldosas de las veredas, entre los adoquines y el cordón de veredas en calles empedradas, cuando a escasa distancia existen canteros de tierra (Carrere, 2007).

Zonificación agroclimática

La zonificación agroclimática consistió en dividir un territorio en diferentes unidades, cada una de las cuales tiene una combinación única de elementos climáticos, lo que le confiere una gama específica acerca de los potenciales y limitaciones del uso de la tierra. Para ello, se buscó extrapolar los índices bioclimáticos que permitieran zonificar la potencial área de cultivo en Argentina como especie energética.

Para la obtención de los mapas se utilizó una serie de variables bioclimáticas previamente interpoladas, y posteriormente procesadas con la herramienta del Sistema de Información Geográfica (SIG) del programa Arc - GIS 9.3. Las interpolaciones climáticas se realizaron aplicando la herramienta "Interpolate to Raster" dentro de la extensión "3D Analyst" del programa de Sistema de Información Geográfica (SIG) Arc GIS 9.3, con el método de interpolación Ordinary Kriging.

Las variables climáticas utilizadas fueron cuatro: período medio libre de heladas, temperatura mínima anual media, precipitación media anual y temperatura media de verano, las que fueron obtenidas a partir de la base de datos del Instituto de Clima y Agua para las 125 estaciones meteorológicas, durante el período 1980-2010 y que abarcan toda la República Argentina (datos no publicar).

Como la especie precisa un período libre de heladas de 90 a 120 días para garantizar su ciclo de vida anual, se consideró el período libre de heladas > 120 días. Sin embargo, no se incluyó este mapa ya que en todo el territorio nacional (incluso en el sector patagónico), existe en promedio un mínimo de 120 días libres de heladas (Murphy, 2008).

Luego se hizo el análisis del factor hídrico. Cuando las precipitaciones anuales resultaron inferiores a 100 mm, se decidió calificar al área como no apta; en el rango de 100 a 200 mm si bien el *palán-palán* puede cumplir el ciclo, el área se clasificó como marginal; de 200 a 400 mm se calificó como apropiada y de 400 a 800 mm como un área muy apropiada. Si las precipitaciones anuales superaban los 800 mm se consideró como zona marginal porque la especie no tolera encharcamientos ni exceso de agua. Tampoco se recomienda la implantación del *palán – palán*, bajo condiciones de régimen subhúmedo-húmedo a húmedo, ya que esas áreas deben destinarse a la agricultura tradicional para producir alimentos.

Para el análisis térmico se consideró la ocurrencia de una temperatura mínima anual media de -5°C, ya que se ha comprobado que es el límite térmico inferior que puede resistir la especie (Huxley, 1992). De tal forma, las áreas que registraron una temperatura mínima anual media inferior a -5°C o más bajas aún, durante el record de años considerados, calificaron como no aptas. La superposición de los mapas de precipitación media anual y temperatura mínima media anual, permitió obtener la zonificación agroclimática para el cultivo del *palán-palán* en Argentina para producir biomasa (bioetanol o biocombustibles sólidos).

A partir del geoprocésamiento de integración multivariable, utilizando el software “Raster Calculator” de la extensión “Spatial Analyst” del mismo programa se generó el mapa de aptitud agroclimática.

En el caso de la producción de semillas para obtener aceite industrial, ya sea para bioinsecticida o para biodiesel, se decidió considerar la temperatura media estival, que debe ser superior a 20°C, aclarando que el período estival abarca los meses de diciembre, enero y febrero. Con ese régimen térmico se asegura el cumplimiento del subperíodo: floración-fructificación-maduración de la especie.

Finalmente, al superponer las figuras de precipitación media anual, temperatura mínima media anual y Temperatura media de verano > 20°C, utilizando la misma herramienta del Arc-Gis 9.3, se obtuvo el mapa de aptitud agroclimática del *palán-palán* para producir aceite con fines industriales.

RESULTADOS

La Figura 4 muestra las regiones hídricas, definidas en función de la precipitación media anual. En líneas generales puede observarse que casi toda la Argentina presenta algún grado de aptitud para el cultivo de *palan-palán* desde el punto de vista hídrico. Son muy reducidas las áreas no aptas desde el punto de vista hídrico, ya que sólo se remite a un sector que cubre parte

del oeste del país, desde la provincia de Jujuy hasta San Juan.

La Figura 5 presenta la temperatura mínima anual media de -5°C , que resultó de promediar las temperaturas mínimas más bajas registradas en cada uno de los años de la serie 1980-2010, y que representa la intensidad y la distribución del rigor térmico invernal.

Teniendo en cuenta que la especie puede resistir hasta -5°C , slo se consideran áreas aptas desde el punto de vista térmico aquellas ubicadas en el sector oriental del país, que llegan hasta el sur de la provincia de Buenos Aires, todo el norte argentino hasta el centro y una muy angosta faja costera en el sector patagónico, que permite apreciar hasta dónde llega la influencia atemperadora del océano Atlántico, apareciendo la zona central de la meseta patagónica mucho más fría por efecto de la continentalidad.

La Figura 6 muestra la aptitud agroclimática para producir biomasa a partir del *palán-palán*, diferenciando áreas muy apropiadas, apropiadas, marginales e ineptas. Las áreas calificadas como muy apropiadas presentan un período medio libre de heladas > 120 días, temperatura mínima anual media $> -5^{\circ}\text{C}$ y 400-800 mm anuales de precipitación. Cubren el norte, centro y este de la provincia de Salta; este de Jujuy; sector occidental de las provincias de Chaco y Formosa; norte, centro y oeste de Santiago del Estero; sur de Tucumán; sur de Catamarca; La Rioja; noroeste de San Luis; noroeste y centro de Córdoba y un área reducida en el sur de Buenos Aires. Las áreas apropiadas, que presentan un período medio libre de heladas > 120 días, temperatura mínima anual media $> -5^{\circ}\text{C}$ y 200-400 mm anuales de precipitación, son dos: una de ellas se ubica en la región occidental del país, abarcando parte de las provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja, y la otra, comprende parte del sector costero patagónico, cubriendo parte de las costas de las provincias de Río Negro, Chubut y norte de Santa Cruz. El área marginal presenta un período medio libre de heladas > 120 días, temperatura mínima anual media $> -5^{\circ}\text{C}$ y > 800 mm anuales de precipitación, mientras que las áreas no aptas registran un período medio libre de heladas > 120 días, temperatura mínima anual media $< -5^{\circ}\text{C}$ y < 100 mm anuales de precipitación.

La Figura 7 presenta la temperatura media de verano superior a 20°C . Las áreas delimitadas por la isoterma correspondiente a la temperatura media estival superior a 20°C , muestra el requerimiento térmico necesario y satisfecho para el cumplimiento de las etapas de floración-fructificación-maduración de semillas.

La Figura 8, presenta el mapa de aptitud agroclimática para producir aceite industrial (que eventualmente podrá usarse para elaborar bioinsecticida o biodiesel).

Las diferentes clases de aptitud representadas en esta figura quedaron definidas de la siguiente manera: las áreas muy apropiadas presentan un período medio libre de heladas > 120 días, temperatura mínima anual media $> -5^{\circ}\text{C}$, temperatura media estival $> 20^{\circ}\text{C}$ y 400-800 mm anuales de precipitación; las áreas apropiadas poseen un período medio libre de heladas > 120 días, temperatura mínima anual media $> -5^{\circ}\text{C}$, temperatura media estival $> 20^{\circ}\text{C}$ y 200-400 mm anuales de precipitación; las áreas apropiadas con limitaciones térmicas presentan un período medio libre de heladas > 120 días, temperatura mínima anual media $> -5^{\circ}\text{C}$, temperatura media estival $< 20^{\circ}\text{C}$ y 200-400 mm anuales de precipitación; las áreas marginales muestran un período medio libre de heladas > 120 días, temperatura mínima anual media $> -5^{\circ}\text{C}$, temperatura media estival $> 20^{\circ}\text{C}$ y > 800 mm anuales de precipitación mientras que

las áreas no aptas registran un período medio libre de heladas > 120 días, temperatura mínima anual media < -5°C, temperatura media estival < 20°C y < 100 mm anuales de precipitación. La Figura 6 se obtuvo de la superposición de las Figuras 2, 3 y 5. Esta figura, es casi idéntica a la Figura 4 (aptitud agroclimática para producir biomasa), con la salvedad que las áreas costeras presentes sobre las provincias de Chubut y Santa Cruz, ubicadas al sur del paralelo 43°S pasaron a poseer aptitud apropiada con limitaciones por baja temperatura estival; se redujo la superficie con aptitud muy apropiada en las provincias de Salta y de Jujuy, y las clases con aptitudes muy apropiada y marginal presentes en la provincia de Buenos Aires presentaron una menor superficie con respecto a la Figura 4.

DISCUSIÓN

Las áreas destacadas de la Figura 4 con aptitud muy apropiada (que cubren el norte, centro y este de la provincia de Salta; este de Jujuy; oeste de Chaco y Formosa; norte, centro y oeste de Santiago del Estero; sur de Tucumán; sur de Catamarca; La Rioja; noroeste de San Luis; noroeste de Córdoba; noroeste y centro de Córdoba y sur de Buenos Aires), podrán destinarse al cultivo del *palán-palán*, sólo si las tierras no tienen un uso productivo más rentable como es la producción de alimentos o se trate de tierras que necesiten fitorremediación. Estas áreas clasificadas como muy apropiadas coinciden con las áreas húmedas chilenas, donde habita el *palán -palán*, cuyo período sin lluvias dura de 3 a 5 meses, con precipitaciones que alcanzan 400 a 800 mm anuales concentradas fundamentalmente durante el invierno (Chileflora, 2006).

En nuestro país, convendrá cultivar esta especie en las áreas clasificadas con aptitud apropiada, que comprenden parte de las provincias de Mendoza, San Juan, La Rioja y parte del sector costero patagónico, cubriendo parte de las costas de las provincias de Río Negro, Chubut y Santa Cruz. Estas áreas reciben anualmente de 200 a 400 mm de lluvias, es decir que presentan condiciones semiáridas a áridas. Estas regiones son coincidentes con las áreas de secano chilenas que habita el *palán - palán*, donde el período seco sin lluvias dura de 6 a 10 meses con 100 a 300 mm anuales concentradas en invierno (Chileflora, 2006).

Consideramos que la implantación del cultivo en esas tierras ayudará a disminuir los procesos de erosión eólica y la desertización de tierras abandonadas. Por otro lado, permitirá el asentamiento de la población en áreas rurales creando empleo.

Se ha demostrado a través de la zonificación agroclimática desarrollada en este trabajo, la existencia de una gran extensión latitudinal con potencial para el cultivo del *palán -palán* con fines energéticos, desde los 22°S hasta 47°S. Esta zonificación coincide en gran parte con el mapa presentado por Ragonese & Milano (1984) donde muestran una distribución aproximada de la especie, en base al reconocimiento florístico, desde los 22°S hasta los 36°S. Casi todas las áreas que resultaron clasificadas con aptitud muy apropiada, apropiada y marginal para producción de biomasa de la Figura 4, fueron contrastadas a través de citas documentadas mediante bibliografía nacional (Cabrera, 1965, Cabrera, 1977; Cabrera, 1979; Cabrera, 1983; Zuloaga & Morrone, 1996; Arambarri *et al.*, 2008; SIB, 2010; Flora Vascular Argentina, s/f) en base al reconocimiento de la especie en esas provincias. Sin embargo, no hay estudios hechos en Argentina que documenten la dispersión de la especie entre los 36° y los 47°S. No

existen relevamientos de la especie en las áreas clasificadas con aptitud apropiada ubicadas en el sur de la provincia de Buenos Aires y en el sector patagónico. Ello puede obedecer a dos posibles causas: que no hubo interés sobre la especie en esas latitudes o que la especie se haya dispersado hacia el sur, con posterioridad a los relevamientos botánicos por los cambios de temperatura registrados en las últimas décadas en latitudes medias y altas, como resultado del calentamiento global. Ese incremento se observa principalmente en la frecuencia de valores extremos de la temperatura, es decir, con temperaturas mínimas cada vez más altas (IPCC, 2002). Por eso, Rusticuchi & Barrucand (2001), sostienen que el aumento de la temperatura media del verano en el sur del país está más afectada por la disminución de eventos fríos que por el aumento de eventos cálidos.

Por otro lado, el *palán - palán* ha sido introducido, tal vez de manera accidental pero exitosa, en otros países y es posible encontrarlo a mayores latitudes que las reconocidas en Argentina y en ambos hemisferios, según cita Discover Life (s/f). Prueba de ello, son los registros de la especie en 38°05'S y 72°W (Chile), en 41°S y 171°W (Nueva Zelanda), en 44.1°N y 114.7°W (Estados Unidos de América), en 58.1°N y 173.5°W (Alaska) y en 62°N y 15°E (Suecia). Estas citas confirman que el *palán-palán* podría cultivarse en las áreas clasificadas como apropiadas a latitudes mayores que donde fue reconocida la especie en Argentina.

La especie presenta una producción grande de biomasa sobre suelos pobres y climas secos. En la península ibérica *N. glauca* se ha naturalizado sobre suelos pobres, en barrancos arenosos, zanjas del camino y dunas (Curt & Fernández, 1990). Sin embargo, algunos autores (Chittendon, 1956; Huxley, 1992) argumentan que la especie prefiere suelos profundos y húmedos en una posición soleada.

Sobre el continente norteamericano se ha encontrado arbustos en diferentes sitios: bordes de carretera, áreas cultas, bancos de zanja, y alrededor de drenajes secos (Parker, 1972). En Arizona, se identificaron ejemplares desde los 30 m hasta los 914 m de altitud (Parker, 1972). Sin embargo se cita que puede encontrarse plantas de *palán - palán* hasta los 3,000 m de altura (Flora Vascular Argentina, s/f). En Argentina y Uruguay también crece sobre muros viejos, suelos removidos húmedos, entre escombros, etc (Arrillaga, 1997).

Dado que el *palán-palán* se adapta a climas cálidos semiáridos y áridos consideramos que es posible desarrollar su cultivo en Argentina con fines energéticos, como productor de biomasa o para producir aceite industrial, en zonas sin interés agrícola, con altas temperaturas en verano y suaves en invierno, y sobre suelos ubicados fuera del área de agricultura tradicional. En Chile se ha reconocido a la especie habitando áreas extremadamente áridas, donde la temporada seca dura de 8 a 12 meses con precipitaciones inferiores a 100 mm/año (Chileflora, 2006). Sin embargo, como actualmente la producción de semillas y de aceite son bajos, de no mediar una modificación genética, la producción de biodiesel no estará disponible en el corto plazo. En efecto, Fogher (2010) afirma que existen patentes internacionales que han mejorado genéticamente la especie para aumentar el contenido de aceite y el rendimiento de semillas por hectárea.

CONCLUSIONES

Se ha demostrado la existencia de una gran extensión latitudinal para el potencial cultivo del *palán-palán* con fines energéticos en Argentina, desde los 22°S hasta los 47°S.

Las provincias que presentan áreas clasificadas agroclimáticamente como muy apropiadas, apropiadas y marginales, fueron documentadas mediante el reconocimiento botánico de la especie en dichas provincias, brindado por diferentes fuentes bibliográficas.

Por la rusticidad del *palán-palán*, convendrá cultivarla en las áreas clasificadas con aptitud apropiada (Mendoza, San Juan, La Rioja y parte del sector costero patagónico de las provincias de Río Negro, Chubut y Santa Cruz). Estas áreas presentan un régimen hídrico semiárido a árido, ya que reciben anualmente de 200 a 400 mm de precipitación. Estas tierras están ubicadas fuera del área de agricultura tradicional y carecen de interés agrícola a menos que se les suministre riego artificial. Por todo lo expuesto, el *palán – palán* cumple con todos los requisitos que debe reunir un cultivo energético para ser cultivado en tierras semiáridas y áridas de Argentina.

En el corto plazo, podría implementarse el ensayo del *palán – palán* en Argentina como productor de biomasa para obtener bioetanol o biocombustible sólido. No solo hay que destacar el enorme potencial agronómico de esta especie, que produce biomasa de gran interés energético, perfectamente adaptado a condiciones de extrema escasez hídrica (Chileflora, 2006), sino también, que las posibilidades de producción de biocombustible líquido (bioetanol) en tierras no destinadas a la producción de alimentos, implican un cambio en el paradigma actual, ya que se podrán desarrollar plantas de destilación a pequeña escala que operen *in situ*, favoreciendo el desarrollo local en esas provincias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arambarri AM., S.E. Freire, M. Colares, N. Bayón, M.C. Novoa, C. Monti & S. Stenglein. 2008. Anatomía foliar de arbustos y árboles medicinales de la selva misionera de la Provincia Paranaense (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 43 (1-2): 31-60.
- Baldwin, IT. & P. Callahan, 1993. Autotoxicity and chemical defense: nicotine accumulation and carbon gain in solanaceous plants. *Oecologia* 94 (2):534-541.
- Buchanan, R. 1987. *A weaver's garden*. Interweave Press, Loveland, Colorado. 230 pp.
- Cabrera, AL. 1965. Solanaceae. In: Cabrera, A.L. (Ed.). *Flora de la Provincia de Buenos Aires*. INTA 4(5): 190-250.
- Cabrera, AL. 1977. Flora de la provincia de Jujuy, República Argentina. Parte II. INTA. Buenos Aires.
- Cabrera, AL. 1979. Solanaceae. In: A. Burkart (Ed.). *Flora Ilustrada de Entre Ríos*. INTA 6(5): 346-452.
- Cabrera, AL 1983. Flora de la Provincia de Jujuy. Tomo XIII. Parte VIII. Colección Científica del INTA. Buenos Aires.
- Cámara Argentina de Biocombustibles. 2012. Ensayos llevados a cabo por CARBIO demuestran la viabilidad técnica de aumentar el corte de gasoil con biodiesel. Disponible en <http://www.carbio.com.ar/> [Consulta: abril 2014].
- Carrere, R. 2007. El misterioso ciudadano Palán-palán (*Nicotiana glauca*). Disponible en:

<http://www.guayubira.org.uy/.../el-misterioso-ciudadano-palan-palan-nicotiana...> [Consulta: abril 2014].

Chileflora. 2006. Disponible en:

www.chileflora.com/Florachilena/FloraSpanish/.../SH2400.htm [Consulta: abril 2014].

Curt, MD. & JM. Fernández. 1990. Production of *Nicotiana glauca* R.C. Graham aerial biomass in relation to irrigation regime. *Biomass* 23:103-115.

Chittendon, F. 1956. *RHS Dictionary of Plants plus Supplement*. Oxford University Press 1951.

Dajoz, R. 1969. *Les insecticides*. Presses universitaires de France. Paris.

Discover Life. *Nicotiana glauca* - Tree Tobacco Disponible en: <http://www.discoverlife.org/mp/20q?...Nicotiana+glauca> [Consulta: abril de 2014].

Drake, B. 2001. *Tobacco as an energy and biomass crop*. Disponible en: http://www.bioenergyupdate.com/.../Bioenergy%20Update%2012.../bioenergy_update_December_2001.htm [Consulta: diciembre de 2011].

Falasca S. L. 2012. “Cultivos energéticos para biocombustibles de 1ª y 2ª generación: aptitud agroclimática argentina”. Editorial Académica Española. España. 218 pp.

Falasca, S. & MA. Bernabé. 2009. Zonificación agroclimática de la moringa (*Moringa oleífera*) en Argentina para producir biodiesel y bioetanol. Avances en energías renovables y medio ambiente. 13. Argentina. ASADES 11.65. Disponible en:

<http://www.asades.org.ar/modulos/averma/trabajos/2009/2009-t011-a010.pdf> [Consulta: Abril 2014].

Falasca S.L., N. Flores, M. Lamas, S. Carballo & A. Anschau. 2010. *Crambe abyssinica*: an almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel. *International Journal of Hydrogen Energy*. 35. 5808-5812 (2010).

Falasca S.L., C. Miranda del Fresno & A. Ulberich. 2012a. Possibilities for growing queen palm (*Syagrus romanzoffiana*) in Argentina as a biodiesel producer under semi-arid climate conditions. *International Journal of Hydrogen Energy* 37:14843-14848.

Falasca, S.L., MC. Miranda del Fresno & CP. Waldman. 2014a. Developing an Agro-climatic zoning Model to determine potential growing areas for *Camelina sativa* in Argentina. *Q Sciences Connect. Bloomsbury Qatar Foundation Journals (BQFJ)*. (2014) 1-11.

Falasca, S.L., C. Miranda & C. Waldman. 2014b. Halophytes: feedstocks for bioenergy in Argentina. Chapter 7. Nova Science Publishers: S. Advances en Energy Reserch. Morena J. Acosta (Ed). Book 17. NY. 2014. p 159-192.

Falasca S. & A. Ulberich. 2011. Argentina's semiarid lands aptitude to cultivate nontraditional species for biodiesel production”. In: Biodiesel: Blends, Properties and Applications. Editor: Jorge Mario Marchetti and Zhen Fang. Nova Science Publishers. N.Y. 2011. Chapter 5: p 123-150.

Falasca, S; A. Ulberich & E. Ulberich. 2012b. “Developing an agro-climatic zoning model to determine potential production areas for castor bean (*Ricinus communis* L)”. *Industrial Crops and products*. 40: 185-191.

Falasca S; A. Ulberich & C. Waldman. 2013. Possibilities of Argentina to produce biokerosene for aviation under dry subhumid to arid areas. A. Méndez-Vilas (Ed.). En: *Materials and processes for energy: communicating current research and technological developments*. 327-334.

Formatex Research Center. Spain.

Fernández, J. 2008. Cultivos alternativos para la producción de bioetanol. Jornada de Estudio de la Fundación Foro Agrario: El regadío y los cultivos agrarios y energéticos en España. Madrid. Disponible en: <http://www.foroagrario.com/GEN/20080205/CuAlProBi.pdf> [Consulta: abril 2014].

Flora Vascular Argentina. Disponible en: www.floraargentina.edu.ar [Consulta: abril de 2014].

Fogher, C. 2010. *Patent Application Publication N° US 2010/0058655 A1*. USA.

GRIN. 2000. *Grin Taxonomy*. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. The Germoplasm Resources Information Network (GRIN). Disponible en: <http://www.ars-grin.gov/npgs/tax/index.html> [Consulta: diciembre de 2011].

Gentry, Jr. & WG. D'Arcy. 1986. *Solanaceae of Mesoamerica*. In: D'Arcy, W.G. (ed). *Solanaceae, biology and systematics*. Columbia University Press, New York.

Giannelos, PN.; F. Zannikos; S. Stournas; E. Lois & G. Anastopoulos. 2002. Tobacco seed oil as an alternative diesel fuel: physical and chemical properties. *Industrial Crops and Products* 16:1-9.

Hurrell, J. & D. Bazzano, 2003. *Arbustos 1: nativos y exóticos*. Buenos Aires, L.O.L.A.

Huxley, A. 1992. *The New RHS Dictionary of Gardening*. Mac Millan Press. N.Y.

IPCC. 2002. Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. WMO-PNUMA.

LADA Argentina. Land Degradation Assessment in Drylands. Disponible en: <http://www.lada.crean.unc.edu.ar/> [Consulta: abril 2014]

Lahitte, H. & J. Hurrell, 1998. *Plantas medicinales rioplatenses*. Buenos Aires, L.O.L.A. 240 pp.

Lauwerys, R. 1990. *Toxicology industrielle et intoxication professionells*. Masson. 3º Edición. Paris, Milán, Barcelona. 254 pp.

Marzocca, A. 1986. Manual de Malezas. 3ª ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.

Moerman. D. 1998. *Native American Ethnobotany*. Timber Press. Oregon.

Murphy, G. 2008. Atlas agroclimático de la República Argentina. Ed. Facultad de Agronomía. 129 pp.

Panter, KE; RF. Keeler; LE. James & TD. Bunch. 1992. Impact of plant toxins on fetal and neonatal development: a review. *Journal of Range Management* 45:52-57.

Plants for a Future (s.f.). *Nicotiana glauca*. Database report. Disponible en: http://www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Nicotiana+glauca [Consulta: diciembre de 2011].

Parker, KE. 1972. *An Illustrated Guide to Arizona Weeds*. The University of Arizona Press, Tucson, AZ. 338 pp. Disponible en: <http://www.uapress.arizona.edu/online.bks/weeds/> [Consulta: diciembre de 2011].

Pérez Zavala, LA. 2008. *Fitorremediación de suelo contaminado por Pb y Zn mediante la especie vegetal Nicotiana glauca* G. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.

Ragonese E. & VA. Milano. 1984. Vegetales y sustancias tóxicas de la flora argentina. En: *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Tomo II. Segunda edición. Edit. ACME S.A.C.I Buenos Aires.

- Robledo Miras A. & E. Correal Castellanos. 2013.** Cultivos energéticos de segunda generación para producción de biomasa lignocelulósica en tierras de cultivo marginales. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.
- Rusticucci, M. & M. Barrucand. 2001.** Climatología de temperaturas extremas en la Argentina consistencia de datos. Relación entre la temperatura media estacional y la ocurrencia de días extremos. *Meteorológica* 26: 69-84.
- SIB. Sistema de Información de Biodiversidad. 2010.** Administración de Parques Nacionales. Disponible en: http://www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE*nicotiana*glauca [Consulta: diciembre de 2011].
- Smith, WD. 1999.** Agronomy and physiology. Seedling production, p. 70-75. In: D. D. L. & M. T. Nielsen (eds.). *Tobacco. Production, chemistry and technology*. Blackwell Science, Oxford.
- Uphof, JC. 1959.** *Dictionary of Economic Plants*. H.R. Engelmann (J. Cramer). Weinheim. 400 pp.
- Usher, GA. 1974.** *Dictionary of Plants Used by Man*. Constable. London.
- Ware, GW. 1980.** *Complete guide to pest control*. Thomson Publ. Fresno. CA.
- Zuloaga, FO & O. Morrone, eds. 1996.** Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. I. Pteridophyta, gimnospermas y angiospermas (Monocotyledonae), II. Dicotyle.

FIGURAS



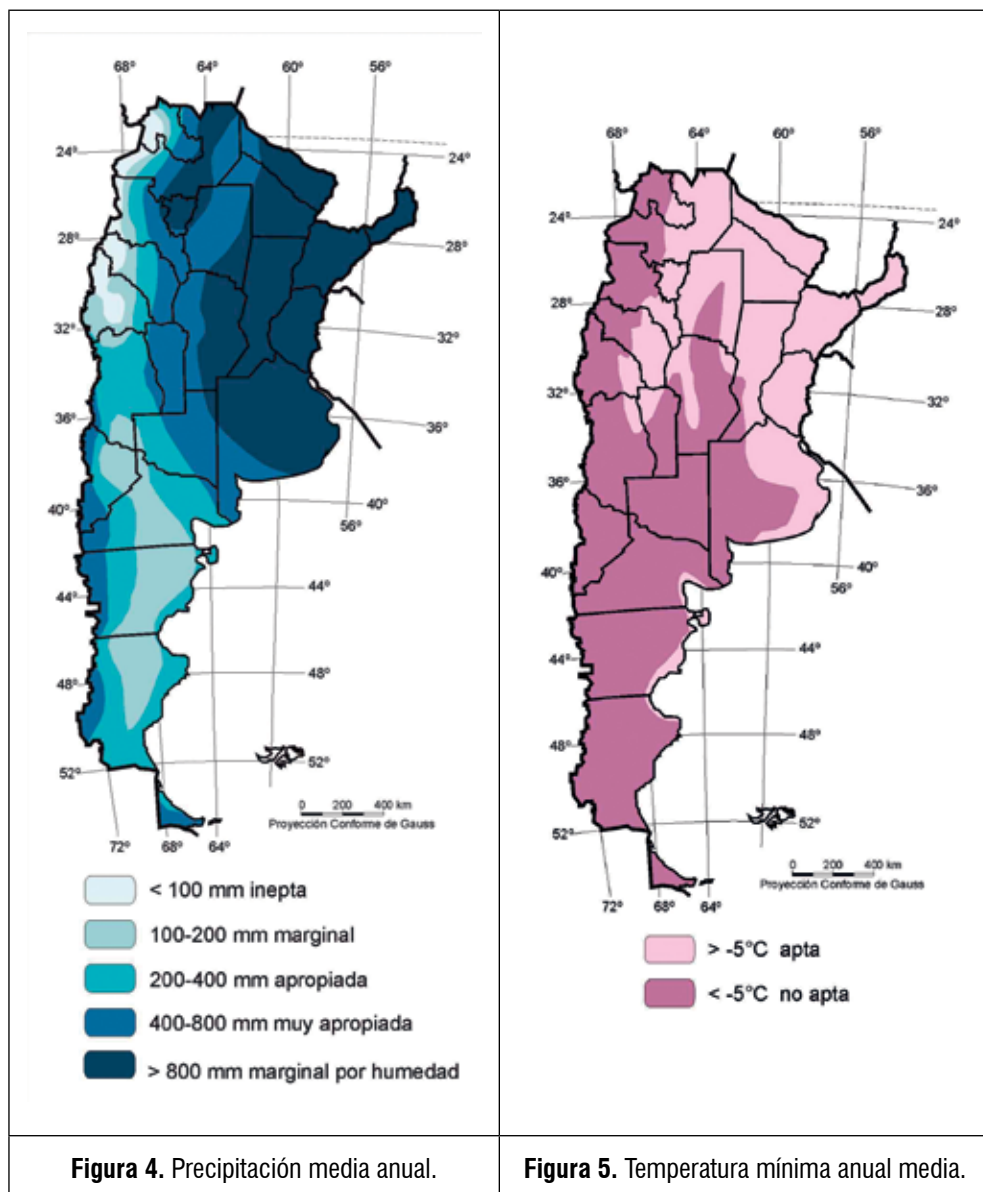
Figura 1. División política de Argentina.



Figura 2. *Nicotiana glauca* creciendo silvestre en la provincia de Chaco (Argentina).



Figura 3. Ensayo de *Nicotiana glauca* en Lorca, Murcia, España.



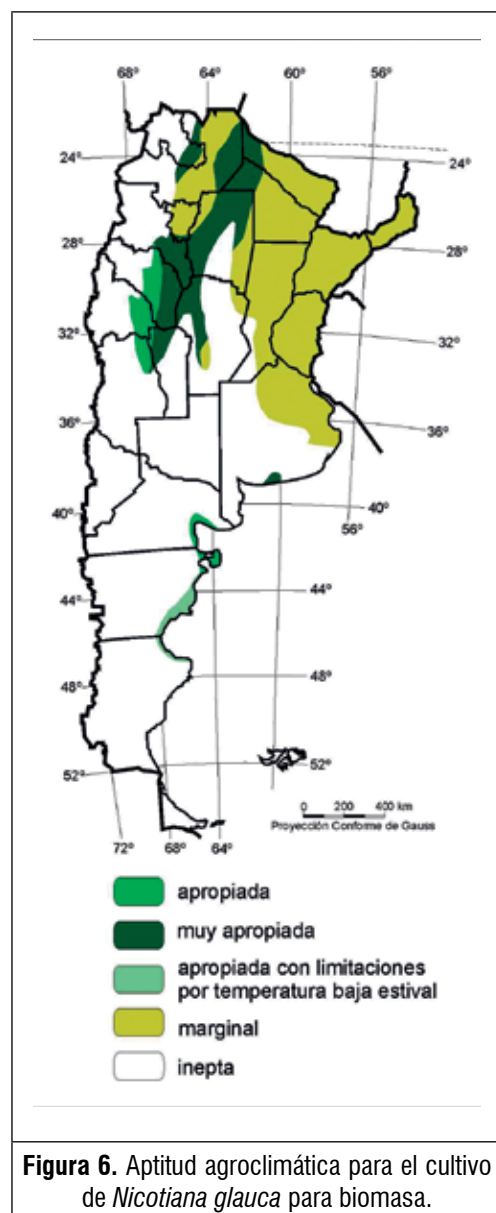


Figura 6. Aptitud agroclimática para el cultivo de *Nicotiana glauca* para biomasa.

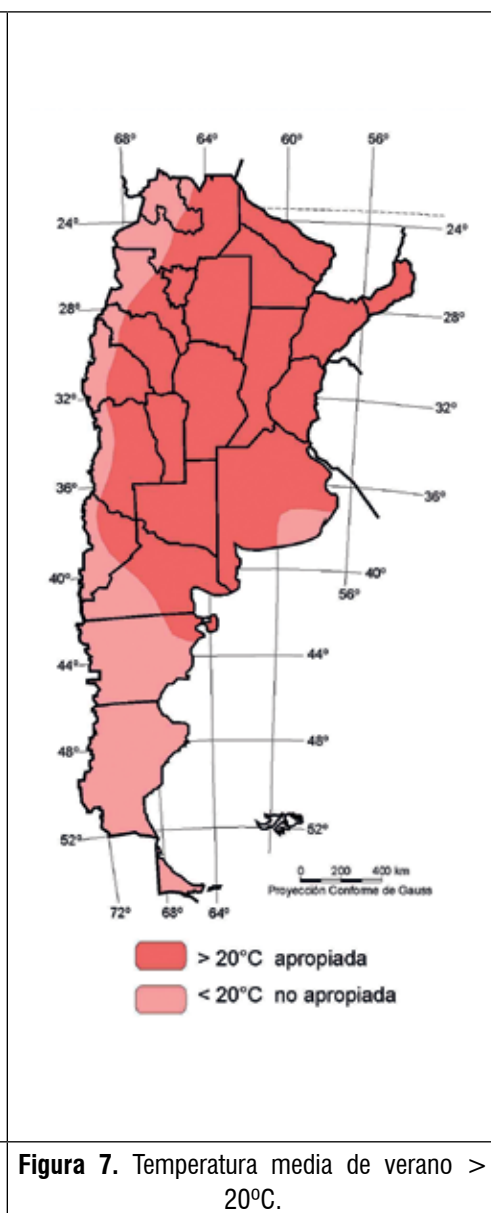


Figura 7. Temperatura media de verano > 20°C.

La maleza *Nicotiana glauca* (Graham) como cultivo energético
en sectores áridos y semiáridos de Argentina

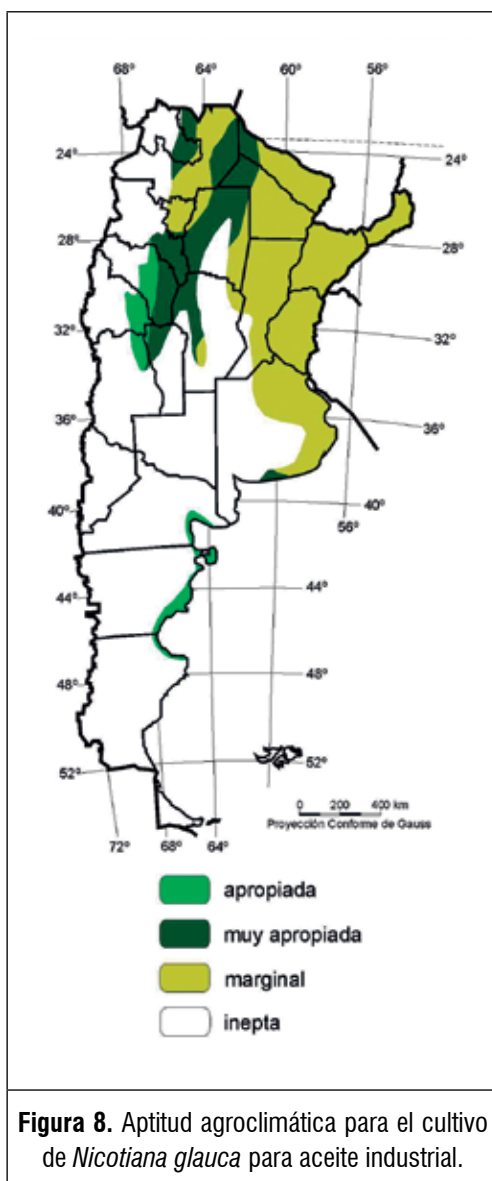


Figura 8. Aptitud agroclimática para el cultivo de *Nicotiana glauca* para aceite industrial.

CUADROS

Cuadro 1. Producción de biomasa y de bioetanol al cabo de 3 años de ensayos. (Fuente: Curt y Fernández, 1990).

Año	Biomasa t MS/ha	Bioetanol m ³ /ha
1	3,4	0,22
2	4,6	0,30
3	8,7	0,86

Artículo de Revisión

Reconstruyendo la historia ambiental de las tierras secas chubutenses (Argentina)

MERCEDES EJARQUE

Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires /
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Para correspondencia. E-mail: mercedes.ejarque@conicet.gov.ar

Recibido: 28 de Septiembre 2013

Aceptado: 24 de Enero 2014

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo reconstruir la historia de las tierras secas en la provincia del Chubut (Patagonia, Argentina) en clave ambiental, considerando los modos en que se ha ido modificando la relación sociedad-naturaleza en diferentes períodos. Desde los orígenes del poblamiento de este espacio hasta la complejidad de la situación actual, en esta historia se han seleccionado algunas variables claves para comprender la imbricada relación que han tenido la sociedad y la naturaleza, a través de la ganadería ovina para la producción de lanas. Sin duda, la crítica situación de los recursos naturales en la región encuentra sus bases en la forma en que se desarrolló esta relación históricamente. Esta reconstrucción histórica se realizó a partir del análisis de fuentes documentales (principalmente de diarios y revistas de la región) y la utilización de investigaciones historiográficas específicas del área de estudio y de la Patagonia. Palabras Clave: Historia ambiental, desertificación, tierras secas, Chubut.

ABSTRACT

This article's objective is to reconstruct the history of the drylands in Chubut (Patagonia Argentina), focusing in the environmental aspects and considering the ways in which the relation between nature-society has developed in different periods. Since the origins of the settlement till the complexity of the actual situation in this space, in this history some variables have been selected in order to comprehend the imbricated relation between the society (mainly through the sheep raising to obtain wool) and the nature. Certainly, the critical situation of the natural resources in the region finds its bases in the form that this relation has been developed throughout the history. This historical reconstruction has been based on the analysis of documentary source (mainly regional newspapers and magazines) and the use of historical researches referring to the area of study or to the Patagonia.

Key words: Environmental history, desertification, drylands, Chubut.

INTRODUCCIÓN

Este artículo se propone reconstruir la historia de las tierras secas de Chubut, Argentina, desde una perspectiva ambiental, la cual entiende al ambiente como *“a todos los elementos y relaciones que se encuentran dentro de la biósfera, tanto los que son estrictamente naturales como los que han sido producto, en mayor o menor grado, de la intervención humana”* (Reboratti, 2000:8). La naturaleza, sus componentes biofísicos, y la sociedad se condicionan, influyen mutuamente, generando, mediante las relaciones que establecen entre sí, un sistema que es una totalidad más compleja: el ambiente. Esta noción de ambiente implica que el estudio de la naturaleza y de la sociedad no se puede realizar de manera escindida, debido a que la alteración de alguno modifica el sistema de relaciones entre todos (Alfaro, 2005). Este artículo busca indagar sobre los modos en que se ha desarrollado la compleja relación entre la naturaleza árida y la sociedad, especialmente a través de la producción ganadera ovina, en el transcurso de los 100 años que lleva esta actividad en las tierras secas chubutenses. Este análisis puede contribuir a identificar algunos elementos estructurales y materiales históricos que estarían interviniendo en que los problemas ambientales actuales (la desertificación, la sequía y el depósito de cenizas) tengan consecuencias en la ganadería ovina, y a conocer los discursos y apropiaciones simbólicas sobre la naturaleza que conforman la base histórica desde la cual surgen hoy diferentes interpretaciones, visiones o lenguajes de valoración sobre el ambiente.

Este análisis sigue algunos principios de la ecología política latinoamericana. Desde esta perspectiva, el *proceso de transformación* de la naturaleza es importante porque comprende la producción (o transformación de ciertas cualidades), la distribución, el cambio y el consumo de algunos recursos a través de los que una sociedad hace uso para satisfacer sus necesidades (Sejenovich & Gallo, 1996). Pero también se incluye la dimensión simbólica involucrada en el uso, apropiación y consumo de la naturaleza (Martínez-Alier, 1994).

Considerando los aportes de Castro-Herrera (1996) sobre los modos de estudio de la historia ambiental latinoamericana, es necesario definir en primer lugar el campo de relaciones entre la sociedad y el medio natural, especialmente de los procesos de transformación del último. Segundo, la selección de un conjunto de categorías para caracterizar ese campo de relaciones en sus diferentes etapas, considerando por ejemplo las formas de organización social que sostienen los procesos de transformación, los propósitos que los impulsan y los conflictos que surgen, incluyendo las condiciones que habilitan la transición entre etapas. Por último, el uso de ciertas categorías para establecer una periodización, donde se evidencien los cambios y continuidades en función de diferentes dimensiones. Siguiendo a Palacio (2006), es preciso incluir el rol del Estado y las formas jurídico-políticas que predominaron. Asimismo, según Alimonda (2011) la historia ambiental latinoamericana tiene que reconstruir el proceso tendiente a la mercantilización de la naturaleza desarrollado para las distintas sociedades para darle materialidad a la historia.

Desde este enfoque, primero se presentará la región de estudio y luego, la metodología de trabajo, incluyendo las dimensiones de análisis utilizadas. Luego, se desarrollan los tres períodos en que puede distinguirse la historia ambiental chubutense, para cerrar con algunas reflexiones finales.

BREVE CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS TIERRAS SECAS CHUBUTENSES

Chubut es una de las provincias más nóveles (se constituyó como tal en 1957) y más extensas (224.686 km²) de Argentina. Se ubica entre los paralelos 42° y 46° de latitud Sur, en la región de la Patagonia, limita al norte con Río Negro, al este con el Mar Argentino, al sur con Santa Cruz y al oeste con Chile (Figura 1).

Con excepción de una estrecha franja del oeste provincial cercana a la Cordillera de los Andes, donde se descarga humedad que forma bosques subantárticos y estepas gramíneas, el resto del territorio presenta características de aridez y semiaridez, provocada por niveles de precipitaciones menores a los 200 mm anuales, con una distribución media anual que es irregular en distribución e intensidad (Colombani & Arbuniés, 2008). Esta región, conocida como zona extraandina, es principalmente de relieve mesetario, con diferentes estructuras alternadas que van desde las serranías aisladas, áreas deprimidas y valles fluviales. Su clima es árido frío y el bioma es el semidesierto. En esta zona de *tierras secas* (aquellas que tienen clima seco, según un índice de aridez de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación; Abraham *et al.*, 2011) es donde se desarrolla principalmente la actividad ganadera ovina extensiva de la cual es objeto este artículo.

La elección de esta actividad se basa en su carácter histórico central y estructurador en la economía regional patagónica (Aparicio & Crovetto, 2009) y por ser uno de los cinco productos exportables principales de Chubut (Dirección General de Estadísticas y Censos, 2009). Asimismo, porque es considerada una de las causas del deterioro de los suelos de la región (Andrade, 2002).

RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA

Reconstruir la historia de las tierras secas en clave ambiental supone, por lo menos, dos desafíos: por un lado, realizar un recorrido de esta relación ambiental a través de los años, que no está muy desarrollado en esta región y por otro, la historiografía chubutense está atravesando un proceso de revisión en los últimos años donde se están (re)elaborando y discutiendo temas, períodos y regiones, pero todavía hay algunos menos estudiados. Frente a estas situaciones, este artículo se propone reconstruir esta historia ambiental utilizando investigaciones específicas de la zona y de la región patagónica o alguna de sus jurisdicciones. El análisis fue profundizado con fuentes documentales: el diario *Esquel* (fundado en 1925, recogió noticias locales, provinciales y nacionales) y la revista *Argentina Austral* (de tirada patagónica, editada por la Sociedad Anónima Importadora y Exportadora de la Patagonia y que presentaba noticias sobre la ganadería y las opiniones de los grandes productores). Para el último período también se ha trabajado con entrevistas a técnicos, productores, contratistas de mano de obra y servicios, trabajadores y personal de barracas vinculados a la producción de lana de Chubut entre 2008 y 2012.

En esta historia se consideraron algunas dimensiones: la población y la conformación de los agentes sociales vinculados a la actividad; la naturaleza, sus formas de apropiación, uso y distribución, ideas y percepciones que se tenían sobre ella; y las formas de producción (la tecnología y otros capitales invertidos, la mano de obra y los modos de comercialización).

Analíticamente, se definieron tres grandes períodos: los orígenes y expansión del sistema

productivo extensivo; los primeros signos de estancamiento a mediados del siglo XX; y, por último, la crisis. Los límites de cada uno se definieron por cambios en una o varias de las dimensiones antes mencionadas, aunque, como en todo proceso, puede haber continuidades entre las etapas, o regiones o agentes donde las variaciones no se produjeron en ese momento.

PRIMERA ETAPA: LA COLONIZACIÓN EXTENSIVA Y EL “AUGE DEL OVINO”

Los primeros registros de población de Chubut datan de hace más de 10.000 años, con habitantes procedentes, posiblemente, de América del Norte, con diferentes orígenes étnicos (Bandieri, 2009). Estos primeros grupos se dedicaron a la caza y con la retracción de los hielos continentales, aproximadamente entre los 7,000 y los 2,000 años antes del presente, se fueron asentando en torno a fuentes de agua y especializándose en la caza de grandes animales, principalmente el guanaco (*Lama guanicoe*), el cual se convirtió en la base alimentaria y de sustento de la población (se utilizaba también su pelo, cuero y huesos).

A comienzos de la era cristiana, según han registrado los arqueólogos, grupos de cazadores desarrollaron rutas determinadas para la búsqueda del ganado, siendo un antecedente de la *transhumancia* como método de manejo de la ganadería (Bandieri, 2009). Ésta implica recorrer anualmente diversos territorios de acuerdo a sus posibilidades productivas para maximizar el aprovechamiento de la producción forrajera (Bendini *et al.*, 2005).

Durante la época del virreinato y los primeros años de conformación de la Argentina (hasta mediados del siglo XIX), Chubut, y la Patagonia en general, fueron territorios aislados y poco considerados por las autoridades gubernamentales. Durante el siglo XIX se desarrollaron algunos intentos fracasados de asentamiento y colonización extranjera (Bandieri, 2009), pero que dejaron como resultado, desde 1865, la presencia de ganado cimarrón suelto cerca del Río Chubut, que les dio experiencia a los pobladores originarios en la cría de ganado (Coronato, 2010; Varela & Cúneo, 2005). La primera colonización duradera fue la galesa en 1865 en los valles chubutenses (Crovetto, 2011). Este grupo contó con ayuda estatal para desarrollar la ganadería pero, gracias al desarrollo de obras de infraestructura (como canales de riego y el ferrocarril) y la introducción de maquinarias agrícolas de tecnología avanzada, se concentraron en la agricultura en los valles irrigados (Luiz & Schillat, 2001; Crovetto, 2011). Por ello, los valles no se incluyen en esta investigación.

En paralelo a esos intentos colonizadores, expediciones de científicos y viajeros (como George Charworth Musters y Francisco Perito Moreno), muchos de ellos naturalistas, recorrieron la Patagonia, en algunos casos, con apoyo de los gobernantes nacionales (como Giacomo Bove, Carlos Burmeister y Carlos María Moyano). Sus relatos sobre las zonas áridas hablaban de un espacio “hostil” relacionado con la imagen de un “desierto” (idea que tenía sustento o justificaba el fracaso de muchos intentos colonizadores), aunque prontamente incluyeron sus potencialidades económicas y el interés en explotar los recursos naturales (Luiz y Schillat, 2001). Sin embargo, Sourrouille (2011) afirma que estos relatos mostraban una valoración diferente de las prácticas de producción y utilización de los recursos naturales según quiénes fueran los ejecutores o beneficiarios, desprestigiando las prácticas de pueblos originarios. En 1886, el recorrido de Ramón Lista y del sacerdote José Fagnano afirmó las cualidades productivas de la región para la cría del ganado ovino, sentando las bases para la ocupación blanca definitiva (Bandieri, 2000).

Si bien la exploración y los viajes de estos primeros colonizadores contaron con el apoyo del Estado Nacional Argentino, fue recién después de 1861 que los gobiernos nacionales comenzaron a mostrar una actitud proactiva para la “ocupación” de Chubut. Las campañas militares de fines del siglo XIX tuvieron como uno de sus objetivos principales expandir la frontera agropecuaria para trasladar a tierras menos favorables a los ovinos de la Pampa (Bandieri, 2009). Si bien la estepa patagónica tenía una décima de la receptividad para la ganadería ovina respecto de la región pampeana (Barsky & Gelman, 2005), resultaba suficiente para esa ganadería. Entonces, la ocupación del territorio estuvo ligada a la llegada de los ovinos a Chubut.

Las campañas militares y sus efectos (como enfermedades y traslados) diezmaron a las poblaciones originarias, y quienes sobrevivieron fueron disciplinados mediante la *territorialización*: la obligación de establecerse en una locación fija, respetando los espacios asignados y delimitados por alambrados, lo cual les impedía la práctica de la transhumancia (Delrio, 2010). Asimismo, recortó los accesos a fuentes de agua o pastizales de mejor calidad de forraje. Esta política de asentamiento difundió la ganadería ovina o caprina como el principal medio de vida, denominando a estos pobladores como *crianceros* (Blanco, 2010).

Una vez logrado el dominio territorial por medio de la fuerza y el asentamiento, siguió otra forma de intervención estatal: la política de distribución de las tierras ahora consideradas “públicas”. Ésta incluyó diferentes leyes de colonización, donación y concesión de derechos de tierras (en Chubut las más importantes fueron: N° 817/1876, N° 1265/1882, N° 1552/1884, N° 1628/1885 y N° 2875/1891), en las que se prohibía el latifundio y la especulación. En la práctica estos objetivos no se concretaron (Blanco, 2010) y se conformó el sistema, característico en toda la Patagonia, de *estancias*. Estas extensas explotaciones agropecuarias (EAPs) contaban con amplios recursos, forma de producción extensiva y bajo uso de tecnología. Muchas, inclusive, se ampliaron en las primeras décadas del siglo XX, cuando se liberaron algunas restricciones al mercado de tierras, y fueron adquiridas por prestigiosas familias representativas del poder económico y político nacional y compañías británicas (Blanco, 2008).

La ganadería ovina fue paulatinamente creciendo, tanto en la extensión utilizada como en la cantidad de cabezas de ganado, según se observa en la Figura 2. Predominantemente eran de razas laneras, que con el tiempo llevarían a la especialización en merinos (que produce lanas con mayor valor comercial), descartándose los ovinos de lanas más gruesas que eran aptas para el hilado de las poblaciones originarias.

El crecimiento de la ganadería fue acompañado de un proceso de concentración de la tierra y productivo. Hacia 1914, la tierra ya se encontraba repartida en pocas manos: sólo un 3% de las EAPs tenía casi el 40% de las hectáreas (ha), el cual representaba como mínimo 12,000 ha por EAP (Baeza & Borquez, 2006b). En el otro extremo de la estructura parcelaria se encontraba una mayoría de productores (53%) con pequeños lotes (menos de 1,250 ha). Algunos eran descendientes de pueblos originarios que habitaban en diversas “reservas de indios” creadas por el Estado Nacional. En ellas, los lotes eran menores a una unidad económica (entre 625 y 650 ha por familia, de tierras de baja productividad ubicadas en la meseta central), impulsando la asalarización en estancias vecinas para complementar los ingresos. La forma de tenencia de estos productores era precaria (Troncoso & Flores, 2010), sin derechos de propiedad, obligados a pagar *talaje* o *derecho a pastaje* por el uso de las tierras fiscales (Blanco, 2010). El trabajo de la familia en la ganadería era característico.

Independientemente del tamaño del establecimiento, beneficiados por la coyuntura externa (el alza del precio internacional de la lana) y la exención de impuestos a la importación y exportación de bienes (Baeza & Borquez, 2006a), todos los productores podían desarrollar una ganadería ovina de forma extensiva y con baja inversión en capital y en mano de obra. Solamente algunos estancieros invirtieron inicialmente en la mejora de las razas de los animales (Helman, 1941) y posteriormente, en infraestructura de viviendas del personal permanente y para la actividad ganadera (galpones para la esquila, almacenes o cabañas) y en el tendido de alambrados (Baeza & Borquez, 2006b).

Las estancias también eran las que contrataban mano de obra. Para el cuidado del ganado durante todo el año contaban con peones permanentes que, además del cuidado de la hacienda y el mantenimiento de la explotación, también realizaban la esquila del propio campo e, inclusive, podían llegar a ofrecer el servicio a otros campos (Baeza & Borquez, 2006a). Se los llamaba generalmente *ovejeros*, aunque existían entre ellos diferentes cargos y categorías: desde el encargado, el capataz, hasta el peón ovejero y el aprendiz. Para el trabajo en la esquila de la lana, se requería mayor cantidad de personal, por lo que se promovió, primero, los *contratos de enganche* o acuerdos de trabajo (Bascopé-Julio, 2008) y, luego, la organización de cuadrillas o *comparsas*. Éstas iban esquilando en distintos campos desde septiembre a febrero (Baeza & Borquez, 2006b).

En cuanto a la comercialización, mientras las grandes estancias (principalmente las británicas) gestionaban sus propias ventas o tenían sus empresas comercializadoras (Baeza & Borquez, 2006a), los productores medianos se vinculaban con acopiadores *regionales* y los pequeños con acopiadores *de campaña* (Baeza & Borquez, 2006b) o intermediados por los *bolicheros* o *mercachifles*, que iban a sus campos a buscar la lana y luego la revendían a los regionales. La lana se vendía en función a un precio definido por todo el volumen, sin distinción de calidad.

Los primeros escollos

El primer altibajo del sistema fue en la Primera Guerra Mundial cuando cayeron los precios de la lana y la demanda internacional. Las dificultades comerciales se agravaron con la crisis económica de 1930 (que generó escasez y/o el faltante de mercaderías; Finkelstein & Novella, 2005), las restricciones aduaneras desde los 20's y la ejecución de las *prendas agrarias*. Algunos productores habían *prendado* sus animales para obtener dinero o mercaderías y luego no pudieron pagarlos, quedándose sin ganado. El stock se redujo (Figura 2) también por la venta de hacienda para generar ingresos y/o pagar obligaciones contraídas con las casas comerciales (Blanco, 2010). Esto fue un primer impulso a la migración de productores y trabajadores rurales hacia las ciudades patagónicas.

Las estancias buscaron disminuir los costos de mano de obra y aumentar la productividad con la mecanización de la esquila. Ésta se extendió en la década del '40 y se masificó a finales del siglo, y redujo la demanda de trabajadores estacionales. Otra forma de incrementar la productividad de la lana fue, desde 1930, la profundización de la *merinización* de las majadas (Dumrauf, 1992). Esto también generaba ingresos para las estancias por la venta de ejemplares reproductores (Baeza & Borquez, 2006a). Este proceso fue apoyado por el gobierno nacional mediante la creación de la Dirección de Lanas y Ovinos, del Instituto de Investigación de

Lanas (“La iniciación de la esquila”, 1937) y, en 1947, una Estación Experimental en Río Mayo, para el estudio científico de la ganadería ovina en la zona.

Otros productores promovieron la conformación y el impulso a las Sociedades Rurales (en 1909, Camarones, en 1925, Esquel y en 1936, Trelew) como entidad para la defensa de los intereses de los ganaderos y fomento del desarrollo científico- tecnológico, por ejemplo a través de las exposiciones y remates de ejemplares de excelencia. Los pequeños productores, en general, no podían participar por los elevados costos y las dificultades para lograr la alta calidad requerida (Esquel, 24/01/1962). Con el tiempo, las Rurales fueron las portavoces de los reclamos por la entrega de los títulos de tierras y eliminación de impuestos y retenciones. Gracias a las mencionadas inversiones de capital, el stock ganadero se fue recuperando, hasta una nueva caída en la Segunda Guerra Mundial. Si bien la crisis fue importante, en términos de técnicas de producción, se mantuvieron las mismas características: cría a campo abierto, bajo mejoramiento de la especie y tratamiento preventivo de enfermedades.

Paralelamente el Estado siguió sin resolver la titularización de la tierra, pero presionó a los productores, principalmente a los pequeños, con el pago de las deudas por los derechos de pastaje o los permisos de ocupación, incentivando la crisis de este grupo (Masera, 1998).

En esta última parte del período se presentan las primeras menciones referidas al sobrepastoreo de los campos (Baeza & Borquez, 2006; Coronato, 2010) y la ausencia de acciones al respecto. En un informe de la Comisión Exploradora de Parques Nacionales se sostenía que eran pocos los ocupantes de tierras que se preocupaban por la conservación de sus campos y por las consecuencias que estaban generando en el largo plazo (Schülter, 1996). De este modo, aunque se reconocía que la “hostilidad” de los territorios patagónicos estaba siendo superada por la acción del hombre y la ganadería, se registraban dificultades del suelo, condiciones climáticas y el pisoteo animal como causantes del deterioro, de la “erosión”: *“Producida la Gran Guerra, en 1914, y llegados los precios de la lana hasta cifras nunca más alcanzadas, todos los establecimientos ganaderos de la Patagonia sufrieron el mismo fenómeno de su recargamiento con haciendas (...) se aprovechó de los campos de crianza, sin sospechar que este pastoreo abusivo a corto plazo, mostraría sus consecuencias nocivas para la buena explotación de las tierras (...) El exceso de haciendas, el pisoteo constante y la falta de rotación de los campos, dificultaron la repoblación natural de los pastos (...) fueron perdiendo paulatinamente sus excelentes condiciones zootécnicas, y la erosión de las tierras fue destruyendo a paso rápido aquella prodigiosa riqueza de nuestra Patagonia, conforme lo han comprobado estudios serios y referencias precisas de hombres de indudable cultura científica”* (“Problemas del agro patagónico”, 1938:31).

Este período se caracterizó por las tendencias crecientes de la población y la ganadería ovina. Esta actividad económica se desarrolló de forma extensiva, con baja intensidad de inversión de capital, vinculada al mercado externo, realizando un uso intensivo de la naturaleza, que ya desde ese momento era considerada pobre. Claramente, con los mencionados crecimientos poblacionales y ganaderos, la presión sobre el suelo y el forraje fue mayor. Predominaban, por su extensión territorial y cantidad de animales, los grandes establecimientos o estancias en convivencia con un amplio número de pequeños productores que funcionaban como satélites de las estancias para la provisión de mano de obra. Esta ganadería quedó restringida a las tierras secas, consideradas “hostiles” o de “desierto”, a las cuales sólo se les veía potencial

para desarrollar esa actividad económica. El conocimiento científico, representado por los exploradores naturalistas y luego por técnicos, sirvió para fundar estas interpretaciones y para acompañar el desarrollo del predominio productivo de la ganadería ovina.

SEGUNDA ETAPA: PRIMEROS SIGNOS DE AGOTAMIENTO Y EL ESTANCAMIENTO DEL CRECIMIENTO

A mediados del siglo XX, la producción ovina se encontraba consolidada como una de las principales actividades económicas de Chubut. Sin embargo, en el transcurso de unas pocas décadas, por diversos motivos, el sistema económico, productivo y natural empezó a mostrar signos de agotamiento hasta que su crecimiento se estancó.

Por un lado, los signos del deterioro de los suelos y de la productividad forrajera cobraron trascendencia pública, ligados, a partir de esta etapa, claramente a la “*sequedad*” del paisaje y el “*monocultivo*” ovino (Vivanco, 1959). En 1960 este deterioro comenzaba a ser notable: algunos pobladores se quejaban porque “*los campos se han venido a menos*” y “*que la capacidad ganadera ha disminuido considerablemente*” (Moray, 1960: 9). Aunque se adjudicaba a la naturaleza (lluvia y vientos) ser la causante de dicho deterioro, se mencionaban también algunas formas de manejo ganadero: pastoreo excesivo o sin control, falta de preocupación por los recursos (Moray, 1960; Esquel, 24/06/1961:4).

La mayor visibilidad de la degradación de los suelos estuvo relacionada con la instalación en la provincia de las primeras dependencias del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estas instituciones, generadoras y demostradoras de nuevas tecnologías, extensión o difusión del conocimiento técnico y asesoramiento a los productores, se focalizaron en la ganadería ovina. El INTA comenzó a hablar de la desertificación, entendiéndola en esa época como el deterioro de su productividad biológica (Diario Esquel, 16/01/1962; “Planes del INTA”, 1961). Los técnicos agrónomos lo relacionaron con el exceso de ganado, la necesidad de un “manejo más racional” y la falta de alambrados (Gorraiz-Beloqui, 1961; Esquel, 16/01/1962). Según registros periodísticos de la época, también se preocupaban por las dificultades ocasionadas por las recurrentes sequías (“Viento, sequía”, 1961; De Vita, 1951, Diario Esquel, 24/06/1961: 4).

Frente al diagnóstico de sus técnicos, el INTA buscó convencer a ganaderos para que implementaran algunas técnicas de manejo novedosas que sirvieran como ejemplo para el resto de los productores (“Planes del INTA”, 1961). Como medidas recomendadas para mejorar los campos se mencionaban la disminución de la carga animal (el número de animales en un área determinada en una unidad de tiempo, según la cantidad y calidad de forraje), la rotación del pastoreo y su eliminación de zonas erosionadas, y la siembra de pastos (Gorraiz-Beloqui, 1961). En 1961, ya se habían desarrollado tecnologías de fijación de médanos y acumulaciones (Salomone *et al.*, 2008). Sin embargo, la gravedad de estos procesos de deterioro parecía ser cada vez mayor (Esquel, 24/06/1961:4) y dificultaba la colocación de las lanas por la deficiencia de las fibras (Esquel, 12/04/1961:3). Aunque el tema ambiental era una preocupación que estaba comenzando a llegar a los pobladores, se sostenía que estos últimos no podían afrontar los efectos de la naturaleza y se reclamaba la acción del Estado (“Viento, sequía”, 1961).

La Constitución de Chubut (sancionada en 1957) incluyó algunos principios para el desarrollo de una ganadería preservadora del recurso, sosteniendo la importancia del cuidado del suelo, por su carácter natural, pero, principalmente, como recurso productivo y como instrumento para el afianzamiento del progreso económico y social de los pobladores rurales. Este enfoque es coincidente con la etapa histórica denominada *naturaleza modernizada* (Palacio, 2006), en la que el cuidado de la tierra buscaba incrementar su utilidad y favorecer al desarrollo.

El estancamiento productivo

A mitad del siglo XX se produce un estancamiento relativo del stock ganadero hasta su siguiente descenso a finales de los 70's (Figura 2). Las causas de este estancamiento son múltiples: las dificultades ambientales antes mencionadas (la desertificación, la erosión de los suelos, la pérdida de forraje y de capacidad receptiva del ganado); la reducción del mercado internacional de lanas por la aparición y difusión de los sintéticos (Ríos, 1958), que afectó los precios de la lana (Andrade, 2002) y las posibilidades de colocación de la producción; las retenciones aplicadas en 1960 ("Problemas laneros", 1961); la industria textil nacional no funcionaba como un mercado alternativo al de exportación (Esquel, 19/01/1959: 3); los déficits de calidad de las lanas por cuestiones genéticas, hereditarias, de manejo y sanitarias (Helman, 1941); y específicamente los *crianceros* de la meseta tuvieron dificultades comerciales también por la expansión del alambrado, que interrumpió la *transhumancia* y la cría a campo abierto de sus animales. Este último punto dejaba en evidencia el sobrepoblamiento de algunos campos, tanto de animales como de habitantes y nuevas generaciones emigraron a las ciudades o pueblos de la zona en busca de trabajo (Troncoso & Flores-Torres, 2010).

Estos diagnósticos motivaron la incorporación de nuevas técnicas de manejo (utilización de perros ovejeros, división en potreros, implementación de aguadas, rotación de las tierras, plantación de forrajeras) (Ygobone, 1945) y para el combate de las enfermedades, la aplicación de antiparasitarios y los certificados de sanidad que otorgaba el Estado a aquellos que cumplían con los baños reglamentarios. También resultaron importantes las primeras investigaciones científicas sobre la calidad de las lanas ("Estudio de lanas", 1961).

Para algunos productores, otra forma de mejorar la calidad de las lanas fue el desarrollo de las *cabañas*, para generar reproductores, ovejas madres o de carneros de genética superior (Baeza & Borquez, 2006b). La cabaña requería (y lo hace hasta la actualidad) más personal especializado, alimentos específicos, cuidados sanitarios, perseverancia y conocimiento por parte de los cabañeros (Esquel, 24/01/1962:4).

También con el objetivo de mejorar la calidad de la lana y la eficiencia de la tarea de la esquila, se promovió la selección de las ovejas que tuvieran su lana en el "*punto justo de maduración*" ("Cantidad y calidad", 1960:6) y, de mayor trascendencia, la difusión de las máquinas eléctricas. Éstas modificaron el perfil del trabajo porque su uso requería de mano de obra calificada, lo que llevó a la especialización y jerarquización del esquilador. El resto de los integrantes de la comparsa, aunque cada uno tenía un rol (mesero, vellonero, playero o agarrador), podían desempeñar otras funciones (Berenguer, 2001).

Las mejoras en la comercialización y el transporte permitieron mantener los niveles de ingresos en ese contexto desfavorable. Se reemplazó el sistema de consignación por el de compra

directa, donde representantes iban a los campos antes o en la época de la esquila para negociar allí con los productores. La llegada del ferrocarril a las zonas más cercanas a la cordillera y, especialmente desde 1960, la extensión de la red vial, redujo costos y tiempos (Dumrauf, 1992). Principalmente con el transporte vial, el acceso también fue diferente según el tipo de productores, porque las estancias tenían sus propios camiones mientras que los pequeños productores debían pagar los fletes a los compradores.

La entrega de los títulos de propiedad (que había sido objeto de debate y demanda por parte de los productores prácticamente desde los inicios de la distribución de las “tierras públicas”), se comenzó a concretar a mediados de los '50. Muchos productores se vieron beneficiados, aunque la forma y tiempos de entrega mostró el claro interés por contentar a los grandes y medianos propietarios rurales (Esquel, 15/05/1961:3), para quienes el problema de la titularidad de las tierras se consideró resuelto en 1962 (Esquel, 14/01/1962:4; Ibarra, 1993). Este “cierre” redujo las posibilidades de acceso a los títulos para los productores pequeños.

En resumen, desde la segunda posguerra y durante alrededor de tres décadas, la actividad lanera pasó del crecimiento al estancamiento productivo, de modelos extensivos con nula o baja tecnificación al creciente uso de técnicas científicas y tecnológicas para lo productivo y para el trabajo en este tipo de ámbito natural. Sin embargo, las nuevas tecnologías y técnicas, los medios de comercialización y transporte y el acceso definitivo, titular, de las tierras (para algunos productores), sólo lograron, en el mejor de los casos, sostener la cantidad de hacienda y la rentabilidad de ciertos establecimientos. Asimismo, la adopción de cambios no fue masiva ni uniforme a todos los estratos de productores, identificándose también por ello nuevas dificultades para los pequeños productores, como las originadas por la generalización de los alambrados. A fines de los 70's, en un contexto de decrecimiento de los precios de la lana y la reducción del mercado, ni estas medidas bastaron para sostener la rentabilidad y la misma modalidad de explotación en terrenos de baja productividad (Baetti *et al.*, 1999).

TERCER PERÍODO: EL AGOTAMIENTO DEL MODELO EXTENSIVO LANERO Y SU CRISIS

Desde la década de 1980 en adelante, la producción lanera mostró claros signos de crisis. El principal indicador fue el descenso del número de cabezas ovinas, el cual se profundizó en la década siguiente (Figura 2). La pérdida de competitividad internacional y el incremento de los costos internos de insumos y mano de obra, sin duda fueron parte de los motivos de la caída. Esta situación se daba en el contexto de una reducción general del mercado de las lanas, donde se comenzaba a privilegiar el mejoramiento de la calidad de las fibras.

La rentabilidad de los establecimientos se vio perjudicada, principalmente en los sectores minifundistas: según Baeza & Borquez (2006b), en la década del '80, sólo el 6% de las explotaciones ganaderas de Chubut tenían rentabilidad positiva. Esto fomentó una mayor concentración de la estructura parcelaria y la compra de tierras por parte de nuevas empresas extranjeras para otros fines productivos (Coronato, 2010).

Entre 1988 y 2002, se registraron 21% menos de explotaciones ganaderas ovinas en la provincia. La producción también se concentró: el 8% de las explotaciones de mayor tamaño poseían casi el 50% de las existencias ganaderas provinciales, dejando al estrato mayoritario

de explotaciones de subsistencia con sólo el 11% de dicho stock. Los pequeños productores fueron aún más perjudicados por la precariedad de la tenencia de sus tierras: más del 50% de las EAPs con menos de 1,000 has (de las cuales el 75% cuenta con ganado ovino) eran de ocupantes o bajo contrato (INDEC, 2002). La ausencia de títulos reducía el acceso a ayudas y financiamientos brindados por diversos organismos estatales, que podrían haber contribuido a mantener a estos productores dentro de los campos. Esta realidad impulsó la asalarización (como en el pasado) y también la migración hacia ciudades intermedias.

Frente a esta situación se comenzó a trabajar en mejorar la calidad de las lanas mediante un nuevo sistema de esquila (Bravo & Pondé, 1989); modificar el régimen aduanero para beneficiar a quienes clasificaran la lana en estancia (Elvira & Duga, 1985); y hacia fines de los 80's, se formaron cooperativas para coordinar las exportaciones (Elvira & Duga, 1985; Bravo & Pondé, 1989). Sin embargo, estos sistemas no perduraron en el tiempo.

La crisis de esta actividad tuvo un claro impacto en el mercado de trabajo, al producirse una reducción cuantitativa y cualitativa del trabajo demandado: la tendencia general fue al menor empleo permanente y mayor estacionalidad del transitorio (Baetti *et. al*, 1999).

Políticas e investigación ambiental a fines del siglo XX

Estas medidas no fueron suficientes para revertir la tendencia de deterioro de la producción en un contexto donde también avanzaba la degradación de la tierra. Estas cuestiones motivaron la investigación científica y la intervención pública como no había sucedido antes, lo cual coincidió con el crecimiento de la preocupación ambiental y la hegemonía internacional de la visión de la *modernización ecológica* (Hajer, 1995). En la década de 1970, en el ámbito científico agronómico se comenzó a difundir la necesidad de dimensionar y cartografiar el fenómeno de la erosión (todavía en esa época no se hablaba tanto de desertificación), para lograr la conservación y manejo de los recursos (en línea con la preocupación del enfoque de la *modernización ecológica*). Para ello, Monteith, Castro y Menéndez volando en avión desde el paralelo 40° al sur, marcaron los signos de erosión y encontraron que éstos abarcaban un 30% de la superficie de la región patagónica y con signos de avance (Salomone *et al.*, 2008). En la siguiente década, la desertificación (ahora sí ya con este término) cobró fuerza nuevamente en la opinión pública, siendo fuertemente asociada a las dificultades que le ocasionaba a la producción ganadera ovina en la provincia. Se comenzaba a reconocer el carácter estructural de la problemática ambiental, por la condición de escasez de los recursos naturales y la forma en que se producía en el mundo actual. Como solución, se proponía trabajar con la “cooperación” de la mayor cantidad de agentes posibles contra las externalidades ambientales y por la conservación y el manejo de la naturaleza, sin que esto impulsara un cambio radical de los marcos sociales, económicos e institucionales vigentes.

Luego de la realización de algunos estudios puntuales sobre formas de mejoramiento de la productividad del suelo chubutense, el INTA comenzó a trabajar en planes y programas para la generación de indicadores biofísicos que midieran los diferentes grados de deterioro del suelo (PRODESAR, INTA-GTZ, 1997). Los avances en la teledetección, primero con fotos aéreas y luego con imágenes satelitales, permitieron una cartografía más extendida y precisa del estado de la desertificación (Salomone *et al.*, 2008). Estos proyectos fueron financiados

por organismos internacionales, en el marco de los discursos sobre la *sustentabilidad* como clave para el desarrollo (Gligo, 2006), aunque esta nueva perspectiva tampoco dejaba de estar subordinada a la mercantilización de la naturaleza (Palacio, 2006). En 1982, algunos de estos avances fueron plasmados en la Ley de Fomento a la Conservación de los Suelos (Nº 22.428), mediante la cual se incorporaron grandes extensiones de tierras bajo manejo conservacionista y áreas protegidas de la región árida y semiárida. A partir de 1991, y especialmente luego de la Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación de 1994, se desarrollaron una serie de programas y planes referidos a la desertificación, muchos apoyados por organismos internacionales (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 1997; Casariego, 2010). Estas primeras investigaciones tuvieron tres objetivos principales: 1) el conocimiento del problema de la desertificación; 2) su diagnóstico y cuantificación; y 3) el desarrollo, ajuste y validación de prácticas de manejo y de recuperación de los recursos para lograr un sistema de producción mejorado en términos ecológicos y económicos. También se logró establecer una tipología de grados de avance, según el impacto en la vegetación y en la productividad, mediante la que se determinó que Chubut era la segunda provincia más afectada de la Patagonia: casi la totalidad de sus suelos habían perdido por lo menos el 50% de su cobertura vegetal, con posibilidades restringidas de recuperación (INTA - GTZ, 1997). Pero, en convivencia con estos avances científicos, todavía seguían extendiéndose otras interpretaciones sobre los problemas. Por un lado, algunos culpaban a una especie autóctona, como el guanaco, por su consumo forrajero (Masera, 1998), mientras que otros consideraban que el minifundio no contribuía a la lucha contra la erosión por su incapacidad para realizar las inversiones necesarias para recuperar el suelo (Barrera, 1990). Este deterioro comenzaba a ser interpretado como consecuencia del determinado uso, acceso y distribución del “recurso tierra”. A modo de ejemplo, Baetti *et al.* (1999) sostenían que la desertificación y el minifundio generaban un círculo vicioso, mientras que Blanco (2008) para Neuquén, afirmaba que ese discurso “ambientalista”, que responsabilizaba a los pequeños productores del deterioro de los suelos, era una forma de acentuar su proceso de exclusión del sistema.

La situación en las primeras décadas del siglo XXI

Desde 2001, se produjo una mejora en la competitividad internacional de las lanas chubutenses y el incremento de los precios. Sin embargo, la sequía que afectó a la región entre 2006 y 2012 y el depósito de cenizas volcánicas en 2011 (debido a la erupción del volcán Puyehue en Chile) se sumaron a la desertificación de las tierras y no permitieron la recuperación sostenida del nivel de stock ganadero. Como estos problemas ambientales no son interpretados de la misma manera por los agentes sociales, no siempre modifican prácticas en la producción ganadera. Sin embargo, al combinarse con otros factores (problemas comerciales, impositivos, de mano de obra, entre otros), los agentes sociales hablan de una “crisis productiva” que los lleva a cuestionar las formas históricas en que se desarrolló la actividad y el uso que se dio a la naturaleza.

Frente a la crisis, si bien se sostienen formas *extensivas* de producción, se evidencian indicios de una producción *intensiva* para mejorar los ingresos, a través de “nuevas” estrategias reproductivas, nutricionales, sanitarias y/o el desarrollo de razas carniceras o la producción de lanas para

artesanías. Se difundió la realización de pruebas de laboratorio para determinar la calidad de la lana (Elvira, 2004). También se desarrollaron ventas conjuntas, licitaciones y/o “sobre el lomo”, es decir previas a la esquila, con precios acordados en función a estadísticas y conocimientos sobre la calidad de la lana producida. Por último, algunos ganaderos adoptaron estrategias de certificación de lanas por su calidad (como PROLANA, Ovis XXI, Denominación de Origen Camarones y Lana Orgánica). Aunque no sea explícito que los agentes sociales realicen estas estrategias para conservar o recuperar el deterioro de la naturaleza, pueden contribuir para esos fines. De todas maneras, su adopción no es homogénea entre los productores: en algunos casos porque consideran que no pueden hacer nada frente a los problemas ambientales y otros, porque no pueden acceder por el tamaño de sus predios, la falta de agua o forrajes, o de tecnologías aptas para pequeña escala.

A través de la política pública, el Estado contribuyó a “enfrentar” esta crisis y los problemas ambientales, principalmente desde la Ley de asistencia financiera a los productores N° 25.422 “Régimen para la recuperación de la ganadería ovina” (2001, prorrogada en 2011) y la Ley N° 26.509/2009 “Emergencia Agropecuaria”, que se accionó con la sequía y el depósito de cenizas volcánicas. Actualmente son más de 22 organismos que intervienen en esta actividad, en algunos casos junto con asociaciones de la sociedad civil y gremiales (Ejarque, 2011a). Sin embargo, como en el pasado, los pequeños productores presentan dificultades (principalmente por la ausencia de títulos de propiedad y de recursos para elaborar proyectos) para el acceso a estos beneficios de la política pública. Pero, en los últimos años, algunas instituciones sumaron proyectos específicos y modificaron sus requisitos de acceso.

Los cambios productivos, las nuevas políticas públicas de apoyo a la producción ovina y/o las actividades de instituciones públicas técnicas han establecido ciertas continuidades y variaciones entre las formas actuales y las tradicionales de trabajo en la actividad ganadera ovina. La esquila lanera continúa siendo el momento más demandante de mano de obra, pero se sostiene su carácter estacional y precario (Aparicio *et al.*, 2004). Pero principalmente para aquellos que se enmarcan en programas de certificación de calidad, se requiere en la cuadrilla un mayor acompañamiento entre los diferentes puestos de trabajo, rutinización y taylorización de las tareas, se promueve un perfil más capacitado de los esquiladores y la exigencia del registro formal (Ejarque, 2011b). Por último, se incorpora el puesto de clasificador de lana, diferenciado del resto de los trabajadores de la comparsa, por sus habilidades, obteniendo mejores salarios, alojamientos y comidas. Para esta actividad, reaparecen las trabajadoras mujeres, a quienes se las reconoce por su prolijidad y detalle (Aparicio *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

En base a las diferentes etapas analizadas, se evidencia que la historia ambiental de estas tierras secas atravesó por cambios estructurales en diferentes dimensiones y niveles, con una tendencia o dirección hacia el deterioro (aunque no de forma lineal continuamente). En algunos aspectos, llega al punto de arriesgar la propia viabilidad del sistema productivo. Esto sucede porque las tierras secas chubutenses, “hostiles” y de “desierto”, se consideraron, desde los inicios, como sólo aptas para la ganadería ovina y se explotaron de forma intensiva. El deterioro generado por el predominio de la ganadería ovina se detectó a principios del siglo

XX, pero llevó décadas hasta que el inconveniente cobró visibilidad pública, se dimensionó el problema de la desertificación y se reglamentaron acciones para su cuidado y conservación. Sin embargo, llevó aún más tiempo considerar que esto no era solamente una dificultad de los pequeños productores sino que abarcaba a distintos estratos de productores y que estaba relacionado a una forma de manejo de la ganadería que tenía profundas raíces históricas. Aunque es importante reconocer que todavía para muchos agentes sociales, estos problemas ambientales todavía son culpa y se solucionan sólo por la acción de la naturaleza.

En cuanto a lo productivo, la cantidad de cabezas de ganado mostró un crecimiento que no pudo sostenerse y, pese a la leve recuperación de los últimos años, el volumen actual es prácticamente la mitad del que se tenía en los 60's. Para mantener la rentabilidad, los productores que tenían los recursos económicos y simbólicos incrementaron la inversión de capital y modificaron técnicas de manejo para lograr volúmenes de lana y de calidad superior que puedan insertarse en un mercado cada vez más acotado y demandante de lanas más finas. La reducción de la mano de obra permanente en términos cuantitativos y la mayor estacionalidad de los temporarios también han modificado el mercado de trabajo. Ligada a la importancia de obtener la calidad de la lana, en un contexto de reducción del mercado del producto, la caída de sus precios y la concentración de la demanda en segmentos de consumo exigentes, se incrementaron las calificaciones requeridas y el proceso de diferenciación entre trabajadores, con la consecuente mayor dependencia entre los comparsistas para la organización del trabajo. Sin embargo, las capacidades de la adopción de estos "avances" tecnológicos por parte de todos los estratos de productores y/o la falta de predisposición a cambiar las formas *tradicionales* de manejo parecieran haber reducido las potencialidades de esas medidas. Asimismo, algunas cuestiones presentes en los inicios de la actividad y que persisten hasta la actualidad (como la forma de distribución, en cantidad y en calidad, de las tierras y la naturaleza, la especialización en la lana, como único ingreso de la actividad ovina, la contratación precaria de la mano de obra, la desvalorización de saberes y formas de manejo no científicos, entre otras) agravan la situación de pequeños productores y trabajadores.

Por otra parte, el Estado pasó de actuar solamente en la asignación y distribución de la tierra, con decisiones que favorecieron la concentración de la estructura parcelaria, a intervenir también en la ganadería para poder contribuir a sostenerla, a través de legislaciones y organismos de promoción, financiamiento y fomento a la aplicación de innovaciones y nuevos procesos productivos. Inclusive se impulsaron políticas ambientales, con claros objetivos hacia la conservación de la naturaleza para la realización de la actividad ganadera, aunque éstas no siempre contemplaron realmente la situación de los suelos o la vegetación.

Entonces, si se considera por un momento a la actividad ganadera, sus agentes y la naturaleza como un sistema, es posible afirmar que en sus inicios el sistema lograba producir más de lo que consumía directamente gracias a la explotación de los recursos naturales y de la mano de obra. Sin embargo, no se podría asegurar que seguirá siendo así en el futuro. Mientras algunos especialistas aventuran el colapso del sistema, cabe analizar cuál es el conocimiento de esta situación, las interpretaciones sobre el problema ambiental y las estrategias que los agentes vinculados a la actividad lanera están desarrollando en la actualidad para poder pensar en la evolución de la actividad y de la naturaleza en el futuro cercano. Este análisis deberá considerar

también las condiciones materiales y políticas, ya que en este artículo se evidenció cómo los modos de distribución de la tierra, las políticas públicas y el conocimiento científico han intervenido en el desarrollo de la actividad y el uso de la naturaleza de forma diferencial entre los agentes sociales, especialmente entre los productores.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina y a la Universidad de Buenos Aires que financian esta investigación (este artículo es parte de la tesis doctoral en Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires en elaboración) a través de los proyectos: PIP CONICET 112-200801-02070 “Mercados de trabajo estacionales agropecuarios y desplazamientos territoriales. ¿Circuitos migratorios estables o asentamientos definitivos?” y UBACyT CS0625 “Los trabajadores agropecuarios transitorios. ¿Mercados de trabajo migrantes o locales?”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, E., M. Corso & P. Macagno. 2011. Tierras secas y desertificación en Argentina. En *Evaluación de la desertificación en Argentina. Resultados del Proyecto LADA/ FAO*. FAO. Buenos Aires.
- Alfaro, W. 2005. Conceptos básicos para el análisis social, económico, ambiental e institucional de la desertificación. En C. Morales y S. Parada (Eds.). *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales*. Organización de Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- Alimonda, H. 2011. La colonialidad de la naturaleza. Una aproximación a la Ecología Política Latinoamericana. En H. Alimonda (coord.) *La naturaleza colonizada. Ecología política y minería en América Latina*. CLACSO. Buenos Aires.
- Andrade, L. 2002. Territorio y ganadería en la Patagonia Argentina: desertificación y rentabilidad en la Meseta Central de Santa Cruz. *Economía, Sociedad y Territorio*, III (2).
- Aparicio, S., P. Berenguer & V. Rau. 2004. Modalidades de intermediación en los mercados de trabajo rurales en Argentina. *Cuadernos de desarrollo rural* 53:59-79. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá.
- Aparicio, S. & M. Crovetto. 2009. Un objeto de estudio complejo: los mercados de trabajo “rururbanos” [en CD]. *VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología del Trabajo (ALAST)*. México D.F.
- Aparicio, S., M. Crovetto & M. Ejarque. 2013. Las condiciones de trabajo de los asalariados en la esquila patagónica argentina [en línea]. *Mundo agrar. (La Plata)*, (13) 26, junio. Recuperado el 4 de junio de 2013 de <http://mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAv13n26a06/pdf>.
- Baetti, C., A. Cornaglia & A. Salvia. 1999. Balance y perspectivas de los cambios ocurridos en el mercado de trabajo rural en el extremo sur de la Argentina. En A. Salvia (Comp.). *La Patagonia de los noventa. Sectores que ganan, sociedades que pierden*. La Colmena. Buenos Aires.
- Baeza, B. & D. Borquez. 2006a. La ganadería ovina en el Chubut [en línea]. *Observatorio de la economía de la Patagonia*. Recuperado el 21 de diciembre de 2011 de <http://www.eumed.net/oe-pat/>.
- Baeza, B. & D. Borquez. 2006b. Las estancias británicas en el Territorio Nacional del Chubut. El

- caso de la Lochiel Sheep Farming Company, 1897-1933 [en línea]. *Observatorio de la Economía de la Patagonia*. Recuperado el 21 de diciembre de 2011 de <<http://www.eumed.net/oe-pat/>>.
- Bandieri, S. 2000.** Ampliando las fronteras: la ocupación de la Patagonia. En M. Lobato (Dir.) *Nueva Historia Argentina: El progreso, la modernización y sus límites (1880-1916)*. Sudamericana. Buenos Aires.
- Bandieri, S. 2009.** *Historia de la Patagonia*. Sudamericana. Buenos Aires.
- Barrera, E. 1990.** Política agropecuaria patagónica: el minifundio ovino. *Comunicación técnica n° 10*. INTA. Bariloche.
- Barsky, O. & Gelman, J. 2005.** *Historia del agro argentino*. Mondadori. Buenos Aires.
- Bascope-Julio, J. 2008.** Pasajeros del poder propietario: la Sociedad Explotadora de Tierra del Fuego y la biopolítica estanciera (1980-1920) [en línea]. *Magallania*. 36 (8), 19-44. Chile: Universidad de Magallanes. Recuperado el 21 de diciembre de 2011 de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=50614619002>.
- Bendini, M., P. Tsakoumagkos & C. Nogués. 2005.** Los crianceros transhumantes en Neuquén. En M. Bendini & C. Alemany (comps.). *Crianceros y chacareros en la Patagonia*. Cuaderno GESA 5 – INTA – NCRCRD. La Colmena. Buenos Aires.
- Berenguer, P. 2001.** Las transformaciones del trabajo en la esquila: nuevos perfiles y relaciones de los actores. En: S. Aparicio y R. Benencia (Coord.) *Antiguos y nuevos asalariados en el agro argentino*. La Colmena. Buenos Aires.
- Blanco, G. 2008.** La disputa por la tierra en la Patagonia norte. Ganadería, turismo y apropiación de los recursos naturales en Neuquén a lo largo del siglo XX. *Páginas (Rosario)*, 1 (2), ago-dic. Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario. Rosario.
- Blanco, G. 2010.** Estado Nacional y avance de la frontera productiva: propietarios y ocupantes en la Patagonia Argentina a fines del siglo XIX y primeras décadas del XX. *VIII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural*. Recife, Brasil.
- Bravo, N. & M. Pondé. 1989.** Comercialización de lanas en Argentina. *Quintas Jornadas Cooperativas de Lanas*. Trelew (Chubut).
- Cantidad y calidad en la producción de lanas 1960.** *Argentina Austral*, XXXI (345):6, febrero.
- Casariego, H. 2010.** Patagonia: el INTA lucha contra la desertificación. [Entrevista] *INTA Informa*. Recuperado el 5 de octubre de 2012 de <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=438>.
- Castro-Herrera, G. 1996.** *Naturaleza y sociedad en la historia de América Latina*. Panamá.
- Chubut. 1957.** *Constitución de la Provincia del Chubut*. Buenos Aires.
- Colombani, E.N. & R. Arbuniés. 2008.** Distribución de las precipitaciones en la pcia. de Chubut. *XII R.A.A.* San Salvador de Jujuy.
- Coronato, F. 2010.** *El rol de la ganadería ovina en la construcción del territorio de la Patagonia*. Tesis de Doctorado en Geografía. AgroParisTech (Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement). Recuperado el 15 de noviembre de 2011 de <http://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00593011/fr/>
- Crovetto, M. 2011.** Movilidad espacial, ocupación y empleo en el Valle Inferior del Río Chubut. *Trab. Soc. (Santiago del Estero)*, 17 (15), Invierno. Santiago del Estero, Argentina.
- Delrio, W. 2010.** *Memorias de expropiación. Sometimiento e incorporación indígena en la Patagonia 1872-1943*. Ed. Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires.

- De Vita, A. 1951. Capacidad aparente y capacidad real de los campos de pastoreo. *Argentina Austral*, XXII (231):13-19, enero.
- Diario *Esquel*, varias ediciones, 1925-1965.
- Dirección General de Estadísticas y Censos Chubut 2009. *La economía en Chubut: algunos aspectos*. [en línea] Recuperado el 29 de noviembre de 2010 de <http://www.estadistica.chubut.gov.ar>.
- Dumrauf, C. 1992. *Historia del Chubut*. Plus Ultra. Buenos Aires.
- Ejarque, M. 2011a. Instituciones y política pública en la producción ovina en Chubut: ¿articulación o superposición de esfuerzos? [en CD]. *VII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales*. Facultad de Ciencias Económicas – UBA. Buenos Aires.
- Ejarque, M. 2011b. Lanas de Calidad y su impacto en el mercado de la lana en Chubut. [en CD]. *X Congreso Nacional de Estudios del Trabajo*. Asociación Argentina de Especialistas en Estudios del Trabajo. Buenos Aires.
- Elvira, M. 2004. Mediciones objetivas. *IdiaXXI*, IV (7):115-118. INTA.
- Elvira, M. & L. Duga. 1985. Argentina: ‘cambios operados en el sistema de comercialización y avances en el conocimiento de la calidad de sus lanas’. *Comunicación técnica*. Producción animal. (38): 253-279. EEA Bariloche, INTA. San Carlos de Bariloche.
- Estudio de lanas 1961. *Argentina Austral*, XXXII (355): 29, mayo.
- Finkelstein, D. & Novella, M. M. (comps.) 2005. *Poblamiento del Noroeste del Chubut. Aportes para su historia*. Centro de Investigaciones ‘El hombre Patagónico y su Medio’, Fundación Ameghino, Editorial FB. Esquel.
- Gligo, N. 2006. *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*. Fondo de Cultura Económica. México D.F.
- Gorraiz-Beloqui, R. 1961. Excesos en el pastoreo. *Argentina Austral*, XXXII (352):41-43, febrero- marzo.
- Hajer, M. 1995. *The politics of environmental discourse*. Clarendon Press. Oxford.
- Helman, M. 1941. *Explotación del ganado lanar en la Patagonia*. Sudamericana. Buenos Aires.
- Ibarra, O. 2003. *Provincia del Chubut- Etapa Fundacional*. Ed. Círculo Policial y Mutual de la provincia del Chubut. Madryn.
- INDEC 2002. *Censo Nacional Agropecuario*. Argentina.
- INTA-GTZ 1997. *Desertificación en Chubut*. Chubut. INTA.
- La iniciación de la esquila 1937. *Argentina Austral*, XI (100):10-11, 1º de octubre.
- Luiz, M. T. & M. Schillat. 2001. De la virtualidad de las fronteras políticas a la realidad de la frontera en el imaginario. Patagonia Meridional y Tierra del Fuego, siglos XVI-XX. En S. Bandieri (coord.) *Cruzando la cordillera. La frontera argentino-chilena como espacio social*. Centro de Estudios de Historia Regional, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Comahue. Neuquén.
- MAGyP 2012. *Estadísticas: Indicadores Históricos de existencias ganaderas ovinas, 1875-2011*. Recuperado el 26 de Octubre de 2012 de <http://www.minagri.gob.ar/site/ganaderia/ovinos/02=Estadisticas/01=Indicadores%20Historicos/index.php>.
- Mapoteca Educ.Ar 2013. Mapa Físico de Chubut. Recuperado el 20 de agosto de 2013 de <http://mapoteca.educ.ar/mapa/chubut/>

- Martínez-Alier, J. 2004. *El ecologismo de los pobres*. Icaria- Antrazyt. Barcelona.
- Masera, R. (coord.) 1998. *La meseta patagónica del Somuncura: un horizonte en movimiento*. Gobiernos de las Provincias del Chubut y Río Negro. Viedma.
- Moray, A. 1960. Acerca del problema de los campos devastados. *Argentina Austral*, XXX (346): 9, febrero.
- Palacio, G. 2006. Breve guía de introducción a la Ecología Política (Ecopol): orígenes, inspiradores, aportes y temas de actualidad. *Gest. Ambient.*, 9 (3).
- Planes del INTA para luchar contra la denudación de la tierra 1961. *Argentina Austral* XXXII (354), abril.
- Problemas del agro patagónico 1938. *Argentina Austral*, IX (108): 31-33, junio.
- Problemas laneros: remanentes – retenciones- plazos 1961. *Argentina Austral*, XXXI (349): 32-33, noviembre.
- PRODESAR, INTA-GTZ (1997). *Desertificación en Chubut*. INTA. Chubut.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (1997). *Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación: Documento Base* [en línea]. Recuperado el 29 de noviembre 2010 de <http://www.ambiente.gov.ar/?idseccion=143>.
- Reboratti, C. 2000. *Ambiente y sociedad. Conceptos y relaciones*. Ariel. Buenos Aires.
- Ríos, W. 1958. Lanas vs. Sintéticos. *Argentina Austral*, XXIX (316): 33, febrero.
- Salomone, J., Llanos, M., San Martín, A., Elissalde, N. & Behr, S. 2008. Uso del suelo y degradación de tierras en la provincia del Chubut: evolución en los últimos veinte años [en línea]. *XI Congreso Argentino de Ciencia del Suelo*. Potrero de los Funes, San Luis. Recuperado el 10 de septiembre de 2012 de http://www.produccion-animal.com.ar/suelos_ganaderos/73-chubut.pdf.
- Schülter, R. 1996. *Chubut: turismo, hábitat y cultura*. Facultad de Ciencias Económicas, UNPSJB. Buenos Aires.
- Sejenovich, H. & G. Gallo-Mendoza. 1996. *Manual de Cuentas Patrimoniales*. DEE/ Fundación Bariloche. Buenos Aires.
- Sourrouille, M. 2011. Estrategias agropecuarias, sustentabilidad y políticas públicas: una propuesta de historia ambiental para el noroeste del Chubut (1890-2010) [en CD]. *VII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales*. Facultad de Ciencias Económicas. Buenos Aires.
- Troncoso, A.M. & M. Flores. 2010. Diversidad y subalternidad. Una aproximación histórica al análisis de las relaciones sociales en la Meseta norte del Chubut, 1930-1970 [En CD]. *4tas. Jornadas de Historia de la Patagonia*. Santa Rosa. UNRN. Río Negro.
- Varela, G. & E. Cúneo. 2005. Líderes indígenas y relaciones interétnicas en norpatagonia durante los siglos XVIII y XIX. En: S. Bandieri, G. Blanco & G. Varela (dir.). *Hecho en Patagonia. La historia en perspectiva regional*. Educo. Neuquén.
- Viento, sequía y otros males del campo patagónico 1961. *Argentina Austral*, XXXII (356):35-36, junio.
- Vivanco, A. 1959. Influencias en la vida rural patagónica. *Argentina Austral*, XXI (333): 34-35, julio.
- Ygobone, A. 1945. *La Patagonia en la realidad argentina*. El Ateneo. Buenos Aires.

FIGURAS



Figura 1. Mapa físico de la provincia del Chubut (Argentina)

(Fuente: Mapoteca Educ.Ar, 2013).

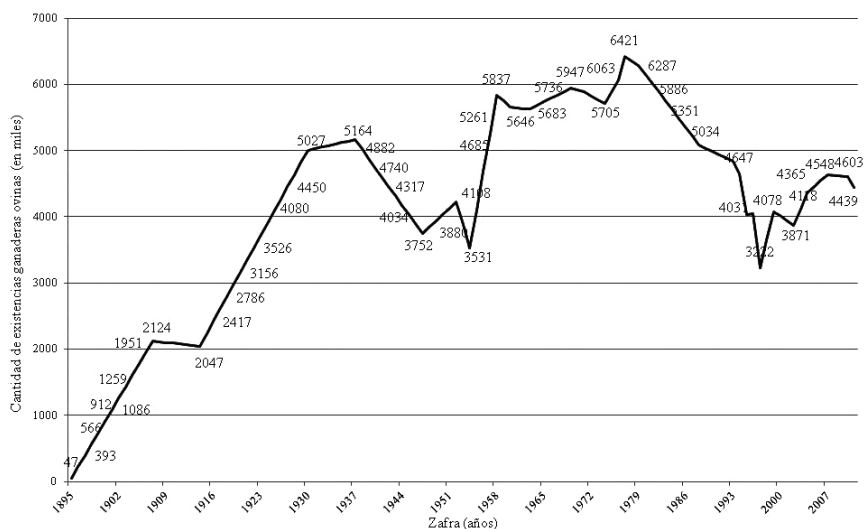


Figura 2. Evolución de cabezas de ganado ovino en Chubut (1895-2011), en miles.

Zonas Áridas

Centro de Investigaciones de Zonas Áridas de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Volumen 15 N° 2 Año 2013

Enero-Diciembre 2013

Contenidos / Contents

EDITORIAL

ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINALS ARTICLES

- Evolución de la conservación en la provincia de Mendoza. Desafíos en el marco del proceso de ordenamiento territorial en tierras secas** 195
María Clara Rubio, Sebastián Fermani, Victoria Parera

- Método probabilístico para la alerta temprana de sequías basada en teleconexiones en Venezuela** 211
Franklin Paredes-Trejo, Edilberto Guevara-Pérez

- Análisis comparativo de los indicadores geobiofísicos de desertificación de la isla de Santiago-Cabo Verde (África) y en la región de los Inhamuns (Ceará-Brasil)** 226
Vladia P.V de Oliveira, José María Semedo, Huáscar P.V. de Oliveira

- Territorio y arquitectura: la vivienda vernácula del roreste de Mendoza (Argentina)** 244
Matias J. Esteves

- Estimación de los costos de la desertificación y degradación de las tierras en Bolivia** 260
Zoraida Aranibar

- Revitalização da microbacia hidrográfica do Riacho Sucuruiú, em Gilbués/Piauí, Brasil.** 272
Adeodato Ari C. Salviano, Milcíades G. Lima, Francisco F. Santana, Lilian Francisca S. Melo, Simone Raquel M. Oliveira, João B. Lopes

- Tecnologías tradicionales de uso del agua en tierras secas de Mendoza (Argentina)** 290
Gabriela Claudia Pastor, Laura María Torres

ARTÍCULOS DE REVISIÓN/ REVIEW ARTICLES

- O ambiente institucional brasileiro e as políticas de convivência nas terras secas instrumentos legais de combate à desertificação** 305
Sheila C. Pitombeira

- Hiatos de regeneración del bosque de *Araucaria araucana* en Patagonia: vinculaciones al uso de tierras y desertificación regional** 326
Fidel A. Roig, Martín Hadad, Carolina Moreno, Ricardo J. Gandullo, Sergio Piraino, Eduardo Martínez-Carretero, Margarita González-Loyarte, Julieta G. Arco, Mónica Bendini, José A. Boninsegna, Iris Peralta, Eduardo Barrio, Rafael Bottero, Daniel Patón Domínguez, Emilio Juaneda, Tássio Trevizor, Andrea Duplancic

Ciencia y Desertificación en América Latina Elena María Abraham, Heitor Matallo, José Roberto de Lima	349
Análisis de la metodología aplicada para medir vulnerabilidad de tierras desertificadas frente al cambio climático Guillermo Dascal	361
El conocimiento tradicional en la adopción de políticas globales: la Lucha contra la Desertificación y la mitigación de los efectos de la Sequía Heitor Matallo	374
Dos métodos para estimar los costos de la Desertificación en América Latina Cesar Morales, Heitor Matallo	390
La Mirada Sociológica Sobre la Desertificación en la Meseta Central Santacruceña (Patagonia Austral, Argentina) Larry Andrade	402
NOTAS TÉCNICAS/ TECHNICAL NOTES	
Programa AridasLAC. Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sustentable de las Tierras Secas de América Latina y el Caribe.	418
OTRAS NOTAS/ OTHER NOTES	
El óleo “Mujer en el desierto de Sechura” de José Sabogal. Javier Monroe	422

Editorial

La Iniciativa Latino Americana y Caribeña de Ciencia y Tecnología (ILACCT) fue establecida en julio de 2008 durante una reunión celebrada en la ciudad de Salvador de Bahía, Brasil, como un movimiento para organizar y fortalecer las actividades de Ciencia y Tecnología en la Región, dentro del marco de la Estrategia Decenal de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía (UNCCD), que en su Artículo 3 insta la Secretaria a desarrollar esfuerzo para transformar la Convención en una autoridad global en los temas de la desertificación, degradación de la tierra y sequía.

La ILACCT está conformada por los Corresponsales de Ciencia y Tecnología ante la UNCCD, los Puntos Focales Nacionales ante la UNCCD, instituciones científicas, organizaciones de la sociedad civil y otros actores de la región de América Latina y el Caribe. El propósito de la ILACCT es posibilitar y fortalecer los procesos participativos que facilitan las actividades de ciencia y tecnología en la región.

La 1ª Conferencia Científica de ILACCT se celebró los días 28, 29 y 30 de agosto de 2013 en la ciudad de Sobral, Estado de Ceará, Brasil, dando cumplimiento a las recomendaciones que se hicieran durante la Conferencia Internacional: Clima, Sustentabilidad y Desarrollo en Regiones Semiáridas (ICID) Fortaleza (2010) y Mendoza (2011), organizadas con el objetivo movilizar la comunidad académica regional para ampliar las discusiones a respecto del desarrollo sustentable de las tierras secas en el ámbito de la Cumbre sobre Desarrollo Sustentable (Rio+20). La ILACCT tuvo como objetivo principal recopilar el conocimiento científico y tecnológico sobre desertificación, degradación de la tierra y sequía en la región de América Latina y el Caribe, con las siguientes prioridades temáticas: (1) estado de la desertificación, degradación de la tierra y sequía (DDTS); (2) valoración socioeconómica y cultural de los impactos de la DDTS; y (3) manejo sostenible de la tierra (MST). El lema de la Conferencia fue ***El Valor de las Tierras Secas***.

La Conferencia reunió a más de 400 participantes procedentes de 15 países. Durante la Conferencia se intercambió conocimiento y lecciones de las últimas dos décadas acerca de la sustentabilidad y el desarrollo de las tierras áridas del mundo y especialmente en América Latina y el Caribe. Como resultado, fueron presentados 35 trabajos científicos y se organizaron 11 mesas temáticas sobre tópicos de gran importancia para el desarrollo sostenible de las tierras secas. El fruto de estas discusiones fue la Carta de Sobral, que incorpora las principales conclusiones de la Conferencia y es espíritu de la misma.

La Conferencia se caracterizó por permitir la confluencia de representantes de la comunidad científica y responsables de formulación de políticas. Durante las diferentes discusiones, se destacó la necesidad de construir una interfaz entre ciencia y política que permita que los tomadores de decisión dispongan del conocimiento suficiente para tomar decisiones informadas. Los participantes destacaron el potencial de las tierras secas para el desarrollo sustentable de la región, al tiempo que llamaron la atención sobre la necesidad de convertirlas en una prioridad de los gobiernos nacionales y regionales, que deberían trabajar para aprovechar estas oportunidades a través de un abanico de opciones que van desde la convivencia con las tierras secas a su transformación.

La Primera Conferencia Científica de ILACCT fue posible como resultado del compromiso y apoyo de varias instituciones nacionales e internacionales. De forma especial, debe destacarse la contribución del Gobierno del Estado de Ceará y la Municipalidad de la Ciudad de Sobral, cuyo esfuerzo, aportes y dedicación hicieron posible el desarrollo de la Conferencia de forma exitosa

dentro del marco del semiárido brasileño. Debe mencionarse a otras organizaciones como el Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (CGEE), la Fundación Cearense de Meteorología y Recursos Hídricos (FUNCEME), el Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA-CONICET), la Agencia Nacional de Aguas de Brasil (ANA), el Ministerio de Integración Nacional de Brasil, el Consejo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Brasil (CNPq), el Banco del Nordeste de Brasil (BNB) y la Oficina Regional para América Latina y el Caribe de la UNCCD entre otros.

Durante la última década, la región ha gozado de tasas de crecimiento económico muy importantes. Este escenario, configura un panorama de grandes oportunidades para que los responsables de políticas puedan implementar acciones orientadas a mejorar las condiciones de las personas que viven en las tierras secas, de las cuales, muchas viven en condiciones de pobreza y vulnerabilidad. Sin embargo, los responsables de políticas requieren de información científica y técnica de calidad para poder tomar las mejores decisiones posibles en base a la información disponible. En este sentido, la comunidad científica y técnica tiene una gran responsabilidad, y por lo tanto debe trabajar decididamente en la conformación de redes y puentes para unir ciencia y política. Esperamos que este Número Especial sea un paso más en este sentido, así como una oportunidad para seguir construyendo y fortaleciendo las redes científicas de la región de América Latina y el Caribe.

El presente Número Especial de la Revista Zonas Áridas sobre la Primera Conferencia Científica de ILACCT recopila algunos de los trabajos presentados durante la Conferencia. Este número es el resultado del esfuerzo de los autores de los citados trabajos científicos y técnicos y del equipo de profesionales de la Revista Zonas Áridas. Nos gustaría extender nuestro más sincero agradecimiento a todas estas personas, al tiempo que les invitamos a continuar trabajando para afrontar el desafío que supone el desarrollo sustentable de las tierras secas de América Latina y el Caribe.

José Roberto de Lima, Elena Abraham y Jacob Acevedo García
Presidencia de la ILACCT

Editorial

The Latin American and Caribbean Initiative on Science and Technology (ILACCT) was established in July 2008 during a meeting in the city of Salvador de Bahia, Brazil, with the aim of organizing and strengthening the activities of science and technology in the LAC region within the framework of the Ten Year Strategy of the United Nations Convention to Combat Desertification and Drought (UNCCD), which Article 3 requires the Secretariat to make efforts to transform the Convention into a global authority on desertification, land degradation and drought issues.

The ILACCT is composed by Science and Technology Correspondents and National Focal Points of the UNCCD, scientific institutions, civil society and other stakeholders in the LAC region. The purpose of the ILACCT is to enable and strengthen the participatory processes which facilitate the activities of science and technology in the region.

The 1st Scientific Conference of ILACCT was held on 28, 29 and 30 August 2013 in the city of Sobral, State of Ceará, Brazil, taking into account the recommendations made at the International Conference: Climate, Sustainability and Development of Semi-arid Regions (ICID) in Fortaleza (2010) and Mendoza (2011), organized with the aim to mobilizing the academic community at regional level in order to have further discussions on the sustainable development in the drylands under the scope of the Rio +20 Conference. The main objective was to collect scientific and technological knowledge of desertification, land degradation and drought in Latin America and the Caribbean, with the following thematic priorities: (1) status of desertification, land degradation and drought (DDTS); (2) assessment of socioeconomic and cultural impacts of DDTS; and (3) sustainable land management (SLM). The theme of the conference was The Value of the Drylands.

The Conference brought together over 400 participants from 15 countries. The participants interchanged knowledge and lessons learned during the past two decades about the sustainability and development of the drylands of the world and especially in Latin America and the Caribbean. As a result, 35 scientific papers were presented and 11 thematic panels on relevant topics for to the sustainable development of the drylands were organized. Some results of these discussions were Letter of Sobral, which incorporates the main findings and spirit of the conference.

The Conference was marked by making possible the confluence of representatives of the scientific community and policy-makers. As a result, the need of building an interface between science and policy for enabling a process of informed decision making was highlighted. The participants also stressed the potential of drylands for achieving sustainable development in the LAC region, while drew attention to the need of making them a priority of national and regional governments, which should work to take advantage of these opportunities through a set of options ranging from coexistence with the drylands to their transformation.

The First Scientific Conference ILACCT was possible due to the commitment and support of several national and international institutions. In particular, the contribution of the Government of the State of Ceará and the Municipality of the city of Sobral, whose efforts, contributions and dedication made possible a successful conference in the framework of the Brazilian semi-arid. Some other organizations should be mentioned such as the Center of Management and Strategic Studies (CGEE), the Ceará Foundation of Meteorology and Water Management (FUNCEME), the Argentine Institute of Arid Zones Research (IADIZA-CONICET), the National Water Agency of Brazil (ANA), the Ministry of National Integration of Brazil, the National Council

for Scientific and Technological Development of Brazil (CNPq), the Bank of Northeast Brazil (BNB) and the Regional Coordination Unit for Latin America and the Caribbean of the UNCCD among others.

During the last decade, the region has enjoyed significant rates of economic growth. This fact sets up a scenario of great opportunities for policymakers implementing actions aimed to improve the conditions of people living in drylands, many of them in poverty and under high levels of vulnerability. However, policy makers require high quality scientific and technical information to make the best possible decisions based on the information available. In this regards, the scientific and technical community has a great responsibility, and therefore must work decisively in establishing networks and bridges to link science and policy. We hope this Special Edition is a step in this direction, as well as an opportunity to continue building and strengthening scientific networks of Latin America and the Caribbean.

This Special Edition of the *Zonas Áridas* Journal about the First Scientific Conference of the ILACCT collects some of the papers presented during the Conference. This special edition is a result of the efforts of the authors of the scientific and technical articles and the team of the *Zonas Áridas* Journal. We would like to extend our gratitude to all these people, while we invite you to continue working on addressing the challenges of sustainable development in the drylands of Latin America and the Caribbean. Best regards,

José Roberto de Lima, Elena Abraham y Jacob Acevedo García
Presidency and Scientific Committee of ILACCT

Artículo original

Evolución de la conservación en la provincia de Mendoza. Desafíos en el proceso de ordenamiento territorial en tierras secas

MARÍA CLARA RUBIO^{1*}; SEBASTIÁN FERMANI²; VICTORIA PARERA²

¹ Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial - IADIZA - CONICET, Mendoza, Argentina.

² Dirección de Recursos Naturales Renovables – Secretaría de Ambiente - Gobierno de Mendoza, Mendoza, Argentina.

*Autor para correspondencia. E-mail: lrubio@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido: 2 de Noviembre 2013

Aceptado: 18 de Febrero 2014

RESUMEN

La provincia de Mendoza presenta un marco geográfico caracterizado por una significativa aridez y una fragilidad ambiental, donde sus ecosistemas se encuentran afectados por procesos de desertificación. Es por ello que diferentes estrategias de conservación de los recursos naturales han sido implementadas desde la segunda mitad del siglo XX a la actualidad, sustentadas en diferentes posturas producto del contexto sociopolítico de cada período. El objetivo consiste en identificar y caracterizar la evolución de las estrategias de conservación de los recursos naturales implementadas en la provincia, y evaluar la articulación entre las mismas y su vinculación con la implementación de la Ley de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo. Para el análisis se realizó una revisión crítica de la literatura referida a la materia y una consulta de los instrumentos legales que constituyen el marco normativo de la conservación; posteriormente se confeccionaron y correlacionaron una serie de cartas temáticas referidas al tema. La articulación entre el Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas, los Bosques Nativos Protegidos y los Humedales Ramsar, permite proteger legalmente el 28% del territorio de Mendoza, presentándose importantes desafíos en relación a la gestión efectiva de sus recursos y al ordenamiento de un territorio definido por la aridez.

Palabras clave: bosque nativo, humedales, sistema de áreas protegidas, ordenamiento territorial, tierras secas.

ABSTRACT

The Mendoza province presents a geographical context characterized by a significant aridity and environmental fragility, where its ecosystems are affected by desertification processes. Therefore different strategies for the conservation of natural resources have been implemented since the mid-twentieth century to the present supported in different postures product of socio-political context of each period. The objective of this work is to identify and characterize the evolution of strategies of conservation of the natural resources implemented in the province, and to evaluated the articulation established between them and their link with the implementation with the “Territory Planning and Land Use Law”. A critical review was conducted and a consultation of legal instruments that constitute the normative framework of conservation was done, later a set of maps were made and correlated. The articulation between the “Mendoza’s reserve networks, the protected native forest and Ramsar wetlands” allows legally protect the 28% of Mendoza’s territory, showing important challenges in relation to the effective management of its natural resources and territory planning defined by aridity.

Key words: drylands, native forest, reserve networks, territory planning, wetlands.

INTRODUCCIÓN

La conservación de los recursos naturales en la provincia de Mendoza es el resultado de una construcción histórica de más de medio siglo, en la cual es posible distinguir períodos de mayor dinamismo, como también etapas de menor actividad en relación a la implementación de iniciativas referidas a la temática. Actualmente, frente a las perspectivas de crecimiento del sistema territorial provincial, es necesario conocer en profundidad dicho proceso a fin de planificar la creación y consolidación de las estrategias de conservación en Mendoza. Cabe mencionar que la provincia presenta un marco geográfico caracterizado por una significativa aridez, en el cual se manifiestan marcados desequilibrios y profundas asimetrías, inherentes a un sistema territorial basado en un modelo de desarrollo centrado en los oasis agroindustriales vitivinícolas (Abraham, 2002). De esta concentración se derivan un conjunto de problemáticas ambientales que afectan integralmente al soporte físico-biológico provincial, tales como la contaminación de los recursos hídricos y del aire, la degradación de suelos, pérdida de biodiversidad, entre otros (Abraham *et al.*, 2001). La situación ambiental se agrava al considerar que todos los ecosistemas de la provincia se encuentran en riesgo o están afectados por procesos de desertificación (Roig, *et al.*, 1991).

Ante la fragilidad que presentan los ecosistemas situados en la provincia, diferentes estrategias de conservación de los recursos naturales han sido implementadas en Mendoza desde la segunda mitad del siglo XX a la actualidad. Es posible distinguir diversas etapas en el proceso de preservación y manejo sustentable de los valores ambientales de la provincia, ligadas a factores de diversa índole. En una primera instancia han conducido este proceso factores relacionados a un deterioro alarmante de los ecosistemas forestales (Roig, 1993), desde una óptica preservacionista; posteriormente, bajo criterios más holísticos y ante un contexto socioeconómico que así lo requería, primaron en la formulación de las políticas de conservación factores orientados al manejo sustentable de los recursos naturales y a la protección de aquellos sistemas prioritarios para el desarrollo provincial.

Actualmente, diferentes herramientas para la conservación de los ecosistemas, con sustento jurídico, se conjugan en el territorio provincial: el Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas (ANPs), el Bosque Nativo Protegido y los Humedales de Importancia Internacional enmarcados en la Convención Ramsar. Estos espacios protegidos albergan valores de conservación sumamente importantes, cuyos servicios ecosistémicos son estratégicos para los habitantes de la provincia bajo un modelo sustentable de gestión ambiental.

El objetivo del trabajo consiste en identificar y caracterizar la evolución histórica de las estrategias de conservación de los recursos naturales implementadas en la provincia de Mendoza, bajo un contexto geográfico dominado por la aridez y la vulnerabilidad de sus ecosistemas. Asimismo, se evaluará el nivel de articulación establecido entre las mismas y su vinculación con la implementación de la Ley de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La provincia de Mendoza se localiza en el centro-oeste de la República Argentina, entre los 32° y 37° 35' latitud sur y los 66° 30' y 70° 35' longitud oeste (IGN, 2003). En relación a la altitud, la curva de nivel correspondiente a los 1.000 msnm., representa una línea divisoria que en sentido norte – sur, permite separar el territorio en dos áreas bien diferenciadas: montañas y piedemontes hacia el oeste y planicies en el sector este (Abraham, 2000). Presenta rasgos climáticos asociados a escasas precipitaciones medias anuales de 200 mm y a una temperatura media anual de 18,8°C. De acuerdo al índice de aridez, el territorio provincial forma parte de las denominadas tierras secas, correspondientes al clima árido, semiárido y subhúmedo seco (UNDP, 1997). Los ríos principales de carácter alóctono, recorren la provincia desde su origen en la cordillera, posibilitando la conformación de extensos conos aluviales sobre los que se han desarrollado los “oasis” (Abraham, 2002). La concentración poblacional en los tres oasis irrigados de la provincia evidencia un agudo proceso de atomización, que se plasma en una construcción territorial de tipo macrocefálica, dando lugar a múltiples problemáticas ambientales derivadas de este desequilibrio territorial (Abraham, 2002).

Revisión bibliográfica

Se realizó una búsqueda sistemática y una revisión crítica de fuentes de información primarias y secundarias referidas a la temática en estudio. Entre éstas se destaca la información proveniente de la Dirección de Recursos Naturales Renovables (DRNR) de la provincia de Mendoza, autoridad de aplicación de las estrategias de conservación descriptas, perteneciente a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Gobierno de Mendoza. Este análisis se complementó con la consulta de los instrumentos legales que constituyen el marco normativo de la conservación de los recursos naturales en la provincia de Mendoza, establecido por el Poder Legislativo del gobierno local, en consonancia con la legislación vigente a nivel nacional e internacional.

Elaboración cartográfica

A partir de los datos obtenidos, fueron elaboradas con la utilización del programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG) GvSig 1,12, diferentes coberturas temáticas en formato

vectorial, correspondientes a los niveles de información requeridos para el análisis de la evolución de las estrategias de conservación en Mendoza. En el caso del sistema provincial de ANP fue necesario proceder a la representación espacial de sus límites, de acuerdo a los vértices georreferenciados incluidos en las normas legales de creación. La información catastral relevada fue representada sobre imágenes de alta resolución de SPOT IMAGE 2013, cuyo píxel alcanza los 2,5 metros, a través del programa Google Earth.

Análisis y síntesis espacial

Posteriormente se procedió al tratamiento y análisis de las bases de datos consistidas e integradas al SIG. Finalmente, se elaboró la cartografía pertinente para cada período considerado, y se establecieron las principales relaciones existentes entre las distintas estrategias de conservación, logrando un análisis diacrónico de la temática en estudio y la representación espacial de los resultados alcanzados.

RESULTADOS

La sistematización de la información obtenida a partir de la revisión bibliográfica y del análisis cronológico de la superficie protegida, representada cartográficamente con el uso de SIG, permitió alcanzar un conjunto de resultados para cada modalidad de conservación implementada en la provincia de Mendoza, los cuales se describen a continuación:

Sistema de Áreas Naturales Protegidas de la provincia de Mendoza

Dudley (2008:10) define a las áreas protegidas como *“Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados”*. Son consideradas como unidades de gestión territorial, donde la conservación del ambiente debe realizarse en consonancia con los intereses colectivos de la sociedad. La creación y gestión de las ANPs en Mendoza se inscribe en un contexto de reconocimiento de los importantes valores de conservación que alberga el territorio provincial, destacándose esta estrategia por su enfoque integrador y de fortaleza jurídica (Manzur *et al.*, 2002).

La primera reserva provincial se crea en el año 1961, es la Reserva de la Biósfera Ñacuñan (administrada por el Instituto Argentino de Zonas Áridas y DRNR) (Figura 1), con un objetivo de conservación enfocado hacia la preservación de los bosques abiertos de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) (Ojeda *et al.*, 1998). Esta ANP fue durante la primera mitad del siglo XX fuertemente impactada por la aplicación de un modelo socioeconómico de carácter netamente extractivo, bajo el cual los territorios no irrigados de la provincia actuaron como proveedores de recursos para el desarrollo de los oasis bajo riego (Abraham & Prieto, 1999).

En el posterior proceso de crecimiento del sistema provincial ANP, se identifica un cambio en los criterios que motivaron la creación de las mismas, trasladando el eje de planificación desde una situación de alarmante deterioro de los recursos naturales a una postura enmarcada en una estrategia de conservación sustentada en valores ambientales sobresalientes. En la década del '80 se incorporan al sistema seis nuevas reservas (Figura 2): Reserva Humedal Llanquanelo, creada en 1980, Reserva La Payunia, en 1982, Parque Provincial Aconcagua en 1983, Parque

Provincial Tupungato en 1985, Reserva Bosques Telteca en 1986 y Reserva Divisadero Largo, creada en 1983 (DRNR, 2012).

En la década del '90 se incorporaron al sistema de ANP nuevas reservas de escasas extensiones: Reserva Caverna de las Brujas, creada en 1997, Reserva Manzano Histórico y Reserva Laguna del Diamante, ambas creadas en el año 1994, y Reserva Castillos de Pincheira, en el año 1999 (Figura 3). En esta década se sanciona la Ley Provincial N° 6.045 (Honorable Legislatura de Mendoza, 1993), a través de la cual se crea el Sistema Provincial de ANP y se adoptan las categorías de manejo establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (UNEP/CDB/ COP/7, 2004). Esta ley consolida y da el sustento jurídico necesario para la creación y gestión de las ANPs de Mendoza.

En la década del 2000 el sistema provincial de ANPs se fortalece a partir de dos hitos fundamentales: creación en el año 2001 del Fondo Permanente para la gestión de las mismas, que permitió que los recursos generados por éstas fueran reinvertidos en la gestión del sistema; y la creación en el año 2004 del cuerpo de guardaparques mediante Ley Provincial N°7291 (Honorable Legislatura de Mendoza, 2004), que profesionalizó al personal. Se incorpora al sistema en el año 2000, la Reserva Privada Villavicencio; en el año 2001, la Reserva Laguna Las Salinas y el año 2006, el Monumento Natural Puente de Inca (Figura 4).

En el período comprendido entre los años 2010-2013, la creación en el año 2011 del ANP Parque Pcial. Cordón del Plata, en el año 2012 de la ANP's Reserva Manzano Portillo de Piuquenes y Reserva Laguna del Atuel, permitieron incrementar la superficie protegida, hasta llegar a la configuración actual del Sistema Provincial (Figura 5). Asimismo se amplió la extensión de tres espacios protegidos existentes (Reserva Telteca, Reserva Laguna del Diamante y Reserva Humedal Llanquanelo en el año 2005; y Reserva La Payunia en el año 2011).

Como producto del proceso de configuración de la estrategia de ANP analizada, Mendoza posee actualmente 16 áreas protegidas de diferentes categorías de conservación a las cuales se suma una reserva de dominio privado. De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, la provincia alcanza una protección ambiental aproximada de 1,900,000 ha, las cuales representan un 12.3% de su territorio.

Humedales de importancia internacional - Sitios Ramsar

La conservación de humedales es abordada en la provincia de Mendoza en forma directa e indirecta mediante diversas estrategias y alianzas internacionales, nacionales y regionales. El marco legal específico para la conservación de estos ambientes lo constituye la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, Ramsar (Convención Ramsar, 1971). Otros instrumentos internacionales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica (UNEP/CBD/COP/5, 2000), la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD) (Convención Ramsar/COP/2, 1998), el Programa del Hombre y la Biósfera-MAB- (Convención Ramsar /COP9, 2005), también brindan protección a dichos ecosistemas.

En Mendoza se incorporaron a la "Lista de Humedales de Importancia Internacional" dos sitios Ramsar: el ANP Humedal Llanquanelo en el año 1995, uno de los humedales más importantes de la región por sus valores ecosistémicos (Sosa, 1995); en el año 1999, se incorpora el Sitio

Ramsar Lagunas de Guanacache; originariamente éste poseía una extensión de 580,000 has., compartidas entre las provincias de Mendoza y San Juan (Sosa & Vallé, 1999). En el año 2007, se amplía el área incorporando territorios pertenecientes a la provincia de San Luis y al Parque Nacional Sierra de Las Quijadas en su totalidad. De este modo, el sitio Ramsar alcanza su extensión actual de casi un 1,000,000 de ha, incluyendo diversos tipos de humedales y ambientes sujetos a un elevado riesgo de desertificación (Roig *et.al.*, 1991).

Bosque nativo protegido

Las formaciones boscosas más importantes de la provincia de Mendoza se extienden en la gran llanura oriental. Se trata de amplios bosques de algarrobo (*Prosopis flexuosa*), localizados en las tres travesías que componen las llanuras no irrigadas: travesía de Guanacache, del Tunuyán y de La Varita (Roig, 1993). Villagra *et al.* (2010) identifica amplios sectores de bosques donde el estado de conservación es degradado, debido principalmente a una intensa deforestación y a los efectos del fuego en la zona meridional. Estos bosques se desarrollan íntegramente en áreas sujetas a un riesgo moderado y muy alto de desertificación (Roig *et al.*, 1991), por lo cual su persistencia y recuperación son fundamentales para disminuir el avance de esta problemática ambiental.

En el año 2010, con el objeto de proteger los bosques nativos situados en la provincia, y de acuerdo a lo dispuesto por la Ley Nacional N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Congreso de la Nación Argentina, 2007), la provincia de Mendoza sanciona la Ley Provincial N° 8.195 (Honorable Legislatura de Mendoza, 2010). Esta norma aprueba el ordenamiento territorial de los bosques nativos, procedimiento basado en un sistema de evaluación multicriterio, que permite la clasificación de los ecosistemas boscosos en diferentes categorías (I, II y III) de acuerdo a su valor de conservación (Villagra *et al.*, 2010). Los criterios de sustentabilidad en los que se fundamenta abordan de un modo integral aspectos sociales, técnicos, económicos y jurídicos, ligados a la utilización y conservación del bosque (Fermani & Rubio, 2011). Como resultado de la implementación de esta modalidad de conservación se alcanza una superficie protegida de 2,000,000 de has de bosque nativo.

La configuración espacial actual de las tres modalidades de conservación implementadas en la provincia de Mendoza, producto de la evolución histórica se observa en la figura 6: que muestra que el Sistema Provincial de ANP representa el 12.34% del territorio provincial, el Bosque Nativo Protegido el 13.7 % y los Humedales de Importancia para la Conservación el 2.14%.

Estas estrategias de conservación y sus perspectivas de crecimiento y consolidación, deben ser evaluadas en el contexto de los incipientes procesos de ordenamiento territorial de Mendoza, provincia que, en términos de planificación, comparte características con diversas regiones de América Latina (Massiris-Cabeza, 2008). El marco normativo vigente en el ámbito provincial está constituido por la Ley Prov. N° 8051: “Ley de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo” (Honorable Legislatura de Mendoza, 2009) sancionada luego de más de 20 años de intentos no concretados (Gudiño, 2009). Actualmente su implementación presenta ciertos desafíos referidos a los conflictos derivados del uso y ocupación del espacio geográfico.

DISCUSIÓN

La provincia de Mendoza posee una amplia trayectoria en materia de conservación y gestión de sus recursos naturales, la cual ha sido estructurada y consolidada a través de la implementación de diversas estrategias de conservación. Si bien el camino recorrido en este sentido, posiciona a Mendoza como una provincia pionera a nivel nacional en la conservación del ambiente, distintos desafíos se identifican en relación a la gestión efectiva de sus recursos y al ordenamiento de un territorio caracterizado por la aridez.

La superficie protegida bajo las tres herramientas de conservación vigentes en la provincia (ANP, Bosque Nativo Protegido y Humedales Ramsar), asciende a 1,836,198 ha y representa un 28% de la extensión total de la provincia. De este modo, Mendoza cumple con los estándares propuestos a nivel internacional en cuanto a superficie bajo protección legal, los cuales recomiendan alcanzar más de un 10 %, de superficie protegida de cada país o región, o más de un 15%, si se considera todas las formas de protección (UNEP/CBD/COP/7, 2004). Un ejemplo de la sinergia existente entre las estrategias mencionadas se evidencia en el hecho de que ante la escasa representatividad que posee la ecorregión del Monte en el Sistema de ANP -los espacios protegidos pertenecientes a esta ecorregión sólo representan el 7.5% de la misma- valor muy inferior al asumido por la República Argentina en el año 1997 ante el Fondo Mundial para la Naturaleza (Burkart, 2006); la estrategia de conservación desarrollada a través del Bosque Nativo Protegido suple y complementa esta falencia, brindando las herramientas para una gestión de los recursos naturales del monte, al proteger un 27% de su extensión. Otra experiencia representativa de esta articulación es el fortalecimiento conferido al sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y Bebedero, por parte de la estrategia de Bosque Nativo Protegido, estableciendo la posibilidad de asignar recursos económicos a la conservación de masas forestales presentes en ambientes de humedales.

Esta estrategia de conservación es un instrumento clave para lograr progresivamente un manejo sustentable de los bosques nativos. Constituye una política ambiental superadora al contar con recursos específicos destinados a la compensación económica por los servicios ambientales que estos ecosistemas forestales brindan. Se presenta como un mecanismo de gestión innovador en la planificación ambiental y manejo de los recursos naturales, basado en un modelo de responsabilidades compartidas entre el sector público y privado.

A pesar de que en el territorio provincial no existen áreas protegidas nacionales, Mendoza se inserta en estrategias regionales y nacionales de conservación mediante acuerdos de gestión y cooperación con la órbita nacional, cuyos objetivos se vinculan a la cooperación interinstitucional, al fortalecimiento de las ANP provinciales integrantes del Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP), a la coordinación de estrategias para la conservación de la biodiversidad y control de especies invasoras, entre otras. Estas alianzas estratégicas permiten fortalecer las políticas de conservación en diferentes escalas de intervención territorial.

Uno de los desafíos más importantes que enfrenta actualmente la provincia consiste en promover un modelo de desarrollo sustentable (SAyDS, 2010), en el cual las políticas de conservación de los recursos naturales adquieren un papel central. Ante esto, se advierte la necesidad de que los actores encargados de la formulación de políticas territoriales y de conservación, realicen esta tarea en forma coordinada, procurando la generación de acuerdos entre los múltiples intereses

sectoriales que guían la construcción del territorio. Es en este contexto que las modalidades de conservación mencionadas adquieren una función estratégica en la estructuración y acompañamiento de las políticas de ordenamiento territorial. La generación e implementación de espacios protegidos y de nuevos instrumentos para la conservación debe realizarse en forma consensuada, priorizando la preservación de los valores de conservación más vulnerables y de sus servicios ecosistémicos, los cuales están sometidos a severos procesos de degradación ambiental ocasionando además graves perjuicios para la actividad humana (EEM, 2005).

CONCLUSIONES

La evolución de las modalidades de conservación de la provincia de Mendoza es producto de la interacción entre diversas estrategias vinculadas a la protección de los recursos naturales a nivel internacional, nacional y regional. Períodos de expansión intermitentes en las primeras etapas, acompañados por intervalos de crecimiento en tiempos recientes, han determinado variaciones en la consolidación del Sistema Provincial de ANP. Es importante destacar que la concientización y apropiación de la temática por parte de la ciudadanía es un punto medular en los esfuerzos direccionados al fortalecimiento de dichas estrategias. En consonancia con dicha apropiación, numerosos proyectos de creación de ANPs fueron aprobados desde el año 2000 a la actualidad, duplicando la superficie protegida alcanzada hasta ese año.

Se considera que si bien se ha alcanzado porcentajes de conservación entendida como deseable según los parámetros internacionales, es necesario promover condiciones mínimas orientadas al fortalecimiento de las capacidades de gestión, que sean susceptibles de constituirse en sí mismas como estrategias estructurales para la lucha contra la desertificación.

Sumado a las estrategias descritas, es necesario comenzar a diseñar nuevos instrumentos legales que permitan construir alianzas estratégicas para la conservación de los ecosistemas. En este sentido se destacan otras herramientas complementarias para la conservación, tales como las ANP municipales, las reservas privadas y los corredores biológicos, a través de los cuales es posible descentralizar los esfuerzos de conservación incorporando nuevos agentes.

La provincia de Mendoza se enfrenta a importantes desafíos en el contexto del proceso de ordenamiento territorial iniciado recientemente. Es necesario abordar la conservación de los recursos naturales, propiciando el manejo sustentable de los mismos, desde una visión prospectiva. En este contexto el ordenamiento territorial se constituye como el espacio propicio para la discusión, articulación y coordinación de políticas con intervención territorial, sobre todo al considerar que el desarrollo de regiones ubicadas en tierras secas presenta una íntima relación con la prevención de acciones susceptibles de degradar los frágiles ecosistemas naturales presentes en dichas áreas (EEM, 2005).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de los Departamentos de ANP y Bosques Nativo (DRNR), pertenecientes al gobierno de Mendoza, por la asistencia en la compilación y transferencia de la información utilizada en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, E.M. 2000.** Recursos y problemas ambientales de la Provincia de Mendoza. En: Abraham, E & F. M. Martínez, (Eds.), *Recursos y Problemas Ambientales de las Zonas Áridas. Primera Parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. TOMO I: Caracterización Ambiental.* 15-24. Programa de Cooperación para la Investigación. Junta de Andalucía. Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina. España.
- Abraham, E. M., J. Chambuleiron, E. Montaña, G. Molina de Bouno, G., A. Rodríguez Salas, D. Soria & O. Vázquez. 2001.** Diagnóstico geográfico y ambiental de la Provincia de Mendoza, para el Plan Estratégico, Mendoza 2010. En: Waissmann, A. (Ed.). Consejo Empresario Mendocino. Mendoza.
- Abraham, E.M. 2002.** Lucha contra la desertificación en las tierras secas de Argentina. El caso de Mendoza. En: Fernández- Cirelli, A. & E. Abraham, (Eds.). *El agua en Iberoamérica: de la escasez a la desertificación.* 27-44. CYTED XVII. Buenos Aires.
- Abraham, E.M. & M. R Prieto. 1999.** Vitivinicultura y desertificación en Mendoza. En: García-Martínez, B. (Ed.). *Estudios de historia y ambiente en América: Argentina, Bolivia, México, Paraguay.* 109-135. IPGH - Colegio de México, México.
- Burkart, R. 2006.** Las áreas protegidas de la argentina. En: Brown, A., U. Martínez- Ortiz, M. Acerbi & J. Corcuera (Eds.). *La situación ambiental argentina 2005.* 399-431 Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Congreso de la Nación Argentina. 2007.** Ley Nacional N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos de la República Argentina. En Boletín Oficial del 19 de diciembre de 2007.
- Convención sobre los Humedales Ramsar. 1971.** Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Ramsar. Irán.
- Convención sobre los Humedales Ramsar. 1998.** 2ª Reunión de la Conferencia de las Partes. Memorándum de Cooperación con la Secretaría de la Convención de Lucha contra la Desertificación. Dakar, Senegal.
- Convención sobre los Humedales Ramsar. 2005.** 9ª Reunión de la Conferencia de las Partes. Resolución IX.22: Los sitios Ramsar y los sistemas de ANP. Kampala, Uganda.
- Dudley, N. 2008.** (Ed.). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas.* Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Gland. Suiza.
- Evaluación de los Ecosistema del Milenio, 2005.** Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre Desertificación. World Resources Institute, Washington, DC.
- Fermani, S. & M. C. Rubio. 2011.** Hacia un fortalecimiento de la política forestal argentina: logros y desafíos de la Provincia de Mendoza. *Plataforma de políticas públicas de la UnCuyo.* 1-5.
- Gudiño, M. E., 2009.** Instrumentos para la gestión de un territorio. Ley de ordenamiento territorial y sistemas de información. En Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial. Ministerio Secretaría General de la Gobernación, Santa Cruz.
- Honorable Legislatura de Mendoza. 1993.** Ley Provincial N° 6.045 de Creación del Sistema de ANP de Mendoza. En: Boletín Oficial de 18 de octubre de 1993.
- Honorable Legislatura de Mendoza. 2004.** Ley Provincial N°7291 de Creación del Cuerpo de Guardaparques de Mendoza. En: Boletín Oficial N° 27293, de 3 de diciembre de 2004.

- Honorable Legislatura de Mendoza. 2009.** Ley Provincial N° 8051 de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo. En: Boletín Oficial N° 28407 de 22 de mayo de 2009.
- Honorable Legislatura de Mendoza. 2010.** Ley Provincial N° 8.195 de Ordenamiento de Bosques Nativos de Mendoza. En: Boletín Oficial N° 28697 de 23 de julio de 2010.
- Manzur, A., J. Gonnet & F. Soria. 2002.** Red de Áreas Naturales Protegidas de Mendoza, Información científico – técnica para difusión y educación ambiental. Dirección de Recursos Naturales Renovables, Mendoza, Argentina.
- Massiris-Cabeza, A. 2008.** Políticas latinoamericanas de ordenamiento territorial y sus perspectivas en un mundo globalizado. *El ordenamiento territorial: experiencias internacionales*. María Evangelina Salinas Escobar (Compiladora). 53-81. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Universidad de Guadalajara. México.
- Ojeda, R. A., C. M. Campos, J. M. Gonnet, C. E. Borghi & V. G. Roig. 1998.** The MaB Reserve of Ñacuñán, Argentina: its role in understanding the Monte Desert biome. *Journal of Arid Environment* 39:299-313.
- Roig, F. A., M. M. González-Loyarte, E. M. Abraham, E. Méndez, V. G. Roig & E. Martínez Carretero. 1991.** Maps of desertification. Hazards of Central Western Argentina (Mendoza Providence). Study case. En: UNEP (Ed.), *World Atlas of thematic Indicators of Desertification*. E. Arnold, Londres.
- Roig, F. 1993.** Informe Nacional para la selección de germoplasma en especies de *Prosopis* de la República Argentina. En: IADIZA-CRICYT-C.I.I.D. (Ed.). *Contribuciones Mendocinas a la Quinta Reunión Regional para América Latina y el Caribe de la Red de Forestación del C.I.I.D. Conservación y mejoramiento de especies del género Prosopis*. 1-71. Mendoza.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Mendoza. 2010.** Plan Estratégico de Desarrollo Provincial 2030. En: <http://ambiente.mendoza.gov.ar/index.php/pedmza-2030>
- Sosa, H. 1995.** Ficha Técnica Llancanelo Sitio Ramsar. Disponible en: <http://www.ramsar.org>
- Sosa H. & S. Vallvé 1999.** Lagunas de Guanacache (centro-oeste de Argentina). Procedimiento de inclusión a la convención sobre los humedales (RAMSAR, 71). *Multequina* 8: 71-85.
- United International Conservation Nations (1994).** Guidelines for Protected Areas Management Categories. IUCN, Cambridge, UK and Gland, Suiza. 261 pp.
- United Nations Development Program (UNDP). 1997.** Aridity zones and dryland populations: an assessment of population levels in the world's drylands with particular reference to Africa. UNDP Office to Combat Desertification and Drought, New York.
- United Nations Environment Programme. 2000.** Convenio sobre la Diversidad Biológica. 5ª Reunión de la Conferencia de las Partes. Nairobi, Kenya.
- United Nations Environment Programme. 2004.** Convenio sobre la Diversidad Biológica. 7ª Reunión de la Conferencia de las Partes. Kuala Lumpur, Malasia. Febrero de 2004.
- Villagra, P., E. Cesca, J. Alvarez, F. Rojas, M. Bourguet, C. Rubio & P. Mastrángelo. 2010.** Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la Provincia de Mendoza. Dirección de Recursos Naturales Renovables. Secretaría de Ambiente. Gobierno de Mendoza.

FIGURAS

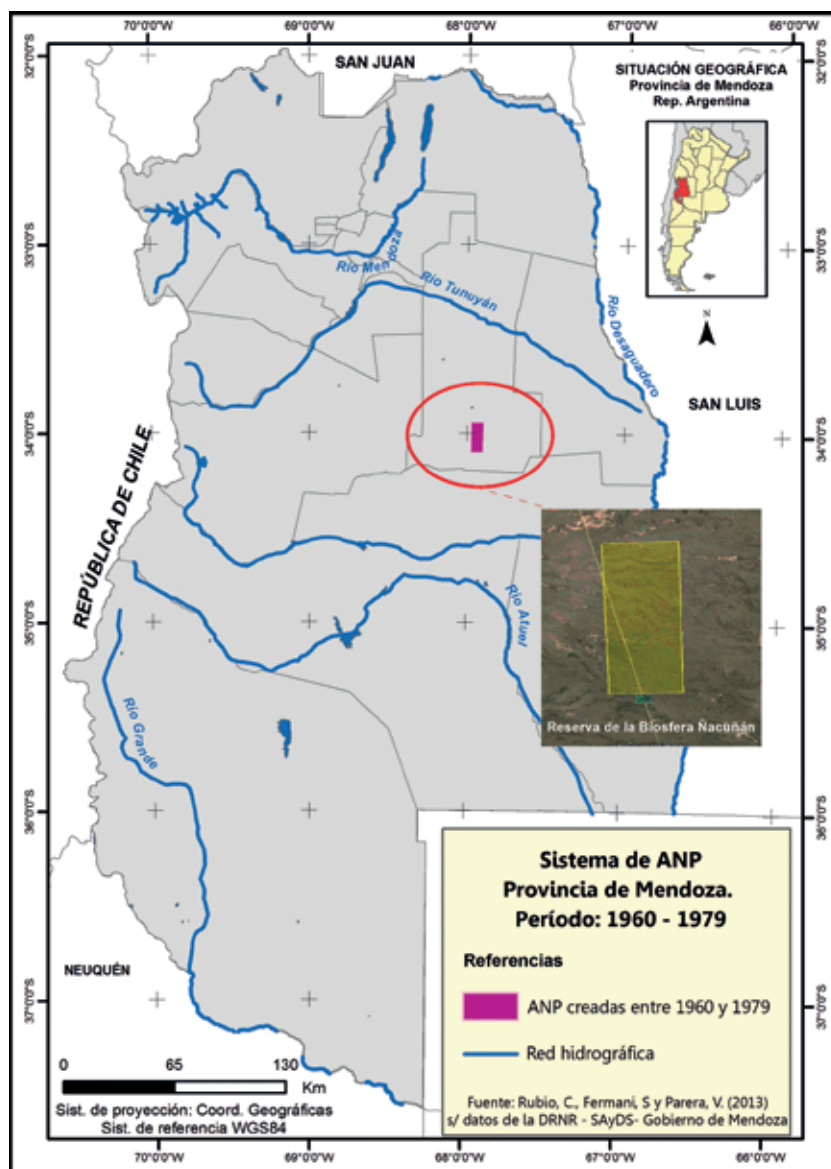


Figura N°1. Sistema de Áreas Naturales Protegidas. Período de gestión 1960-1979.

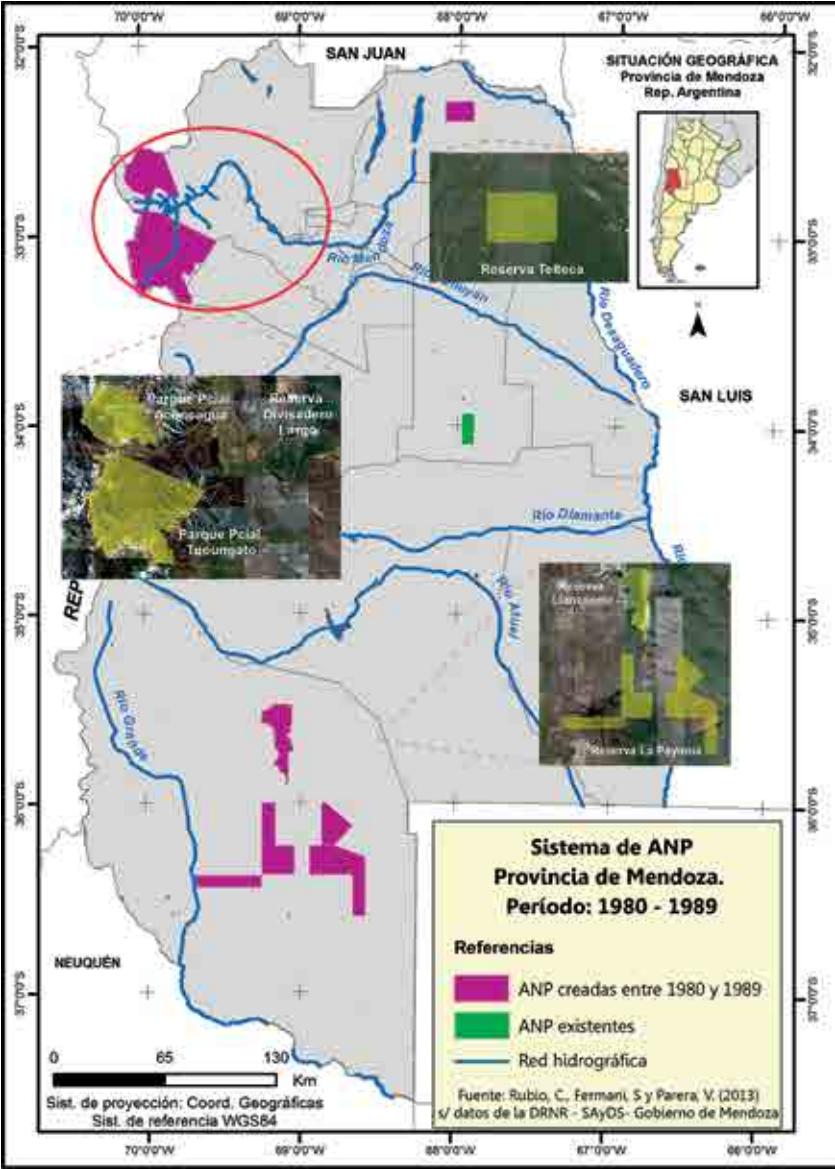


Figura N°2. Sistema de Áreas Naturales Protegidas. Período de gestión 1980-1989.

Evolución de la conservación en la provincia de Mendoza.
Desafíos en el proceso de ordenamiento territorial en tierras secas

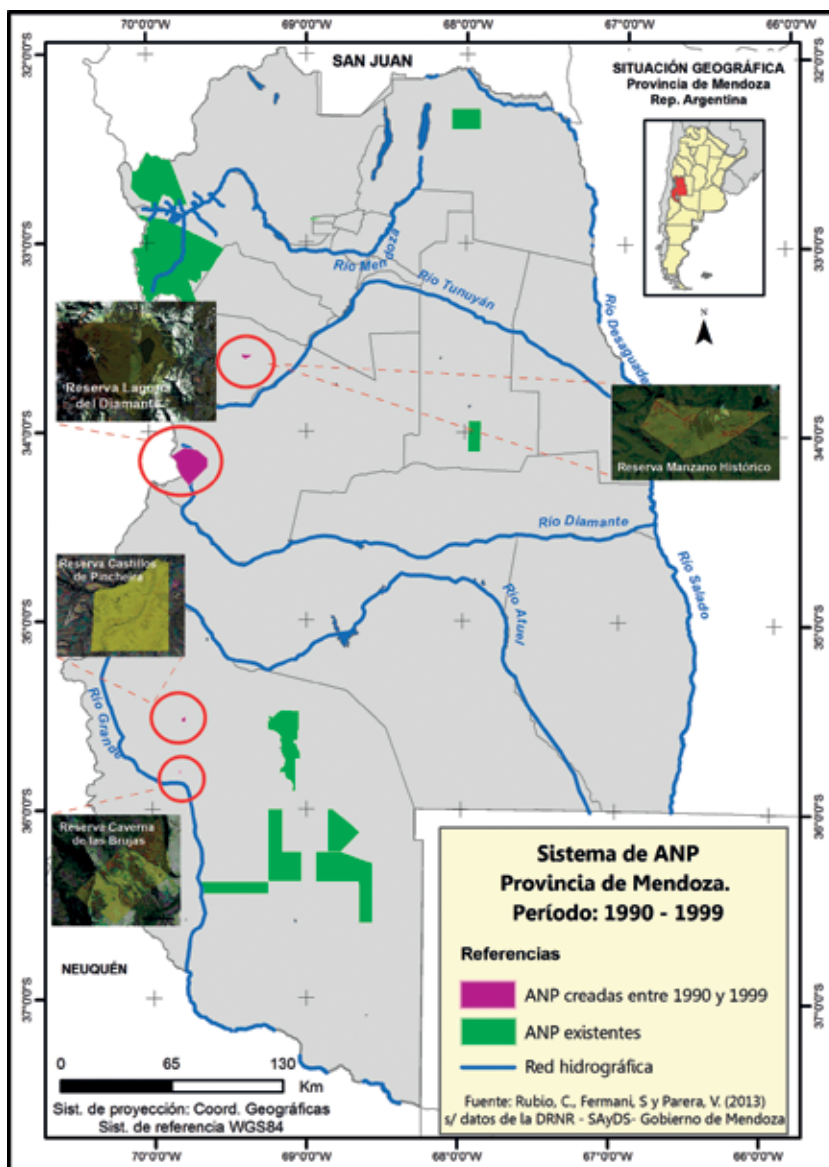


Figura N°3. Sistema de Áreas Naturales Protegidas. Período de gestión 1990-1999.

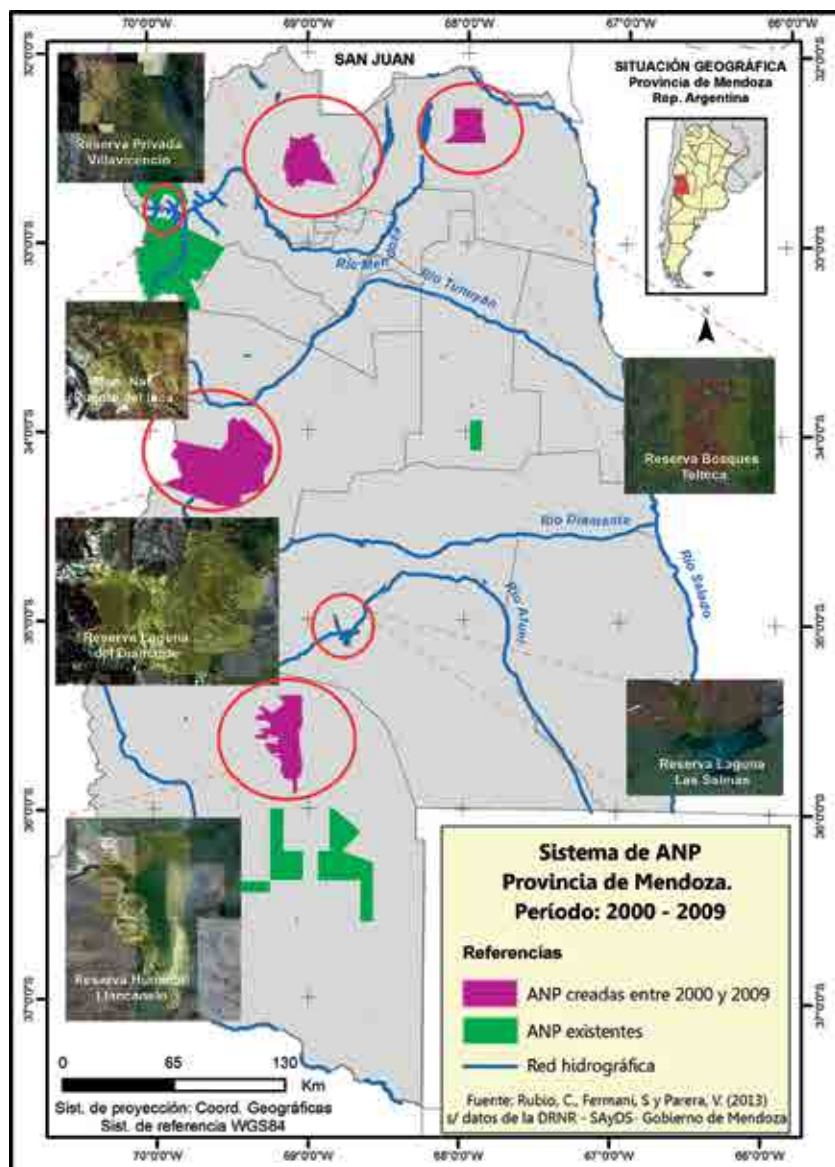


Figura N°4. Sistema de Áreas Naturales Protegidas. Período de gestión 2000-2009.

Evolución de la conservación en la provincia de Mendoza.
Desafíos en el proceso de ordenamiento territorial en tierras secas

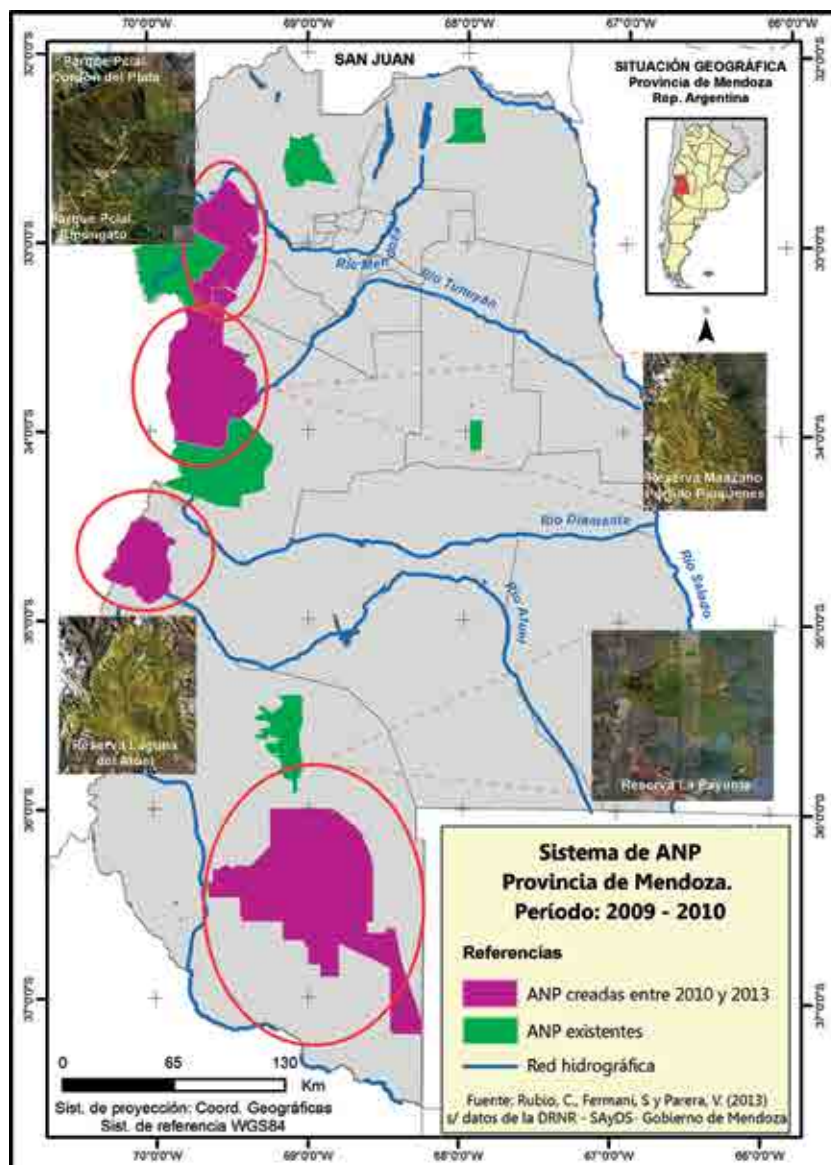


Figura N°5. Sistema de Áreas Naturales Protegidas. Período de gestión 2010-2013

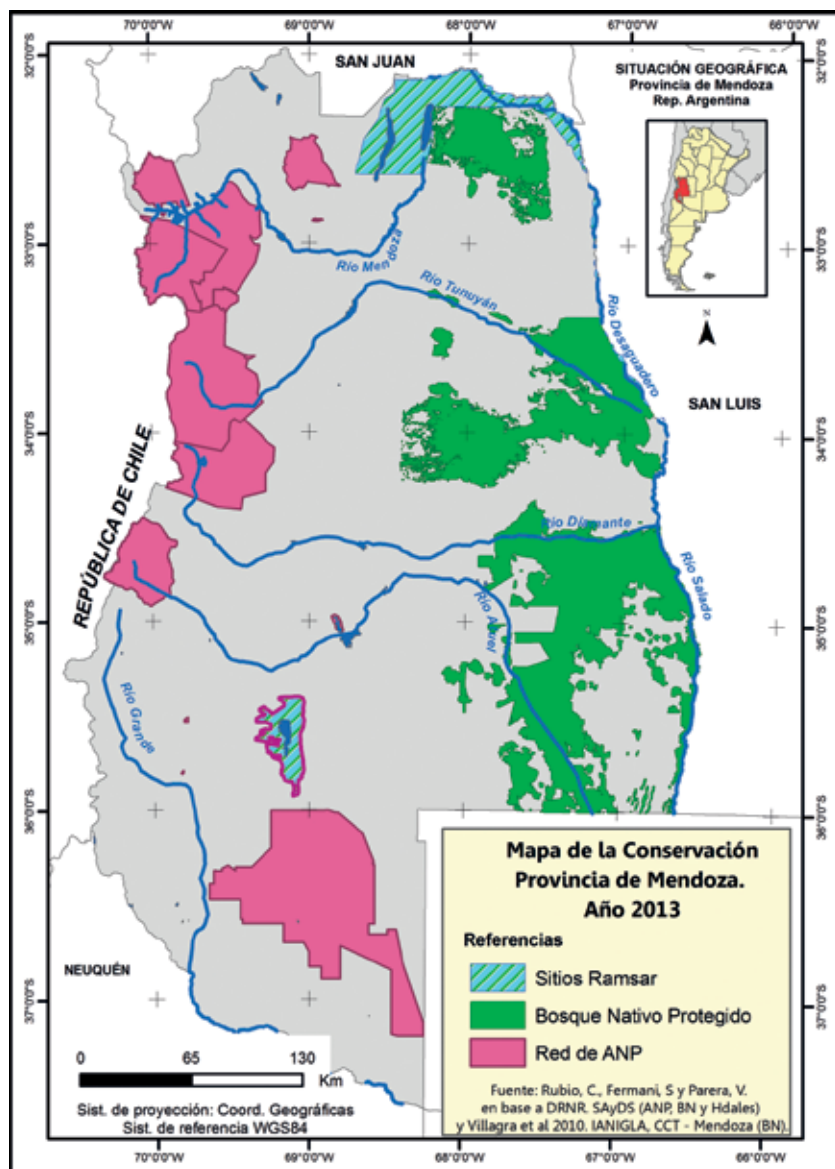


Figura N°6. Mapa de Conservación (Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas, Bosque Nativo Protegido y Sitios Ramsar), Provincia de Mendoza.

Artículo original

Método probabilístico para la alerta temprana de sequías basada en teleconexiones en Venezuela

FRANKLIN PAREDES-TREJO^{1*} y EDILBERTO GUEVARA-PÉREZ²

^{1*} UNELLEZ-VIPI; Grupo para Investigaciones sobre Cuencas Hidrográficas y Recursos Hidráulicos del Programa Académico Ingeniería, Arquitectura y Tecnología, San Carlos-Cojedes. Venezuela.

² Universidad de Carabobo; Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo, Valencia-Carabobo. Venezuela

*Autor para correspondencia. E-mail: franklinparedes75@gmail.com

Recibido: 15 de Noviembre 2013

Aceptado: 15 de Febrero 2014

RESUMEN

Venezuela no cuenta con un sistema de vigilancia y alerta temprana de sequía. En este contexto, se desarrolló, calibró y validó un método que fusiona redes probabilísticas, sistemas inteligentes y teleconexiones macroclimáticas (índice de anomalía de la temperatura superficial del Atlántico norte, la temperatura superficial del Pacífico este-central, la oscilación cuasi-bianual a 50 mb y la oscilación del sur), éstas últimas como predictores de las anomalías pluviométricas. En este artículo se detalla las bases conceptuales del método, su aplicación en una estación de referencia y escalamiento a 331 estaciones. Se calibraron cinco parámetros del algoritmo y validó la propuesta en la ventana temporal discontinua 1950-2005. La variable criterio en la fase de validación fue el porcentaje de meses extremo seco correctamente identificados. Las estaciones con mayor de porcentaje de aciertos en la categoría meses extremo seco no se ajustan a un patrón geográfico, altimétrico o de cercanía u orientación de las estaciones con relación a las cadenas montañosas. En las locaciones donde los eventos secos son frecuentes, la probabilidad de acierto tiende a ser mayor. Las regiones más promisorias para la implantación de esta herramienta por los Llanos Centrales y Occidentales, el Sistema Coriano y la vertiente este de la Cordillera de Perijá.

Palabras clave: alerta temprana de sequía, cambio climático, El Niño – oscilación austral, redes bayesianas, sequía.

ABSTRACT

Venezuela does not have a system for monitoring and early warning of droughts. In this context, we developed, calibrated and validated a method that combines probabilistic

networks, intelligent systems and macroclimatic teleconnections (index anomaly North Atlantic surface temperature, the surface temperature of the East-Central Pacific, the Quasi-Biennial Oscillation 50mb and Southern Oscillation), these last as predictors of the rainfall anomalies. In this article is explaining the conceptual basis of the proposed, its application to one reference station and upscaling to 331 stations. Five parameters of the proposed algorithm were calibrated and validated in the time window 1950-2005 (discontinuous). The objective variable in the validation phase was the percentage of Extreme Dry Months successfully identified. The locations with the highest percentage of successes in the category Extreme Dry Months not fit to a pattern geographical, altimetry range, proximity or a relative orientation to mountains. Sites with frequent droughts have a probability of success higher. The most favorable regions for the implementation of this method were Central and Western Plains, Coriano System and eastern slopes of the Perijá's Cordillera.

Key words: Bayesian networks, climate change, drought, early warning of droughts, El Niño - Southern Oscillation.

INTRODUCCIÓN

La sequía es un fenómeno natural, perjudicial y de lento desarrollo que se produce cuando los niveles de precipitación en una región y tiempo determinado, son inferiores a lo normal (Byun & Wilhite, 1999). Si esta condición se prolonga durante una estación (o períodos más largos), causa un déficit que imposibilita satisfacer las demandas hídricas de la sociedad y del medio ambiente (World Bank & United Nations, 2010). Las sequías se clasifican en meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica, según el tiempo que dure la ausencia de lluvias y los efectos que ocasione sobre el medio ambiente (Allaby, 2003). La sequía meteorológica suele definirse según un umbral de déficit de precipitación que se alcanza durante un período de tiempo previamente determinado; ambos varían, según el lugar y las necesidades de los usuarios y sus actividades (Organización Meteorológica Mundial, 2006). Este fenómeno climático depende del grado de persistencia de ciertos patrones sinópticos sobre la región afectada (Allaby, 2003). Por ejemplo, en Venezuela las dorsales anticiclónicas en la baja tropósfera y los vórtices anticiclónicos en altura (sobre los 500hPa) inhiben la formación de nubes, causando buen tiempo meteorológico en la superficie (Gutiérrez & Vargas, 2005). Estos patrones se asocian en diferentes grados de magnitud y signo con las anomalías térmicas superficiales de algunas regiones oceánicas y pautas isobáricas (Skansi *et al.*, 2013). En Estados Unidos, Centroamérica, El Caribe y Sudamérica, El Niño-Oscilación Austral (ENOA) y las anomalías térmicas superficiales del Atlántico Norte (ATSAN), se relacionan con la ocurrencia de eventos pluviométricos extremos (Findell & Delworth, 2010). En Sudamérica, la fase fría (caliente) de ENOA causa temporadas húmedas (secas) en Venezuela, Colombia y noreste de Brasil; en contraste, temporadas secas (húmedas), en el sureste del continente y sur de Argentina. La ATSAN tiene influencia al norte del continente y durante el trimestre marzo-mayo (Mo & Berbery, 2011), sugiriendo la existencia de un complejo mecanismo de teleconexiones inducidas por el dipolo ENOA – ATSAN.

A pesar de la heterogeneidad espacial y temporal de la pluviometría en Sudamérica ante las señales de ENOA y ATSAN (Giddings & Soto, 2006), ciertas anomalías macroclimáticas

(oceánicas y atmosféricas) se han evaluado y demostrado ser buenos predictores para alertar tempranamente la ocurrencia de sequías, expresada esta última por un índice conveniente (Martelo, 2004; Paredes & Guevara, 2010; Xiao-Wei *et al.*, 2012; Paredes & Guevara, 2013). La compleja interacción ENOA – ATSAN puede simplificarse usando redes probabilísticas (Pearl, 1988). Bajo este enfoque, los estados que presenta el dipolo ENOA – ATSAN se vinculan a los estados de la precipitación en un sitio y momento particular, estos últimos estados, formulados como la probabilidad de ocurrencia de un estado para cada una de las combinaciones que pueden adoptar los predictores. La estructura matricial resultante conforma una malla de grafos dirigidos y acíclicos, que representan las dependencias e independencias de las variables (Castillo *et al.*, 1997; Barber, 2013). Si se agrupan múltiples mallas matriciales, asociadas a diferentes locaciones, se estructura un sistema inteligente, el cual consta de dos elementos: una base de conocimiento y un módulo de razonamiento (Barber, 2013). La base de conocimiento almacena las mallas matriciales. El módulo de razonamiento contiene un algoritmo que provee información acerca del estado del sistema (estado de salida) para una evidencia (estado de entrada), para lo cual contrasta la señal de entrada con las señales observadas y disponibles en la base de conocimiento (Ansell, 2009; Darwiche, 2009; Reguero, 2011).

Venezuela tiene un Centro Nacional de Alerta y Pronóstico Hidrometeorológico (CENAPH; una dependencia del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMEH), sin embargo, esta institución no incluye entre sus actividades el monitoreo y alerta de sequías meteorológicas, por lo que su ocurrencia suele afectar los sectores agrícola, hidroeléctrico e hídrico (Mendoza, 2005; Hernández & Martelo, 2008;). Este artículo describe el desarrollo, calibración y validación de un método fundamentado en las teorías de redes probabilísticas y sistemas inteligentes, con el uso de ciertas variables macroclimáticas relacionadas con el dipolo ENOA – ATSAN como predictores de las anomalías pluviométricas en el territorio venezolano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

En este artículo el área de estudio se refiere al territorio continental de Venezuela, el cual cubre 916,445 km² entre 0°38'53"N a 10°24'41.74"N, y -73°25'00"W a -58°10'00"W (Figura 1). La mayor parte de esta área tiene un clima tropical lluvioso (Martelo, 2003a). En general, la precipitación anual varía de 300 a 700 mm en las zonas secas (principalmente, la franja costera), 2,000 a 3,500 mm en las húmedas (en gran medida, los Llanos) y hasta 6,000 mm en las muy húmedas (al sur del río Orinoco) (Gutiérrez & Vargas, 2005).

Registros pluviométricos

Se emplearon las series pluviométricas mensuales de las estaciones climáticas contenidas en el área de estudio y administradas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). Se escogieron 850 series con longitud de registro mayor a 30 años y una ventana temporal que va desde 1901 a 2006 (no común y discontinua). En lo sucesivo, se denomina muestra.

Etapas del proyecto

Evaluación de la calidad de las series

Se evaluó la estacionariedad (prueba t a la pendiente de la recta, precipitación anual – año), la autocorrelación serial (prueba de Durbin-Watson; Fox, 2008) y la no homogeneidad anual (prueba de Easterling-Peterson; Buishand, 1982). De las estaciones contenidas en la muestra, 331 aprobaron las tres pruebas y se usaron en los análisis posteriores.

Generación de módulos de razonamiento

Se creó un módulo de razonamiento para cada serie. Se describe el método aplicado, tomando como referencia la estación Embalse Taigüaigüay (serial 1494), situada en 10°8'49.2"N y -67°30'00"W (Figura 1). Cada registro pluviométrico (a_{ij}) se discretizó en uno de tres niveles según su ubicación con relación a los percentiles 10 (P_{10}) y 90 (P_{90}) del mes evaluado: $a_{ij} \leq P_{10} \Rightarrow a_{ij} = -1$ (mes extremo seco); $a_{ij} \geq P_{90} \Rightarrow a_{ij} = +1$ (mes extremo húmedo); $P_{90} > a_{ij} > P_{10} \Rightarrow a_{ij} = 0$ (mes no extremo); $a_{ij} = -99$ (registro faltante). Se seleccionaron cuatro variables macroclimáticas como predictores, relacionadas con el dipolo ENOA – ATSAN y la ocurrencia de extremos pluviométricos en Venezuela (Martelo, 2003b; Martelo, 2004; Cárdenas *et al.*, 2002): el índice de anomalía de la temperatura superficial del Atlántico norte (ATLN), la temperatura superficial del Pacífico este-central (NINO3.4), la oscilación cuasi-bianual a 50 mb (componente zonal del viento; QBO50) y la oscilación del sur (SOI). Las series históricas mensuales de las variables macroclimáticas fueron descargadas del website del Laboratorio para Investigaciones del Sistema Tierra (NOAA, 2012). Se seleccionó el período 1951 a 1992, por contar con registros pluviométricos y registros de predictores. Los predictores se discretizaron usando los percentiles 10 y 90 de cada mes. Se parearon temporalmente las cinco señales (Cuadro 1), conformado así la base de conocimiento de la red bayesiana. Esta última, muestra las señales observadas en un mes y año particular; en el marco de la teoría de grafos, cada línea es un grafo dirigido y acíclico. La base de conocimiento generada, no permite la detección temprana de extremos pluviométricos, pues las señales están en fase (comparten el mes de ocurrencia). Cárdenas *et al.* (2002), Martelo (2003a), y Paredes & Guevara (2010) refirieron que la mayor fuerza de correlación entre estas anomalías macroclimáticas y los extremos pluviométricos en ciertas locaciones en Venezuela, ocurren con uno o más meses de desfases, por tanto se estimó el desfase más conveniente para cada predictor, usando la estructura indicada en el Cuadro 2 para desfases entre cero y nueve meses. Se aplicó un índice empírico para medir el poder predictivo (Pp) de cada predictor y desfase, el cual resulta de dividir los casos donde las señales extremas del predictor (-1 ó +1) se asocian con señales extremas en la estación de referencia (-1 ó +1), entre el número de casos posibles. El Cuadro 3 muestra el valor Pp de los predictores para diferentes desfases. En base a estos resultados, las señales-predictores ATLN, NINO3.4, QBO y SOI se desfazan dos, nueve, nueve y cinco meses respectivamente, con relación a la señal de referencia. La estructura resultante permite generar un pronóstico con dos meses de antelación (mínimo desfase, en este caso del predictor ATLN) y alto poder predictivo; corresponde al módulo de razonamiento de la red bayesiana (Cuadro 4). En resumen, los registros de ATLN, NINO3.4, QBO y SOI previos al mes que pronostica (en este caso, nueve meses), se discretizan usando los P_{10} y P_{90} históricos (conversión en una

señal categórica), se desfazan según el Cuadro 3, luego el grafo resultante (código de cuatro dígitos) se ubica en el Cuadro 4, y finalmente se emite un pronóstico que es la probabilidad de ocurrencia histórica de un mes extremo seco, extremo húmedo y no extremo en la estación de referencia para la señal de entrada. El procedimiento descrito se aplicó a las 330 estaciones restantes (escalamiento), resultando 331 módulos de razonamiento.

Programación de los módulos de razonamiento y emisión de pronóstico

Tomando como referencia el módulo de razonamiento de la estación Embalse Taigüaigüay, se definieron los requisitos para construir un clasificador bayesiano, se diseñó la ruta de trabajo secuencial del algoritmo, finalmente se diseñó un bucle anidado para procesar las 331 estaciones simultáneamente. Esta propuesta asume que la probabilidad a priori y posterior son iguales, pues los elementos que conforman la muestra en algunos grafos son muy pequeños para estimar una función de distribución de probabilidad (Canavos, 1998).

Calibración de los umbrales

Los parámetros que fueron calibrados en el algoritmo son: 1) percentiles usados para identificar un mes extremo seco (ES), no extremo (NE) y extremo húmedo (EH), en lo sucesivo P_s y P_h ; 2) percentiles usados para identificar en las series VMs (NINO3.4, QBO50, ATLN y SOI), los registros ubicados en la cola superior (señal fuerte) e inferior (señal débil) de la función de distribución de frecuencia, en lo sucesivo P_d y P_r ; 3) umbral porcentual, sobre el cual, el pronóstico emitido por el sistema en una categoría (ES, NE, EH) se considera el más probable (se representa por U_m). Por ejemplo, si $U_m \geq 35\%$ y el sistema pronostica para un mes en particular, lo siguiente: 1) probabilidad de ocurrencia de ES=14.89%; 2) probabilidad de ocurrencia de NE=74.47%; 3) probabilidad de ocurrencia de EH=10.64%; entonces, el pronóstico para la estación es la posible ocurrencia de un mes NE, pues la probabilidad asociada a esta categoría es mayor a U_m . Se probaron múltiples configuraciones de percentiles y umbrales en la ventana temporal 1950 a 2005. Los resultados se evaluaron usando tablas de contingencias. El indicador de contraste fue el promedio del porcentaje de aciertos en la categoría ES (considera las 311 estaciones).

Validación de la propuesta

Se usaron los parámetros calibrados (con mayor porcentaje de acierto en la categoría ES). Se calculó, en cada estación, el porcentaje de meses ES correctamente identificado en el período 1950-2005. Seguidamente, se mapearon los resultados para identificar las regiones del país donde la herramienta resultó más robusta.

Herramientas de análisis

La calidad de las series se evaluó con el software Anclim (Štěpánek, 2008). El algoritmo fue programado y validado por los autores en ambiente Matlab 7.4™. El mapeado se hizo con SAGA-GIS 2.10™ y ArcMap 10.1™

RESULTADOS

Durante el proceso de calibración se encontró que la configuración $P_s = 20$, $P_h = 80$, $P_d = 25$, $P_f = 75$ y $Um = 35\%$, produce los mayores aciertos en la categoría ES en todas las estaciones evaluadas (6.94% a 76%), en consecuencia, los resultados descritos a continuación se refieren a la ejecución del modelo con estos parámetros.

En general, se observó que el porcentaje de aciertos en la categoría ES no se relaciona con la altitud ni la cercanía de las estaciones a las cadenas montañosas más elevadas (Figura 2). Una proporcionalidad lineal y significativa ($r = 0.65$, $p \leq 0.01$), se identificó entre los aciertos en la categoría ES y la probabilidad de ocurrencia de un mes seco, por tanto, mientras más alta es la ocurrencia histórica de un mes seco en la locación bajo análisis, el porcentaje de acierto de la categoría ES suele ser más alto (Figura 4). Otra característica observada, fue el hecho de que los aciertos en la categoría ES varió lineal y significativamente con la longitud de los registros, pero en menor magnitud e inversamente proporcional ($r = -0.26$, $p \leq 0.01$).

En el contexto espacial se observó una significativa variabilidad en cuanto al porcentaje de aciertos en las estaciones evaluadas. Sin embargo el mayor número de estaciones (nucleación) con aciertos medianamente alto ($>35\%$) se ubican en las tierras bajas situadas al norte del lago de Maracaibo (≤ 100 msnm), las explanadas al norte de las serranías de los estados Falcón, Lara y Yaracuy (noroeste del país), las tierras adyacentes a los ríos Meta y Orinoco en los Llanos, las planicies al norte de la Fila de Naiguatá, el costado oeste de la Isla de Margarita y una pequeña porción centrada en el poblado Lobatera del estado Táchira. Excluyendo a los Llanos, las regiones mencionadas tienen climas árido (BSHi) o semiárido (BWi) según la clasificación de Koeppen. Sin embargo, no todas las estaciones con un alto porcentaje de acierto se agrupan en climas áridos o semiáridos. Algunos sitios emplazados en climas amazónicos (Afi), como por ejemplo, la sierra Pacaraima y las nacientes del río Cuyuní (sureste del país), tienen porcentajes de acierto en la categoría ES que van de 23 al 35%.

En cuanto a las locaciones con menor porcentaje de acierto de la categoría ES (por debajo del 22.95%), se ubicaron en ambas vertientes de la cordillera de los Andes y la cordillera de la Costa (las más altas de Venezuela), pero no conforman un patrón espacial definido.

DISCUSIÓN

El método propuesto, básicamente, estima la probabilidad de ocurrencia de los estados pluviométricos en una estación (ES, NE y EH) para un mes en particular, dada la ocurrencia de una señal discreta y desfasada asociada al dipolo ENOA – ATSAN (predictores). Sin embargo, el porcentaje de acierto disminuye en magnitud al pronosticar las categorías NE, ES y EH respectivamente, sugiriendo que los episodios EH son escasamente explicados por la dinámica del dipolo ENOA – ATSAN. Este hecho explicaría el por qué su detección correcta es muy baja. En Venezuela, los mecanismos generadores de lluvias a escala sinóptica son muy complejos dado su carácter multifactorial. Sobre este aspecto cabe destacar que Gutiérrez & Vargas (2005), identificaron 80 situaciones sinópticas distribuidas en los bimestres mayo-junio, julio agosto y septiembre-octubre, en donde destacan la recurrencia de ondas tropicales y vaguadas en altura de distintas intensidades, muchas de las cuales no son provocadas por el dipolo ENOA – ATSAN.

A propósito de la categoría ES, la mayoría de las locaciones donde los episodios secos a escala mensual son frecuentes (no necesariamente situadas en regiones áridas o semiáridas; Figura 4), la probabilidad de acierto tiende a ser más alta que en aquellas locaciones donde estos son esporádicos o raros. Las sequías meteorológicas extremas están asociadas a unos pocos patrones sinópticos en el área de estudio relacionados con sistemas de alta presión que se desarrollan en la baja, media y alta tropósfera. Estos sistemas inhiben transitoriamente los mecanismos generadores de lluvia y pueden ser fortalecidos o atenuados por el dipolo ENOA – ATSAN (Gutiérrez & Vargas, 2005). En general, los episodios secos de mayor intensidad y cobertura fueron precedidos por fuertes y persistentes anomalías térmicas en las aguas superficiales de las regiones Niño y Atlántico norte (Cárdenas *et al.*, 2002; Martelo, 2003b; Mendoza, 2005; Paredes & Guevara, 2013), lo que hace suponer que la circulación general de la atmósfera es afectada durante el desarrollo de estos eventos (Mo & Berbery, 2011). Este encadenamiento de efectos explica, parcialmente, el porque los predictores evaluados fueron más eficientes en la detección de ES que EH; estos últimos, se derivan de perturbaciones intertropicales que no están directamente relacionadas con ENOA – ATSAN (Martelo, 2003a).

Un aspecto relevante observado durante la fase de calibración de los parámetros del modelo, fue el hecho de que el aumento de la longitud de registro en una estación no necesariamente produce un incremento en el porcentaje de acierto de la categoría ES, lo cual discrepa con lo que refirió Barber (2013). Este contexto indica que el método puede ser aplicado en estaciones con corta longitud de registros sin afectar significativamente su precisión.

El nivel de acierto del método es espacialmente variable. Por ejemplo, es posible encontrar locaciones muy cercanas entre sí pero notablemente disímiles en cuanto al porcentaje de acierto de la categoría ES. Pese a lo anterior, las regiones más promisorias y con mayor cobertura espacial en el área de estudio, para la implantación de este herramienta son los Llanos centrales y occidentales, el Sistema Coriano y la vertiente este de la cordillera de Perijá. En el resto del país (en especial, las regiones muy húmedas), el porcentaje de falsas alarmas es alto ($\geq 75\%$). A manera de ejemplo, la Figura 3 muestra una previsión emitida en diciembre del año 2013 sobre la ocurrencia de un mes seco para enero del año 2014, considerando únicamente las locaciones donde el acierto de la categoría ES, fue mayor al 35%. En enero del 2014 se observó una persistente condición anticiclónica que indujo un buen tiempo meteorológico en casi todo el país; esta situación fue prevista por el modelo en gran parte de las locaciones.

CONCLUSIONES

El método desarrollado tiene una moderada capacidad predictiva de meses extremos secos en buena parte del territorio venezolano (6.94% a 76% de aciertos; Figura 2), al tiempo de proveer un máximo de dos meses de antelación temporal y la cobertura de amplias regiones con usos predominantemente agrícola y pecuario; por tanto, vulnerables a la ocurrencia de sequías meteorológicas. Aunque el porcentaje de aciertos en las locaciones evaluadas no supera el 76%, el método podría ser utilizado por los tomadores de decisiones y/o planificadores, como una herramienta de mediana precisión para la alerta temprana de sequías meteorológicas a escala mensual.

Dos aspectos a considerar en los futuros estudios vinculados a esta línea de investigación son: la

inclusión del mes predicho como predictor (variable de 12 niveles) en sustitución de una de las variables macroclimáticas (variable de tres niveles), y la evaluación de una herramienta de identificación de patrones estadísticos más potente, como por ejemplo, algoritmos basados en árboles de decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Venezuela (FONACIT, proyecto N° 2011001251), la Coordinación de Investigación del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales de la Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ-VIPI, código: 306112101), y al Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo (CIHAM-UC). También expresamos nuestro agradecimiento al Dr. José Roberto de Lima (Iniciativa Latino Americana y Caribeña de Ciencia y Tecnología) por apoyar su divulgación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allaby, M. 2003. *Dangerous Weather: droughts*. Facts on File, New York, USA.
- Ancell, R. 2009. *Aportaciones de las redes bayesianas en meteorología. Predicción probabilística de precipitación*, Universidad de Cantabria, Santander, España.
- Barber, D. 2013. *Bayesian Reasoning and Machine Learning*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido..
- Buishand, T. 1982. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *Journal of Hydrology* 58:11-27.
- Byun, Hi-Ryong & D. Wilhite. 1999. Objective quantification of drought severity and duration. *Journal of Climate* , 12:2747- 2756.
- Canavos, G. 1998. *Probabilidad y estadísticas: aplicaciones y métodos*. Mc Graw-Hill. Naucalpan de Juárez, México, 667 p.
- Cárdenas, P., L. García & A. Gil. 2002. *Impacto de los eventos El Niño – Oscilación del Sur en Venezuela*, Corporación Andina de Fomento, Caracas, Venezuela.
- Castillo E., J. Gutiérrez & A. Hadi. 1997. *Expert systems and probabilistic network models*, Springer-Verlag, Madrid, España.
- Darwiche, A. 2009. *Modeling and Reasoning with Bayesian Networks*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Findell, K. & T. Delworth. 2010. Impact of common sea surface temperature anomalies on global drought and pluvial frequency. *Journal of Climate*, 23:485-503.
- Fox, J. 2008. *Applied regression analysis and generalized linear models*, 2nd edition, Sage,
- Giddings, L. & M. Soto. 2006. Teleconexiones y precipitación en América del Sur, *Revista de Climatología*, 6:13-20.
- Gutiérrez, E. & C. Vargas. 2005. *Climatología sinóptica de los patrones circulatorios de la estación lluviosa venezolana en el período 1978-1999*. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela
- Hernández, R. & M. Martelo. 2008. *Caracterización de la sequía meteorológica en los climas Árido, Semiárido y Subhúmedo seco en los Llanos Centro Orientales de Venezuela, para el manejo*

de los recursos hídricos. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada, Caracas, Venezuela.

Martelo, M. 2003a. *La precipitación en Venezuela y su relación con el sistema climático*, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Caracas, Venezuela.

Martelo, M. 2003b. *Influencia de las variables macroclimáticas en el clima de Venezuela*, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Caracas, Venezuela.

Martelo, M. 2004. *Consecuencias ambientales generales del Cambio Climático en Venezuela*, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Caracas, Venezuela.

Mendoza. 2005. *Caracterización de la sequía en Venezuela*. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela.

NOAA. 2012. Series históricas del índice de anomalía de la temperatura superficial del Atlántico Norte, la temperatura superficial del Pacífico Este-Central, la Oscilación Cuasi-Bianual a 50mb y la Oscilación del Sur. Descargado en Dic 10, 2012, desde <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/nina34.data>; <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/qbo.data>; <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/tna.data>; <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/soi.data>

Mo, K. & E. Berbery. 2011. Drought and persistent wet spells over South America based on observations and the U.S. Clivar Drought experiments, *Journal of Climate* 24: 1801–1820.

Organización Meteorológica Mundial. 2006. *Vigilancia y alerta temprana de la sequía: conceptos, progresos y desafíos futuros*, OMM-N° 1006, Génova, Suiza.

Paredes, F. & E. Guevara. 2010. Desarrollo y evaluación de un modelo para predecir sequías meteorológicas en Los Llanos de Venezuela, *Bioagro* 22(1):3-10.

Paredes, F. & E. Guevara, E. 2013. *Tendencia de la precipitación estacional e influencia de El Niño – Oscilación Austral (ENOA) sobre la ocurrencia de extremos pluviométricos en la cuenca del Lago de Valencia-Venezuela*. II Congreso Internacional de Hidroclimatología (en revisión), San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina

Pearl, J. 1988. *Probabilistic reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*, Morgan Kaufmann, USA, 150 pp.

Reguero, J. 2011. *Aplicación de las redes bayesianas dinámicas a la predicción de series de datos y a la detección de anomalías*, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España, 76 pp.

Skansi, M., M. Brunet, J. Sigró, E. Aguilar, J. Arevalo, O. Bentancur, Y. Castellón, R. Correa, H. Jácome, A. Malheiros, C. Oria, M. Pasten, S. Sallons, C. Villaroel, R. Martínez, L. Alexander & P.D Jones. 2013. Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America. *Global and Planetary Change* 100: 295-307.

Štěpánek, P. 2008. *AnClim - software for time series analysis*. Department of Geography, MU, Brno. 1.47 MB.

The World Bank and The United Nations. 2010. *Natural hazards unnatural disasters: the economics of effective prevention*. The World Bank, Washington DC, USA.

Xiao-Wei, Q., M. Hoerling, B. Lyon, A. Kumar, M. Bell, M. Tippet & H. Wang. 2012. Prospects for dynamical prediction of meteorological drought. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 51: 1238–1252.

FIGURAS

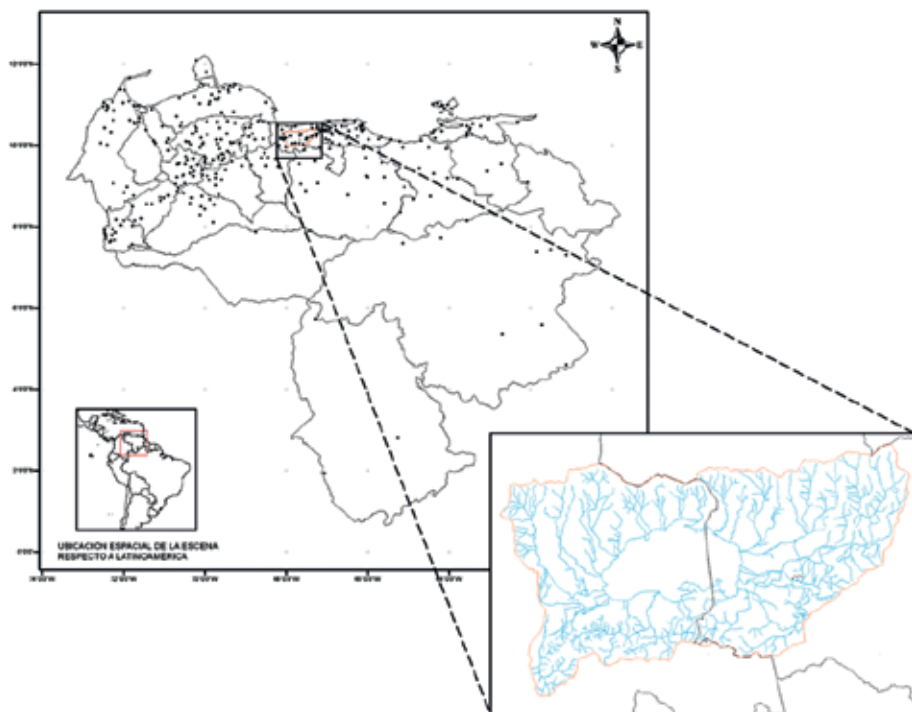


Figura 1. Área de estudio con las estaciones que conforman la muestra y la ubicación de la estación de referencia.

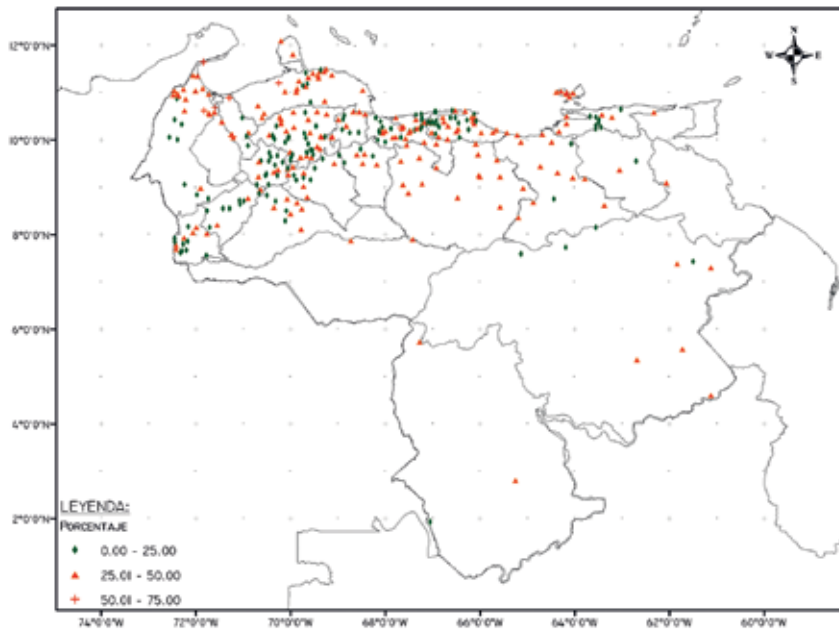


Figura 2. Distribución espacial de las estaciones según el porcentaje de detección correcta de la categoría ES durante el período 1950-2006.

Nota: se usó $P_s = 20$, $P_h = 80$, $P_d = 25$, $P_f = 75$ y $U_m = 35\%$

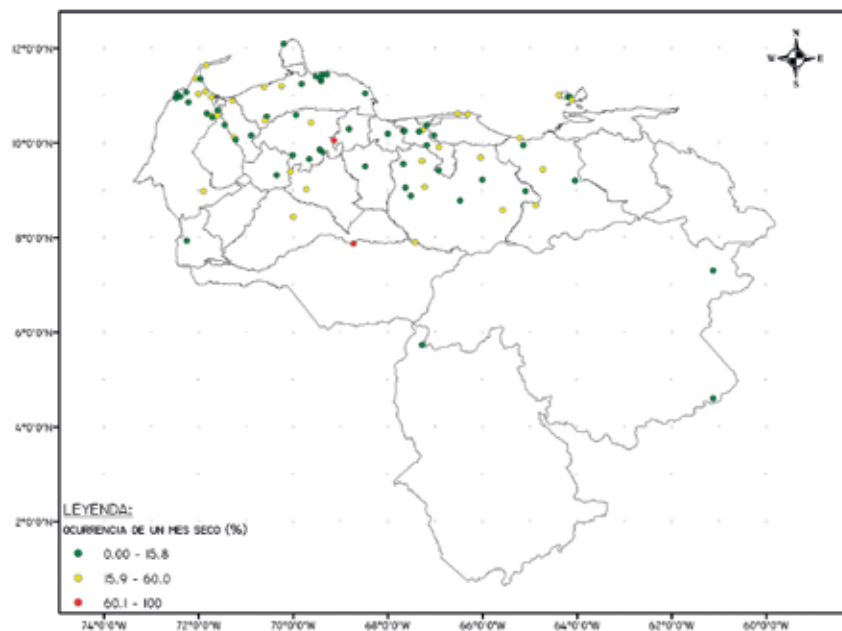


Figura 3. Previsión realizada en diciembre del año 2013 sobre la ocurrencia de un mes seco en enero del año 2014.

Nota: se usó $P_s = 20$, $P_h = 80$, $P_d = 25$, $P_i = 75$ y $U_m = 35\%$; solo se muestran las locaciones donde la probabilidad de acierto de un mes seco es igual o superior al 35%; se entiende por mes seco aquel cuya lámina mensual es igual o inferior a percentil 20 (estimado de una serie temporal con una longitud mínima de 30 años).

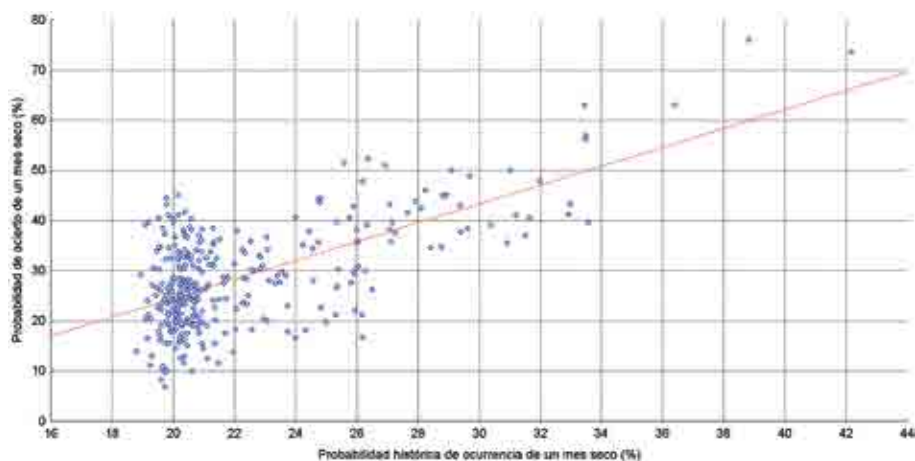


Figura 4. Probabilidad de acierto de un mes seco en función de la probabilidad histórica de ocurrencia de un mes seco en una locación.

Nota: se usó $P_s = 20$, $P_h = 80$, $P_d = 25$, $P_f = 75$ y $U_m = 35\%$; se entiende por mes seco aquel cuya lámina mensual es igual o inferior a percentil 20 (estimado de una serie temporal con una longitud mínima de 30 años).

CUADROS

Cuadro 1. Señales discretizadas de la estación Embalse Taigüaigüay. Período 1951-1992.

Año	Mes	Precipitación	ATLN	NINO3.4	QBO	SOI
1951	1	-99	0	0	0	1
1951	2	-99	0	0	0	0
1951	3	-99	0	0	0	0
1951	4	-99	0	0	0	0
1951	5	-99	0	0	0	0
1951	6	-99	0	0	0	0
1951	7	-99	0	0	1	0
1951	8	0	0	0	0	0
1951	9	0	0	0	0	0
1951	10	-99	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...
1992	12	0	0	0	0	0

Cuadro 2. Estructura analizada en cada escenario (desfase) según las señales de los predictores y en la estación de referencia.

Señal observada en ATLN, NINO3.4, QBO o SOI				
		-1	0	+1
Señal observada en la estación de referencia	-1	-1/-1*	0/-1	+1/-1*
	0	-1/0	0/0	+1/0
	+1	-1/+1*	0/+1	+1/+1*

Nota: * la señal de ATLN, NINO3.4, QBO o SOI se asocia con un extremo pluviométrico en la estación de referencia (mes, extremo húmedo o extremo seco).

Cuadro 3. Poder predictivo de los predictores según el desfase considerado. * indica desfase en el cual se obtiene el mayor poder predictivo (sin considerar el desfase igual a cero).

Predictor	Desfases del predictor con relación a la señal de referencia (en meses)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ATLN	6.07	5.87	5.67*	4.86	4.05	4.25	5.26	4.86	5.48	4.27
NINO3.4	4.66	3.64	2.63	3.44	4.25	4.25	4.25	4.05	5.07	5.49*
QBO	5.47	5.06	4.45	5.67	5.06	4.86	4.86	4.66	5.07	5.69*
SOI	5.26	5.87	5.06	5.67	5.06	7.09*	4.66	5.67	4.87	5.08

Cuadro 4. Módulo de razonamiento de la red bayesiana asociado a la estación de referencia. * muestra la probabilidad de ocurrencia observada, al agrupar todos los eventos que comparten el grafo.

Grafo				Probabilidad de ocurrencia (%)*		
ATLN (-2)	NINO 3.4 (-9)	QBO (-9)	SOI (-5)	-1 (Extr. Seco)	0 (No Extr.)	+1 (Extr. Húm.)
0	0	0	0	19.53	72.09	8.37
0	0	0	-1	18.75	81.25	0.00
0	0	0	1	16.67	66.67	16.67
0	0	1	0	23.53	61.76	14.71
...	...	...	...	...	...	...

Artículo original

Análisis comparativo de los indicadores geobiofísicos de desertificación de la isla de Santiago-Cabo Verde (África) y en la región de los Inhamuns (Ceará-Brasil)

VLADIA P.V DE OLIVEIRA¹, JOSÉ MARÍA SEMEDO², HUÁSCAR P.V. DE OLIVEIRA³

¹ Universidad Federal de Ceará, Pesquisadora de CNPq, Fortaleza, Brasil.

² Universidad de Cabo Verde. Santiago, Cabo Verde.

³ Universidade Federal de Ceará, Fortaleza, Brasil

Autor para correspondencia. E-mail: vladia.ufc@gmail.com

Recibido: 18 de Noviembre 2013

Aceptado: 4 de Abril 2014

RESUMEN

Los cambios climáticos asociados al uso excesivo de los recursos naturales han acentuado los problemas socioambientales en las tierras secas, como es el caso de la isla de Santiago, Cabo Verde (África) y de la región de los *Inhamuns* en el Estado de Ceará (Brasil). Así, el objetivo de este estudio consiste en comparar los indicadores geobiofísicos de estas dos zonas secas. La metodología se basó en el enfoque de los sistemas ambientales, utilizando imágenes de satélite e información de trabajos de campo. Los indicadores geobiofísicos de desertificación utilizados fueron: geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de cobertura vegetal y de sectorización bioclimática. Estos indicadores aplicados en los sistemas ambientales permitieron calificar los factores, los procesos y la degradación; asimismo, brindar datos para el control y monitoreo de la recuperación de la zona degradada, y también, apoyar las estrategias que conduzcan al combate de la desertificación y mejoría de las condiciones de vida de la población de estas dos regiones.

Palabras clave: Vulnerabilidad, semiárido, uso de la tierra, desertificación, imágenes de satélite.

ABSTRACT

The climate change linked to the excessive use of the natural resources have increased the socioenvironmental problems in drylands such as the Island of Santiago in Cape Verde (Africa) and the Inhamuns region in the State of Ceará (Brazil). Given that, the goal of this study consists in comparing a set of geobiophysical indicators estimated for those two dry regions.

The methodological framework has focused on mapping of the environmental systems by using satellital images and field work. The geobiophysical indicators used to analyze the desertification process were the following: geological, geo-morphological, edaphological, land vegetation cover and bioclimatic stratification. Once applied to the environmental systems, those indicators allowed us to qualify and quantifying the factors, the processes and the degradation. Therefore, the data could be used to monitor, to control and to recovery the degraded zones as well as to build strategies to combat the forces which drives the desertification process and to improve the life conditions of local people in those two regions. Key words: Vulnerability, semiarid, land use, desertification, satellital images.

INTRODUCCIÓN

Las alteraciones climáticas asociadas al uso excesivo de los recursos naturales han afectado a los ecosistemas terrestres, acentuando los problemas de carácter socioambiental y económico, principalmente en las regiones áridas y semiáridas que poseen fuertes limitaciones naturales. En el mundo, el crecimiento progresivo de la población ha agravado las cuestiones relacionadas con la desestabilización de los recursos naturales que comprometen la biodiversidad, originando procesos de desertificación. Por desertificación “se entiende a la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultado de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”, de acuerdo con el texto final de la Convención de las Naciones Unidas (UNCCD, 1994: 5). Esta problemática, sus interacciones y consecuencias sobre los recursos naturales de la tierra, poseen complejidades que no pueden ser comprendidas por el análisis y evaluaciones de parámetros aislados. Consecuentemente, para su comprensión, se requiere del análisis de componentes de los sistemas ambientales (Santos, 2011; Souza & Oliveira, 2011).

Las regiones áridas y semiáridas del mundo son las más impactadas por los cambios climáticos globales, por poseer bajos volúmenes pluviométricos, asociados a una distribución irregular de las lluvias. Estas regiones cubren un tercio del planeta donde viven cerca del 20% de la población mundial. Los impactos ecológicos se han reflejado en una significativa desertificación/degradación ambiental, haciendo hincapié, por su importancia en ambas regiones, en el análisis de los indicadores de desertificación que afectan drásticamente los recursos naturales y la calidad de vida.

Es de destacar que el uso de indicadores y la aplicación de productos de teledetección constituyen un importante apoyo para supervisar y ayudar en el control de la desertificación (Valle, 2003; Abraham & Salomon, 2006; Santos, 2011).

La isla de Santiago fue elegida como una de las áreas de estudio en razón de la fragilidad del medio ambiente (Oliveira, 2012), por los escasos estudios en este contexto y por poseer limitaciones similares a la región de los Inhamuns del estado de Ceará, en el noreste brasileño. Esta problemática en Ceará se ha descrito en varios documentos, entre los más destacados, se citan Soares *et al.* (1995), Sales (2002), y Oliveira *et al.* (2003).

Además del diagnóstico, se revela el programa de “*Ação do Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca- PAE*” (SRH, 2012), y sus respectivos mapas, en el cual se identifican los criterios ambientales y socioeconómicos no obstante, hace falta un estudio en una escala más detallada que pueda ayudar a resolver los problemas derivados de la desertificación.

También, por otro lado, existe la necesidad de compartir con la comunidad internacional, la urgencia de establecer sistemas de indicadores que evalúen la desertificación y la sequía, así como sus efectos. Este tipo de evaluación servirá a posibles estudios comparativos, con el fin de identificar las áreas especiales de riesgo en el contexto de las acciones nacionales e internacionales (Rosario, 2004).

Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo comparar dos regiones semiáridas intertropicales: regiones de los *Inhamuns* en Ceará y la isla de Santiago en el archipiélago de Cabo Verde (África occidental), a través de los indicadores de desertificación. Estos últimos son herramientas que ayudan a la comprensión, la cuantificación, el análisis y la comunicación de los diferentes sectores de la sociedad, resultando fenómenos complejos (Cevallos & Opina, 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diagnóstico de las áreas de estudio

La isla de Santiago

La isla de Santiago de Cabo Verde (ver Figura 01), situada entre los meridianos 23°26' y 23°48' de longitud oeste y paralelos 14°54' y 15°20' de latitud norte, tiene como capital la ciudad de Praia. Esta isla pertenece al conjunto de archipiélagos, propios de climas árido/semiáridos. Posee una superficie de 1,005 km² y una población total de 281,500 habitantes. (INE, 2012), encontrándose a unos 500 km de la costa oeste de África. El clima preponderante es árido y semiárido, con promedio de precipitaciones de alrededor de 230 mm/año y temperatura media de 22°C en el período de 1981-2004 (Teixeira, 2011).

Las condiciones geológicas de la isla exhiben fuertes evidencias de volcanismos pretéritos con raras manchas de cubierta sedimentar (Marques, 1990; Amaral, 2007). Con eso, los trazos de los relieves son fuertemente influenciados a través de superficies cónicas o alargadas y con vertientes dotadas de fuertes pendientes. Es raro encontrar llanuras fluviales con suelos aluviales.

Los suelos de Santiago están desarrollados a partir de las rocas volcánicas y se caracterizan por la predominancia de suelos rasos con pedregosidad, pobres en materia orgánica y débil capacidad de retención de agua. No obstante éstos son ricos en elementos minerales y potenciales en pequeñas parcelas. De éstas, una gran parte está siendo ocupada por la agricultura de sequía y el resto por la agricultura de riego. Estas tierras están en mayor proporción, ubicadas en zonas semiáridas y áridas, donde la presión de los factores climáticos adversos se manifiesta con mayor intensidad, dificultando así el establecimiento de la cubierta vegetal, indispensable para la producción agrícola.

Las principales clases de suelos de la isla de Santiago, según Diniz & Matos (1986), que utilizó la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/UNESCO, 1998), y haciendo su correlación para el Sistema Brasileño de Clasificación de Suelos de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA, 2013), resultan en los siguientes: Fluvisols (*Neossolos Flúvicos*); Leptsols (*Neossolos Litólicos*); Regosols y Arenosols (*Neossolos Quartzarênicos*); Andosols (sin correlación brasileña); Vertisols (*Vertissolos*); Cambisols (*Cambissolos*); Phaeozems (*Chernossolos*); Luvisols (*Luvissolos*); y Lixisols (Argissolos).

Las características de las formaciones vegetales predominantes son esteparias, con presencia de arbustos o pequeños árboles dispersos. Representan reliquias de formaciones más densas, condicionadas por factores ecológicos, de naturaleza climática y antrópica.

La economía de Santiago, de Cabo Verde, de acuerdo con Araújo & Moura (2012), presenta un sector bastante desigual en el Producto Bruto Interno (PBI), cuya mayor parte proviene del sector terciario. El aumento de la productividad del sector secundario, incluso con la ayuda externa destinada a la agricultura y a la pesca, no han alcanzado resultados satisfactorios. Cabo Verde muestra una fuerte dependencia del sector de servicios, especialmente el turismo. La ganadería es una actividad esencial para asegurar la sustentabilidad alimentaria de la población. La desertificación aliada a grandes limitaciones ecológicas, acentúa la vulnerabilidad de la economía del país (Araújo & Moura, 2012). De vez en cuando, ocurren en el archipiélago: sequía, hambre, calamidades y muertes (Amaral, 2001). Para agravar esta situación, la historia política de Cabo Verde se ha caracterizado por el yugo colonial portugués, cuya independencia política se produjo en 1975.

La región de los Inhamuns

Los dos municipios de la región de los Inhamuns, Tauá y Arneiroz (ver Figura 2) están situados en el sureste del Estado de Ceará entre las coordenadas geográficas 6° 00' 11" Lat. (S), 40° 17' 34" Long. (WGr) de Tauá y entre las coordenadas 6° 19' 25" Lat.(S), 40° 09' 38" Long. (WGr) en Arneiroz. Estos abarcan una superficie de 5,084.61 km² y una población total de 63,412 habitantes (IBGE, 2014), y tienen aspectos geoambientales similares. El clima es tropical semiárido caliente, con temperaturas medias entre 26°- 28°C y la precipitación media anual entre 500-700 mm. El déficit en el balance de agua es resultado de la temporada de lluvias que se limita a los meses de febrero a mayo. Al respecto de los aspectos geológicos-geomorfológicos de la región de los Inhamuns, prevalecen rocas de base cristalina niveladas por extensas superficies pediplanadas (FCPC, 2007).

Los suelos, en los sectores menos disectados varían de rasos a moderadamente rasos, pedregosos y con frecuentes afloramientos rocosos. No obstante, de acuerdo con el proyecto *Radambrasil* (MME, 1981), a pesar del poco espesor, hay buena fertilidad natural aparente, debido a la variada composición química y mineralógica del material oriundo del cristalino. En los sectores más elevados se desarrollan los *Argissolos* asociados a los *Neossolos Litólicos*. En los sectores más rebajados ocurren los *Luvissolos* asociados a *Neossolos Litólicos* y *Planossolos*.

Los suelos presentan una flora y su correspondiente fauna, adaptadas a los ambientes semiáridos. Con respecto a la flora de la comunidad de Caatingas presenta un padrón fisionómico típico de las especies xerófilas. En superficie pedimentada, el estrato arbóreo se destaca la especie imburana (*Commiphora leptophloeos*). Ya en áreas deforestadas y quemadas, están representadas con mayor frecuencia las especies: marmeleiro (*Croton sonderianus*) y jurema preta (*Mimosa hostilis*). Y en el estrato herbáceo, hay una pobre diversidad de especies vegetales, mientras que durante el período lluvioso aumenta la diversidad, propiciando la actividad pastoril. De hecho, el sobrepastoreo en estas áreas favorece el proceso de degradación y disminución de las especies por pisoteo y erosión de suelos. El proceso de uso y ocupación del suelo en los dos municipios, históricamente se originó por la ganadería y actividad agrícola, y en consecuencia este uso generó degradación y pérdida de productividad del suelo. Desde este punto de vista, la acción humana en las regiones, a través de la adopción de medidas relacionadas con la deforestación como la extracción de leña y carbón, dificultan el proceso de sucesión natural del ecosistema local, que aparece como un problema para la conservación y preservación del área.

Este hecho contribuye a la vulnerabilidad, debido a la fragilidad ambiental y la susceptibilidad a la desertificación de los ambientes semiáridos.

MÉTODOS

Para la obtención de los indicadores de desertificación se levantó, en primer lugar, el diagnóstico ambiental del medio físico-biótico y se definieron las unidades geoambientales. Con eso, se atendió a los presupuestos de un análisis integrado del ambiente biofísico-natural y de su comportamiento. Propicio así mecanismos capaces de conducir al entendimiento de la dinámica ambiental y al estado de degradación/desertificación del paisaje. Los trabajos fueron conducidos, priorizándose la visión de totalidad para la caracterización de las unidades geosistémicas. Se destacaron las concepciones metodológicas contenidas en Bertrand (1971), Tricart (1977), Sotchava (1976), Beroutchachvili & Bertrand (1977) y Tricart & Killian (1979). Igualmente, se señalaron algunos trabajos desarrollados como: zonificación agroecológica de Diniz & Matos (1986) y MMA (2003) y en el noreste brasileño, aplicándose referenciales sistémicos, holísticos y dialécticos de Lima *et al.* (2000), Oliveira & Carrasco (2003) y Oliveira *et al.* (2010).

Para la operatividad, se emplearon las informaciones y datos obtenidos en los estudios de Oliveira (2011, 2012), de los cuales se adoptaron para esta investigación, las unidades geoambientales de la isla de Santiago, anteriormente establecidas. Para la delimitación de las unidades geoambientales de la región de *Inhamuns*, se empleó la investigación de Oliveira *et al.* (2003).

Con respecto a la actualización de las informaciones y datos obtenidos, se utilizaron productos de sensores remotos, tales como *ASTER* del año 2006 e imágenes de satélite *CBERS-2b* del año 2008 y observaciones de campo.

El conjunto de indicadores seleccionados de las unidades geoambientales, produjo un número mínimo capaz de permitir la identificación de los procesos que actuaron en la degradación y el monitoreo a lo largo del tiempo (Matallo, 2001).

Los indicadores geobiofísicos de desertificación seleccionados fueron los que mejor contribuyeron para definir los principales atributos.

Los indicadores geobiofísicos de desertificación (IGBD) de la isla de Santiago y región de los *Inhamuns* fueron analizados por medio del Sistema de Información Geográfico y constataciones en campo, basándose en metodologías de Oliveira *et al.* (2003) Abraham & Beekman (2006) y de datos de investigaciones realizadas por Oliveira (2012) y Trigueiro *et al.* (2009). Estos indicadores identificaron el proceso de desertificación en términos ambientales, es decir, en relación con la geología, geomorfología, suelos y vegetación. Ellos identificaron, de hecho, los procesos por la pérdida de capacidad productiva de la tierra.

Así, fueron elegidos algunos indicadores que mejor evidencian el proceso de desertificación en las áreas estudiadas, tales como (ver Cuadro 1): a) geología (litotipos/permeabilidad), la composición litológica del sustrato, pues indicaron su permeabilidad, lo que favoreció el almacenamiento de agua; b) geomorfología (pendientes/topografía), la pendiente restringe ciertas actividades humanas, aspectos a tener en cuenta con respecto a la formación del suelo y los procesos de erosión, la influencia sobre la escorrentía y la salinización del agua; c) cubierta vegetal (estratificación/distribución), cuyos indicadores de vegetación se fundamentaron en el aspecto fisionómico considerando los tipos de estratos y del recubrimiento de la vegetación natural o introducida, y representaron indicadores claves para evaluar los estados de uso y

presión de las actividades del hombre sobre el suelo; d) suelo (profundidad/erosión hídrica), que representó la interfase entre los elementos bióticos y abióticos y el sustrato de las actividades del hombre, y determinaron las relaciones entre todas las formas de vida vegetal y como un factor limitante para ciertos usos, y cuya profundidad fue un indicador clave para evaluar la susceptibilidad y la erosión, también como para evaluar el estado del uso; y e) sectorización bioclimática, que propuso delimitar varias bandas homogéneas bioclimáticas que resultaron en determinadas composiciones florísticas.

Construcción de los índices geobiofísicos de desertificación (IGBD)

Se obtuvieron por la media aritmética o promedio, resultante de la suma de los valores asignados a cada indicador, que fueron atribuidos a valores (escala referencial) para cada sistema ambiental dividido por la totalidad de siete (7) indicadores. Dicho cálculo numérico fue realizado dentro de cada indicador, es decir, con los valores (escala referencial) que varían de 1 a 5 (ver Cuadro 1), considerando que los mayores valores correspondieron a las mejores posibilidades para la conservación ambiental. De ese modo, el mayor valor del índice geobiofísico de desertificación (IGBD) indicó el mayor estado de conservación. Los indicadores fueron elegidos por su mayor importancia en los procesos de desertificación en ambas regiones y por la escasez de datos de otra naturaleza para toda el área. Debido a que la media aritmética es una medida de tendencia central, fue utilizada para los cálculos estadísticos, la varianza y la desviación estándar, con el fin de delimitar los rangos de clases de acuerdo con la variabilidad y la distribución de los índices (Rogerson, 2012). Las clases fueron distribuidas de acuerdo con el Cuadro 4.

RESULTADOS

Los sistemas ambientales de cada área estudiada están presentados en los Cuadros 2 y 3, de indicadores de desertificación, que proponen para cada sistema ambiental los indicadores geobiofísicos de desertificación con los respectivos índices. Se atribuye los índices geobiofísicos de desertificación, basados en la varianza para definir los intervalos de clasificación de los índices presentados en el Cuadro 4.

El análisis de los indicadores geobiofísicos de desertificación de los sistemas ambientales, verificó la ocurrencia de dos grupos distintos con relación a la variación del IGBD: los que variaron de valores de 2.14 a 2.71 en los conos volcánicos, superficies parcialmente disectadas, mesetas aplanadas, planicie litoránea y coronamientos rocosos, resultando un índice muy alto de desertificación (ver Cuadro 4); y los que presentaron variaciones de IGBD de 3.0 a 3.43, englobando los siguientes sistemas ambientales: superficies disectadas en crestas, complejo montañoso Pico de Antónia, complejo Serra de Malagueta y planicie fluvial, encuadrándose en los intervalos de moderado a muy bajo índice geobiofísico de desertificación.

Con referencia a esos indicadores geobiofísicos, hay que destacar, también, los siguientes, de acuerdo con los análisis del Cuadro 2, de indicadores geobiofísicos de desertificación: los conos volcánicos y superficies parcialmente disectadas obtuvieron los más bajos valores de índice, 2.14 y 2.57, respectivamente, correspondiendo al índice geobiofísico de desertificación muy alto (Cuadro 4).

La planicie litoránea, los conos volcánicos y las superficies parcialmente disectadas obtuvieron resultados de iguales valores de índice geobiofísico de desertificación, correspondiendo a 2.7; encuadrándolos en la categoría de alto índice de desertificación (ver Cuadro 4).

El complejo montañoso Pico de Antônia y el complejo Serra Malagueta obtuvieron los mayores valores con 3.29 en ambos y correspondiendo al índice bajo de desertificación.

En lo que respecta a la región de los Inhamuns, los indicadores geobiofísicos de desertificación, IGBD (ver Cuadro 3) de los sistemas ambientales exhibieron que la mayor media registrada fue en la cubierta vegetal (estratificación) con valor de 4.1 y el menor 2.1 correspondiendo a la geología. Los indicadores: suelos (profundidad) y sectorización bioclimática, presentaron valores iguales de 3.3. La planicie fluvial del Alto Jaguaribe y áreas de inundaciones obtuvieron el mayor valor de índice (IGBD) de 4.1, encuadrándose en el intervalo de muy bajo índice geobiofísico de desertificación (ver Cuadro 4), y en el sistema ambiental de los “sertones” pediplanados de Tauá, apareció el menor valor de 2.9 encuadrándose en el intervalo de moderado índice geobiofísico de desertificación. Con relación a la contribución de cada indicador geobiofísico para el índice de desertificación fue registrado que en la cubierta vegetal (estratificación) y erosión hídrica, corresponde el mayor valor de 17.9 y la menor contribución ha sido para la geología (litotipos/permeabilidad) con valor de 9.3.

Análisis comparativo de la isla de Cabo Verde y región de Inhamuns

El análisis de los Cuadros 2 y 3 en estudio comparativo, resultó en los datos contenidos en el Cuadro 5, indicando los mayores y menores IGBD de ambas áreas de estudio (región de los Inhamuns y la isla de Santiago). En relación a los índices geobiofísicos de desertificación de los sistemas ambientales de la región de los Inhamuns como el macizo residual occidental de Pedra Branca, Sertones disectados con picos e insebergs y del sistema ambiental de superficies disectadas en crestas de Cabo Verde fueron los únicos que presentaron los mismos valores (moderados índices de desertificación), siendo los demás sistemas con valores diferenciados.

Con respecto al Cuadro 5 referente a la comparación de los parámetros estadísticos de los sistemas ambientales de ambas regiones estudiadas, ha sido que la isla de Santiago muestra la mayor y menor media con valores de 4.1 y 2.1 correspondientes al indicador de cubierta vegetal (estratificación) y geología (litotipos/permeabilidad), respectivamente. En el caso de la desviación estándar el mayor y menor valor ha sido registrado para la sectorización bioclimática y la cubierta vegetal (estratificación) de la isla de Santiago con valor de 1.56 y 0.7, respectivamente. El coeficiente de variación de ambas regiones mostró que tanto el mayor cuanto el menor valor de 62.8 y 9.1, ha sido registrado para la región de los Inhamuns en los indicadores geología y erosión hídrica, respectivamente. Y finalmente, en lo que se refiere a la contribución de cada indicador geobiofísico para el índice de desertificación, el mayor valor registrado ha sido el indicador cubierta vegetal (distribución) con valor de 19.71, mientras que el menor valor ha sido para la geología (litotipos/permeabilidad) con valor de 9.3.

DISCUSIÓN

Ambas regiones estudiadas presentan una ocupación desordenada y uso intenso de actividades agrícolas y de ganadería (Filho, 2003; Souza, 2003), hecho que remonta al período colonial, abriendo evidencias en los bajos índices de valores de cubierta vegetal (Semedo, 2012). A pesar de que el área de Santiago (Cabo Verde) sea cinco veces menor en relación al área seleccionada de la región de los Inhamuns (municipios de Tauá y Arneiroz), la diversidad de sus sistemas ambientales es mayor (FCPC, 2007).

Los más bajos valores, que varían de alto a muy alto índice geobiofísico de desertificación, que tuvieron los sistemas ambientales de la isla de Santiago como los conos volcánicos (ver Figura 3) y las superficies parcialmente disectadas (ver Figura 4) (Oliveira, 2011) se configuran por la intensa extracción de minerales para la construcción civil, ocasionado por la deforestación. Mientras que las superficies disectadas en crestas y mesetas aplanadas, como las planicies presentan relieves más favorables, alta fertilidad de los suelos, aunque han sido más degradadas por el uso intenso de la agricultura de secano, aunque en pequeña parcela, pero el proceso erosivo es intenso por ocurrir en suelos muy rasos. A los sistemas ambientales de la región de los Inhamuns se señalan índices geobiofísicos de desertificación de moderados a muy altos, correspondiendo al sistema ambiental Sertones Pediplanados (ver Figura 5), lo que coincide con las investigaciones realizadas por Oliveira *et al.* (2003). Son áreas que desarrollan los *Planosolos* y en donde predomina tradicionalmente, la ganadería, ya que no son productivos para la agricultura. Aunque tienen condiciones de fertilidad en su mayoría, estos suelos, poseen fuertes limitaciones para el uso agrícola, principalmente debido a las altas concentraciones de sodio intercambiable que se acumulan en horizontes subsuperficiales (Oliveira *et al.*, 2011). En estos suelos, igual que en otros municipios se verifica la expansión de la degradación de los recursos naturales renovables y de la desertificación (Sales & Oliveira, 2006; Oliveira, 2009). Los sistemas ambientales con mejores condiciones de conservación o menos degradados fueron: complejo montañoso Pico de António, complejo Serra Malagueta, mesetas interiores de Santa Catarina, el macizo residual occidental y oriental de Pedra Branca. Estos poseen relieve muy accidentado con impermeabilidad del sustrato, lo que favoreció la erosión; no obstante, los suelos son fértiles, desarrollando una mejor biodiversidad florística (Diniz & Matos, 1986; Oliveira *et al.*, 2003). Su mejor conservación se justifica por una mayor potencialidad de las condiciones geoambientales naturales, además de la difícil accesibilidad. Tales condiciones propiciaron un mayor potencial de resiliencia. Otros sistemas ambientales de igual condición de degradación se encuadran en las planicies fluviales del Alto Jaguaribe y en las áreas de inundación temporal que mostraron índices con mayores valores, correspondiendo al índice bajo de desertificación. Aunque estos últimos no estén muy degradados, se verificaron bastante comprometidos por el importante papel en el balance hídrico, en que la evapotranspiración supone pérdida de agua por la creciente desaparición de la vegetación ribereña. Configura de modo general, que el paisaje de Cabo Verde presenta formaciones vegetales predominantes de esteparias, con presencia dispersa de arbustos o pequeños árboles, representando reliquias de formaciones más densas, gradualmente destruidas por factores de naturaleza climática y antrópicas. Los sucesivos estiajes y la creciente degradación causada por el antropismo de uso inadecuado de los recursos naturales, han contribuido al incremento de los procesos de degradación y extinción de las especies endémicas. Prácticamente, hay una predominancia de especies introducidas en la reforestación de algarrobos (*Prosopis juliflora*) en los sectores más bajos, y de eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus sp.*) en los sectores elevados en cuyos resultados se corroboran con los estudios de fitodiversidad y florísticos de Bezerra *et al.* (2012). La vegetación de los *Inhamuns*, aunque desnaturalizada, registra la presencia de especies endémicas (Trigueiro *et al.*, 2009) que forman parte de la comunidad de *Caatinga* en estado de sucesión ecológica.

Así, según los datos obtenidos por medio de diagnósticos y análisis de indicadores de desertificación, se adquieren resultados concretos, sobre el estado de degradación, intensidad, procesos que han contribuido al agravamiento en cada unidad de paisaje. La estructura del estrato de la comunidad de la vegetación indica estados de extracción y/o deforestación de entre otras que puedan auxiliar en el gerenciamiento y gestión del uso y ocupación de los sistemas ambientales y de sus recursos naturales (Trigueiro *et al.*, 2009).

De esta manera, con los datos obtenidos del diagnóstico y el análisis de los indicadores de desertificación, se tomó conocimiento de la unidad geoambiental que se encuentra más degradada y así conocer los factores que contribuyeron para la mayor vulnerabilidad de la degradación. Al constatare la presencia de extensas áreas en estado de desertificación, principalmente en lo que respecta la isla de Santiago, se encuentran escasas especies endémicas o adaptadas a las condiciones ecológicas locales, tales como *Centarium pulchellum* (Sw.) Hayek subesp. *viridensis* (bolle) A.Chev. principalmente en las vertientes del sistema ambiental Serra de Malagueta (Gomes, 1995) y *Polycarpaea gayi* Webb en las márgenes ribereñas (Dinis, 1995) y *Frankenia ericifolia* ssp. *ericifolia* Brochmann & P.Sunding, C. en la zona del litoral (Gomes *et al.*, 2013).

Finalmente, se debe estimular el desarrollo de investigaciones dirigidas para la mejoría genética de las especies endémicas o especies adaptables, permitiendo la condición de tolerancia con fenotipo adaptativo al stress salino en las planicies y zonas del litoral. Según experimentos realizados en las comunidades herbáceas como las especies *Atriplex nummularia*, se encontró una buena aceptabilidad del forraje para el ganado, donde las tasas de absorción de sales aproximadamente son de 1.15 t/ha/año, cuando se cultivaron estas plantas en el noreste brasileño (Porto *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

En ambas regiones, la isla de Santiago-Cabo Verde y la región de los Inhamuns hay un fuerte proceso de desertificación, por tratarse de un ambiente ecológicamente frágil, encontrándose factores muy limitantes como el deficiente balance hídrico y suelos rasos. Los suelos más profundos tienen relieve fuertemente disectado, propiciando la intensificación de los procesos erosivos en un ambiente ya fragilizado por el uso que depredó los recursos naturales.

Cabe destacar que hay una fuerte limitación ecológica asociada con la falta de gestión, lo que contribuye a una mayor vulnerabilidad y que compromete seriamente la calidad de vida de la población. Finalmente, la aplicación de los indicadores geobiofísicos en ambas regiones y su estudio comparativo, han permitido visualizar los distintos niveles de degradación por interferencias humanas y los procesos que más influenciaron. No obstante, para optar por una planificación adecuada deberá incluirse otros indicadores como los institucionales y económicos.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco al Maestro Carlos Enrique Tupiño Salinas, doctorando en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (PRODEMA) de la Universidad Federal del Ceará por su contribución en la traducción y corrección del texto. Así como también, la profesora Dra. Carmen Rivas Maximus Denis, Coordinadora de la Casa de Cultura Hispánica por su ayuda en las correcciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, E. M. & G. B. Beekman,. 2006. *Indicadores de la desertificación para América del Sur*. IICA-BID ATN JF. LaDyOT/IADIZA/CONICEF/IICA. Mendoza.
- Abraham, E. M & M. Salomón. 2006. Indicadores y puntos de referencia de la desertificación en Argentina. En: Elena Maria Abraham y Gertjan B. Beekman (Eds.). *Indicadores de la desertificación para América del Sur*. 113-140. LaDyOT/ IADIZA/CONICET. Mendoza.
- Amaral, I. do. 2001. Cabo Verde: Introdução geográfica. En: Albuquerque L. de & Santos, M.E.M (Coord). *História Geral de Cabo Verde*. 2ªed. V. 1. Centro de Estudos de História/ Instituto Nacional de Investigação Cultural. Lisboa/Praia.
- Amaral I. do. 2007. *Santiago de Cabo Verde: A Terra e os homens*. Associação das Universidade de Língua Portuguesa/Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa/Instituto de Investigação Científica Tropical/Universidade do Algarve/Universidade de Cabo Verde. 2ª Ed. Lisboa.
- Araújo, R. C. P. & M. A. B Moura. 2012. Análise da dimensão socioeconômico do desenvolvimento sustentável do arquipélago de Cabo Verde, África Ocidental. En: Oliveira, V.P.V.de., Gomes, I.G., Baptista, I & Rabelo O, L.S. Cabo Verde: *Análise socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas*. 300-330. Edições UFC Fortaleza.
- Beroutchachvili, N.A. & G. Bertrand. 1977. Le geosystème ou système territorial naturel. *Geograph de Pirinèes et SudOuest*. 49: 167-180.
- Bertrand, G. 1971. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. *Caderno de ciências da terra* (13): 1-27.
- Bezerra, C. L. F., A.S.M. de Souza, & E. R. da C Trigueiro. 2012. Fitodiversidade e Florística do Arquipélago de Cabo Verde. En: Oliveira, V.P.V.de., Gomes, I.G., Baptista, I & Rabelo O,L.S. *Cabo Verde: Análise Socioambiental e Perspectivas para o Desenvolvimento Sustentável em Áreas Semiáridas*.151-176. Edições UFC. Fortaleza.
- Cevallo, J. & P. Opina. 1999. *Evaluación de impactos ambientales en el Ecuador*. Fundación Natura. Ecuador.
- Dinis, A. C & G.C. de Matos. 1986. *Carta de zoneamento agro-ecológico e da vegetação de Cabo Verde. I – Ilha de Santiago*. CEP do IICT. Lisboa.
- Dinis, M. A. 1995. *Flora de Cabo Verde. Plantas Vasculares. 19. Caryophyllaceae*. Centro Botânico do IICT/INIDA. Lisboa.
- Embrapa. 2013. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Empresa Brasileira de Classificação de Solos. 3ª ed. Brasília.
- FAO/UNESCO. 1998. *Soil map of the word, revised legend. Word soil resources report 60*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- FCPC (Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura). 2007. *Zoneamento ecológico-econômico do bioma caatinga e serras úmidas do Estado do Ceará*. Convênio PETROBRÁS/FCPC/SEMACE/ UFC. Fortaleza.
- Filho, J.L. 2006. Cabo Verde. Abolição da Escravatura: subsídios para o estudo. Edições Spleen. Praia.
- Gomes, I. 1995. *Flora de Cabo Verde. Plantas Vasculares. 68. Gentianaceae*. Centro de Botânica do ICCT/INIDA, Lisboa/Praia.

- Gomes, I., J. M. Semedo, S. Gomes, A. Rendall & M. Gominho. 2013. *Livro Branco sobre o Estado do Ambiente em Cabo Verde*. Direcção Geral do Ambiente/ Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território. Praia.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2014. *Censo demográfico de 2014*. Brasília. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=231330&search=cara|taua>>Accesed: 14 jan 2014.
- INE. (Instituto Nacional de Estatística). *Indicador de estatística*. 2012. Praia. Disponível em: <<http://capeverde.africadata.org/pt/DataAnalysis>>. Accesed 10 jan 2014.
- Lima, L.C., J.O de Moraes, & M.J.N de Souza (Org). 2000. *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará*. Ed. FUNECE. Fortaleza.
- Matallo J. H. 2001. *Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas*. UNESCO. Brasília.
- Marques, M. M. 1990. *Caracterização das grandes unidades geomorfológicas da Ilha Santiago (República Verde)*. 19-29. Garcoa de Prt. Ser. Est. Agrn. Lisboa.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2003. *Programa de zoneamento ecológico-econômico: diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil*.
- MMA. 2001. *Programa de zoneamento ecológico-econômico: diretrizes Metodológicas para o Zoneamento ecológico-econômico do Brasil*, Brasil. Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Política para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília.
- MME (Ministério das Minas e Energia). 1981. Projeto Radambrasil. Levantamento de Recursos Naturais. *Folha SB.24/25*. Jaguaribe. Rio de Janeiro.
- Oliveira, L.B de, M. F. Fontes, M. R Ribeiro & J. C. Ker. 2009. Morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. *Revista Brasileira Ciências do Solo*. 33 (5). Viçosa.
- Oliveira, V.P.V. de & CCarrasco, C. 2003. Sectorización jerarquizada de paisajes: el ejemplo de la sierra de Uruburetama en el semiárido brasileño (Ceará-Brasil). *Revista Mercator*. Fortaleza (3): 113-130.
- Oliveira, V.P.V. de., A. Printz, S. Schmidt S., C. L. F. & Bezerra. 2003. Sustainable use of natural resources in the municipality of Tauá - Ceará. En: Gaiser, T. et al. *Global change and regional impacts*. 305-322. Springer, New York.
- Oliveira, V.P.V. de, 2011. Indicadores biofísicos de desertificação, Cabo Verde. *Revista Mercator*. Fortaleza 11 (22): 147-168.
- Oliveira, H.P.V. de., G. S. Sá Freire, & V.P.V. de Oliveira, 2010. *Avaliação dos indicadores do potencial turístico do Município de Itapipoca: subsídios para o desenvolvimento sustentável do turismo*. VI Seminário Latino - Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Actas. Tema 5. Universidade de Coimbra.
- Oliveira, V.P.V de. 2012. Sistemas Ambientais de Santiago – Cabo Verde (África): Indicadores Biofísicos de Desertificação. Em: Oliveira, V.P.V.de., Gomes, I.G., Baptista, I & Rabelo O, L. S. *Cabo Verde: Análise Socioambiental e Perspectivas para o Desenvolvimento Sustentável em Áreas Semiáridas*. Edições UFC. Edições UFC. Fortaleza.
- Porto E.R., M.C.C.Amorim & L.G.A Silva Junior. 2001. Uso do rejeito de desalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.5. Campina Grande: 111-114.

- Rogerson, P.A. 2012. *Métodos Estatísticos para Geografia*. 3ª ed. Bookman. Porto.
- Rosário, L. do. 2004. *Indicador de Desertificação para Portugal Continental*. Ministério de Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pesca. Lisboa.
- Sales, M.C.L. 2002. Evolução dos estudos de desertificação no nordeste Brasileiro. Ed. GEOUSP. *Espaço e Tempo*, São Paulo, 11:115-126
- Sales, M.C.L & J.G.B de Oliveira. 2006. Análise da Degradação Ambiental no Núcleo de Desertificação de Irauçuba. Em: Silva, J.B. da; Dantas, E.W. C; Zanella, M. E.; Meireles, A.J de A. (org.). *Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. 223-232. Expressão Gráfica. Coleção Estudos Geográfico. Fortaleza.
- Santos, J.M. dos. 2011. Estratégias de convivência para a conservação dos recursos naturais e mitigação dos efeitos da desertificação no semiárido em: Lima, R. da C. C.; Cavalcante, A.de M.B.; Marin, A.M.P. (Ed.). Em: *Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro*. INSA. Campina Grande.
- Soares, A.M. L., F.R.B., Leite, J. de J.S Lemos, M.L.R. Martins, R.D.M. Nera & V.P.V. de Oliveira. 1995. Áreas degradadas suscetíveis aos processos de desertificação no Ceará. Em: Gomes, G.M., Souza, H. R. e Magalhães A. R. (Org.). *Desenvolvimento Sustentável no Nordeste*. 305-327. Ed. IPEA. Brasília
- Santos, J.M. dos. 2011. Estratégias de convivência para a conservação dos recursos naturais e mitigação dos efeitos da desertificação no semiárido. En: Lima, R. da C. C., Cavalcante, A. de M. Barreto., Marin, A. M. Perez. *Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido*. MCTI/ INSA. Campina Grande.
- Semedo, J.M.M. 2012. Evolução Histórica da Desertificação em Cabo Verde. En: Oliveira, V.P.V.de., Gomes, I. G., Baptista, I & Rabelo O, L.S. *Cabo Verde: Análise Socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas*. 65-78. Edições UFC Fortaleza.
- Souza, M. J. N. de. 2000. *Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará*. Ed. FUNECE. Fortaleza.
- Souza, M. J.N. de. 2003. Limitações geoambientais ao desenvolvimento sustentável no semi-árido brasileiro. En: Luzón., J.L., Stadel C., Boerges, C. (Coords). *Transformaciones regionales y urbanas en Europa y América Latina*. 143-152. Universidad de Barcelona. Barcelona.
- Souza, M.J.N de & V.P.V. de Oliveira. 2011. Análise ambiental: uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. *REDE-Revista Eletrônica do Prodem*. Fortaleza, 7 (2): 42-59.
- Sotchava, V. B. 1976. *O estudo dos geossistemas: métodos em questão*. Instituto de Geografia da USP. São Paulo.
- Teixeira, J.J.L. 2011. *Hidrossedimentologia e disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica da barragem de Poilão, Cabo Verde*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Fortaleza.
- SRH (Secretaria dos Recursos Hídricos). 2010. *Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE* - Ceará. Ministério do Meio Ambiente. Fortaleza.
- Tricart, J. 1977. *Ecodinâmica*. FIBGE; SUPREN. Rio de Janeiro.
- Tricart, J. & J. Killian. 1979. *L'éccogeographie et Amenagement du Milieu Naturel*. Maspero. Paris.

Trigueiro, E. R. Da C., V.P.V. de Oliveira, & C.L.F Bezerra. 2009. Indicadores biofísicos e a dinâmica da degradação/desertificação no bioma caatinga: estudo de caso no município de Tauá, Ceará. *Revista Eletrônica do Prodepa*. Ed. UFC. Fortaleza 3 (1): 12-14.

UNCCD. 1994. *Elaboración de una Convención Internacional de Lucha Contra La Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación en particular en África*. Texto final de la Convención Doc. A/AC.241/27. <<http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-spa.pdf> A/AC.241> Acceso en 22/12/2013.

Valle, H.F. del. 2003. Degradación de la tierra en la Patagonia extrandina: estrategia de percepción remota. En: Abraham., Tomasini, D., Macagno, P., (Ed.). *Desertificación. Indicadores y puntos de referencia en América latina y el Caribe*. IADIZA/LaDyOT.

FIGURAS

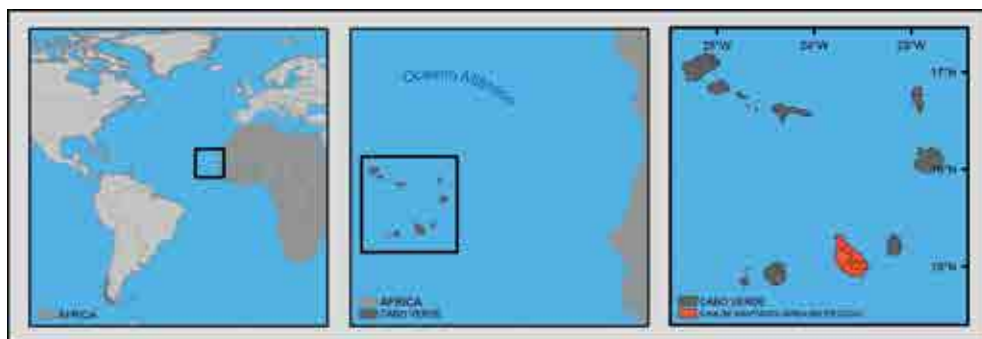


Figura 01. Localización de la isla de Santiago – Cabo Verde – África.



Figura 02. Localización de la Región de los Inhamuns – Ceará –Brasil.



Figura 3. Cono Volcánico de la isla de Santiago-Cabo Verde. Fecha: Jul./2009.



Figura 4. Superficie parcialmente disectada en Tarrafal, isla de Santiago – Cabo Verde. Fecha: Ago./2013.



Figura 5. Sertones en el municipio de Tauá (región de los Inhamuns). Fecha: Nov/2009.

CUADROS

Cuadro 1. Indicadores geobiofísicos de desertificación.

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICACIÓN		
· Geología (litotipos / permeabilidad) – IGBD1		Escala Referencial.
Cubiertas no cohesas (depósito sedimentar)		(5)
Capas areníticas, lateritas (roca sedimentar)		(4)
Litotiposareníticos-basálticos (roca sedimentar, asociada c/ volcánica)		(3)
Exposiciones basálticas, granito-gnasificados (volcánicas/fisurales, metamórficos)		(2)
Productos volcánicos, núcleos granitoides (volcánicas/plutónicas)		(1)
· Geomorfología (pendiente / topográfico) – IGBD2	Parámetros	V.I.
Llano o casi llano	0 - 3 %	(5)
Ondulado	3 - 8 %	(4)
Fuertemente ondulado	8 - 15 %	(3)
Moderadamente escarpado	15 - 45 %	(2)
Muy escarpado (Montañoso)	> 45 %	(1)
· Cubierta vegetal (estratificación) - IGBD3	Parámetros	V.I.
Predominancia de estrato arbóreo	+ 5 m	(5)
Predominancia de estrato arbóreo medio-alto	3 - 5 m	(4)
Predominancia de arbustos medios	1 - 3 m	(3)
Predominancia de arbustos bajos	0.5 - 1m	(2)
<i>Pastos / cultivos / sin vegetación</i>		(1)
· Cubierta Vegetal (distribución) – IGBD4	Parámetros	V.I.
Cubierta vegetal primaria con distribución alta	+ 75 %	(5)
Con distribución media-alta	54 - 75 %	(4)
Con distribución media	32 - 53 %	(3)
Con distribución medio-baja	10 - 31 %	(2)
Cubierta inferior al 10%	< 10 %	(1)
· Suelos (profundidad) – IGBD5	Parámetros	V.I.
Muy profundos	> 200 cm	(5)
Profundos	100 - 200 cm	(4)
Moderadamente rasos	50 - 100 cm	(3)
Rasos	25 - 50 cm	(2)
Muy rasos y afloramientos rocosos	Sin suelo < 25 cm	(1)
· Erosión hídrica/– IGBD6	Parámetros	V.I.
Erosión laminar		(5)
Erosión en surcos		(4)
Erosión en cárcavas	Profundidad< 100 cm	(3)
cárcavas/vozorocas	100 - 200 cm	(2)
Vozorocas	Profundidad> 200 cm	(1)
· Sectorización bioclimática – IGBD7	Faja	V.I.
Sector húmedo	> 700	(5)
Sector sub-húmedo	Pluviometría entre 600	(4)
Sector sub-húmedo a semi-árido a árido	pluviometría entre 400 – 600 mm	(3)
Sector árido a semi-árido	pluviometría entre 300 - 400 mm	(2)
Sector árido	pluviometría inferior a 300 mm.	(1)

Cuadro 2. Sistemas ambientales con sus respectivos indicadores geobiofísicos de desertificación (isla de Santiago-Cabo Verde).

SISTEMAS AMBIENTALES	INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICACIÓN DE LA ISLA DE SANTIAGO (CV) - IGBD							ÍNDICE
	IGBD1	IGBD2	IGBD3	IGBD4	IGBD5	IGBD6	IGBD7	
Llanura Litoral	5	5	1	1	1	5	1	2.71
Llanura Fluvial	5	5	2	2	2	5	3	3.43
Conos Volcánicos	2	2	1	2	2	4	2	2.14
Coronamiento Rocosa	2	2	2	3	3	4	3	2.71
Complejo Montañoso Pico Antónia	2	1	4	3	4	4	5	3.29
Complejo Sierra Malagueta	2	3	3	3	3	4	5	3.29
Mesetas Interiores de <i>Santa Catarina</i>	3	3	3	3	3	4	3	3.14
Superficies Disectadas en Crestas	2	2	3	3	3	3	5	3.00
Superficies Parcialmente Disectadas	2	4	4	2	2	2	2	2.57
Mesetas Aplanadas	1	5	3	2	2	5	1	2.71
Media	2.60	3.20	2.60	2.40	2.50	4.00	3.00	2.90
Desviación Estándar	1.35	1.48	1.07	0.70	0.85	0.94	1.56	0.40
Coefficiente de Variación (%)	51.92	46.25	41.34	29.13	33.99	23.57	52.12	13.79
Contribución de cada indicador geobiofísico para Índice	12.81	15.77	12.81	11.83	12.32	19.71	14.78	

Fuente: adaptada de Oliveira *et al.* (2003).

Nota: IGBD1-Geología (litotipos / permeabilidad); IGBD2 - Geomorfología (declividad / topografía); IGBD3 Cubierta vegetal (estratificación); IGBD4 - Cubierta Vegetal Natural (distribución); IGBD5- Suelos (espesor); IGBD6- Erosión hídrica/Desagüe; IGBD7- Sectorización bioclimática; IGBD - Índice geobiofísico de desertificación.

Cuadro 3. Sistemas ambientales de la región de los Inhamuns con sus respectivos indicadores geobiofísicos de desertificación.

SISTEMAS AMBIENTALES	INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICACIÓN DE LOS INHAMUNS (Municipio de Tauá/Arneiroz) - IGBD							ÍNDICE
	IGBD1	IGBD2	IGBD3	IGBD4	IGBD5	IGBD6	IGBD7	IGBD
Llanura Fluvial del Alto Jaguaribe y Áreas de Inundación Temporal	5	4	5	3	4	4	4	4.1
Macizo Residual Oriental de <i>Pedra Branca</i>	1	2	5	4	4	5	4	3.6
Macizo Residual Occidental de <i>Pedra Branca</i>	1	2	4	3	3	4	4	3.0
Macizo Residual de la <i>Serra da Joaninha</i>	2	2	4	3	4	4	3	3.1
Superficie Disectada en colinas onduladas con agrupamiento en Picos e Inselbergs	2	2	4	4	2	4	3	3.0
Sertones moderadamente disectados en colinas rasas	2	3	4	4	4	4	3	3.4
Sertones pedimentados de <i>Tauá</i> .	2	4	3	3	2	4	2	2.9
Media	2.1	2.7	4.1	3.4	3.3	4.1	3.3	3.3
Desviación Estándar	1.3	1.0	0.7	0.5	1.0	0.4	0.8	0.4
Coefficiente de Variación (%)	62.8	35.0	16.7	15.6	28.9	9.1	23.0	13.5
Contribución de cada indicador biofísico para el Índice	9.3	11.7	17.9	14.8	14.2	17.9	14.2	-----

Fuente: Adaptado de Oliveira *et al.* (2003).

Cuadro 04. Índices geobiofísicos de desertificación.

ÍNDICES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICACIÓN	
Muy Bajo	> 3.3106
Bajo	3.1036 - 3.3105
Moderado	2.8965 - 3.1035
Alto	2.6895 - 2.8964
Muy Alto	< 2.6894

Cuadro 05. Comparación de los parámetros estadísticos de los sistemas ambientales de Santiago y de la Región de los *Inhamuns*.

	PARÁMETROS ESTADÍSTICOS			
	Isla de Santiago (Cabo Verde)		Inhamuns (Tauá/Arneiroz)	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Media	IGBD6 (4.00)	IGBD5 (2.5)	IGBD3 (4.1)	IGBD1 (2.1)
Desviación Standard	IGBD7 (1.56)	IGBD4 (0.70)	IGBD1(1.3)	IGBD6 (9.1)
Coefficiente de Variación	IGBD7 (52.12)	IGBD4 (29.13)	IGBDI (62.8)	IGBD6 (9.1)
Contribución de cada indicador geobiofísico para el índice de desertificación	IGBD4 (19.71)	IGBD6 (11.83)	IGBD3 E IGBD4 (17.9)	IGBD1 (9.3)

Artículo original

Territorio y arquitectura: la vivienda vernácula del noreste de Mendoza (Argentina)

MATIAS J. ESTEVES

Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial – IADIZA – CONICET

Avda. Ruiz Leal s/n. Parque Gral. San Martín – Mendoza – Argentina.

Para correspondencia. E-mail: mesteves@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido: 22 de Noviembre 2013

Aceptado: 18 de Febrero 2014

RESUMEN

Se pretende dar cuenta de la relación entre la disponibilidad de recursos naturales y las formas de aprovechamiento en la producción de viviendas en las tierras secas no irrigadas del noreste de la provincia de Mendoza. El estudio de la vivienda vernácula se presenta como un contexto de oportunidad para tensionar categorías de análisis, en función de la acotada disponibilidad de recursos naturales en un territorio frágil en su equilibrio ecológico. El objetivo que se propone es describir y caracterizar la vivienda vernácula de la zona con énfasis en la resolución constructiva y espacial. El trabajo se organiza a partir de la descripción del ámbito de inserción de las viviendas en relación a la oferta de recursos naturales. Luego, de acuerdo a las entrevistas y los relevamientos de campo se realiza una caracterización según materiales y técnicas constructivas empleadas en la vivienda vernácula. En éstas predomina el uso de materiales del sitio y en menor medida la inclusión de materiales industrializados. Según características constructivas, formales y espaciales que presenta dicha arquitectura, debería considerarse patrimonio diferencial del paisaje cultural, ya que estas viviendas se convierten en la expresión de la identidad de una comunidad y de su relación con el territorio.

Palabras claves: materiales constructivos, recursos naturales, tierras secas, vivienda vernácula.

ABSTRACT

This paper seeks to explain the relationship between the availability of natural resources and the ways of using in housing production in non-irrigated dryland in the Northeast of Mendoza, Argentina. The study of vernacular housing is seen as a suitable context to establish different categories of analysis depending on the availability of natural resources in a territory

with a fragile ecological balance. The objective of this study is to describe and characterize the vernacular housing in this area focusing on constructive and spatial resolution. This work has been organized from the description of the natural conditions of the territory of housing in relation to the supply of natural resources. Then, according to the interviews and the field metric surveys it is presented a characterization based on study materials and construction techniques used in vernacular housing. In the surveyed houses predominates the use of local materials over industrial materials. According to the structural, formal and spatial characteristics of this architecture it is that they should be considered as heritage in the cultural landscape, as these houses become the main expression of the identity of a community and its relationship with the territory.

Key words: building materials, natural resources, dryland, vernacular housing.

INTRODUCCIÓN

La arquitectura vernácula es un sistema social y cultural complejo que refleja de forma directa las maneras de habitar (Tilleria, 2010). Con una larga trayectoria, la vivienda vernácula ha sido objeto de estudio como elemento construido que aprovecha el entorno natural y el clima del lugar como componentes claves para lograr confort (Olgyay, 1963; Serra, 1999; Saura, 2003). Esta arquitectura también considera aspectos socioculturales como las creencias religiosas, la estructura familiar y las relaciones sociales entre individuos (Rapoport, 1972; Roze, 2000). Agudo enfatiza ambas apreciaciones definiéndola como :

“El modo en que unos materiales, generalmente extraídos del entorno natural, y técnicas constructivas, adquiridas bien por procesos evolutivos endógenos o por préstamos culturales, han servido para dar respuesta a las necesidades físicas y sociales de un colectivo, generando modelos arquitectónicos -técnicas constructivas, diseños espaciales y resultados estéticos-, con unos logros originales en razón de la experiencia histórico-cultural y adaptaciones ecológicas propias de cada territorio” (Agudo, 1999: 191).

En este mismo sentido, la arquitectura vernácula “es aquella que se constituye como la tradición regional más auténtica, que surge de los pueblos autóctonos de cada país, como una respuesta a sus necesidades de habitar” (Torres, 2009: 03). Presenta predominio de lo utilitario y una lógica estética asociada a su simpleza formal y económica de recursos disponibles (Lolich, 2007). Se trata entonces de una arquitectura desarrollada por comunidades, con dependencia casi absoluta de los recursos naturales disponibles y de las restricciones impuestas por el lugar, donde las resultantes han sido transmitidas entre generaciones como valioso conocimiento que resulta de la interrelación entre cultura y naturaleza (Rapoport, 1972).

El Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) acuña una noción que surge de un consenso sobre el concepto. Esta institución define al patrimonio vernáculo construido como:

“La expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo. El Patrimonio Vernáculo construido constituye el modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat. Forma parte de un proceso continuo, que incluye cambios necesarios y una continua adaptación como respuesta a los requerimientos sociales y ambientales”. (ICOMOS 1999: 01).

Cabe resaltar que el Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) a través de la Red Iberoamericana Habiterra, promueve el uso de técnicas de construcción con tierra como alternativa para la demanda de viviendas y resalta las construcciones tradicionales como patrimonio histórico.

Diversos trabajos producidos en la zona de estudio han permitido caracterizar el área desde el punto de vista social y físico. Desde las ciencias sociales se busca explicar la cultura del hombre en el desierto (Chiavazza y Prieto, 2004; Triviño, 2004; Pastor, 2005; Torres, 2008) y cómo se ha transformado dicho territorio en el tiempo (Abraham y Prieto, 1981). Otros antecedentes se han focalizado en el análisis del ecosistema y de los recursos naturales (Roig *et al.*, 1992; Abraham, 1989, 2000; Barros *et al.*, 2006)

Considerando que la vivienda vernácula responde a las condicionantes ambientales y culturales del sitio de inserción, su estudio se presenta como un contexto de oportunidad para tensionar categorías de análisis en función de la acotada disponibilidad de recursos naturales en un territorio frágil en su equilibrio ecológico (Abraham, 2008).

El trabajo que se presenta trata de la relación entre la disponibilidad de recursos naturales y sus formas de aprovechamiento en la producción de viviendas vernáculas del noreste de la provincia de Mendoza, denominadas “puestos”. Esta vivienda es a la vez unidad de habitación y de producción, en donde se vincula la vida familiar con el trabajo, y no hace referencia a una construcción única sino que se compone por la casa habitación, el dispositivo de acceso al agua y los corrales, los cuales son irreductibles (Pastor, 2005) y se interrelacionan entre sí.

El objetivo de este trabajo es describir y caracterizar la vivienda vernácula del noreste de la provincia de Mendoza con énfasis en la resolución constructiva y espacial. En esta zona habitan grupos indígenas Huarpes quienes ocupan el territorio desde hace más de 200 años (Bustos, 2003). En este contexto el estudio de la vivienda vernácula es una referencia relevante para mostrar materiales y sistemas constructivos que han pervivido a lo largo del tiempo, aunque incorporando materiales industrializados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Dentro de las tierras secas no irrigadas de Mendoza, se trabaja en el departamento de Lavalle, localizado en el extremo noreste de la provincia. Esta área es una amplia llanura árida de 10,007 km² de extensión que se estructura por médanos que forman cadenas continuas de hasta 20m de altura alternadas con depresiones y hondonadas. Los suelos son arenosos y profundos, con fuertes concentraciones arcillosas en los bajos (Torres, 2008). Son justamente éstas características del suelo las que dificultan las comunicaciones y tránsito por la zona, además de la provisión de servicios e infraestructura, con lo cual los pobladores deben hacer provecho de los recursos naturales que el sitio provee para la construcción de la vivienda.

Esta área se emplaza en la diagonal argentina de tierras secas y es afectada por fuertes procesos de desertificación (Roig *et al.*, 1991), donde la población se localiza de dos formas: en pequeños asentamientos ubicados sobre las márgenes de los ríos Mendoza y Desaguadero, en poblaciones que no superan las 40 viviendas. Alejadas de estos cauces de agua, un centenar de viviendas se localizan hacia el interior del territorio de manera dispersa (Figura 1), ubicados

sobre antiguos paleocauces del río Mendoza (Abraham, 1989). En estas últimas viviendas dispersas se centra este trabajo. Cabe resaltar que las actividades económicas que se realizan en la zona son de pequeña escala y de tipo familiar. Se basan principalmente en la cría de ganado caprino y en menor medida se complementa con producción de miel, recolección de junquillo –en algunas zonas-, elaboración de artesanías y presentan débiles inserciones en el mercado turístico (Triviño, 1980; Torres *et al.*, 2012). En algunos casos, los productos que se obtienen se destinan al mercado extra-local y en otros, se repliegan sobre el ámbito familiar para autoconsumo (Torres *et al.*, 2012).

Consideraciones sobre la oferta ambiental para la construcción de la vivienda

El área de estudio presenta clima de tipo desértico-semidesértico. Las temperaturas registradas en la zona presentan una máxima absoluta de 42°C en época estival y una mínima absoluta de hasta -10°C en invierno, presentando grandes amplitudes térmicas, tanto diarias como anuales. El régimen de lluvias se caracteriza principalmente por la presencia de tormentas convectivas de verano, aunque anualmente se registran entre 50mm y 200mm de lluvia dependiendo de la zona, lo que sumado a la falta de fuentes superficiales de agua continuas, coloca la humedad relativa en el sitio entre el 48% y el 68% (Estación Encón, El Retamo, 1978). En los márgenes del norte, noreste y centro-oeste de la región, los ramblones evidencian la existencia de antiguos complejos lacustres, actualmente secos (Chiavazza & Prieto, 2004), aunque las napas de agua subterránea se presentan a escasa profundidad (entre 4m a 10m), lo cual facilita su aprovechamiento por la población local tanto para consumo humano como animal.

La vegetación dominante corresponde a la Provincia Fitogeográfica del Monte. Este bioma en la provincia de Mendoza se asienta sobre sedimentos areno-limosos profundos. La vegetación es estepa arbustiva con especies de hoja perenne o áfila. Los árboles que se encuentran en la zona, factibles de ser empleados para la materialización de la vivienda son: algarrobo (*Prosopis flexuosa*) y chañar (*Geoffroea decorticans*). Entre los arbustos más frecuentes se destacan retamo (*Bulnesia retama*), atamisque (*Capparis atamisquea*) y jarilla (*Larrea spp.*), entre otros. Entre los pastos se encuentran principalmente junquillo (*Sporobolus rigens*) y coiron (*Stipa sp.*) (Chiavazza & Prieto; 2004; Barros *et al.*, 2006). Cabe resaltar que actualmente el bosque primitivo se encuentra diezmado, debido a la actividad “extractiva” con fines comerciales que se desarrolló durante la primera mitad del siglo XX, que consistió en la obtención de madera de algarrobo principalmente para el uso vitivinícola, en el oasis de la capital provincial, la construcción de las redes ferroviarias y la producción de carbón (Abraham & Prieto, 1981).

Métodos etnográficos de campo

En zonas caracterizadas por restricción hídrica, las posibilidades de acceso al agua organizan el espacio y los asentamientos humanos. Por ello se ha considerado para esta investigación el relevamiento de 19 viviendas que utilizan como dispositivo de acceso al agua el jagüel o aguada, por ser un dispositivo donde se emplean diferentes materiales para su configuración, de acuerdo a las posibilidades de cada puesto. Para el desarrollo de la investigación se recurre a métodos desde el enfoque cualitativo como la observación participante y entrevista en profundidad, utilizados en el trabajo de campo, con la finalidad de realizar la caracterización

de la vivienda vernácula y los elementos que la componen.

La observación participante permite realizar la caracterización de las viviendas y los elementos que la componen mediante su relevamiento gráfico y métrico. De esta manera se obtienen datos concretos sobre los materiales y técnicas constructivas empleadas.

La entrevista en profundidad hace referencia a la entrevista cualitativa de carácter flexible, dinámica y abierta (Taylor & Bodgan, 1992), con la finalidad de obtener información de los usuarios de las viviendas relevadas sobre las prácticas socioculturales y las técnicas constructivas empleadas que aún existen y son utilizadas por los pobladores de la zona de estudio o que han sido reemplazadas. Se pretende mediante este método obtener información que no se puede observar directamente, necesario para entender el proceso de producción y configuración de la vivienda.

RESULTADOS

La arquitectura del desierto: los puestos

En este apartado se presentan descriptiva y cualitativamente los resultados obtenidos en el trabajo de campo, de acuerdo a la metodología antes mencionada. A continuación se exponen los resultados producto de la observación participante y posteriormente se exponen los datos obtenidos en las entrevistas en profundidad.

Se entiende que la arquitectura vernácula se caracteriza por responder a condicionantes ambientales y a los modos de vida de sus habitantes, con lo cual la materialización de estas viviendas es la consecuencia práctica de la aplicación de tradiciones constructivas internalizadas en la cultura regional (Pringles *et al.*, 2006). En este caso, la vivienda vernácula del noreste de Mendoza presenta un conjunto de construcciones y espacios yuxtapuestos, adosados o aislados, que combinan diferentes funciones y actividades y están conformados por tres espacios irreductibles, como puede verse en la Figura 2: la casa habitación, los corrales y los dispositivos de acceso al agua (Pastor, 2005). A continuación se exponen los resultados del trabajo del campo mediante una caracterización de los espacios que conforman la vivienda vernácula de la zona y los materiales empleados para su construcción. De acuerdo a Urquijo *et al.* (1972) estos espacios irreductibles pueden ser clasificados como espacios cerrados, semicerrados o abiertos de acuerdo a la función que se realiza en cada uno. Dicha clasificación se corresponde también con los materiales y técnicas constructivas empleadas.

La casa habitación está compuesta por dos espacios: el espacio cerrado que se caracteriza por ser de forma rectangular compacto, delimitado por pared, piso y cubierta; y un espacio semicerrado que actúa como vínculo de transición entre el interior y el exterior (Figura 3, esquemas a y b).

En el caso del primero, el interior se organiza a través de una secuencia de habitaciones contiguas, sin espacios destinados a la circulación y con escasos vínculos entre el interior y el exterior (Pastor, 2005). Este espacio cerrado se emplea para dormir y para realizar diferentes actividades como cocinar o comer (aunque también es frecuente encontrar la cocina en el espacio abierto). En 17 casos relevados la caja muraria de la casa habitación se materializa con tierra sin cocer: se emplea adobe como cerramiento y estructura portante -de ancho variable entre 20cm a 30cm dependiendo de las dimensiones de fabricación del bloque- o cierre de quinchá (Figura 4a),

conformado por estructura de madera de chañar en columnas y vigas (ancho de 10cm a 20cm), parantes intermedios y cerramiento de caña (*Arundo donax*) o varillas de arbustos con relleno realizado con una mezcla de barro y fibras vegetales. En dos casos se encuentran muros materializados enteramente con ladrillo (20cm) colocados en sogá que conforman el cerramiento y la estructura portante. En todas las viviendas relevadas las juntas realizadas para la unión de adobes o de ladrillo se realizan con mortero de barro. En ningún caso se encuentran paredes revocadas o pintadas a la cal ya que no es común esta práctica en puestos aislados en el territorio. A menudo se encuentran muros que combinan las distintas técnicas descriptas que evidencian el adosamiento de una nueva habitación (Figura 4b).

La totalidad de los casos presenta la cubierta conformada a un agua con mínima pendiente y su estructura es realizada con correas de madera de álamo o en menor medida de algarrobo, que se apoyan sobre la estructura de madera del cierre horizontal superior de la pared de quinchá o directamente sobre el adobe o ladrillo. En todas las viviendas relevadas las correas presentan una separación que oscila desde los 0.50m a los 0.70m y por encima se coloca una malla de repartición realizada con caña o varilla de arbustos, que se encuentra unida a las correas mediante tientos de cuero o alambre metálico y por encima se coloca nylon (Figura 4c). Finalmente se realiza una torta de barro y paja, de ancho variable (de 5cm a 10cm) y finalmente se coloca nuevamente nylon como cierre exterior –de manera parcial o en la totalidad de la cubierta- para evitar el desgaste que provoca el agua de lluvia y reducir el mantenimiento que implica el uso de la torta de barro.

En el encuentro entre el muro y el techo es común encontrar un alero hacia donde escurre el agua. En todas las viviendas los vanos en los muros presentan mayores dimensiones hacia el norte (promedio de 0.80m x 1.20m) y pequeñas superficies hacia el resto de las orientaciones (aproximadamente desde 0.50m x 0.30m hasta 0.70m x 0.50m). El tamaño de los vanos responde a las carpinterías disponibles para colocar, ya que las mismas son de madera industrializada obtenida en la ciudad. Esta situación produce que muchas veces no se utilicen carpinterías exhibiendo los vanos con un cierre liviano como es el uso de nylon sintético (Figura 4d) o telas. También se suele armar un cierre a modo de celosía por el interior realizado con madera que brinda el entorno cercano o bien se colocan cortinas exteriores enrollables realizadas con cañas que cumplen las veces de carpintería. En cuanto a los vanos para puertas, presentan dimensiones que oscilan desde 0.80m hasta 1.00m de ancho y presentan una altura promedio de 2.00m. En todos los relevamientos se observa que en la parte superior de los vanos se colocan dinteles aislados y se continúa el muro sobre éstos; los dinteles son piezas de madera de chañar o algarrobo aunque en muchos casos se emplea tablas de madera industrializadas o la combinación de ambos.

El otro espacio de la casa habitación es el semicerrado, que se localiza indefectiblemente adosado hacia el norte, a manera de aprovechar el recorrido solar y la incidencia de radiación durante el día en invierno y brindar protección solar en verano, y que se comunica con el espacio cerrado únicamente a través de puertas o ventanas. Presenta el mismo o mayor tamaño respecto al espacio cerrado, y se resuelve funcionalmente a modo de una gran galería abierta o enramada que funciona como vínculo de transición entre el espacio abierto y el cerrado. Es en este espacio semicerrado de transición donde se desarrolla gran parte de la vida diaria de los

habitantes (Figura 5a). Estructuralmente en todos los casos relevados se construye mediante horcones de algarrobo o chañar y tirantes del mismo material, aunque también en tres casos se combinaron con rollizos de álamo. La cubierta de carácter liviano se resuelve mediante una enramada de caña (Figura 5b), tela mediasombra sintética, chapa metálica de zinc, o la combinación de éstas (Figura 5c).

Las dimensiones de la casa habitación se encuentran condicionadas por la disponibilidad de madera local para la estructura, actualmente se trae madera desde otro sitio empleándose principalmente madera de álamo para la realización de la estructura de la cubierta, que permite alcanzar mayores longitudes y en consecuencia recintos más amplios.

Finalmente, el espacio abierto es el que rodea la vivienda y es donde se realizan funciones que complementan la vida doméstica. Aquí se encuentran los corrales, los dispositivos de acceso al agua y diversos elementos y estructuras como baño y cocina. En el caso de la cocina se presenta en el espacio abierto, aunque –como se mencionaba anteriormente– dentro del espacio cerrado se encuentra un hogar a modo de calefacción, que también se utiliza para cocinar. Al baño se accede por el exterior y se materializa generalmente con paredes de ladrillo y cubierta similar al espacio cerrado. También se encuentran otros elementos dispersos en el territorio como hornos de barro, gallineros y diversos elementos para el aprovisionamiento y almacenamiento de agua, tales como tanques de fibrocemento o PVC de diversos tamaños y bidones plásticos. Los corrales se encuentran relativamente alejados del espacio cerrado (40m a 100m). Presentan forma rectangular o circular y están organizados en conjunto o aislados, de acuerdo al ganado a organizar; en la totalidad de los casos relevados, al menos dos corrales se encuentran en relación directa con los dispositivos de acceso al agua (Figura 6a). Estos se materializan mediante un cierre vertical conformado por postes principales de madera de algarrobo o chañar y finalmente se cierra el espacio mediante enramadas (Figura 6b) o troncos (Figura 6c) colocados de manera horizontal. El número y dimensiones de los corrales dependen del tamaño de la majada que dispone cada puesto.

Los dispositivos de acceso al agua se caracterizan de acuerdo al modo de obtención o captación y el uso. Entre estos se encuentran los de captación superficial de agua de lluvias: lagunas artificiales excavadas en la tierra o aprovechamiento de los ramblones naturales; y los de uso de agua subterránea para alcanzar la primera napa de agua: pozo jagüel o aguada y pozos balde. Para este trabajo, el pozo jagüel o aguada consiste en una rampa excavada hasta alcanzar la primera capa de napa subterránea que se localiza entre los 6.00 m a 10.00 m de profundidad (Figura 7). La pendiente que presentan todos los jagüeles observados es del orden del 20% y se desarrolla escalonada por “puentes” de algarrobo, cuyos rellanos son el suelo desnudo. Este escalonamiento facilita la circulación por la rampa y contienen el suelo frente al pisoteo y arrastre de los animales y en segundo término a los aguaceros de verano. Presenta un ancho variable, aunque en ningún caso es menor a los 2.50m en el extremo inferior del “ojo de agua” y que en el extremo de acceso al pozo puede alcanzar los 7.00m de ancho (Torres *et al.*, 2012). Los límites verticales construidos para la contención del suelo arenoso son realizados tradicionalmente con postes verticales de madera de algarrobo o chañar (denominados “palo a pique”) y entre éstos se colocan en sentido horizontal enramadas provenientes de arbustos para lograr el paramento vertical de contención del suelo excavado (Figura 8a). En algunos casos y

sólo por tramos se observa el uso de chapa acanalada como elemento de contención (Figura 8b). En el extremo superior de acceso al dispositivo se encuentran al menos dos corrales, debido a que este dispositivo se utiliza principalmente para el abrevado del ganado.

En cuanto a los datos obtenidos en las entrevistas realizadas, resulta habitual que tanto la construcción de la vivienda como el mantenimiento que demanda se realicen con ayuda de personas cercanas, generalmente familiares, y en este proceso de autoconstrucción se transmiten los conocimientos a los jóvenes que colaboran con la actividad. De esta manera se asegura una continuidad de la tradición constructiva.

Además, todos los entrevistados conocen los materiales empleados, incluyendo las distintas especies vegetales, y las técnicas aplicadas a la construcción, con lo cual demuestran un uso extendido en la comunidad de las técnicas tradicionales de construcción, producto de su uso en el tiempo y del reconocimiento de los recursos naturales disponibles y sus características. Esto deriva en una imagen constructiva homogénea y de integración con el paisaje natural.

Como se ha mencionado, las viviendas son construidas principalmente con materiales que provee el entorno cercano. No obstante, se observa el uso de materiales industrializados de bajo costo y fácil traslado, como chapa acanalada o nylon, debido a que facilitan las tareas de mantenimiento que demandan las construcciones tradicionales. En el caso de los pozos jagüeles o aguadas, por ejemplo, el total de los entrevistados coincide que sería óptimo revestir los laterales con chapa acanalada, como se observaba anteriormente, debido a que el suelo arenoso tiende a deslizarse a través de la contención vegetal con la consecuente obstrucción del ojo del agua y las posteriores tareas de mantenimiento para alcanzar nuevamente la napa de agua subterránea.

Todos los entrevistados realizarían nuevamente su vivienda con ladrillo en búsqueda de una “mejor imagen” de la vivienda, aunque los más adultos resaltaron las ventajas térmicas que han experimentado en la construcción con barro, a diferencia de las construcciones con ladrillo.

DISCUSIÓN

Se observa que la realidad actual del sitio está conformada por la combinación de materiales tradicionales con industriales. Justamente una de las razones por la cual se observan cambios en los materiales empleados se relaciona con el mantenimiento que demanda el uso de materiales tradicionales en comparación con los industrializados. La elección de los materiales a utilizar depende de la economía y la disponibilidad, tanto en el sitio como en el mercado. La incorporación de materiales industrializados y las variaciones en las construcciones tradicionales responden a diversos factores, que como dice Rotondaro “dentro de este tipo constructivo existen variaciones locales que dependen tanto de las tradiciones y de los recursos naturales existentes del lugar, como de las modificaciones generadas por las presiones tecnológicas modernas de la sociedad mayor” (Rotondaro, 1988: 38).

Pero la apropiación de nuevos materiales en combinación con técnicas constructivas tradicionales produce dificultades técnicas, como es el caso de la cubierta de chapa acanalada que presenta difícil unión con los otros elementos estructurales, que obligan a sostener la misma agregando ladrillos en la parte superior, o el uso de ladrillos unidos con barro para la conformación de muros, por citar algunos ejemplos. Se coincide con Tomasi (2006) cuando

menciona que otra de las razones que implica la apropiación de materiales industrializados es el discurso arquitectónico que asocia mayores posibilidades de “progreso”, status social y resistencia, en una búsqueda por incorporarse a una “nueva realidad” aun cuando esta situación sea real o ficticia.

De los antecedentes que muestran la relación entre naturaleza y cultura en el sitio de estudio, interesa resaltar los trabajos centrados en la presencia del agua en el desierto de Lavalle y las estrategias de captación y almacenamiento del recurso, como también aquellos trabajos que se enfocan en el análisis de la oferta de recursos naturales vinculados a las actividades económicas y de reproducción social.

En relación con el primer grupo se rescatan los aportes de Pastor (2005) quien se centra principalmente en el estudio de las diferentes estrategias desarrolladas para la obtención y aprovechamiento del agua en la escala doméstica del puesto. Realiza una descripción general de la vivienda vernácula teniendo en cuenta que “los sistemas de aprovechamiento de agua son al puesto, lo mismo que la vivienda, o los corrales. Porque constituyen elementos inherentes a su definición” (Pastor, 2005: 85). Además presenta la dimensión patrimonial que poseen las estrategias de aprovechamiento del agua, “una tradición basada en los saberes asociados a los condicionantes estructurales y dinámicos del medio natural y cultural que se han transmitido y aún lo siguen haciendo, dentro de esquemas de intercambio a través del empirismo del hacer en la construcción del hábitat” (Pastor, 2005:84).

En relación con el segundo grupo de antecedentes, se consideran las investigaciones realizadas por Torres (2008), que tienden a relacionar la disponibilidad de recursos naturales con las actividades económicas y las formas de reproducción social en la zona de estudio, señalando que los “grupos humanos de la zona administran los exiguos bienes que quedan disponibles y que lo hacen dialogando con el medio, con la producción y con los vecinos, equilibrando en lo posible el acceso a los recursos naturales” (Torres, 2008:57). También la autora plantea la necesidad de trabajos en la zona que “analicen las dinámicas de uso de los recursos naturales, integrando tanto a los grupos humanos como a esas porciones de naturaleza que el uso transforma en recurso” (Torres, 2008:48).

El trabajo que aquí se presenta procura aportar una caracterización más exhaustiva de la vivienda vernácula y de los elementos que la componen, en relación con los materiales y técnicas constructivas empleadas, de acuerdo a los recursos naturales disponibles para la construcción. La lógica constructiva en el sitio no se limita sólo a aspectos técnicos, sino también a la cultura donde se produce y la sociedad que la utiliza (Rivet & Tomasi, 2011). Esta arquitectura vernácula del desierto del noreste de Mendoza es producto directo de la empírica, donde la oferta ambiental disponible es aprovechada por los pobladores del lugar para la producción de viviendas en tierras secas no irrigadas. La resultante constructiva de esta arquitectura vernácula muestra las relaciones de cada puesto con otros individuos –evidenciado en la construcción y mantenimiento del mismo- y la capacidad productiva de cada vivienda, ligado a los corrales y dispositivos de acceso al agua.

Se coincide con Lobo cuando dice que “la construcción de la cultura en el desierto de Lavalle no es una construcción delirante” sino que “se construye el lugar a partir de lo que el medio ofrece y de las tecnologías que se van produciendo” (Lobo, 2004: 4). El estudio de la vivienda

vernácula procura aportar al conocimiento de la identidad cultural del sitio y de las formas de organización del territorio, evidenciando la dialéctica entre naturaleza y cultura.

CONCLUSIONES

En los puestos relevados predomina el uso de materiales propios del sitio y en menor medida se emplean materiales industrializados. Estas viviendas muestran su adaptación al medio físico y cómo se resuelven los diferentes espacios que conforman la vivienda principalmente desde el uso de materiales locales, los cuales además, definen los sistemas constructivos empleados y finalmente la imagen de la vivienda, con variaciones formales mínimas y de mimesis con el paisaje. La incorporación de materiales industrializados muestra una continua adaptación a los requerimientos funcionales y sociales.

De acuerdo a las características constructivas formales y espaciales que presenta dicha arquitectura es que debería considerarse patrimonio diferencial del paisaje cultural, ya que estas viviendas se convierten en la expresión fundamental de la identidad de una comunidad y de su relación con el territorio, mostrando cómo producen su propio hábitat en relación directa con el medio natural y como parte de un legado transmitido por generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, E. M. & M. Prieto, 1981. Enfoque diacrónico de los cambios ecológicos y de las adaptaciones humanas en el NE árido mendocino; *Cuadernos del CEIFAR* 8: 109-139.
- Abraham, E. M. 1989. Paleocauces y posibles conexiones entre los ríos Mendoza y Tunuyán, por filtrado bidimensional de imágenes LANDSAT. En Menenti, M. (Ed.), *Mecanismos de aprovechamiento hídrico en la región andina. Modelos de simulación e imágenes satelitarias*. 283-299. ICW – INCYTH, Mendoza.
- Abraham, E. M. 2000. Geomorfología de la provincia de Mendoza. En: E. M. Abraham y F. Rodríguez (Eds.). *Recursos y problemas ambientales de la zona árida. Primera Parte*. Vol. I-II. 29-48. Mendoza, Argentina.
- Abraham, E. M. 2008. Tierras secas, desertificación y recursos hídricos. *Ecosistemas* 17(1):1-4.
- Agudo, J. 1999. Arquitectura tradicional. Reflexiones sobre un patrimonio en peligro. *Ph* 29:183-193.
- Barros, A., L. Zalazar, P. Berlanga, G. Aloy & S. Brandi, 2006. Mapa de vegetación de la Reserva Telteca a partir de clasificación de imágenes satelitales. *II Jornadas Nacionales de Flora Nativa. III Encuentro de Cactáceas*.
- Bustos, R. 2003. La dimensión política de la identidad y los conflictos sociales: El movimiento social indígena Huarpe de Mendoza. *Confluencia* 1(1):185-194.
- Chiavazza, H. & C. Prieto, 2004. Arqueología, ambiente y cultura en el noreste de Mendoza. *XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*; Rio IV. Argentina.
- ICOMOS. 1999. Carta del Patrimonio Vernáculo Construido. Recuperado el 16 de diciembre de 2012, de www.international.icomos.org/charters/vernacular_sp.pdf
- Lobo, N. 2004. Para pensar la identidad cultural en el desierto de Lavalle. *Confluencia*, 1(4):1-20.
- Lolich, L. 2007. Patagonia. Nuevas perspectivas para la preservación de la arquitectura vernácula. En: Bernal, M.A. (coord.); *Arquitectura vernácula en el mundo ibérico: Actas del*

- congreso internacional sobre arquitectura vernácula*. 489-496. Dialnet, España.
- Olgyay, V. 1963.** *Design with climate. Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princenton University Press.
- Pastor, G. 2005.** Patrimonio, vivienda y agua en el paisaje del noreste mendocino. En: Fernandez, A. & E. M. Abraham (Eds.) *El agua en Iberoamérica. Uso y gestión del agua en tierras secas*. 79-92. CYTED. Subprograma XVII; Proyecto XVII.1. Mendoza.
- Pringles, A., O. Albarracin & A. Scognamillio. 2006.** Analisis morfológico comparativo entre tipologías de vivienda rurales de suelocemento y tipologías de viviendas rurales espontáneas. En: Cirvini, S. (coord.). *Contruir con tierra ayer y hoy. 1º SAACT*. Argentina.
- Rapoport, A. 1972.** *Vivienda y cultura*. Gustavo Gili, Barcelona.
- Rivet, C. & J. Tomasi. 2011.** *Puna y Arquitectura. Las formas locales de construcción*. CEDODAL, Buenos Aires.
- Roig F., M. Gonzalez, E. Martinez, A. Berra & C. Wuilloud. 1992.** La travesía de Guanacache, Tierra forestal. *Multequina* 1:83-91.
- Roig, F., M. González, E. Abraham, E. Méndez, V. Roig, & E. Martínez, 1991.** Maps of desertification hazards of Central Western Argentina, (Mendoza Province) Study Case. En: UNEP (Ed.). *World Atlas of thematic Indicators of Desertification*, E. Arnold, Londres.
- Rotondaro, R. & M. Rabey. 1988.** Experimento tecnológico sobre techos de tierra mejorados en la Puna jujeña de la Región Andina. *Foco de tecnología apropiada*, 26:27-40.
- Roze, J. 2000.** Conceptualización de la vivienda rural. En: J. González & M. Villar (Eds.), *II Seminario y taller iberoamericano sobre Vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales I*. 12-15. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Saura, C. 2003.** *Arquitectura y medio ambiente*. Edicions UPC. Barcelona.
- Serra, R. 1999.** *Arquitectura y climas*. Gustavo Gili. Barcelona.
- Taylor, S. & R. Bogdan. 1992.** *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós. Barcelona.
- Tilleria, J. 2010.** La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula. *Revista AU*, 8:12-15.
- Tomasi, J. 2006.** Arquitectura oficial y arquitectura popular. Una relación conflictiva. El caso de Susques. *V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra*. Mendoza. Argentina.
- Torres, G. 2009.** Arquitectura vernácula, fundamento en la enseñanza de la sustentabilidad. *XXIII Conferencia Latinoamericana de Escuelas y Facultades de Arquitectura*. Buenos Aires.
- Torres, L. 2008.** Hilos de agua, lazos de sangre: Enfrentando la escasez en el desierto de Lavalle (Mendoza, Argentina). *Ecosistemas* 17(1):46-59.
- Torres, L., G. Pastor, M. Esteves & C. Accorinti. 2012.** Agua, ambiente y reproducción social: Las aguadas del norte de Mendoza como sistemas tecnológicos (Argentina). *Congreso Ambiental 2012*. PRODEA. San Juan. Argentina.
- Triviño, L. 1980.** El hombre en las zonas áridas. *Serie Científica III*: 12-19.
- Triviño, L. 2004.** Mendoza desértica. En: Roig, A.; P. Lacoste & M. Satlari (Comp.) *Mendoza, cultura y economía*, II:145-173. Caviar Bleu, Mendoza.
- Urquijo et al.. 1972.** *Tipos predominantes de vivienda natural en la República Argentina*. Instituto de Investigaciones de la vivienda. FAU-UBA. EUDEBA. Buenos Aires.

FIGURAS

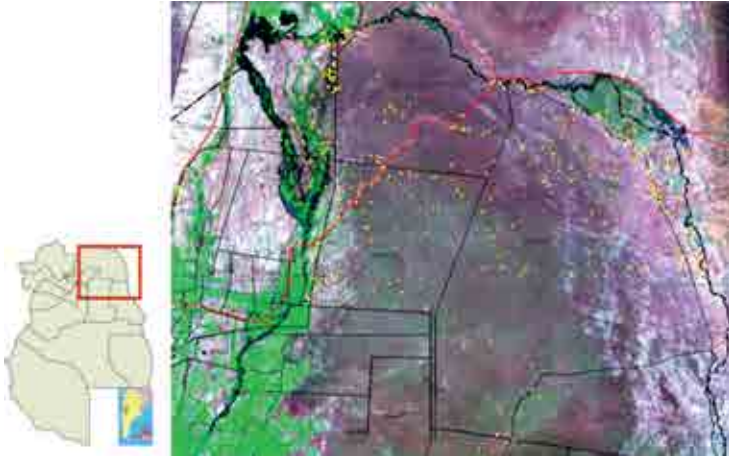


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio. Cada punto amarillo indica la localización de un puesto.

Fuente: SIG DESERT – LaDyOT / IADIZA.



Figura 2. Imagen aérea de un puesto donde se observan los elementos irreductibles que lo componen: A) corrales, B) casa habitación y C) dispositivo de acceso al agua.

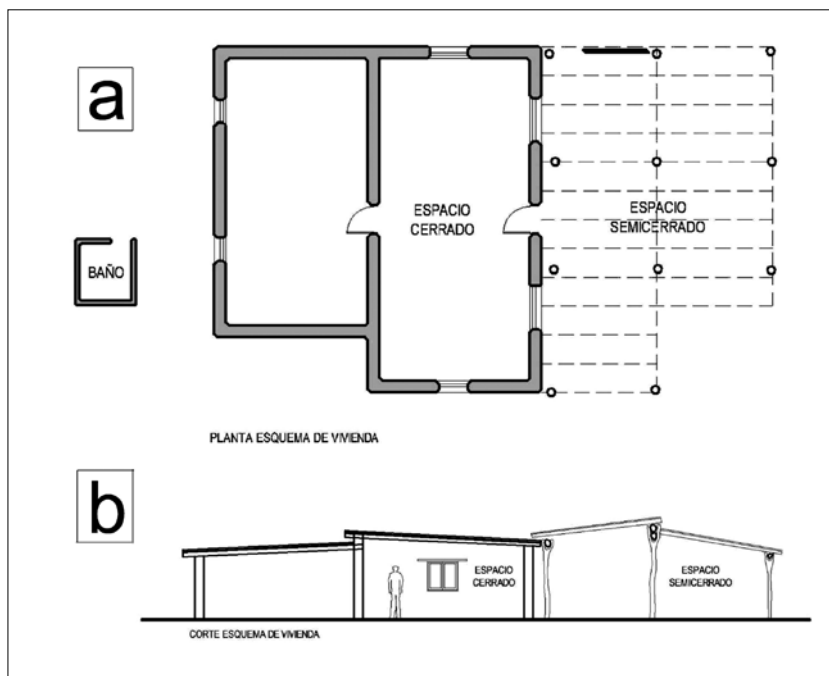


Figura 3: Esquema a) de planta de la vivienda y b) corte de la vivienda.



Figura 4. Materiales del espacio cerrado de la casa habitación: a) muro de quincha; b) muro combinado de quincha y adobe; c) detalle de cubierta y materiales empleados y d) ventana con dintel aislado y cierre liviano de nylon sintético por el exterior.



Figura 5. El espacio semicerrado de la casa habitación: a) elementos de la vida diaria en el espacio semicerrado; b) uso de caña para la cubierta y c) combinación de chapa acanalada y caña.



Figura 6. Materiales empleados en los corrales: a) varios corrales en relación con el dispositivo de acceso al agua con diferentes técnicas de construcción; b) uso de enramadas para el cierre horizontal y c) uso de troncos para el cierre horizontal.



Figura 7. Esquema de corte transversal del pozo jagüel o aguada: 1- puentes de algarrobo (escalonamiento), 2- palo a pique de algarrobo, 3- ojo de agua, 4- corral, 5- elementos horizontales de contención, 6- vegetación existente (para fijar suelo).



Figura 8. Materiales empleados en la contención vertical del suelo excavado: a- aprovechamiento de vegetación autóctona; b- uso de chapa acanalada.

Artículo original

Estimación de los costos de la desertificación y degradación de las tierras en Bolivia

ZORAIDA ARANIBAR

CEPAL/GIZ

Para correspondencia. E-mail: zaranibar@regionpiura.gob.pe

Recibido: 27 de Noviembre del 2013

Aceptado: 28 de Marzo 2014

RESUMEN

La desertificación y degradación de las tierras afecta aproximadamente un 40% de la superficie mundial donde viven unos 1,500 millones de personas. En Bolivia, 41% del territorio nacional está afectado y en él vive gran parte de la población rural. Este trabajo presenta una estimación de los costos de la desertificación y degradación de las tierras en Bolivia, calculados en base a funciones econométricas de rendimiento de los principales productos agrícolas de las áreas afectadas. De acuerdo a criterios como: importancia del área cultivada, seguridad alimentaria, representatividad de regiones y valles y contribución a las exportaciones, se seleccionaron los cinco productos más importantes (arroz, maíz, papa, trigo y soya). Los resultados obtenidos arrojan pérdidas económicas equivalentes al 15.5% del producto agropecuario. Estimados los posibles impactos del cambio climático en base al escenario A2 definido por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, las pérdidas aumentan al 26.8% del Producto Interno Bruto sectorial al año 2050 y a casi la mitad del Producto Interno Bruto sectorial a fines del siglo. Esta elevada cifra pone de relieve la necesidad de análisis más desagregados a nivel territorial, poniendo énfasis en las medidas de lucha contra la desertificación y de adaptación al cambio climático.

Palabras claves: cambio climático, costos de la desertificación, funciones econométricas, degradación de la tierra.

ABSTRACT

Desertification and land degradation affects about 40% of the global area where some 1,500 million people (Economic Land degradation, 2014) live. In Bolivia, 41 % of the country is affected where lives much of the rural population. This paper presents an estimate of the costs of desertification and land degradation in Bolivia, calculated based on econometric functions yields of major agricultural products from the affected areas. According to criteria such as importance of acreage, food security, representation of regions and valleys and contribution

to exports, the five most important products (rice, corn, potato, wheat and soybean) were selected. The results shows losses equivalent to 15.5% of the agricultural product economic. An estimation of the potential impacts of climate change based on the A2 scenario defined by the Intergovernmental Panel on Climate Change reveals that the losses increase to 26.8 % of agriculture GDP by 2050 and to almost half of agriculture GDP at the end of the century. This high figure highlights the need for more disaggregated territorial level analysis with emphasis on measures to combat desertification and climate change adaptation.

Key words: Climate change, costs of desertification, econometric functions, land degradation.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las definiciones adoptadas por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (Artículo 1), se entiende por “desertificación”, la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas (UNCCD 1994).

Por “degradación de las tierras” a su vez se entiende la reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada, en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento, tales como: (i) la erosión del suelo causada por el viento o el agua, (ii) el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo, y (iii) la pérdida duradera de vegetación natural (UNCCD, 1994).

En muchos países entre los cuales está Bolivia, parte importante de sus tierras productivas habitadas mayoritariamente por pequeños productores pobres y extremadamente pobres, sufren los impactos de este proceso, lo que implica fuertes pérdidas para el país en su conjunto. Una de las barreras para visibilizar este problema ha sido la dificultad de estimar los costos de la desertificación y degradación de las tierras debido a carencia de información y/o de metodologías adecuadas.

El Programa de Lucha Contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2013), señala que el 22% del territorio nacional está afectado por procesos de degradación que van de fuertes a graves, siendo los departamentos más afectados los de Chuquisaca, Oruro, Potosí y Cochabamba (ver Cuadro 1). De acuerdo a esta misma fuente, en gran parte de las áreas afectadas por la desertificación y degradación de las tierras, se realizan actividades agropecuarias y los principales cultivos son el maíz, papa, arroz, soya y trigo, a lo que se suma la ganadería de carne (Ministerio de Agricultura, 2011). Es también un motivo de gran preocupación los posibles efectos del cambio climático sobre las áreas ya desertificadas, previendo que esta situación se agravará aún más.

En cuanto a la participación de las actividades agropecuarias en el conjunto de la economía, ésta se sitúa en torno al 13%, mientras que las exportaciones del sector alcanzan al 35% del total exportado, siendo la soya el principal producto. Además de la soya los principales cultivos son el maíz, trigo y papa de gran importancia para la alimentación nacional (ver Cuadro 2). Por su parte, la industria participa con el 36% y los servicios con el 51% (CEPAL,

2011). Cabe destacar que parte importante de la contribución de estos sectores al PIB está estrechamente relacionada a las actividades agropecuarias. Es el caso de la agroindustria y en particular de la vinculada a la soya.

Por último hay que destacar que entre los años 2000 y 2007, la pobreza disminuyó del 60.6% al 54% y la pobreza extrema se redujo del 36.4% al 31.2%. En el mismo período la pobreza rural cayó del 80.7% al 75.8% y la indigencia del 64.6% al 59.0% (CEPAL, 2011).

Este trabajo pretende contribuir metodológicamente a estimar los costos de este proceso y así apoyar con información útil a las autoridades responsables de la toma de decisiones y de asignación de recursos para la lucha contra la desertificación y degradación de las tierras.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados y la metodología aplicada para la estimación de los costos de la desertificación y degradación de las tierras en Bolivia, considerando también los posibles impactos del cambio climático en las tierras afectadas por estos procesos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la estimación de los costos de la desertificación y degradación de las tierras, se seleccionó un grupo de productos agropecuarios representativos de las áreas afectadas, considerando para ello los siguientes criterios: a) importancia económica medida según su aporte al producto sectorial, b) importancia social medida según el aporte a la dieta nacional y al ingreso de los pequeños productores, c) importancia en las exportaciones, según su participación en el total exportado y d) importancia del punto de vista de las regiones del país.

Los productos seleccionados de acuerdo a los criterios señalados fueron los siguientes: arroz, maíz, papa, trigo y soya (ver Cuadro 2).

Para los propósitos de este estudio, se construyeron funciones econométricas de productividad agrícola basadas en la fenología de cada uno de los cultivos seleccionados. Las variables explicativas de la productividad o rendimiento, fueron entonces los requerimientos específicos de temperaturas (máximas y mínimas) y de agua de cada cultivo en las principales etapas de su desarrollo vegetativo, como por ejemplo floración y maduración. De este modo se buscó que las funciones especificadas conjugaran consideraciones biológicas con criterios económicos, estadísticos y econométricos (ver Cuadro 3).

El Cuadro 4 muestra los modelos seleccionados y utilizados para los cinco cultivos más representativos de la agricultura boliviana. Estos modelos fueron testeados con una batería de pruebas destinadas a verificar la bondad de los ajustes, robustez, capacidad explicativa y ausencia de problemas como colinealidad, multicolinealidad, correlación, autocorrelación, heterocedasticidad, normalidad de la distribución, estacionaridad, etc. Las pruebas realizadas, 17 en total, se indican en el Cuadro 5. Cabe señalar que se seleccionaron únicamente aquellos modelos que mostraron buenos resultados en todos los tests aplicados.

Para las estimaciones se utilizó el software EVIEWS 7 (Quantitative Micro Software, 2010) y para las proyecciones se utilizó también el software Cristall Ball (Risk Simulator Software, 2008).

Mediante los modelos seleccionados se estimaron los rendimientos para las áreas degradadas y las no degradadas, calculándose posteriormente el valor bruto de producción, valorado a precios de productor del año 2009, obtenidos de las bases de datos de FAO (FAOSTAT, 2009).

A fin de evitar errores de sobreestimación se consideró un grupo de control y antecedentes aportados por informantes calificados, luego de lo cual se calcularon por diferencia los costos de la desertificación y degradación de las tierras.

Con los resultados de los modelos econométricos, se realizaron proyecciones probabilísticas de largo plazo a los años 2020, 2050 y 2100, considerando para ello los valores de temperaturas y precipitación correspondientes al escenario A2 del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2000). La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo y sus características más distintivas son una población en continuo crecimiento, autosuficiencia y conservación de las identidades locales, un elevado nivel de emisiones antropógenas debido a un crecimiento económico elevado que mantiene los mismos patrones actuales (IPCC, 2000).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos representan los costos de la desertificación y degradación de las tierras y corresponden al valor de la producción no generada como consecuencia de la menor productividad causada por la desertificación y la degradación de las tierras. Del punto de vista de la inacción, son los costos que se producen si no se toman medidas para reducir y/o eliminar los impactos negativos de la desertificación y degradación de las tierras sobre la productividad. Los costos se expresan como porcentajes del Producto Bruto Interno sectorial para facilitar su comprensión y así apoyar un proceso informado de asignación de recursos para la lucha contra la desertificación y degradación de las tierras y para facilitar el trabajo de los tomadores de decisiones en la formulación e implementación de las políticas y programas correspondientes.

Las estimaciones realizadas corresponden a la agregación de los resultados obtenidos con los modelos econométricos. Para cada cultivo seleccionado se procedió de la siguiente manera; por ejemplo en el caso de la papa, el coeficiente de determinación R^2 es 0.61, lo cual indica que las variables exógenas especificadas (de temperaturas y precipitaciones), permiten explicar en un 61% las variaciones de los rendimientos. El coeficiente de determinación ajustado, R^2 Adjust, es algo menor, 0.55 y corresponde al mismo R^2 ajustado según el número de datos. El rendimiento promedio de las áreas degradadas es de 3,709.8 kilos por hectárea, el que frente a los 5,532 kilos por hectárea obtenidos en las áreas no degradadas, permite estimar por diferencia la producción no realizada debido a la desertificación y degradación de las tierras (Cuadro 4).

Los resultados finales obtenidos por agregación dan cuenta de pérdidas equivalentes al 15.5% del PIB agropecuario en el año 2010, las que aumentan significativamente al realizarse las proyecciones con las variaciones climáticas previstas en el escenario A2 del IPCC. En efecto, las pérdidas al 26.8% del PIB agropecuario en el año 2050, y a casi el 50% del PIB agropecuario para fines de siglo (Cuadro 6).

El Cuadro 7 presenta el detalle de las pérdidas por desertificación y degradación para cada cultivo en el año base y en los años proyectados, tanto en áreas degradadas como no degradadas. La soya y la papa son los cultivos que más contribuyen a explicar estas caídas (Cuadro 7 y Figura 1).

DISCUSIÓN

La metodología aplicada ha permitido estimar los costos de la desertificación y degradación de las tierras y/o considerar los posibles impactos del cambio climático en escenarios de largo plazo que llegan hasta fines del presente siglo.

Los resultados obtenidos muestran que las pérdidas estimadas para el año 2010, si bien son importantes, son similares a las estimadas para otros países y regiones como son los casos de Costa Rica, la región Piura en el Perú y Paraguay (Morales *et al.*, 2011). No obstante ello, las proyecciones de largo plazo a los años 2050 y 2100, arrojan pérdidas muy elevadas que llegan hasta el 50% del producto agropecuario. Para obtener estas estimaciones se incluyeron en los modelos utilizados, los valores de precipitaciones y temperaturas calculados por el Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais INPE, de Brasil para América Latina, en base a los escenarios A2 desarrollados por el IPCC (INPE, 2010).

Cabe advertir que estos resultados suponen la misma estructura productiva y las mismas variedades, por lo cual deben tomarse como un llamado de atención respecto del enorme impacto del cambio climático en las áreas afectadas por la desertificación y degradación de las tierras, en caso de no tomar desde ya las medidas de adaptación pertinentes.

CONCLUSIONES

La desertificación y degradación de las tierras afecta de manera importante la calidad de vida de los pobladores que habitan y obtienen su sustento en dichas áreas. Los costos que ello implica pueden ser aún mucho mayores en un contexto de cambio climático ya en marcha, y pueden comprometer no solo a los habitantes de dichas áreas sino al conjunto del país.

Son pocos los estudios hechos para América Latina y todos ellos dan cuenta de pérdidas importantes, siendo el de Bolivia el caso más destacado, con las pérdidas más elevadas hacia fin de siglo si se consideran los posibles efectos del cambio climático en las áreas degradadas (Morales *et al.*, 2012).

Lo anterior pone de relieve la necesidad de formular y poner en marcha programas destinados a combatir la desertificación y degradación de las tierras, fortalecer las organizaciones de productores que habitan en las áreas afectadas, recuperar prácticas sustentables de manejo de los recursos tierra y agua, identificar especies nativas resistentes y de valor económico, generar y adaptar localmente nuevas variedades de soya y papa de ciclo corto así como de otros cultivos de importancia, que posean mayor resistencia al estrés hídrico y a las altas temperaturas, y en especial trabajar en tecnologías más eficientes en el uso del agua, de captación de aguas de lluvia, de conducción y de almacenamiento.

Son muy escasos o bien simplemente no se han realizado estudios similares para otras áreas del mundo, que consideren los posibles efectos del cambio climático en las áreas afectadas por desertificación y degradación. Hecha esta advertencia, de todas formas se pueden citar los trabajos de Bojo (2004) y Dregne (2006) que dan cuenta también de pérdidas muy elevadas, para países africanos, que experimentan severos problemas climáticos en especial sequías recurrentes, sobretudo en aquellos espacios localizados en el llamado Cuerno del África.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bojo, J., K. Green, S. Kishore, S. Pilapitiya, & C.R. Reddy. 2004.** Environment in poverty reduction. Environment Department, Paper No. 102. Washington DC. The World Bank. Washington, DC: World Bank. ADB.
- CEPAL. 2010.** Bases de Datos por países y Publicaciones Estadísticas.
- Clay, J. 2013.** Environmental impacts of beef: soil degradation and loss. Extracts from “World Agriculture & Environment” Island Press. En http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/agriculture/beef/environmental_impacts/soil_degradation/ Información descargada el 23 de julio de 2013.
- Dregne, H. 2006.** Historical Perspectives. In: Dryland Agriculture. 27–38. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science. Dryland Agriculture, 2nd ed.
- FAO. 2009.** Estadísticas Productivas, Bases de datos FAOSTAT.
- Galindo, L. 2010.** La Economía del Cambio Climático en México. Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno Federal de México, y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Informe Drynet. 2011.** Viceministerio de Tierras Bolivia, Unidad Técnica de Informaciones. www.dry-net.org Numero 11.
- INPE. 2010.** Bases de datos con escenarios A2 y B2 para América Latina. Trabajo encargado por CEPAL para estudios de la Economía del Cambio Climático en América Latina.
- IPCC. 2000.** Informe Especial del IPCC-Grupo de Trabajo III. Escenario de Emisiones. Resumen para responsables de políticas.
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Bolivia, 2010.** Estado de la degradación de suelos por Departamento.
- Morales C., G. Dascal & Z. Aranibar. 2012.** Measuring the economic costs of land degradation and desertification in selected South American countries. *Revista Secheresse, Science et Changements Planétaires* 23(3): 168 - 176.
- Pimentel, D. 2005.** College of agriculture and life sciences. Cornell University, Soil erosion: a food and environmental threat.
- Quantitative Micro Software, EvIEWS 2010.**
- Risk Simulator Software, Crystal ball 2008.**
- UNCCD. 1994.** Texto final de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación, la Degradación de las Tierras y los Efectos de la Sequía; Términos utilizados, Artículo 1.
- UNCCD. 2004.** Desertification costs \$42 billion per year UN Press Release. Ten years on: UN marks World Day to Combat Desertification, Observances worldwide on June 17.
- Valverde F, S. Alvarado, C. Torres, J. Quishpe & R. Parra. 2009.** Los abonos orgánicos en la productividad de papa (*Solanum tuberosum* L.). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Santa Catalina. Ecuador.

FIGURAS

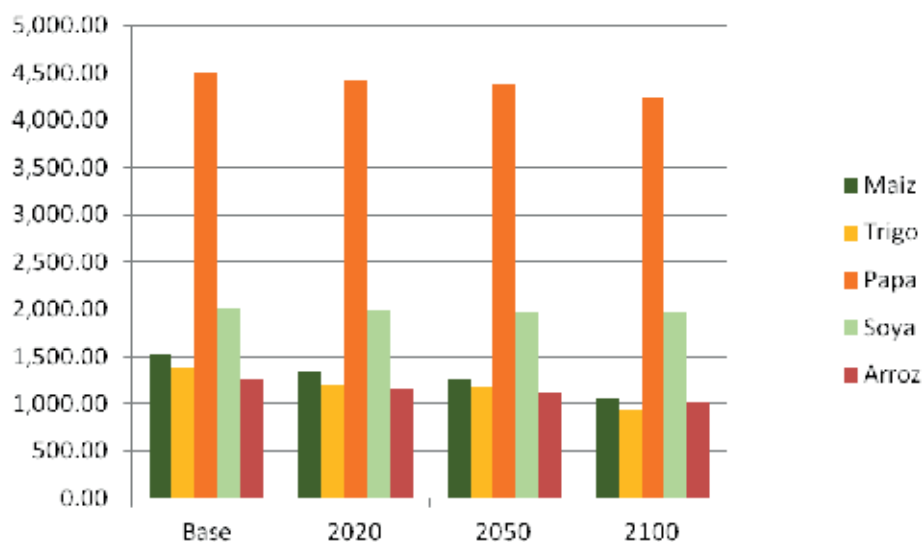


Figura 1. Rendimientos de los cultivos seleccionados en áreas desertificadas y degradadas considerando los posibles efectos del cambio climático. Elaboración propia sobre la base de CEPALSTAT, base de datos y publicaciones estadísticas de CEPAL.

CUADROS

Cuadro 1. Bolivia: Estado de degradación de suelos por departamento.

Departamento	Superficie (hectáreas)	Total	Sup. afectada (fuerte a grave)	(%)	Principales problemas de degradación
La Paz	13,398,50000		641,000.00	4.78	Erosión, deforestación, usos inadecuados de tierras.
Beni	21,356,400.00				Deforestación, manejo inadecuado de praderas.
Chuquisaca	5,152,400.00		4,717,900.00	91.57	Erosión, sobre pastoreo.
Cochabamba	5,563,10.00		2,436,500.00	43.8	Presión demográfica, prácticas inadecuadas agrícolas, deforestación, salinización.
Pando	6,382,700.00				Deforestación, usos inadecuados de tierras.
Santa Cruz	37,000,000.00		4,658,300.00	12.59	Deforestación, erosión hídrica y eólica, tenencia de la tierra, sobrepastoreo, compactación de suelos.
Oruro	5,358,800.00		3,078,700.00	57.45	Sobrepastoreo, salinización, erosión.
Potosí	11,821,800.00		8,408,100.00	71.12	Sobrepastoreo, salinización, erosión.
Tarija	3,762,300.00		619,900.00	16.48	Erosión, deforestación, sobrepastoreo.
TOTAL	109,796,000.00		24,560,400.00	22.36	

Fuente: Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (2010).

Cuadro 2. Cultivos seleccionados.

Cultivo	Área cultivada	Proporción del área cultivada (%)	Importancia
Maíz	Altiplano y valles	37.4	Producto clave en la alimentación nacional cultivado principalmente por pequeños productores.
Trigo	Valles	14.9	Se estima en 70.000 los productores de este rubro estratégico para la alimentación nacional.
Papa	Altiplano	10.7	Importante en la dieta nacional y porque es cultivado por casi la totalidad de los campesinos.
Soya	Llanos	1	Aporta entre el 28% y el 37% del total exportado.
TOTAL		64	

Cuadro 3. Bolivia: fenología de los cultivos seleccionados.

Zona agroecológica	Temporada	Fase fenológica	Meses	
Llanos	Principal (Verano)	Siembra	Mayo	Junio
		Cosecha	Septiembre	Octubre
	Corta (Invierno)	Siembra	Febrero	Abril
		Cosecha	Julio	Septiembre
Valles intermedios y Los Yungas	Principal (Verano)	Siembra	Octubre	Noviembre
		Cosecha	Abril	Mayo
Altiplano		Siembra	Septiembre	Octubre
		Cosecha	Abril	Mayo

Fuente: Agar, S, s/f. Fenologías de los principales cultivos de Bolivia. Informe no publicado.

Cuadro 4. Bolivia: los modelos seleccionados

Cultivo	Modelo	Especificación (expresión matemática)	Rend. Degrad.	Rend. Prom	R ²	R ² Ajust.
Papa	Eq15sqDegr	$\text{Rend} = c - \text{pptacum} - \text{pptacumcrit} + \text{tmin} * \text{tmin} + t$	3709.8	5532	0.61	0.55
	Eq17sq_a	$\text{Rend} = c + \text{anl1promt} + \text{pptacum} - \text{pptacumcrit} + \text{tmin} * \text{tmin} + t$	5105.4	5528.8	0.58	0.49
Trigo	Eq11sqDgr	$\text{Rend} = c + \text{oscterm} - \text{pptacumcrit} * \text{pptacumcrit} + t$	827.3	1254.2	0.41	0.31
	Eq12sq	$\text{Rend} = c \text{ pptacumcrit} / \text{pptacum} * (\text{pptacumcrit} / \text{pptacum}) \text{ flormin} + t$	1131.0	1254.2	0.41	0.32
Soya	Eq17sqDegr	$\text{Rend} = c - \text{flormax} + \text{pptpromcrit}(-1) * \text{pptpromcrit}(-1)$	1302	1877.8	0.35	0.24
	Eq12sq	$\text{Rend} = c - \text{tprom} + \text{anl1pptprom} * \text{anl1pptprom} + \text{pptacumcrit}(-1) - t$	1961.6	1881.8	0.50	0.38
Arroz	Eq20sqDegr	$\text{Rend} = c - \text{ppt}(-1) * \text{ppt}(-1) + \text{tmax} - \text{tmin} - t$	1470.4	2091.6	0.47	0.38
	Eq16sq_a	$\text{Rend} = c - \text{anl1min} - \text{pptflor} * \text{pptflor} - t$	2543.8	2120.5	0.68	0.62
Maíz	Eq7sqDegr	$\text{Rend} = c + \text{flormax} - \text{tmin} - \text{pptr} * \text{pptr} + t$	1592.5	1930.2	0.68	0.63
	Eq8sq	$\text{Rend} = c + \text{ppt} * \text{ppt} + \text{unidcalor} + t$	2071.7	1879.8	0.64	0.58

(*)Rend = Rendimiento; C= Constante; Pptacumcrit = Precipitaciones acumuladas en el período crítico; Pptacum = Precipitaciones acumuladas ; Ppt = precipitaciones totales; Pptflor = precipitaciones totales en época de floración; Anl1promt= anomalía de la precipitación total; Tmin = temperatura mínima; Tmax = temperatura máxima; Flormax = temperatura máxima perperíodo de floración; Flormin= temperatura en época de floración; Unidcalor= requerimiento de unidades de calor; Anlmin = anomalía de las temperaturas mínimas; T = tiempo;(-1) = rezago de un período.

Cuadro 5. Pruebas realizadas a los modelos estimados.

Pruebas	Objetivo
R ²	Capacidad explicativa de las variables seleccionadas
R ² Ajustado	Considera el tamaño de la muestra y el R ²
Test t	Significancia de cada variable explicativa
Test f	Significancia del conjunto de variables
Test de Wald	Significancia global
Durbin – Watson	Multicolinealidad y autocorrelación
Correlograma Q	Correlación
Correlograma residuos al cuadrado	Heterocedasticidad
VIF	Multicolinealidad
Jarque-Bera	Normalidad
Correlación serial Breusch - Godfrey	Correlación serial
Heterocedasticidad	Heterocedasticidad
Augmented Dickey Fuller	Raíz unitaria
Chow	Estabilidad del modelo
Ramsey	Calidad de la especificación
Cusum; Suma de los errores	Suma de los errores acumulados
Cusum al cuadrado; suma de los errores al cuadrado	Suma al cuadrado de los errores acumulados

Cuadro 6. Bolivia: Resumen consolidado de las pérdidas por degradación de las tierras. Línea base y proyecciones al 2100. Valores en millones de US\$ y como porcentaje del PIB agropecuario y del PIB total.

	2010	2050	2100
Papa	-37.32	-108.08	-151.07
Trigo	-7.52	5.73	9.39
Soya	-117.12	-144.01	-241.58
Arroz	-3.29	-23.85	-49.10
Maíz	24.13	26.97	-22.76
Total muestra cultivos representativos	-141.12	-243.24	-455.12
Total Agrícola	-220.50	-380.06	-711.12
Total Agropecuario	-275.63	-475.07	-888.90
% PIB Agropecuario	-15.53	-26.77	-50.1
% PIB	-1.59	-2.74	-5.13

Cuadro 7. Bolivia: Estimación de las pérdidas por degradación. Valores en VBP en millones de US\$.

	Degradado (1)	No Degradado (2)	Suma (1+2)	VBP Potencial (3)	Diferencia (2-3)
Papa					
2010	147.36	52.74	200.10	237.42	-37.32
2050	73.30	56.04	129.34	237.42	-108.08
2100	38.55	47.79	86.35	237.42	-151.07
Trigo					
2010	8.36	29.50	37.86	45.39	-7.52
2050	8.54	42.57	51.12	45.39	5.73
2100	6.97	47.82	54.78	45.39	9.39
Soja					
2010	54.41	318.55	372.96	490.07	-117.12
2050	62.24	283.82	346.06	490.07	-144.01
2100	27.83	220.67	248.50	490.07	-241.58
Arroz					
2010	22.92	39.32	62.24	65.53	-3.29
2050	15.30	26.39	41.68	65.53	-23.85
2100	9.72	6.71	16.43	65.53	-49.10
Maíz					
2010	62.45	71.18	133.63	109.50	24.13
2050	88.71	47.77	136.47	109.50	26.97
2100	74.60	12.14	86.74	109.50	-22.76

Artículo original

Revitalização da microbacia hidrográfica do Riacho Sucuruiú, em Gilbués/Piauí, Brasil.

Adeodato Ari C. Salviano^{1*}, Milcíades G. Lima¹, Francisco F. Santana², Lilian Francisca S. Melo³,
Simone Raquel M. Oliveira², João B. Lopes²

¹Fundação AGENTE; ²Universidade Federal do Piauí; ³Instituto Federal de Educação do Piauí,
Teresina, PI.

* Autor para correspondencia. E-mail: adeodatosalviano@hotmail.com

Recibido: 10 de Diciembre 2013

Aceptado: 31 de Marzo 2014

RESUMO

A microbacia hidrográfica do Riacho Sucuruiú, no Núcleo de Desertificação de Gilbués, Piauí, Brasil, é marcada por um intenso processo erosivo. A utilização dos recursos naturais, como a água e os solos, de maneira inadequada tem provocado o surgimento de grandes áreas degradadas no Sudoeste do Piauí. O objetivo deste trabalho foi revitalizar a microbacia hidrográfica do Riacho Sucuruiú, em Gilbués/PI, Brasil, com atividades de recuperação de áreas degradadas, acompanhamento, avaliação e difusão de resultados do projeto. É possível a recuperação de áreas degradadas com o uso de espécies adaptadas com interesse socioeconômico desde que técnicas adequadas sejam utilizadas. O plantio do milho nessa região apresenta-se como alternativa para recuperação de áreas degradadas. A expectativa é que esse projeto seja referência e apresente subsídios para a elaboração de políticas públicas voltadas para a recuperação de áreas degradadas na região.

Palavras-chave: microbacia; áreas degradadas; recomposição de paisagens; conservação do solo e da água; estradas ecológicas; revegetação.

ABSTRACT

The hydrographic watershed of Sucuruiú Creek, at the core of Desertification of Gilbués, Piauí, Brazil, is marked by an intense erosive process. The use of natural resources such as water and soils, improperly has caused the emergence of major degraded areas in the southeast of Piauí. The aim of this work was to revitalize the watershed of Sucuruiú, in Gilbués/PI, Brazil, with activities for recovery of degraded areas, monitoring, evaluation and dissemination of project results. It is possible the recovery of degraded areas with the use of adapted species with socioeconomic interest provided that appropriate techniques are used. The planting of corn in this region presents itself as an alternative for recovery of degraded areas, provided that appropriate techniques. The

expectation is that this project is reference and introduce subsidies to the development of public policies aimed at the recovery of degraded areas in the region.

Key words: watershed; degraded areas; recomposition of landscapes; soil and water conservation; ecological roads; vegetation.

INTRODUCCIÓN

A microbacia hidrográfica do Riacho Sucuruiú, no Núcleo de Desertificação de Gilbués Piauí, Brasil, é marcada por um intenso processo erosivo. A utilização dos recursos naturais, como a água e os solos, de maneira inadequada tem provocado o surgimento de grandes áreas intensamente degradadas, gerando impactos negativos imediatos na qualidade de vida da população, tais como: o aumento da escassez hídrica, a perda da fertilidade do solo, a redução da produção de alimentos, a diminuição drástica das reservas de madeira, entre outras. Essa degradação pode evoluir, em algumas situações para o processo de desertificação (Salviano *et al.*, 2008).

Os trabalhos de conservação do solo e da água utilizam, tradicionalmente, as unidades de planejamento convencionais, como a propriedade e a comunidade. No entanto, esses limites não coincidem com os limites naturais. O planejamento ambiental por microbacia hidrográfica apresenta a vantagem de concentrar as ações numa área geográfica previamente definida com o auxílio de cartas topográficas e delimitada pelos divisores de água, de onde fluem as águas da chuva para as partes mais baixas do terreno, formando os cursos d'água (Cunha *et al.* 2011).

Nas microbacias estão localizadas as nascentes dos córregos, que compõem, junto com os rios dos quais são tributários, o sistema de drenagem de uma determinada região. Além disso, a microbacia hidrográfica é a unidade básica de planejamento para compatibilizar a preservação dos recursos naturais e a produção agropecuária (Carneiro, 2010). Possuem características ecológicas, geomorfológicas e sociais integradoras, o que possibilita uma abordagem holística e participativa envolvendo estudos interdisciplinares para o estabelecimento de formas de desenvolvimento sustentável inerente às condições ecológicas locais e regionais.

Assim, as intervenções no nível da microbacia visam atenuar os impactos gerados pela ação antrópica como forma de beneficiar tanto a população da área rural quanto as populações das cidades, localizadas à jusante das bacias.

A erosão é a maior expressão do fenômeno de degradação dos recursos naturais na região de Gilbués, PI e a ocorrência desse processo vem proporcionando o desgaste dos principais tributários do Rio Parnaíba. As matas ciliares, também denominadas florestas ribeirinhas, definidas por Rodrigues *et al.* (2000) como “florestas ocorrentes ao longo dos cursos d'água e no entorno das nascentes”, são de vital importância na proteção de mananciais, controlando a chegada de nutrientes, sedimentos e a erosão das ribanceiras, atuam na interceptação e absorção da radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica da água, determinando assim as características físicas, químicas e biológicas dos cursos d' água.

As intervenções de manejo hidroambiental e recuperação de áreas degradadas propostas pelo Projeto Revitalização da Microbacia do Riacho Sucuruiú, revelam a importância de sua execução para a conservação dos recursos naturais do Estado (Lima & Salviano, 2011).

O objetivo deste trabalho foi revitalizar a microbacia hidrográfica do Riacho Sucuruiú, com atividades de recuperação de áreas degradadas, acompanhamento, avaliação e difusão de resultados do projeto.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Núcleo de Desertificação de Gilbués, PI, localizado no Sudoeste piauiense (Figura 1), está parcialmente inserido na Chapada das Mangabeiras, nascentes do Rio Parnaíba, entre as coordenadas geográficas Latitude Sul 9°38' a 10°07' e Longitude Oeste 45°02' a 45°. Ocupa uma faixa de transição entre o domínio dos cerrados e da caatinga do Nordeste brasileiro (Carvalho & Almeida Filho, 2007), onde são observadas duas estações bem definidas, no que diz respeito à ocorrência de chuvas. Entretanto, apresenta alta variabilidade interanual, fenômeno típico das regiões semiáridas (Sales, 2003).

Os solos da região são espessos, friáveis e porosos, compreendendo Latossolos Amarelos, com textura média, associados com Neossolos Quartzarênicos, Argissolos Concrecionários, com profundidade variada localmente (Salviano *et al.*, 2010).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo tropical chuvoso (Aw), megatérmico, com moderada deficiência hídrica no inverno. A temperatura oscila entre a mínima de 25°C e máxima de 35°C. A precipitação média anual é definida no regime equatorial continental, com totais variando de 800 mm a 1.200 mm (Crepani *et al.*, 2007). O período chuvoso se estende de outubro a maio, e os meses mais úmidos são novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. A vegetação está associada aos diferentes estágios de degradação do solo.

A microbacia hidrográfica do Riacho Sucuruiú foi delimitada a partir das cartas topográficas na escala de 1:100,000 da DSG, do modelo Digital do Terreno (MDT) e de levantamentos de campo, resultando em uma área de contribuição (A) = 8091.73 ha ou A = 80.92 km².

Seccionamento de voçorocas

O método proposto para o controle de áreas acometidas por voçorocas ocorreu através da estruturação de pequenos barramentos para conter as águas de escoamento confinadas dentro da voçoroca, favorecendo a infiltração de água no solo, procedimento denominado de seccionamento. Para tanto, cada estrutura deve ter uma capacidade de suporte igual ou superior ao volume captado das chuvas máximas, deduzindo a infiltração do solo (Soares *et al.*, 2012). Neste propósito, foram utilizados os registros de intensidade de chuva da estação meteorológica do município de Gilbués, PI.

Recomposição de paisagem e mata ciliar

A recomposição de paisagem divide-se em duas vertentes: a primeira inclui a adoção de práticas mecânicas de conservação do solo e água, com construção de terraços base estreita, subsolagem e barramento de voçorocas e a segunda abrange a restauração de espécies vegetais e o florestamento da área da sede do Núcleo de Pesquisa para Recuperação de Áreas Degradadas - NUPERADE e de áreas de agricultores, denominadas de malhadas.

A recomposição da mata ciliar do trecho do Riacho Sucuruiú foi feita tomando-se como base a execução das seguintes etapas: reconhecimento e coleta de dados; identificação e locação das áreas do Projeto de Revitalização da Microbacia do Riacho Sucuruiú; levantamento de campo com implantação de marcos definidores dos vértices principais; processamento dos dados

levantados; organização e confecção das plantas e memoriais descritivos. Foram identificadas três áreas, duas na margem esquerda do Riacho Sucuruíú e uma na margem direita deste, perfazendo um total de 15 ha.

Para o florestamento da área da sede do NUPERADE e de áreas de agricultores, fez-se o plantio das seguintes espécies: *Spondias morbin* L. (cajá), *Anacardium occidentale* L. (caju), *Azadirachta indica* (nim), *Caesalpiniaefolia Benth* (sabiá), *Malphigia glabra* L. (acerola), *Eucalyptus spp.* (eucalipto), *Tabebuia heptaphylla* (ypê rosa) e *Tamarindus indica* L. (tamarindo).

O plantio das espécies foi realizado nos meses de fevereiro e março de 2012 com um total de chuva de apenas 370 mm no período de janeiro a maio. As variáveis avaliadas foram sobrevivência (%) e incremento em altura (cm), com a primeira avaliação realizada seis meses após o plantio.

Unidades demonstrativas de manejo de solo e água e de áreas terraceadas – UDTs

As UDTs foram implantadas com o uso de um conjunto de tecnologias sobre uso, manejo, preservação e conservação dos recursos naturais com a adoção das seguintes tecnologias: a) sementes de milho variedade Agrisure TL Syngenta; b) plantio e preparo do solo em nível; c) terraço de base estreita; d) adubações por ocasião do plantio e em cobertura e e) tratos culturais. O preparo do solo consistiu em uma aração e duas gradagens, realizadas em nível, utilizando-se a técnica conservacionista de terraceamento com o objetivo de reduzir ou eliminar o processo de erosão nas áreas trabalhadas. A semeadura do milho foi realizada mecanicamente utilizando uma plantadeira/adubadeira, em um espaçamento de 0.85 m, com cinco a sete sementes por metro linear (Sangoi *et al.*, 2012).

Adaptação de um trecho da microbacia para “estrada ecológica”.

A adaptação para “estrada ecológica” consistiu da recuperação de 11,927 km da estrada vicinal que liga a sede do município de Gilbués à microbacia do Riacho Sucuruíú, com a construção de duas passagens molhadas e de bacias de contenção ao longo de 23,019 km incluindo a estrada recuperada e um trecho de outra estrada existente na microbacia. A técnica consiste basicamente na instalação de estruturas, camalhões de terra, que direcionam o fluxo de água para pequenas bacias laterais de captação e infiltração, instaladas de acordo com a indicação da declividade da via. Para o dimensionamento destas estruturas utilizou-se o software “ESTRADAS – GPRH – UFV”, (GPRH, 2013).

Infraestrutura e equipamentos de apoio para ações de revitalização

A revitalização da microbacia contou também com uma infraestrutura mínima, compreendendo a construção de um viveiro com capacidade para 60,000 mudas, um galpão de trabalho, um depósito e a implantação de uma horta comunitária (0.5 ha), dividida em dez lotes de 500 m², um lote para cada horticultor selecionado.

Difusão dos resultados

O acompanhamento, avaliação e difusão dos resultados referentes à mobilização social, capacitação de produtores e técnicos e a difusão permanente dos resultados foram materializadas com a produção de um documentário sobre as ações implantadas.

RESULTADOS

Seccionamento de voçorocas

A estruturação de pequenos barramentos para conter as águas de escoamento confinadas dentro das voçorocas permitiu quebrar a velocidade das águas, forçando a retenção e sedimentação de terra e outros materiais. Com esse propósito, o seccionamento de 15 km de voçorocas contribuiu para aumentar a eficiência de infiltração de água no solo. (Figura 2).

Recomposição de paisagem e mata ciliar

A recomposição de paisagem com o emprego de práticas mecânicas - terraços de base estreita (Figura 3), subsolagem e barramento de voçorocas foi eficiente no controle da erosão e no aumento da infiltração de água no solo, permitindo o desenvolvimento de espécies nativas e adaptadas nas áreas de malhadas, mesmo com o baixo índice pluviométrico registrado no período de janeiro a maio de 2013.

A taxa de sobrevivência total das oito espécies cultivadas em ambiente degradado foi de 64,6%, correspondente a 414 das 641 mudas avaliadas. A menor taxa de sobrevivência (25%) foi verificada com a cultura do caju enquanto a *Tabebuia heptaphyla* (Ypê rosa) apresentou-se com valores de 100%. As demais espécies utilizadas apresentaram taxas de sobrevivência satisfatórias, compreendidas pelos valores entre 25% e 100% de sobrevivência. (Quadro 1).

A altura média das espécies por ocasião do plantio variou entre 12 cm para *Caesalpiniaefolia Benth* (sabiá) e 50 cm para a *Tabebuia heptaphyla* (Ypê rosa).

O incremento em altura de cada espécie, após seis meses do plantio, variou de acordo com a espécie. As plantas de acerola e tamarindo apresentaram baixos incrementos em altura, 5.3 cm e 12.8 cm, respectivamente. A espécie *Caesalpiniaefolia Benth* (sabiá), apesar do desvio padrão de 48.3 cm, foi a que apresentou o maior incremento em altura (60.1 cm), (Quadro 2).

A recomposição da mata ciliar de um trecho do riacho Sucuriú, compreendendo três propriedades, está em contínuo processo de monitoramento e avaliação. Essa atividade requer um período mais extenso para se obter uma indicação mais precisa das espécies mais promissoras para a região em estudo.

Unidades demonstrativas de manejo de solo e água e de áreas terraceadas – UDTs

Os resultados obtidos com a implantação das Unidades Demonstrativas Tecnológicas – UDTs demonstraram alto rendimento de grãos da cultura do milho em solos aluvião (baixão) – 4937.90 kg/ha; em solos de textura arenosa - 4875.00 kg/ha) e em solos de malhada 3696.70 kg/ha (Quadro 3).

Adaptação de um trecho da microbacia para “estrada ecológica”

A adaptação para “estrada ecológica” do trecho que liga Gilbués à microbacia - 11,927 km mostrou-se eficiente no controle do processo erosivo, favorecendo a manutenção da estrada e aprisionamento do escoamento superficial. A construção de duas passagens molhadas e de bacias de contenção ao longo de 23,019 km incluindo a estrada recuperada e um trecho de outra estrada existente na microbacia conservará as estradas, já que a força de abrasão vai sendo dissipada a cada desvio. O material acumulado pode ser utilizado para preencher buracos e valetas das vias, prolongando a vida útil das jazidas de cascalho. Na Figura 5 observa-se um

trecho da “estrada ecológica”, com bacias laterais de captação de água de chuva. Já, na Figura 6, é possível visualizar uma passagem molhada construída sobre o Riacho Sucuruíú.

Infraestrutura e equipamentos de apoio para ações de revitalização

A infraestrutura e os equipamentos de apoio para ações de revitalização como a construção de viveiro, com capacidade para 60.000 mudas, além de proporcionar a revegetação de áreas degradadas, servirão como apoio à continuidade da produção e distribuição de mudas para a população da região de Gilbués, PI. Neste viveiro (Figura 7), foram produzidas 72.087 mudas de 33 espécies de plantas florestais e frutíferas (nativas ou adaptadas) à região. A construção de um galpão de trabalho e de um depósito servirá de apoio às atividades do Núcleo de Pesquisa. A horta comunitária (0.5 ha), instalada na sede do NUPERADE, conforme ilustrada na Figura 8, demonstra que é possível utilizar um solo degradado para a produção de hortaliças como alface, berinjela, couve, cebolinha, pimentão, coentro, tomate, entre outras, proporcionado uma melhoria de renda para dez horticultores. Ressalta-se que a horta comunitária tornou-se um local de visita permanente dos habitantes de Gilbués, PI para adquirirem produtos orgânicos.

Difusão dos resultados

O acompanhamento, avaliação e difusão de resultados do projeto e as ações de mobilização social, capacitação de produtores e técnicos e difusão permanente de resultados do projeto culminou na produção de um documentário sobre as ações implantadas.

Cabe destacar que a difusão permanente dos resultados vem sendo realizada, principalmente, junto aos produtores rurais das comunidades contempladas com o projeto. Utilizou-se também dos meios de comunicação disponíveis na região de Gilbués e de outras regiões do Estado do Piauí, além de publicações em anais de reuniões científicas.

DISCUSSÃO

Seccionamento de voçorocas

As atividades de recuperação de áreas degradadas foram realizadas, sempre em parceria com a comunidade local, o que possibilitou o entendimento sobre os objetivos do projeto tendo em vista que os agricultores tiveram uma compreensão de todas as fases do projeto.

O seccionamento de voçorocas com a construção de pequenas barragens permitiu o controle do processo erosivo o que possibilitou a produção vegetal, permitindo o cultivo de espécies nativas e adaptadas e aumentou a eficiência da infiltração da água no solo, minimizando os problemas decorrentes da estiagem ou veranicos para a melhoria da recarga do lençol freático. As práticas mecânicas - terraços de base estreita (Figura 3), subsolagem e barramento de voçorocas permitiram o controle da erosão possibilitando o desenvolvimento de espécies nativas e adaptadas nas áreas de malhadas e aumentou o armazenamento de água no solo contribuindo para o desenvolvimento das plantas no período seco. Barros *et al.*, (2013) conseguiram controlar os processos erosivos na Bacia do alto curso do Rio Cabaçal em Mato Grosso, utilizando as mesmas práticas mecânicas adotadas neste estudo.

Recomposição de paisagem e mata ciliar

Na recuperação da microbacia do Riacho Sucuruí, foram desenvolvidas ações concretas de recuperação de áreas degradadas e manejo hidroambiental, adotando-se como unidade de planejamento a microbacia hidrográfica, de forma que as mesmas possam ser estendidas a outras áreas com problemas semelhantes.

A taxa de sobrevivência total e o incremento em altura de cada espécie são mostrados nos Quadros 1 e 2. A taxa de sobrevivência total foi de 64.6%, correspondente a 414 das 641 mudas avaliadas enquanto o incremento em altura variou de acordo com a espécie, com destaque para sabiá, nim e cajá (Santana *et al.*, 2013). Estes dados comprovam que identificar as espécies capazes de se estabelecer e desenvolver em áreas degradadas é um importante passo para o manejo da restauração com base em critérios ecológicos e econômicos (Corrêa & Cardoso, 1998). Utilizar espécies do bioma cerrado na restauração de áreas degradadas é uma prática relativamente recente e tem sido motivo de muitos estudos relacionados primordialmente à seleção de espécies aptas a revegetar com sucesso neste tipo de ambiente (Melo *et al.*, 2004). Sampaio & Pinto (2007) sugerem que a escolha das espécies deve ser feita adequadamente de acordo com as características desejadas e em função do objetivo do projeto de restauração, seja para recuperação da função (funções ecológicas, biodiversidade, etc.), seja para recuperação da forma. Mesmo aquelas espécies que apresentaram baixo incremento em altura, devido ao ritmo mais lento de crescimento comparado com as anteriores, devem ser priorizadas, principalmente pelas taxas de sobrevivência consideradas satisfatórias para áreas degradadas. Esta avaliação mostrou que espécies adaptadas, como o nim e o eucalipto, por exemplo, apresentaram bom desempenho, superior às espécies vegetais nativas como caju, acerola e tamarindo. O reflorestamento com eucalipto resulta em melhoria significativa das propriedades químicas, físicas e especialmente biológicas do solo (Leite, 2014). O nim, além de fornecer frutos em escala industrial, é uma opção real para a produção de madeira, principalmente para lenha. Entretanto, não há pesquisas consistentes e muitas plantações comerciais de nim, ao procurar conjugar suas finalidades frutífera e madeireira, revelam vários pontos a serem melhorados (Neves & Carpanezzi, 2008).

Nesse contexto, o plantio de espécies florestais representa uma alternativa que pode auxiliar na melhoria das propriedades do solo, além de colaborar com o sequestro de gás carbono da atmosfera.

Considera-se, portanto, que os critérios para a avaliação do desempenho de espécies nativas propostos neste trabalho sejam bons indicadores para a escolha de espécies aptas a restaurar ambientes degradados, pois estes levam em consideração características importantes para o sucesso de projetos desse tipo.

Levando-se sempre em consideração, que os dados apresentados e discutidos são preliminares, pois tratam de um plantio experimental ainda no primeiro ano, pode-se inferir que: o ypê rosa, o nim e o eucalipto, por apresentarem alta taxa de sobrevivência e um bom desenvolvimento em altura, podem ser plantados em áreas degradadas; o cajá por apresentar um bom rendimento médio em altura ao longo de seis meses de acompanhamento e ser resistente à estiagem merece ser mais difundido em programas de revegetação de áreas degradadas e que é possível a recuperação de áreas degradadas com o uso de espécies adaptadas com interesse socioeconômico desde que se utilizem técnicas adequadas.

O plantio de espécies frutíferas para a recomposição da mata ciliar do trecho do riacho Sucuruiú foi uma alternativa encontrada para satisfazer os agricultores que desejam áreas preservadas, porém com fins econômicos. Essa alternativa permite que os agricultores além de preservar as áreas mais sensíveis à degradação da propriedade tenham a possibilidade de ter um retorno econômico, complementando o orçamento familiar.

Unidades demonstrativas de manejo de solo e água e de áreas terraceadas – UDTs

As UDTs mostraram-se eficientes para a recuperação de áreas degradadas em sistema de produção com a cultura do milho. No Quadro 3, descreve-se o rendimento médio de grãos da cultura do milho, obtido em três ambientes: em solos aluvião (baixão), solos de textura arenosa e solos de malhada. Em todo o ciclo da cultura do milho, o total de chuva foi de 370 mm, inferior às normais climatológicas e com distribuição irregular (Figura 4). Esses rendimentos mostraram-se superiores até quatro vezes o rendimento médio do Estado do Piauí, conforme dados publicados pelo IBGE (2013).

A melhor época para o plantio é logo após o início da estação chuvosa de cada região de modo que a floração do milho e a fase de enchimento de grãos coincidam com os períodos mais chuvosos (Cardoso & Bastos, 2004).

O rendimento de grãos da cultura do milho em kg/ha no ambiente aluvião foi semelhante ao de solos com textura arenosa ($P>0.05$), enquanto os solos de malhada apresentaram menor rendimento em relação aos demais ($P<0.05$) (Quadro 3). Como a distribuição das chuvas no período foi irregular, esta constatação pode ter também contribuído para o baixo rendimento verificado em algumas propriedades. Conforme IBGE (2010), o rendimento médio nacional do milho em grão colhido em 2010 foi de 4,383 kg/ha enquanto na Região Nordeste do Brasil foi de 1,808 kg/ha. O rendimento médio de grãos em ambientes de baixões, solos arenosos e malhadas foi de 4,938 kg/ha, 4,896 kg/ha e 3,685 kg/ha, respectivamente.

É importante ressaltar que, apesar do milho ter sido cultivado em solos degradados, o rendimento médio obtido em ambiente aluvião e de textura arenosa foi superior a media nacional e em ambiente de malhadas foi superior à média da Região Nordeste do Brasil (IBGE, 2013). O preparo do solo utilizando a técnica conservacionista de terraceamento, conjuntamente com o sistema de produção adotado, determinaram os rendimentos obtidos nos ambientes trabalhados.

A interação clima e solo tem papel vital no processo produtivo de uma cultura. Enquanto o conteúdo de água no solo não atingir um teor crítico, que para a cultura do milho está em torno de 30% da água extraível, o que rege o consumo de água pela cultura são as condições climáticas. Abaixo desse limite crítico, o que define o consumo são as condições físico-hídricas do solo (Landau *et al.*, 2012). A cultura do milho demanda um consumo mínimo de 350-500 mm para garantir uma produção satisfatória sem necessidade de irrigação. Em condições de clima quente e seco, a cultura do milho raramente excede um consumo de 3 mm/dia de água; já no período que vai da iniciação floral à maturação (planta em torno de 30 cm de altura), o consumo pode atingir 5 a 7 mm/dia. Os maiores rendimentos têm ocorrido associados a consumos de água entre 500 e 800 mm considerando todo o ciclo da cultura (Landau *et al.*, 2012).

Adaptação de um trecho da microbacia para “estrada ecológica”

Estrada ecológica é uma unidade de conservação de grande beleza cênica, cujo formato e dimensões são definidos pela percepção das paisagens naturais e culturais a serem protegidas, a partir de uma rota principal, a estrada, e que se destina a recreação e lazer ao longo desta, e também como forma de promover a integração homem-natureza e o desenvolvimento sustentável da região (Soriano, 2006). Para ganhar o status de “estrada ecológica”, entretanto, é necessário ir muito além do cumprimento da lei. O caminho precisa estar de bem com a natureza em todos os sentidos: preservando a flora e a fauna da região, protegendo os mananciais, respeitando as comunidades que vivem ao longo dele e até utilizando matéria-prima reciclada na sua construção. A adaptação para “estrada ecológica” do trecho que liga Gilbués à microbacia mostrou-se eficiente no controle do processo erosivo favorecendo a manutenção da estrada e aprisionamento do escoamento superficial.

CONCLUSÕES

O rendimento médio da cultura do milho, em ambientes aluvionares e de textura arenosa foi superior à media nacional e em ambiente de malhadas foi superior à média da Região Nordeste do Brasil. Os três ambientes trabalhados, apresentam-se como alternativa para o plantio da cultura do milho nessa região, com áreas degradadas, desde que sejam utilizadas técnicas apropriadas. No entanto, nos ambientes aluvionares são mais recomendados para o cultivo de milho, pois apresentam melhor rendimento.

É possível a recuperação de áreas degradadas com o uso de espécies adaptadas com interesse socioeconômico desde que técnicas adequadas sejam utilizadas.

A expectativa é que esse projeto seja referência e apresente subsídios para a elaboração de políticas públicas voltadas para a recuperação de áreas degradadas a serem implementadas na região. Além da própria recuperação da microbacia do Riacho Sucuruíú, o projeto desenvolveu ações concretas de recuperação de áreas degradadas e manejo hidroambiental, adotando como unidade de planejamento a microbacia hidrográfica, de forma que as mesmas possam ser estendidas a outras áreas com problemas semelhantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros; L. T. L. P., Cambará , M. V. D. & Salomão, F. X. T. 2013. Considerações voltadas ao controle dos processos erosivos na Bacia do alto curso do Rio Cabaçal em Mato Grosso. *Simpósio de Geologia da Amazônia*, 13. Belém - PA. 4p.
- Carneiro, L. G. 2010. Ações desenvolvidas no projeto Microbacia do Riacho Sucuruíú “Vaqueta/Gavião” em Gilbués, PI. Lima, M. G. & Fernandes, R. J. A. R. (Orgs.). Combate à desertificação no Piauí: microbacia do Riacho Sucuruíú “Vaqueta Gavião” em Gilbués/PI. Teresina: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, p. 197-216.
- Cardoso, M. J. & Bastos, E. A. 2004. Recomendações Técnicas para o Cultivo do Milho no Meio-Norte do Brasil: Safra 2003/2004. Circular Técnica, 39:1-3.
- Carvalho, C. M. & Almeida Filho, R. 2007. Uso de imagens Landsat-TM para avaliar a extensão da desertificação na região de Gilbués, Sul do estado do Piauí. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. 13. São José dos Campos: INPE, p. 4365-4372.

- Corrêa, R.S. & Cardoso, E. S. 1998. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. Corrêa, R. S. & Melo filho, B. (Orgs.). Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado. Paralelo 15, Brasília-DF. p.101-116.
- Crepani, E., Medeiros, J S., Palmeira, A. F. & Silva, E. F. 2007. Banco de dados geográficos de parte do Núcleo de Desertificação de Gilbués; (municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí). São José dos Campos: INPE. 254 p. IBGE. 2010. Produção Agrícola Municipal, v. 37. Disponível em www.ibge.br/home/estatistica/economia/pam/2010/PAM2010_Publicacao_completa.pdf - acessado em 31/10/2012.
- Cunha, T. J., Sá, I.B., Oliveira Neto, M.B., Taura, T.A., Arújo Filho, J. C., Giongo, V., Silva, M. S. L. & Drumond, M. A. 2011. Uso Atual e Quantificação de Áreas Degradadas na Margem Direita do Rio São Francisco no Município de Curaçá-BA. Recife, UFPE. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 4(6):1197-1212.
- GRUPO DE PESQUISA EM RECURSOS HÍDRICOS (GPRH). 2013. Dimensionamento de sistemas de drenagem e bacias de acumulação em estradas não pavimentadas. Disponível em: <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>. Acessado em: 06 dez. 2013.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Eletrônica (SIDRA). 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2010.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Eletrônica (SIDRA). 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acessado em: 06/01/2014.
- Landau, E. C., Sans, L. M. A. & Santana, D. P. Clima e Solo. Cruz, J. C. (Ed.) Cultivo do milho: sistema de produção, 1. (Versão eletrônica) Sete Lagoas, EMBRAPA, 6ª edição, Set./2010. Disponível em www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho – acessado em 28/09/2012.
- Lima, M. G. & Salviano, A. A. C. 2011. Recuperação de áreas degradadas no Estado do Piauí. Recife, UFPE. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 4(6):1254-1265
- Melo, A. C. G., Durigan, G. & Kawabata, M. 2004. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em áreas de cerrado, Assis-SP. Boas, O. V., Durigan, G. (Eds.) Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão. p. 316- 324.
- Neves, E. J. M. & Carpanezzi, A. A. 2008. O Cultivo do Nim para produção de frutos no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas. Circular Técnica, 168:1-8.
- Rodrigues, R. R. & Leitão Filho, H. F. 2000. Matas Ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/FAPESP, p. 91-99.
- Sales, M C. 2003. Degradação ambiental em Gilbués. Piauí. *Revista de Geografia da Universidade Federal do Ceará*. 2:115-124.
- Salviano, A. A. C., Moraes, A. M., Ibiapina, T. V. & Araújo, S. 2008. Mapeamento da área degradada da Microbacia do Riacho Sucuruiú em Gilbués-PI. *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*, 17. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Salviano, A. A. C., Lima, M G., Nunes, L. A. P. L. & Melo, L. F. S. 2010. Levantamento

- dos principais estudos sobre a desertificação no Piauí. Lima, M. G. & Fernandes, R. J. A. R. (Orgs.). Combate à desertificação no Piauí: microbacia do Riacho Sucuriú “Vaqueta Gavião” em Gilbués/PI. Teresina: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, p. 23-38.
- Sampaio, J. C. & Pinto, J. R. R. 2007. Critérios para avaliação do desempenho de espécies nativas lenhosas em plantios de restauração no cerrado. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5:504-506.
- Santana, F. F., Salviano, A. A. C., Lima M. G., Melo, L. F. S. & Oliveira, S. R. M. 2013. Revegetação de áreas degradadas com espécies nativas e adaptadas no Núcleo de Desertificação de Gilbués Piauí. Conferência Científica da Iniciativa Latinoamerica e Caribenha de Ciência e Tecnologia para a Implementação da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação – ILACCT (1:2013: Sobral, CE Brasil). 164 p.
- Sangoi, L., Schmitt, A., Vieira, J., Picoli Jr, G. J., Souza, C. A., Casa, R. T., Schenatto, D. E., Giordani, W., Boniatti, C. M., Machado, G. C. & Horn, D. 2012. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, MG, 11(3):268-277.
- Soares, C. F., Moura, J. M. & Bilio, R. S. 2012. Proposta de recuperação de uma área degradada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso campus Cuiabá– Bela Vista. *Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, 3. Goiânia-GO. IBEAS. 12p.
- Soriano, A. J. S. 2006. Estrada-parque: proposta para uma definição. Rio Claro (SP). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 193 p. Tese de Doutorado.
- Viana, M. B. 2004. O eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br>>. Acessado em: 31/03/2014.

FIGURAS



Figura 1. localização do município de Gilbués/PI, Brasil

Fonte: adaptado de IBGE (2010)



Figura 2. Seccionamento de voçorocas com a construção de pequenas barragens



Figura 3. Terraços de base estreita em área de um produtor rural de Gilbués/PI.

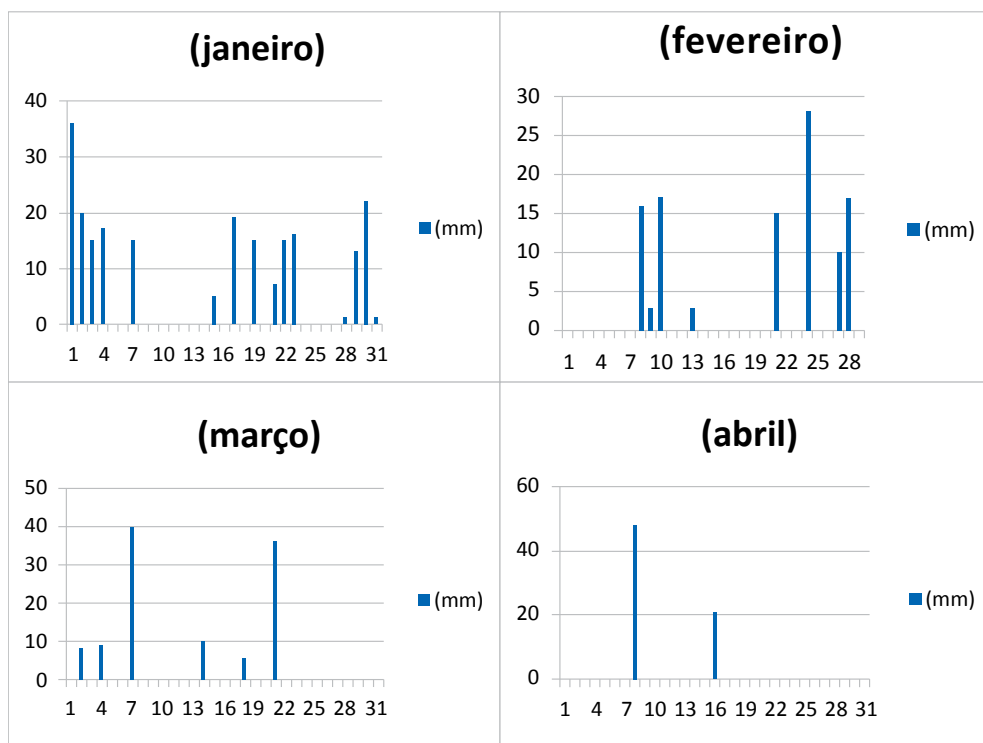


Figura 4. Índice pluviométrico em Gilbués (PI) no período de janeiro a abril de 2012.



Figura 5. Aspectos gerais da estrada: bacias laterais de captação



Figura 6. Aspectos gerais da estrada: passagem molhada construída no Riacho Sucuriú que serpenteia a “estrada ecológica”.



Figura 7. Viveiro construído no NUPERADE



Figura 8. Detalhe da Horta do NUPERADE

QUADROS

Quadro 1. Taxa de sobrevivência das espécies utilizadas no plantio para a recuperação do ambiente degradado. Gilbués, PI, 2012.

Espécie	Nome comum	Mudas Avaliadas	Nº de plantas	Taxa de Sobrevivência (%)
<i>Spondias morbin L.</i>	Cajá	47	36	76,6
		24	6	25.0
<i>Anacardium occidentale L.</i>	Caju			
<i>Azadirachta indica</i>	Nim	66	60	91.0
<i>Caesalpiniaefolia Benth</i>	Sabiá	32	24	75.0
<i>Malphigia glabra L.</i>	Acerola	122	47	38.5
<i>Eucalyptus spp.</i>	Eucalipto	301	204	68.0
<i>Tabebuia heptaphyla</i>	Ypê rosa	31	31	100.0
<i>Tamarindus indica, L.</i>	Tamarindo	18	6	33.3
Total		641	414	64.6

Quadro 2. Incremento em altura das espécies utilizadas para a recuperação do ambiente degradado, após seis meses do plantio. Gilbués, PI, 2012.

Espécie	Nome comum	Altura média (cm)		Incremento (cm)
		Plantio	6º mês/desvio padrão	
<i>Spondias morbin L.</i>	Cajá	20	47.5 ± 23.4	27.5
		20	39.5 ± 18.1	19.5
<i>Anacardium occidentale L.</i>	Caju			
<i>Azadirachta indica</i>	Nim	40	74.6 ± 35.1	34.6
		12	72.1 ± 48.3	60.1
<i>Caesalpiniaefolia Benth</i>	Sabiá			
<i>Malphigia glabra L.</i>	Acerola	17	22.3 ± 11.7	5.3
<i>Eucalyptus spp.</i>	Eucalipto	20	45.0 ± 24	25
<i>Tabebuia heptaphyla</i>	Ypê rosa	50	81.0 ± 31	31
<i>Tamarindus indica, L.</i>	Tamarindo	15	27.8 ± 9.2	12.80

Quadro 3. Rendimento de grãos da cultura do milho em solos aluvião (baixão), solos de textura arenosa e solos de malhada, Gilbués, PI.

Tipo de ambiente	Rendimento médio (kg/ha)
Aluvião (baixão)	4 937.90a
Arenosa	4 875.00a
Malhada	3 696.70b
CV (%)	11.21

Médias, seguidas com a mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste SNK ($P>0.05$).

Artículo original

Tecnologías tradicionales de uso del agua en tierras secas de Mendoza (Argentina)

GABRIELA CLAUDIA PASTOR* y LAURA MARÍA TORRES

CONICET Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA) CCT Mendoza Av. Ruiz Leal
s/n. Parque Gral. San Martín 5500 Mendoza – Argentina

Universidad de Mendoza, Argentina.

Autor para Correspondencia. E-mail: gpastor@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido: 10 de Diciembre 2013

Aceptado: 18 de Febrero 2014

RESUMEN

Las tecnologías tradicionales constituyen un sistema patrimonial que no sólo integra objetos sino también sujetos y elementos del ambiente. En tierras secas las tecnologías de uso del agua conjugan saberes que también dan cuenta de procesos y articulaciones sociales con las que mitigar las restricciones que la escasez de recursos y sus disputas provocan en las posibilidades de reproducción social de los grupos locales. Para hacer frente a los procesos de desertificación que afectan a las tierras secas, la Convención de las Naciones Unidas de Combate a la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía promueve el fomento y utilización de tecnologías locales. Este trabajo aborda la problemática de los conocimientos tradicionales en territorios sujetos a procesos de desertificación, a partir de la elaboración de un inventario de pozos jagüel del noreste de Mendoza. Con el relevamiento de aproximadamente el 90% de los pozos jagüeles aun en pie y de entrevistas realizadas a los usuarios de estos dispositivos, se caracterizan dos tipologías y los servicios que prestan a la reproducción social en estos contextos. Finalmente se plantean nuevos interrogantes respecto de la capacidad de resiliencia de estos sistemas patrimoniales en las estrategias de conservación de los recursos.

Palabras Clave: Inventario, conocimientos y tecnologías tradicionales, agua, pozos jagüel, patrimonio, Mendoza.

ABSTRACT

Traditional technologies constitute a heritage system that integrates not only objects but also subjects and environmental resources. In drylands, the water resource is first in order of importance in terms of social reproduction, with a heap of pressures and quarrels arising around it. Water-use technologies in drylands integrate knowledge that gives an account of

processes, resources and social articulations with which to mitigate restrictions from resource shortage and the conflicts these provoke around the possibilities of social reproduction of local groups. To deal with desertification processes, the United Nations Convention to Combat Desertification and Mitigate Drought Effects encourages the promotion and use of local traditional technologies, knowledge, experiences and practices. The issue of traditional knowledge in territories under desertification processes is addressed from building up an inventory of “jagüel” wells in the northeast of Mendoza (Argentina). Based on an inventory of approximately 90% of “jagüel” wells still in use and the interviews conducted with users of these devices, we present the two types of jagüeles wells and the services they provide to social reproduction. Finally, new questions are raised about the resilience capacity and use/non-use of these heritage systems in resource conservation strategies.

Key words: Inventory, traditional knowledge and technologies, water, “jagüel” wells, heritage, Mendoza.

INTRODUCCIÓN

Una de las acciones que la Convención de las Naciones Unidas de Combate a la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía promueve, para hacer frente a los procesos de degradación, radica en fomentar la utilización de las tecnologías, los conocimientos, experiencias y prácticas tradicionales locales (UNEP, 1994). En este marco, los especialistas en desertificación acuerdan en destacar la importancia de comprender las tecnologías y saberes en el contexto social, económico y cultural en el que han sido gestados, para desde allí interpretarlos, no como tecnologías simples o de bajo costo sino como un modo de relación entre el ambiente, la producción y la cultura que da cuenta de las condiciones históricas en las que se desenvuelven las poblaciones locales (UNCCD, 2005).

Los conocimientos y tecnologías resultan prácticas que se inscriben en modos tradicionales y a la vez modernos. Además, constituyen un patrimonio cultural que, en la medida que se asumen como señas que identifican poblaciones y territorios en sus paisajes, señalan una renovada dimensión de este recurso asociado a la lucha contra la desertificación.

Los estudios del patrimonio en general, han estado guiados por una mirada objetual de sus componentes. Particularmente en el caso de Mendoza, la literatura científica se ha centrado en aspectos históricos de los elementos característicos del sistema de regadío y su incidencia, tanto en la conformación urbana como en las representaciones sociales (Ponte, 2008), en las edificaciones singulares de la arquitectura urbana y rural del oasis norte de Mendoza y en el patrimonio consagrado ya sea por la historia o la arquitectura misma. Consecuentemente con estas aportaciones, los bienes reconocidos por las agencias gubernamentales que tendrían competencias sobre el patrimonio, en especial los sectores de ambiente, cultura, además de las de ordenamiento territorial, convienen en reconocer como tales a aquellos elementos que cobran sentido en el marco de la centralidad de la cultura urbana. Las denominadas *tecnologías tradicionales* quedan por tanto fuera de las categorías que actualmente constituyen el patrimonio. Es por ello que la consideración de estas tecnologías como objeto de conocimiento obedece no sólo a señalar algún valor de singularidad, en el modo en que se despliegan en el espacio sino que, además, a reconocer el valor de un conjunto de testimonios materiales y

simbólicos asociados que da cuenta de la capacidad de resiliencia territorial.

Comprender las tecnologías y saberes locales como sistemas de patrimonio territorial dentro de una concepción operativa del patrimonio aporta una visión holística de elementos distinguidos que, desde su valor topológico, potencia el territorio como sentido del patrimonio (Montaña *et al.*, 2010). Quizá puedan parecer obvias, pero dado lo escaso de su consideración en las políticas que actualmente se están llevando a cabo en los ámbitos territoriales mencionados, cabe señalar una vez más que las intervenciones en el patrimonio natural o cultural, tangible o intangible, no pueden mantenerse apartadas de las discusiones más generales relacionadas a la justicia ambiental y social.

Si en Mendoza el agua constituye un recurso estratégico y ha sido el riego el que ha guiado la ordenación del territorio (Montaña *et al.*, 2005), concentrando en los oasis irrigados, capital, recursos, políticas y actores aún a costa de una huella ecológica tremendamente alta; en las tierras secas no irrigadas es además el pivote sobre el que se asienta la reproducción social. Al interior de un espacio con precipitaciones que permiten ubicarlo dentro de las características climáticas hiperáridas, carentes de cursos de agua superficial continuos, aguas subterráneas contaminadas y actividades productivas que dependen del agua y las pasturas, resulta comprensible que los “puestos” compendien un sinnúmero de saberes asociados a los condicionantes de contexto, que se sintetizan en dispositivos tecnológicos que facilitan el acceso al agua disponible (subterránea).

Entonces, en el escenario que plantean no sólo las condicionantes ambientales propias de las tierras secas sino de los procesos de desertificación a las que están sometidas, las denominadas “tecnologías tradicionales” ocupan un lugar decisivo en las estrategias de ocupación del suelo y construcción del hábitat (Laureano, 2007). Aquí, los pequeños productores despliegan sus saberes a través de un conjunto de estrategias y dispositivos tecnológicos destinados a la captación, almacenamiento, distribución del agua y eliminación de las ya servidas, que son referentes materiales de un patrimonio que expresa la cultura territorial de las tierras secas. Son los pozos manga, los pozos balde con los que se accede al agua subterránea; dispositivos como canaletas colectoras, tanques y ramblones utilizados para colectar el agua de lluvia y las represas con las que se acumula el agua superficial (Pastor, 2005; Torres & Pastor, 2010) a los que se suman los pozos jagüel.

Según Carrión (1981) el vocablo jagüel es un término de origen antillano cuyo uso se difundió en Bolivia, Perú, Chile y Argentina. En Perú y Argentina aún perdura el uso del término, en virtud de que “la frontera del tecnicismo protegió localmente esta forma arcaica” (Carrión, 1981:63). Lo cierto es que la expresión perdura porque aún posee testimonios materiales vivos que hablan de su vigencia en la satisfacción de las necesidades vitales a las que está orientado. Efectivamente, estos pozos permiten el abrevado del ganado, movilizan redes de reciprocidad y compendian técnicas y saberes locales vinculados a las cambiantes condicionantes no solo ambientales sino de las decisiones que inciden en ese contexto ambiental y por tanto, en la disponibilidad o no de recursos. Así, las tecnologías de acceso y uso del agua, se integran a los “puestos”, lo mismo que las viviendas y corrales, porque tanto como éstos, resultan centrales a los fines de la (re)producción y habitación (Pastor, 2005; Torres & Pastor, 2010).

Los pozos jagüel, también llamados “aguadas”, hasta el momento no han sido objeto de

estudios en profundidad, ni en su dimensión técnica, tampoco en la social y simbólica y si bien al igual que los otros dispositivos mencionados permiten la captación del agua, resulta esperable que jueguen un rol central en términos de reproducción social. En este sentido, se podría aventurar que los jagüeles estarían actuando a favor de una demarcación territorial, proveyendo las imágenes que revelan la estructuración profunda de estos territorios y las relaciones de poder que subyacen a su conformación (Raffestin, 1980). En otras palabras, estos dispositivos para el acceso al agua estarían coadyuvando en la definición de territorios alternos y plurales, que articulan redes sobre las que se asientan procesos de (re)producción social constructores de paisaje y significantes del patrimonio cultural (Raffestin, 1980). El uso sostenido por más de 120 años de algunos de ellos, su difusión en un área perfectamente demarcada junto a la innovación en el uso de algunos materiales y la sistematización de las técnicas constructivas, señalan la renovada vigencia y permanencia de este tipo de pozos, descartando cualquier actitud romántica respecto de un pasado ancestral o cercano.

En este marco, el presente trabajo aborda la problemática de los conocimientos tradicionales en territorios sujetos a procesos de desertificación, a partir del estudio de las tecnologías de acceso al agua, a través de las cuales los productores caprinos de las tierras secas no irrigadas del norte de Mendoza estructuran sus estrategias de acceso al agua. A partir de una primera tipificación realizada según las características del acuífero al que acceden, se analiza el conjunto de pozos jagüel del noreste provincial en relación a los factores que inciden en su localización, propiedad y uso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Dentro de las tierras secas no irrigadas de Mendoza, se ha trabajado en el departamento de Lavalle, en el límite entre las provincias de San Juan y San Luis. Se trata de una vasta llanura árida, de 10,007 km² de extensión, con precipitaciones promedio del orden de los 100 mm anuales, afectada por procesos críticos de desertificación (Abraham *et al.*, 2013). La población alcanza a 3,213 habitantes (INDEC, 2001) con una densidad poblacional de 0.3% hab /km² (Torres *et al.*, 2003), distribuidos en pequeños poblados ubicados sobre las márgenes de los ríos Mendoza y Desaguadero o sobre los bordes de las lagunas que éstos ocasionalmente alimentan. Lagunas de Guanacache, Arroyito, El puerto, Lagunita, son algunos de estos poblados cuya toponimia recuerda la presencia del agua en estos paisajes. Son asentamientos que agrupan no más de 40 viviendas aproximadamente y pequeños centros de servicios básicos y mínimos para extensas áreas rurales. Alejados de estos poblados y cursos de agua superficial, un centenar de unidades de producción se dispersan en el interior del territorio, en general en correspondencia con los paleocauces que fue tatuando el río Mendoza en el desplazamiento que siguió su cauce entre los siglos XVII y XVIII (Abraham, 1989). También se presentan pequeños caseríos en los que pueden o no existir lazos de parentesco o uso compartido de infraestructuras, aunque sí de los recursos comunes, como tierra, agua y pasturas. En cualquier caso se trata de unidades cuya autonomía y autosuficiencia se encuentra en permanente amenaza por la variabilidad en la disponibilidad de agua superficial, de lluvia o subterránea para consumo humano, animal y por ende, del desarrollo de pasturas naturales.

La economía de la zona es de tipo pastoril sedentaria y se desarrolla bajo la categoría nativa de “puesteros” que puede ser entendida por analogía a la noción de criancero (Bendini *et al.*, 2005), porque como ésta, denota a un amplio conjunto de productores familiares dedicados en este caso, a la cría de caprinos. Nori *et al.* (2008) afirma que los sistemas de producción pastoril buscan lograr un balance óptimo en la ecuación que conjuga pasturas, ganado y personas en condiciones ambientales de cambio e incertidumbre que, en general, se desarrollan en áreas con recursos escasos y condiciones climáticas extremas, que limitan las posibilidades para el desarrollo de usos de la tierra y sistemas de producción alternativos.

En el departamento de Lavalle, las existencias de ganado caprino alcanzan las 134,115 cabezas (CNA, 2008) y en la zona no irrigada se disponen en rodeos medios de 110 cabezas por puesto aprox. (Torres, 2010) que se alimentan del monte nativo. Los ingresos de las unidades domésticas se nutren de la venta de cabritos lactantes (invierno y verano) y de guano (otoño-invierno). A estas actividades se suman la producción de miel, artesanías y en algunas zonas, la recolección de junquillo. Se registran además, débiles inserciones en el mercado turístico y en actividades extra-prediales, vinculadas a los sectores productivos más dinámicos de la economía provincial. En algunos casos los productos obtenidos se destinan al mercado extra-local de donde se derivan ingresos en dinero y en otros casos, se repliegan sobre el ámbito doméstico y aseguran el autoconsumo de los grupos domésticos. Finalmente el escenario se completa por una nutrida presencia de subsidios directos a la pobreza.

Metodología

El extenso trabajo de campo realizado entre los años 2010 y 2012 ha permitido inventariar 17 jagüeles. Si bien no se descarta la posibilidad de que puedan detectarse algunos más en funcionamiento, se considera que se ha arribado a un número muy cercano al total existente. De ellos, 15 se hallan en funcionamiento, los 2 restantes prácticamente se han borrado como consecuencia del desmoronamiento de las contenciones laterales. Se realizaron relevamientos físicos (dimensiones, materiales empleados en su construcción, procedencia, características del emplazamiento y relación con otras construcciones) y fotográficos, tanto de los dispositivos mismos como de las unidades de producción, habitación que los cobijan. A través de la metodología cualitativa y del uso intensivo de entrevistas en profundidad no directivas, no estructuradas, no estandarizadas y abiertas (Taylor & Bogdan, 1986) y observación participante en los 15 grupos familiares, se indagó en los usos y valoraciones, presentes y pasadas, que las unidades de producción les asignan.

Complementariamente y a los efectos de espacializar los datos obtenidos en el marco del relevamiento físico se ha recurrido al SIGDeser, Sistema de Información Geográfico disponible en el Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA).

RESULTADOS

Los pozos jagüel: aportes para su identificación, inventario y catalogación

Los pozos jagüel presentan una localización excéntrica respecto de las áreas cubiertas por las infraestructuras de servicios territoriales. Su presencia expresa la existencia de agua subterránea y constituyen un tipo de perforación cuya característica diferencial radica en que no se hallan

destinados a extraer agua para llevarla a la superficie, sino que por el contrario, han sido concebidos para acceder y hacer uso del agua subterránea, allí en donde ésta se encuentra almacenada naturalmente.

Por su ubicación respecto de los cauces superficiales y tipo de agua a los que estos pozos permiten acceder, se pueden reconocer al menos dos tipologías: los jagüeles de paleocauce y los jagüeles de cauce.

Los jagüeles de paleocauce

Son los que se encuentran ubicados sobre los antiguos cauces del río Mendoza, bastante alejados de los que esporádicamente recorre el río en la actualidad y en una relación directa y estrecha con los puestos a los que sirven (Figura 2 y Figura 3). Los Jagüeles inventariados se localizan en el centro de las tierras no irrigadas del departamento y si bien entre ellos presentan cierta proximidad, la accesibilidad es muy dificultosa. En general su emplazamiento se realiza allí donde la tierra es más arenosa, poco compacta y se combina con arcillas que logran retener el agua a escasa profundidad. El agua a la que acceden corresponde a la napa freática que en estos casos se encuentra a una profundidad que oscila entre 6 y 10 m.

Los pozos jagüel se presentan como una cicatriz del paisaje. El inventario permite reconocer algunas variantes e invariantes en su forma y disposición constructiva según la antigüedad de la construcción. Los de mayor antigüedad se hallan constituidos por una rampa de moderada pendiente realizada a pico y pala cuyo ancho oscila entre los 2.5 m y los 7 m de ancho y aproximadamente 25 a 30 m de largo que perfora el suelo hasta llegar a la napa. Las contenciones laterales que acompañan a todo el desarrollo se hallan realizadas con una estructura de palo a pique dispuesta a ritmo conveniente para soportar los esfuerzos de contención. Los espacios intermedios entre esos palos están rellenos por varas de jarilla y retamo; también colabora en la consolidación de estos terraplenes la revegetación espontánea.

El recorrido de esta rampa en algunos casos posee tramos curvos que aligeran la pendiente y permiten controlar la velocidad de ingreso/egreso del ganado y el efecto del pisoteo en las adyacencias del ojo de agua. En la zona de acceso a la rampa se ubican los corrales que en número variable oficia de esclusa/fuelle con el que efectuar el manejo del acceso al recurso por parte del ganado propio y ajeno al puesto.

Los jagüeles de más reciente construcción sustituyen estas varas de madera que brinda el entorno cercano por chapas de cinc. Este cambio de materialidad se observa asociado a la posibilidad de efectuar con máquinas excavadoras la construcción de la rampa. Se trata de cambios tecnológicos recientes en un dispositivo que se ha mantenido estable en su constitución y conformación durante más de un siglo. Este cambio en la materialidad y técnica constructiva trae aparejado un cambio morfológico como es la rectificación y regularización del trazado y dimensiones y un cambio en las relaciones sociales inscriptas en las particularidades del trabajo en el jagüel y con las condiciones de mercado para los nuevos materiales.

Los jagüeles de cauce

Éstos se encuentran contruidos sobre los cauces eventuales de aguas superficiales y dan acceso al agua del subálveo, que se encuentra a escasa profundidad, aproximadamente 1.5 m. El

emplazamiento de estos pozos es excéntrico respecto de los puestos a los que sirve y a diferencia de los anteriores, se localizan sobre tierras que no constituyen el ámbito espacial privado del puesto (Figuras 3 y 4).

Si bien poseen características comunes respecto de los jagüeles de paleocauce, éstos son menos complejos y su envergadura es menor, no solo por el pozo en sí sino porque carecen de los elementos complementarios que caracterizan a los primeros. Los jagüeles de cauce son una excavación poco profunda sobre las áreas laterales del lecho del cauce temporario. El perímetro de esta excavación se presenta arrampado y facilita el acceso al ojo de agua pero desde todo su perímetro. Al igual que los jagüeles de paleocauce, se encuentran cercados, algunos rodeando el espejo de agua, otros, controlando una porción de terreno mayor. Su emplazamiento si bien es cercano a las instalaciones de habitación del puesto, en este caso no forma parte del ámbito privado del mismo, aunque el uso sí lo sea.

Ambos tipos de jagüel impactan en el paisaje, alcanzando unos y otros diferentes grados de visibilización derivados de la envergadura y complejidad del dispositivo. Si bien estos pozos son elementos de gran tamaño, la proximidad o lejanía a la superficie de las napas determinan el volumen de movimiento de suelos a realizar para su construcción. Es así que un jagüel de paleocauce requiere la extracción de aproximadamente 280 m³ de terreno a pico y pala con la eventual ayuda de un caballo y un rastrón, equivalente a la carga de 46 camiones, y uno de cauce, apenas el 20% de ese volumen. Del mismo modo, el mantenimiento de uno y otro tipo también es diferente. En los jagüeles de cauce los trabajos de limpieza y desobstrucción son más esporádicos. Las cíclicas inundaciones por las escorrentías del agua superficial demandan un trabajo puntual y profundo en estas ocasiones, ya que este tipo de eventos “borra” el jagüel. Es en estos momentos en los que se requiere un esfuerzo importante para su restauración. Por su parte los jagüeles de paleocauce requieren de un trabajo permanente de limpieza y acondicionamiento que permita mantener activo el servicio (Figura 4 y Figura 5).

En 14 casos, los jagüeles han sido construidos por parientes de los actuales usuarios, en su gran mayoría a fines del siglo XIX y principios del XX. Junto con las capillas de San José, de Lagunas del Rosario de Guanacache y unas pocas edificaciones de unos pocos puestos, se trataría de las construcciones más antiguas que perviven no solo en la zona sino en la provincia de Mendoza. En los 3 casos restantes, las construcciones son más nuevas (40 años la más antigua, siete y cinco años las otras) y en un caso, se sirve no solo de materiales convencionales (“más modernos”) en combinación con los tradicionales algarrobo y jarilla. Sólo en tres casos, la tradicional tracción a sangre se ha acompañado de maquinaria mecánica para facilitar las tareas de construcción o reconstrucción de los pozos.

Los pozos jagüel pueden ser categorizados como tecnologías locales en la medida en que amalgaman una materialidad definida, procesos de organización social que hacen posible el trabajo y saberes, tanto referidos a su articulación con el proceso de producción como a su uso, mantenimiento y (re)creación, en total relación con las particularidades ambientales características del área. Y aquí se presenta la variable de la regulación, tanto de la propiedad como del uso del jagüel, independientemente de la tipología que el dispositivo adopte. Un jagüel cuyo puesto se haya extinguido pasa a ser propiedad de la comunidad y por tanto, quien establece las reglas de uso. En este caso, se acuerda que debe mediar una distancia de

500m entre el jagüel y las demás instalaciones del puesto. Esta restricción estaría diferenciando claramente los ámbitos de tutela y uso, privado y comunitario, de la tierra. Teniendo en cuenta que los problemas reconocidos como más importantes por las comunidades locales son la propiedad de la tierra, indivisa y comunitaria, y acceso y control del agua superficial del río Mendoza, que en la legislación vigente es inherente a la tierra, la distinción en el uso y tutela de la porción de tierra que ocupa el jagüel y de allí el acceso al agua por un lado y, la proximidad de la porción de tierra de uso privado por otro, estarían señalando los matices con que esa propiedad indivisa y comunitaria se lleva a la práctica y que los jagüeles ponen en tensión.

Los pozos y sus usuarios

Conforme a las entrevistas realizadas en campo, los pozos jagüel forman parte de las herencias que los padres otorgan a sus hijos y que permiten la reproducción social de estas economías campesinas. Junto a las viviendas, a los corrales y animales, los pozos jagüel constituyen dispositivos altamente valorados, que disminuyen los riesgos de las unidades de producción de quedar privados del recurso agua.

Tanto en la fase de construcción como para viabilizar el arduo mantenimiento que demandan, las tareas se ven facilitadas por las relaciones de reciprocidad que se tejen alrededor de las familias y entre vecinos. Dado que su construcción demanda un uso intensivo de fuerza de trabajo, en ella participan los miembros adultos varones, y a veces algunas mujeres, no sólo de la unidad que se propone desarrollar la aguada, sino también los aportes eventuales de trabajo que facilitan los vecinos más cercanos, tanto física como socialmente. Además de encadenarse “ayudas” que serán devueltas cuando otras familias atraviesen necesidades semejantes, se abre un espacio compartido que permite devolver el favor en forma de agua, situación que de manera previsible se producirá cuando las unidades de producción privadas de jagüel, afronten períodos de restricción extraordinaria que pongan en riesgo su propia reproducción social. Explicado en términos cuantitativos, para abrir al uso un pozo jagüel de modestas dimensiones se requiere el trabajo continuo durante aproximadamente 15 días de dos adultos varones acompañados de caballos y “rastrones”. El mantenimiento no resulta menos difícil que su puesta en funcionamiento. Las ocasionales pero a veces torrenciales lluvias que bañan la zona, a las que se suma el pisoteo continuo que producen los animales sobre terrenos blandos y arenosos, determina la necesidad de despejar el ojo de agua de forma continua, proceso que también necesita de hombres, rastrones, caballos y que a veces, en ausencia de animales mayores, se sirve de recipientes menores (en general baldes de 5/7 kg de capacidad) que facilitan la tarea. Sobre la base de un rodeo de 300 cabezas de ganado menor, cuando menos dos hombres una vez por semana y en jornadas de trabajo continuas, deben abocarse a esta tarea, hecho que se traduce en una dedicación de horas hombre equivalente a 64 horas/mes. Con la ayuda de un rastrón es probable que el tiempo y dedicación disminuyan a una vez por semana y un hombre en una jornada completa, es decir, a 32 horas hombre/mes. En caso de que los daños ocasionados por lluvias torrenciales produzcan la caída y desplazamiento del suelo, que amenacen con “borrar” la presencia del ojo de agua, nuevamente los tiempos y dedicaciones se intensifican alcanzando jornadas completas de trabajo de un mínimo de dos hombres a lo largo de una semana (80 horas/hombre). Solo excepcionalmente y cuando la

posición social de los actores lo permite, se ha detectado la contratación de medios mecánicos, alquiler de pala mecánica, para la construcción de un nuevo jagüel.

En todos los casos analizados, el acceso al agua mediante el jagüel resulta fundamental para el desarrollo de la actividad económica y su construcción aparece asociada a la madurez de la explotación. En 15 casos, se trata de unidades en período de crecimiento o consolidadas, e incluso algunas surcan una etapa de pérdida de miembros. Finalmente, en los jagüeles activos relevados donde se obtuvieron datos de existencias ganaderas (nueve) se observa que las explotaciones superan la media de 110 cabezas caprinas relevadas en unidades sin jagüel. En estos casos, la media se amplía a 284 cabezas de ganado caprino, a las que se suman existencias de ganado ovino y equino, además de otras cabezas caprinas que los productores reciben de sus vecinos, especialmente de quienes los ayudaron en las etapas de apertura y/o mantenimiento, que pueden acceder al ojo de agua ante un recrudescimiento de las restricciones.

DISCUSIÓN

Los datos que se han presentado se orientan a señalar que las tecnologías indagadas, en este caso los pozos jagüel, son centrales para la reproducción de las unidades domésticas. Si bien resultan altamente demandantes de aportes constantes de fuerza de trabajo, tanto en las fases iniciales de apertura como en las de funcionamiento por las tareas de mantenimiento que requieren, aseguran dotaciones de agua al ganado y, por esta vía, funcionan como pivote de la reproducción social de los grupos domésticos. De acuerdo con Narotzky (2004) las tecnologías combinan recursos, seres humanos, conocimientos e instrumentos de trabajo y por hallarse articuladas a los procesos de diferenciación social, condicionan el acceso de los diferentes grupos a los dispositivos que facilitan la transformación de los recursos naturales en productos de consumo o de intercambio.

A diferencia de otros sistemas de acceso al agua (pozos balde, pozos manga y ramblones), las aguadas brindan una autonomía relativa a los productores, por cuanto les permiten mantener cierta independencia de las exiguas precipitaciones y de los cursos de agua superficiales que han quedado comprometidos en las partes más altas de la cuenca y porque además, les permiten administrar la fuerza de trabajo disponible a nivel de la unidad de producción. Contrario a lo que ocurre con los pozos balde, por ejemplo, las aguadas no demandan una dedicación diaria a la extracción del recurso, de manera que no solo liberan fuerza de trabajo para otras actividades productivas sino que además permiten que los ocupantes de la unidad mantengan radicaciones alejadas de sus cercanías. Dicho de otro modo, los jagüeles suministran el recurso aunque sus ocupantes se alejen, les permiten organizar la fuerza de trabajo disponible a nivel de la unidad de producción o incluso convocarla en caso de necesidad, sirviéndose para ello de los lazos previos tejidos con los parientes y vecinos. Complementariamente, estas ayudas en trabajo revierten luego en devoluciones de ayuda, bajo la forma de agua y pasturas, situaciones que, enlazadas unas a otras, actúan a favor de reducir las vulnerabilidades en un grupo de unidades de producción más amplio, todas ellas constreñidas por análogas limitaciones de contexto. Dado el papel central que desempeñan, las aguadas o pozos jagüel conforman un sistema de patrimonio territorial claramente identificado como bien común. Pertenecen a un espacio en el que se encuentran bienes diacrónicos, representativos de la evolución en la

construcción del territorio y la cultura del lugar (Fernández, 2007); es decir, comparten una base territorial que da cuentas del espacio *usado* (Santos, 1994) en el complejo marco del sistema de relaciones entre lo local y extralocal o tierras no irrigadas e irrigadas. Dicho sistema territorial puede ser comprendido a escala doméstica, como soporte de la reproducción social y a escala territorial como un sistema de marcas que singularizan el espacio. Santos (1999) afirma que “los objetos no tienen realidad filosófica y no permiten el conocimiento si los vemos separados de los sistemas de acciones. Los sistemas de acciones tampoco permiten el conocimiento sin los sistemas de objetos” (Santos, 1999:51). El sistema de pozos jagüel reafirma lo apuntado por Santos y demuestra una vez más la necesidad de comprender el territorio y su problemática desde las perspectivas multiescales que permitan abordar sus dimensiones tangibles e intangibles. A la vez, dada la riqueza de las relaciones sociales, saberes y valores, productivos, de trabajo, técnicos y estéticos, entre otros, que concentran, a los que se agrega su persistencia frente a los cambios, se puede argumentar que los pozos jagüel en los términos en que aquí han sido analizados e interpretados, constituyen represas de resiliencia frente a las transformaciones asociadas a los procesos de desertificación.

Quizá la adscripción a la categoría de tradicional de estas tecnologías podría inducir a asociaciones simplistas y análisis unidimensionales en las que la idea de estabilidad pareciera subyacer como supuesto. La adjetivación tradicional enmascara tras la inmutabilidad de prácticas y marcas en el territorio, las complejas historias de pujas y luchas por el control de ese mismo territorio y sus recursos en pos de la reproducción social del campesinado. Lejos de ser pensadas como *relictos de atraso* o *saberes erróneos*, constituyen por el contrario, sistemas tecnológicos que combinan recursos, personas, conocimientos y trabajo, y que a estos grupos les permiten dialogar con las incertidumbres, en condiciones de asimetría respecto de los centros de toma de decisiones.

CONCLUSIONES

Las tecnologías que facilitan la captación y almacenamiento del agua y muy particularmente los pozos jagüel no constituyen tecnologías tradicionales valiosas por el exotismo que aportan, sino sistemas tecnológicos vivos en permanente proceso de cambio, constructores de territorio e indisolublemente atadas a la reproducción social. Además, considerando la tendencia a la disminución de la fuerza de trabajo disponible por puesto y la necesidad de agua que se mantiene constante, la conservación, reuso e innovación no sólo actualiza la vigencia de los pozos jagüel y la tecnología para la obtención del agua a ellos asociada, sino también las condiciones de sostenibilidad del dispositivo tecnológico atadas a las capacidades de reproducción social. Los jagüeles entonces, también pueden ser entendidos como las improntas de las resistencias que se expresan en un paisaje que adquiere características de traumático y que por tanto, requiere ser gestionado. Así, los intereses de conservación tanto del patrimonio cultural como del natural deberían en primer lugar reconocer estos sistemas patrimoniales como tales y deberían repensar las categorías de bienes y sistemas que compendian algunos de los saberes que tanto la UNCCD como la UICN, consideran deben ser protegidos. Es que, a diferencia de la protección de la naturaleza tradicionalmente asociada al “no uso” de los recursos naturales, se está en este caso, frente a tecnologías y saberes que quizá deban protegerse por el camino inverso, es decir, a través de su uso y mantenimiento activo.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan su agradecimiento a los evaluadores anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, E. 1989. Paleocauces y posibles conexiones entre los ríos Mendoza y Tunuyán, por filtrado bidimensional de imágenes LANDSAT en Menenti, M. (Ed.) *Mecanismos de aprovechamiento hídrico en la región andina*. ICW – INCYTH p.283-299.
- Abraham, E., C. Rubio, M. Salomón & D. Soria. 2013. Desertificación: un problema ambiental complejo de las tierras secas. En: Torres, L, E. Abraham & G. Pastor, (Coords). *Una ventana sobre el territorio. Herramientas teóricas para comprender las tierras secas*.187-264. EDIUNC, Mendoza.
- Barabas, A. 2004. La territorialidad simbólica y los derechos territoriales indígenas: reflexiones para el estado pluriétnico. *Alteridades* (14) 105-119.
- Bendini, M., P. Tsakoumagkos, P. & C. Nogués 2004. Los crianceros transhumantes del Neuquén. En *Crianceros y chacareros en la Patagonia*, La Colmena, Cuadernos GESA, N° 5, Buenos Aires.
- Carrión, E. 1981. La Formación del léxico español en la región andina III. jagüey, jaguar, jagüel. *Lexis*, Perú, 5(1), N° 1: 53-64.
- CNA 2008. Censo Nacional Agropecuario, datos provisorios. Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas, Ministerio de Economía, Gobierno de Mendoza, Argentina.
- Fernández, S. 2007. Patrimonio Arqueológico y Ordenación del Territorio en Andalucía. V *Congreso Internacional de Ordenación del Territorio*. España. Visita 13 08 2013 http://www.iaph.es/paisajecultural/proyectos_adjunto/Fun7A.tmp.pdf
- INDEC 2001. Censo Nacional de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Argentina.
- Laureano, P. 2007. Ancient water catchment techniques for proper management of Mediterranean ecosystems, *Water Science & Technology: Water Supply* Vol 7 (1): 237-244.
- Montaña, E., L. Torres, E. Abraham, E. Torres & G. Pastor. 2005. Los espacios invisibles. Subordinación, marginalidad y exclusión de los territorios no irrigados en las tierras secas de Mendoza, Argentina. *Región y Sociedad México* (32): 3-32.
- Montaña, E., G. Pastor. & D. Sánchez-Fuentes. 2010. Sistemas de Patrimonio Territorial y Cambio Ambiental Global. Desafíos a la Cooperación y al Desarrollo, *IV Congreso Internacional de Patrimonio Cultural y Cooperación al Desarrollo*. Sevilla, del 16 al 18 de junio de 2010. Visita 13 08 2013 <http://www.iaph.es/export/sites/default/sites/patrimonioidesarrollo/LibroActas.pdf>
- Narotzky, S. 2004. *Antropología Económica: nuevas tendencias*, Melusina, Barcelona.
- Nori, M., M. Taylor & A. Sensi. 2008. Browsing on fences: Pastoral land rights, livelihoods and adaptation to climate change, *Issue Paper IIED London* (148):1-28.
- Pastor, G. 2005. Patrimonio, Vivienda y Agua en el Paisaje del Noreste Mendocino. En Fernandez, A. & E. M. Abraham (Ed.) *El agua en Iberoamérica. Uso y gestión del agua en tierras secas*, CYTED, Subprograma XVII, Proyecto XVII.1, Mendoza, Argentina, 79-92.
- Ponte, J. 2008. *Mendoza, aquella ciudad de barro. Historia de una ciudad andina desde el siglo XVI hasta nuestros días*. CONICET, Buenos Aires.

- Raffestin, C. (1980). *Por una geografía del poder*. Traducción y notas Yanga Villagómez Velázquez. (2011) México: El Colegio de Michoacán.
- Santos, M. 1994. O Retorno do Território. En Santos, M.; M. A.de Souza y M.L. Silveira. *Território: globalização e fragmentação*. 15-20. São Paulo, Hucitec.
- Santos, M. 1999. *A natureza do espaço: espaço e tempo: razão e emoção*, 3. ed., Hucitec, São Paulo.
- Taylor, S.J. & R. Bogdan. 1986. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados*. Buenos Aires, Editorial Paidós.
- Torres L.; E. Abraham, E. Torres & E. Montaña. 2003. "Acceso a los recursos y distribución de la población en tierras secas de Argentina: el caso de Mendoza: Aportes hacia la equidad territorial", Revista Electrónica SCRIPTA NOVA, Vol. VII, núm. 148.
- Torres, L. & G. Pastor. 2010. Tiempos de sequía, tiempos de escasez: las dimensiones materiales, simbólicas y rituales en el aprovisionamiento y uso del agua en las tierras secas de Mendoza (Argentina). *Zonas Áridas* 14:50-70.
- Torres, L. 2008. Hilos de agua, lazos de sangre: enfrentando la escasez en el desierto de Lavalle (Mendoza, Argentina). *Ecosistemas*. 17:46-59.
- Torres, L. 2010. Claroscuros del desarrollo sustentable y la lucha contra la desertificación: las racionalidades económicas en el ojo de la tormenta. Estudio de caso con productores caprinos de tierras secas. *Mundo Agrario* 11 s/p.
- UNEP. 1994. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África, Texto con Anexos, Secretaría Provisional para la CCD, Suiza, 71pp.
- UNCCD. 2005. Revitalizing Traditional Knowledge. A compilation of documents and reports from 1997-2003, UNCCD, Bonn, Germany.

FIGURAS

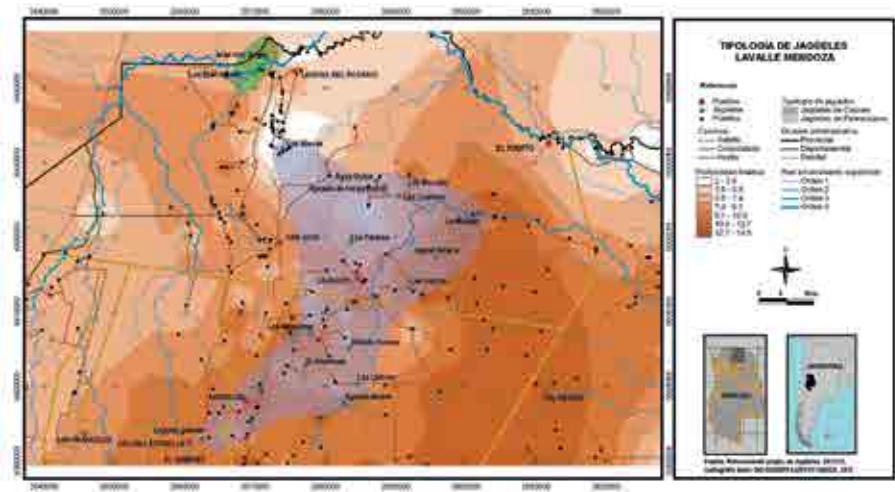


Figura 1. Tipología de jagüeles.

Fuente SIG-Deser IADIZA.



Figura 2. Puesto con jagüel de paleocauce.

Fuente SIG-Deser IADIZA.



Figura 3. Jagüel de paleocauce.

Fuente SIG-Deser IADIZA



Figura 4. Puesto con jagüel de cauce.

Fuente SIG-Deser IADIZA.



Figura 5. Jagüel de cauce.

Fuente SIG-Deser IADIZA.

Artículo de Revisión

O ambiente Institucional Brasileiro e as Políticas de convivência nas terras secas. Instrumentos Legais de Combate à Desertificação.

SHEILA C. PITOMBEIRA

Universidade de Fortaleza, Ceará, Brasil.

Para correspondencia. E-mail: sheilapitombeira@gmail.com

Recibido: 15 de Noviembre 2013

Aceptado: 20 de Abril 2014

RESUMO

O presente artigo aborda o desenho jurídico-institucional do Estado brasileiro, que é regido por um sistema político republicano e federal, com estrutura normativa hierarquizada e definidor das diretrizes a serem observadas pelas práticas e políticas, em geral, com vistas à demonstração de como ele interfere na definição das políticas e práticas de convivência nas terras secas e no combate à desertificação, evidência de modo diferenciado as singularidades do arcabouço institucional do Estado brasileiro na produção de instrumentos de políticas de convivência com o semiárido e no combate à desertificação. A criação da Inspeção de Obras contra as Secas, através Decreto Federal Nº 7.619/1909 constitui o primeiro documento legal no período republicano, relacionado ao regime de secas do semiárido do Nordeste brasileiro. No Regime constitucional vigente destaca-se o Programa Permanente de Combate à Seca, instituído através da Lei Federal Nº 10.638/2003, com objetivos voltados à capacitação da população para a convivência harmônica com o clima e o ecossistema semiárido, aproveitando plenamente suas potencialidades.

Palavras chave: Ambiente Institucional. Convivência. Terras Secas. Instrumentos Desertificação.

ABSTRACT.

This article discusses the legal and institutional design of the Brazilian state, which is governed by a republican and federal political system with hierarchical structure and rules defining the guidelines to be observed by the practices that interfere in the way of living in drylands as well as by the policies of combating desertification. The indispensability of the State in composing the institutional environment demonstrates singularities of the Brazilian institutional framework

in producing instruments that allow policies aimed at the coexistence with the semiarid and the combat of desertification . The creation of the Inspetoria de Obras contra as Secas, by Federal Decree No. 7.619/1909, is the first legal document in the republican period related to the northeastern semi-arid system of drought. The current constitutional regime highlights the Programa Permanente de Combate à Seca, introduced by Federal Law No. 10.638/2003, with aims on the empowerment of people for peaceful coexistence with the semiarid climate and ecosystem, leveraging their full potential.

Key words: Institutional Environment . Coexistence. Drylands . Desertification instruments .

INTRODUÇÃO

A temática das secas e estiagens, na atualidade como outrora, tem sido acolhida no texto constitucional brasileiro desde o período do Império. No contexto atual a abordagem dessas questões ambientais, sociais, econômicas ou outras igualmente relevantes dispõem do comando previsto nas disposições inscritas no art. 43, § 2º, inciso IV, da Constituição Federal Brasileira de 1988, com o registro inequívoco de "prioridade para o aproveitamento econômico e social dos rios e das massas de água represadas ou represáveis nas regiões de baixa renda, sujeitas a secas periódicas". Outrora, tomando-se como referencial a Constituição do Império Brasileiro, art. 179, inciso XXXI, reconhecia a garantia aos socorros públicos à população em situações de emergência, nessas incluídas o chamado "flagelo da seca".

O presente trabalho resulta de uma revisão bibliográfica em torno da abordagem jurídico-institucional do Estado brasileiro, objetivando demonstrar como esse desenho institucional interferiu e interfere, favorável ou desfavoravelmente, na definição e concepção das políticas e práticas de convivência nas terras secas e no combate à desertificação. Daí a importância do estudo, com a demonstração desse perfil constitucional, posto que evidencia de modo bem diferenciado as singularidades do arcabouço institucional do Estado brasileiro na produção de instrumentos de convivência com o semiárido, com a apresentação dessa estrutura jurídica a partir da Constituição do Império e destaca para a atuação contemporânea do Estado nessa concepção.

METODOLOGIA

Para desenvolver o trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica na legislação brasileira sobre secas e estiagens a partir de 1824, data da promulgação da Constituição do Império (1824) após o Brasil tornar-se um país independente de Portugal, até os dias atuais, posto que a justificativa do estudo é demonstrar como o Estado brasileiro dotou suas instituições para enfrentamento das secas e estiagens desde de então. Ao lado disso foram elaboradas duas tabelas pela autora. Uma formatada a partir das informações coletadas do Memorial das Secas, Rosado, Vingt-Um Org., do texto O fenômeno das secas no Nordeste do Brasil: uma abordagem conceitual, de Freitas, M. de S. (2008), o trabalho de Sousa (2009), sobre política e seca no Ceará, e das informações disponibilizadas no sítio eletrônico da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCME (2012). A outra tabela compara as disposições previstas pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos Países Afetados por Seca e/ou Desertificação, particularmente na África, UNCCD, aprovada em Paris em 1994, e a Lei brasileira que criou o Programa Permanente de Combate à Seca em 2005.

CONTEXTO GEOGRÁFICO

As regiões áridas e semiáridas representam 55% das terras do mundo, perfazendo dois terços da superfície total 150 países e abrangendo ao redor de 700 milhões de pessoas. Tais regiões apresentam como singularidade a frequência das secas e podem ser encontradas ao redor do mundo, ou seja, não é fenômeno exclusivo do Nordeste brasileiro nem da América do Sul. No entendimento de Ab'Saber (1999) existem três grandes áreas semiáridas na América do Sul, a região Guajira, na Venezuela e na Colômbia; a diagonal seca do Cone Sul, ao longo de Argentina, Chile e Equador e o Nordeste seco do Brasil. Segundo referido autor tais regiões apresentam atributos de origem climática, hídrica e fitogeográfica muito assemelhados, tais como a escassez de chuvas anuais ou irregularidade nas precipitações ao longo dos anos; baixos níveis de umidade; ausência de rios perenes e solos problemáticos, parcialmente salinos ou carbonáticos.

Particularmente em relação à questão hídrica, destaca Andrade (2006) que a quantidade de chuvas ocorridas na região árida ou semiárida é um indicador significativo do clima que não deve desconsiderar outros como a formação geológica e a hidrografia, sendo que o semiárido do Nordeste brasileiro guarda uma singularidade em relação aos de outros continentes, pois se localiza em região sub-equatorial, entre os 3º e os 16º de latitude Sul e se expande até o litoral nas costas do Ceará e Rio Grande do Norte, mas em geral as regiões semiáridas se localizam em regiões tropicais, como ocorre no continente africano.

Então, o semiárido, seja ele localizado no Nordeste brasileiro ou outras plagas, apresenta distribuição irregular de chuvas no tempo e no espaço, havendo concentração das precipitações pluviométricas em curto período, onde ocorrem fortes aguaceiros de pequena duração, elevada evapotranspiração, ocorrência de período de secas, solos de pouca profundidade e reduzida capacidade de retenção de água, implicando maior dependência do homem aos recursos hídricos para suas necessidades básicas e, notadamente, para as atividades econômicas.

No Brasil, o semiárido tem a caatinga como vegetação predominante e corresponde a uma das seis grandes zonas climáticas brasileiras, compreendendo os Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, o extremo Norte de Minas Gerais e o Noroeste do Espírito Santo, abrangendo 70% do Nordeste, de acordo com Leal (2005) e conforme identificado na Figura 1. Ainda de acordo com os registros de Freitas (1999), ou do Departamento Nacional de Obras contra a Seca – DNOCS, fundado em 1945 e da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, fundada em 1972, o fenômeno da seca aparece com intervalos próximos a cada dez anos, podendo estender-se excepcionalmente de três até cinco anos, sendo conhecido no Brasil desde o século XVI, como se vê na Tabela 1.

Segundo Cândido, Araújo e Cavalcante. (2005) uma das características do semiárido brasileiro é o clima quente e seco, com temperatura média de 28°C, com duas estações bem delimitadas, a seca e a úmida, onde ocorre a maior parte das chuvas em período correspondente em três a quatro meses. A outra característica é o cenário ecológico que é formado por sítios ecológicos variados implicando cuidados e manejos diferenciados.

AMBIENTE INSTITUCIONAL

Ao que se entende, Pitombeira (2012), trabalho publicado em Anais do Congresso da SOBER, o ambiente institucional deve ser compreendido de forma abrangente envolvendo

o sistema legal, as tradições e costumes, o sistema político, as regulamentações, a política macroeconômica e as políticas setoriais governamentais. Daí a compreensão de que esse ambiente institucional deve considerar com maior relevância o papel do Estado, posto que é a partir de seu perfil e sua estrutura jurídica que ocorre toda regência do sistema legal de determinado País e de suas políticas macro e setoriais.

Essa perspectiva institucional permite que a análise da vida política seja feita a partir das Constituições de cada período histórico, posto que as proposições constitucionais, normalmente, tomam inspiração nas ideias dominantes de sua época e objetivam apresentar visões abrangentes sobre os problemas reais que devem ser enfrentados em determinado país. Daí, a imprescindibilidade do Estado compondo o ambiente institucional, não só para dispor sobre o exercício do Poder, os institutos democráticos, princípios, direitos e deveres em busca da justiça social e do bem-estar de todos e da harmonização de uma sociedade pluralista, também para a promoção de políticas públicas destinadas ao bem-estar da sociedade, como lembra Zippelius (1997:299), “Faz parte da concepção básica de democracia que todos os possíveis interesses e opiniões tenham uma oportunidade de competirem entre eles, e que procurem adquirir influência sobre a acção estatal. Desta forma, a democracia surge, ao mesmo tempo, como Estado pluralista que dá expressão a uma pluralidade de interesses e opiniões enquanto elementos constitutivos do processo político. Deve tentar encontrar-se um compromisso entre os interesses e as opiniões conflitantes existentes na sociedade”.

Por essa razão é importante destacar o registro desse marco institucional brasileiro iniciado com a Constituição do Império de 1824, como lembra Nogueira (2001:15), “É claro que não temos que levar em conta que não é só sob o aspecto da durabilidade que as Constituições provam, objetivamente, a sua eficiência. O próprio conceito filosófico e doutrinário que inspira cada texto constitucional costuma emprestar-lhe esse sentido de permanência, na medida em que o concebe como um documento jurídico adaptado às condições econômicas e sociais do meio a que se destina, permitindo, em vez de travar e impedir as mudanças necessárias, acelerar a evolução de toda a sociedade política. No caso da Carta de 1824, este foi um requisito essencial de sua concepção”

LEGISLAÇÃO SOBRE SECAS E ESTIAGENS NO BRASIL – Império (1822-1889)

A propósito, não obstante tivesse sido outorgada pelo Imperador Dom Pedro I, após a dissolução da Assembleia Constituinte de 1823, ou seja, embora tenha sido elaborada sem a participação do povo e suas proposições tenham sido impostas pelo Imperador, a Constituição do Império do Brasil instituiu uma monarquia constitucional, com clara separação dos Poderes do Estado e delineamento sobre as garantias dos direitos políticos e civis dos cidadãos brasileiros. Era previsto, com uma dessas garantias, os socorros públicos, com previsão orçamentária anual e possibilidade de suplementação orçamentária, a exemplo do Decreto do Império nº 3.065 (1863, 1º de abril), editado em 1º de Abril de 1863, que “abriu um credito suplementar de 200:000\$000 para occorrer ás despesas da verba-Socorros Publicos-do exercicio de 1862-1863” (crédito suplementar de duzentos milhões de réis, moeda da época).

Nos casos emergenciais havia a possibilidade de abrir crédito extraordinário, caso houvesse necessidade e inexistisse a respectiva previsão, conforme previsão da Lei do Império do Brasil

nº 589 (1850, 9 de setembro), de 9 de Setembro de 1850, que “Abre ao Governo hum credito suplementar e extraordinario de Rs. 1.797.203\$449 (um bilhão, setecentos e noventa e sete milhões e duzentos e três mil e quatrocentos e quarenta e nove réis) para as despesas do exercicio de 1848 - 1849, e de Rs. 732.202\$538 (setecentos e trinta e dois milhões, duzentos e dois mil e quinhentos e trinta e oito réis) para as despesas do de 1849 – 1850”. § (parágrafo) 1º O Governo não poderá applicar as consignações de humas a outras rubricas da Lei do Orçamento, nem a serviço não designado nella, ficando revogado o Artigo quarenta e tres da Lei numero cincoenta e oito de oito de Outubro de mil oitocentos e trinta e tres. § 2º Quando as quantias votadas nas ditas rubricas não bastarem para as despesas a que são destinadas, e houver urgente necessidade de satisfaze-las, não estando reunido o Corpo Legislativo, poderá o Governo autorisa-las, abrindo para esse fim Creditos suplementares, sendo porém a necessidade da despeza deliberada em Conselho de Ministros, e esta autorizada por Decreto referendado pelo Ministro a cuja Repartição pertencer, e publicado na Folha Official. § 3º Nas mesmas circunstancias, e com as mesmas formalidades poderá o Governo abrir Creditos extraordinarios para occorrer a serviços urgentes, e extraordinarios, não comprehendidos na Lei do Orçamento, por não poderem ser previstos por ella”.

Dez anos após a Constituição de 1824 o Ato Adicional do Império de 1834 promoveu alterações à mencionada Constituição Imperial através da Lei Nº 16 (1834, 12 de agosto) , de 12 de agosto, para atribuir às Assembleias provinciais legislares sobre casas de socorros públicos (art. 10, § 10), descentralizando o poder de deliberações em torno de questões emergenciais regionais. Uma descentralização importante objetivando aproximar o atendimento de socorros públicos às necessidades emergenciais locais.

Assim, a estrutura jurídico-institucional iniciada com a Constituição do Império aborda as questões relacionadas às secas através dos socorros públicos que eram distribuídos aos flagelados dessa intempérie por meio de postos e colônias que eram coordenados por uma comissão específica, sendo o comissário distribuidor desses socorros públicos indicado pelo Presidente da Província.

Outra atividade vinculada a essa comissão eram as obras emergenciais com o objetivo de oferecer trabalho às vítimas da seca. Entretanto, a partir daí, teve início um longo período assistencialista na abordagem das secas, haja vista os registros históricos noticiando que os socorros não chegavam a quem precisava e, muitas das vezes, mais beneficiava a elite local que os necessitados, recebendo então severas críticas.

LEGISLAÇÃO BRASILEIRA NO PERÍODO REPUBLICANO ATÉ 1988

No período republicano o primeiro documento legal relacionado ao regime de secas do semiárido do Nordeste brasileiro foi o Decreto Federal Nº 7.619 (1909, 21 de outubro), de 21 de outubro de 1909, que criou a Inspeção de Obras contra as Secas, IOCS, cuja regulamentação aconteceu através do Decreto Federal Nº 9.256 (1911, 28 de dezembro), de 28 de dezembro de 1911, que reorganizou os serviços da IOCS; seguido dos Decretos Nº 11.474 (1915, 03 de fevereiro), de 03 de fevereiro de 1915, e Decreto Nº 12.330 (1916, 27 de dezembro), de 27 de dezembro de 1916, ambos dispoendo sucessivamente sobre o Regulamento de mencionada Inspeção. Em 1919, mais precisamente em 09 de julho, foi editado o Decreto

Nº 13.687 (1919, 09 de julho), que aprovou o Regulamento para a Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, IFOCS, em substituição ao IOCS. Posteriormente, algumas alterações no regulamento da IFOCS foram realizadas através do Decreto Nº 19.726 (1931, 20 de fevereiro), de 20 de fevereiro de 1931; Decreto Nº 21.641 (1931, 18 de julho), de 18 de julho de 1931, e Decreto Nº 21.469 (1932, 06 de julho), de 06 de julho de 1932, sucessivamente. Importante registrar que no período de ocorrência da seca de 1932 foi instituído um Programa de Campos de Concentração para os retirantes da seca, onde os mesmos eram incentivados a entrar e impedidos de sair. Com essa medida eram controladas as chamadas “invasões das cidades” na busca de trabalho e alimento pelas pessoas afligidas pelos efeitos da seca. Tal medida foi implantada pelo Interventor Federal no Ceará e era monitorada por prefeitos ou prepostos aliados, dentre esses alguns engenheiros da IFOCS. Para minimizar essa arbitrariedade sobre os retirantes foi instituída, no Ceará, a Comissão de Abastecimento Público, através do Decreto Nº 796 (1932, 11 de outubro), de 11 de outubro de 1932, objetivando coibir a retenção e elevação dos preços dos gêneros alimentícios e com isso minorar os custos dos que sofreram perdas econômicas com a seca, conforme registra Neves (2001).

Na sequência histórica, a Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil de 1934 (1934, 16 de julho), abordou os efeitos das secas nos Estados do Norte dispondo sobre um Plano Sistemático ao enfrentamento do problema, conforme disposição do “Art. 177 A defesa contra os efeitos das secas nos Estados do norte obedecerá a um plano systemático e será permanente, ficando a cargo da União, que despenderá, com as obras e os serviços de assistência, quantia nunca inferior a quatro por cento da sua receita tributária sem aplicação especial. § 1º Dessa porcentagem, três quartas partes serão gastas em obras normaes do plano estabelecido, e o restante será depositado em caixa especial, afim de serem soccorridas, nos temros do art. 7º, n. II, as populações atingidas pela calamidade. § 2º O Poder Ececutivo mandará ao Poder Legislativo, no primeiro semestre de cada anno, a relação pormenorizada dos trabalhos termnados e em andamento, das quantias despendidas com material e pessoal no exercício anterior, e das necessárias para a continuação das obras. §3º Os Estados e Municípios compreendidos na área assolada pelas seccas, empregarão quatro por cento da sua receita tributária, sem aplicação especial, na assistência econômica à população respectiva. § 4º Decorridos dez annos, será por lei ordinária revista a porcentagem acima estipulada”. Isto porque, até 31 de janeiro de 1942, quando se deu a edição da Circular nº 01, os documentos oficiais brasileiros consideravam os Estados nordestinos como Estados do Norte, pois assim eram identificados desde 1913. Somente com a edição dessa Circular assinada pelo Presidente Getúlio Vargas foi criada a Região Nordeste, de acordo com os registros do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2013).

Para regulamentar o dispositivo constitucional retro citado foi editada a Lei Federal Nº 175 (1936, 07 de janeiro), de 07 de janeiro de 1936, estabelecendo a poligonal, sobre a qual atuaria esse plano sistemático contra os efeitos das secas, que deveria compreender obras e serviços de execução normal e permanente bem como obras e serviços de execução emergencial, cujo traçado ficou desenhado segundo os termos do “Art. 2º A área dos Estados do Norte, a considerar no plano referido no art. 1º, é limitada pela polygonal, cujos vertices são os seguintes: cidades de Aracaty, Acarahú e Camocim no Ceará; interseccção do meridiano de

44º W. G., com o paralelo de 9º; intersecção do mesmo meridiano, com o paralelo de 11º e cidade de Amargosa, no Estado da Bahia; cidade de Traipú no Estado de Alagoas; cidade de Caruarú, no Estado de Pernambuco; cidade de Campina Grande, no Estado da Parahyba; e cidade de Natal, no Estado do Rio Grande do Norte. § 1º: A lei poderá alterar os limites assim fixados, se novas observações revelarem a manifestação das seccas em outras zonas dos Estados do Norte, com os mesmos característicos já observados na área delimitada neste artigo. § 2º O Governo providenciará para que sejam construídos ou terminados os açudes e estradas estudados, projectados ou iniciados, na data desta lei, embora não incluídos na área delimitada neste artigo”. Posteriormente foi complementado através do Decreto-Lei Nº 9.857 (1946, 13 de setembro), de 13 de setembro de 1946, que modifica o artigo 1º do Decreto-Lei Nº 8.486, de 28 de dezembro de 1945.

No ano de 1945 o IFOCS passou a denominar-se Departamento Nacional de Obras contra as Secas – DNOCS sendo a nova organização disposta no Decreto-lei Nº 8.486 (1945, 28 de dezembro), de 28 de dezembro de 1945, nos seguintes termos: “dispõe sobre a organização da Inspetoria Federal de Obras contra as Secas (I.F.C.O.S.), que passa a denominar-se Departamento Nacional de Obras contra as Secas (D.N.O.C.S)”. O respectivo regulamento do novo órgão se deu na mesma data, através do Decreto Nº 20.284 (1945, 28 de dezembro), que “aprova o regimento do Departamento Nacional de Obras contra as Secas (D.N.C.O.S.), do Ministério da Viação e Obras”. No ano seguinte, em 13 de setembro de 1946, o Decreto-lei Nº 9.857 (1946, 13 de setembro) modificou o Decreto-lei Nº 8.486/45, alterando a área de atuação do DNOCS. Nesse período o viés institucional do DNOCS tinha a destinação de centralizar e unificar todos os serviços governamentais relacionados ao combate às secas e as prioridades de ação eram a construção de estradas, açudes, barragens e poços com o objetivo de viabilizar suporte às atividades econômicas nos períodos de estiagem, notadamente na oferta de água para as necessidades humanas e a agricultura.

A Constituição dos Estados Unidos do Brasil (1946), promulgada em 18 de setembro de 1946, estabeleceu a execução de um plano de defesa contra as secas do nordeste destinando percentual do orçamento federal mínimo de três por cento para as obras e serviços de assistência econômica e social, “Art. 198. Na execução do plano de defesa contra os efeitos da denominada seca do Nordeste, a União despenderá, anualmente, com as obras e os serviços de assistência econômica e social, quantia nunca inferior a três por cento da sua renda tributária. § 1º Um terço dessa quantia será depositado em caixa especial, destinada ao socorro das populações atingidas pela calamidade, podendo essa reserva, ou parte dela, ser aplicada a juro módico, consoante as determinações legais, em empréstimos a agricultores e industriais estabelecidos na área abrangida pela seca. §2º Os Estados compreendidos na área da seca deverão aplicar três por cento da sua renda tributária na construção de açudes, pelo regime de cooperação e em outros serviços necessários à assistência das suas populações”.

É desse período o redirecionamento da política voltada ao aproveitamento racional dos recursos públicos ao invés da prioridade na construção dos açudes, bem como a alteração do perímetro do polígono da seca, como se deu através da Lei Nº 1.348 (1951, 10 de fevereiro), de 10 de fevereiro de 1951, que “dispõe sobre a revisão dos limites da área do polígono da seca”.

Alguns eventos relevantes demonstram esse redirecionamento conduzido de forma institucional,

como a criação da Companhia Hidroelétrica do São Francisco, CHESF, fundada em 1945, viabilizando o uso do potencial de geração de energia do Rio São Francisco, como também a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, CODEVASF, fundada em 1948, e o Banco do Nordeste do Brasil, BNB, instituição financeira de fomento ao desenvolvimento da região Nordeste, criada em 1952. Também concorreram nesse sentido os resultados do Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste, GTDN, criado em 1959 e coordenado pelo economista Celso Furtado, sobre a realidade do semiárido e as alternativas ao desenvolvimento, como destaca Duarte (2012). Ainda na década de 50, a Lei Nº 2.814 (1956, 06 de julho), de 06 de julho de 1956, regulamentada pelo Decreto Nº 40.444 (1956, 30 de novembro), de 30 de novembro do mesmo ano, dispôs sobre a concessão de auxílio aos Municípios do Polígono das Secas, para instalação de serviços públicos de abastecimento de água.

Como pode ser observado no período compreendido entre 1909, data de criação do IOCS, antiga denominação do DNOCS, até 1959, coube ao DNOCS executar as diversas obras na região Nordeste, fosse de caráter normal, permanente ou emergencial, independente de serem ou não obras hídricas, como a construção de grandes açudes no Ceará, Orós, Banabuiú e Araras. Aliás, nos anos 60, a região Nordeste receberia o apoio da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, SUDENE, cuja criação se deu através da Lei Nº 3.692 (1959, 15 de dezembro), de 15 de dezembro de 1959, sendo delimitada sua área de atuação na Lei Nº 6.218 (1975, 07 de julho), de 07 de julho de 1975, que incluiu sua atuação da SUDENE aos territórios dos municípios de Manga, São Francisco e Januária, já inseridos na zona denominada Polígono das Secas.

A expectativa era no sentido de que criação da SUDENE deveria imprimir nova feição à região, pois a ideia original direcionava os investimentos para infraestrutura de transporte, energia, rodovia e portos bem como em saúde e educação, além da modernização da indústria e da pesca e do incentivo às atividades artesanais. O plano considerava a realização de estudos de hidrologia, hidrogeologia e da rede de açudagem existente, viabilizando adequado aproveitamento da estrutura já construída sem descuidar do problema da seca. Entretanto, no período da ditadura militar sua atuação foi convertida em agência de financiamento através do Fundo de Investimento do Nordeste, FINOR. Esse desvirtuamento, com concessão de benefícios fiscais no lugar da promoção do desenvolvimento da Região Nordeste, findou por inviabilizá-las sendo a mesma extinta por meio de Medida Provisória Nº 2.145 (2001, 02 de maio), em 02 de maio de 2001, que “cria as Agências de Desenvolvimento da Amazônia e do Nordeste, extingue a superintendência do Desenvolvimento da Amazônia SUDAM e a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste SUDENE, e dá outras providências”, Na década de 70 novos programas governamentais foram criados: o Programa de Redistribuição de Terra e de Estímulo do Norte e Nordeste, PROTERRA (1971), através do Decreto-lei Nº 11.79 (1971, 06 de julho), de 06 de julho de 1971, que “institui o Programa de Redistribuição de Terras e de Estímulo à Agro-Indústria do Norte e do Nordeste (PROTERRA), altera a legislação do imposto de renda relativa a incentivos fiscais”, com o objetivo de viabilizar o acesso à terra através da compra de terra de fazendeiros para fins de reforma agrária; o Programa de Desenvolvimento de Terras Integradas do Nordeste, POLONORDESTE (1974), instituído pelo Decreto Nº 74.794 (1974, 30 de outubro), de 30 de outubro 1974,

que “dispõe sobre a criação do Programa de Desenvolvimento de Áreas Integradas do Nordeste (POLONORDESTE)”, com a finalidade de promover o desenvolvimento e a modernização das atividades agropecuárias de áreas prioritárias do nordeste brasileiro visando pólos agrícolas ou agropecuários, e o Programa Especial de Apoio ao Desenvolvimento da Região Semiárida do Nordeste, Projeto Sertanejo, por meio do Decreto Nº 78.299 (1976, 23 de agosto), de 23 de agosto de 1976, que “dispõe sobre a criação do Programa Especial de Apoio ao Desenvolvimento da Região Semi-Árida do Nordeste (Projeto Sertanejo)”, com a finalidade de fortalecer a economia das unidades de produção agropecuária, de pequeno e médio porte, do semiárido nordestino, com prioridade para as áreas mais afetadas periodicamente pelas secas. Além disso, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA (1972), instituída através da Lei Nº 5.851 (1972, 07 de dezembro), de 07 de dezembro de 1972, que “autoriza o Poder Executivo a instituir empresa pública, sob a denominação de Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)”, criou o Centro de Pesquisa Agropecuário do Trópico Semiárido, CPATSA, direcionado ao setor agropecuário do semiárido a partir de pesquisas que deveriam abordar o inventário dos recursos naturais, o desenvolvimento de sistemas de produção para áreas irrigadas e de sequeiro e o manejo da caatinga.

Com os anos 80 o destaque institucional foi o Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural no âmbito do desenvolvimento da região Nordeste, Projeto Nordeste, que também objetivava a definição de uma estratégia de desenvolvimento rural para pequenos produtores com o objetivo de promover a melhoria geral das condições de vida da população rural, que deveria ser coordenada pela SUDENE, conforme as disposições do Decreto Nº 91.179 (1985, 1º de abril), de 1º de abril de 1985, que “dispõe sobre a definição da estratégia de desenvolvimento rural para pequenos produtores, e a criação do Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural, no âmbito do Programa de Desenvolvimento da Região Nordeste – Projeto Nordeste”.

LEGISLAÇÃO BRASILEIRA A PARTIR DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL BRASILEIRA DE 1988

No cenário jurídico atual, comandado pelas disposições constitucionais de 1988, além das normas relacionadas ao meio ambiente, o trato jurídico em torno do problema das secas e do semiárido é abordado expressamente no art. 43, § 2º, IV e § 3º; no art. 159, I, c, e ADCT (Ato das disposições constitucionais transitórias), art. 34, § 10. Assim, o parâmetro jurídico-constitucional específico a orientar a temática são as disposições retro indicadas associadas aos princípios fundamentais do Estado brasileiro e aos princípios da ordem econômica, art. 170 e incisos, notadamente nos aspectos referentes à função social da propriedade e a defesa do meio ambiente.

Importante destacar a criação do Fundo Constitucional de Desenvolvimento do Nordeste - FNE, através do art. 159, I “c” da Constituição Federal, teve a finalidade específica de financiar atividades no semiárido compatíveis com as peculiaridades da área, segundo a orientação no Programa Nacional de Desenvolvimento Regional, PNDR e o programa do próprio FNE, que deve ser previamente aprovado pela SUDENE.

O FNE foi regulamentado através da Lei Nº 7.827 (1989, 27 de setembro), de 27 de setembro de 1989, que “regulamenta o art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui

o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte - FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste – FCO”, com suas alterações subsequentes através das seguintes leis: Lei Complementar Nº 125/2007 (2007, 03 de janeiro), que “institui, na forma do art. 43 da Constituição Federal, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE; estabelece sua composição, natureza jurídica, objetivos, áreas de atuação, instrumentos de ação”; Lei Complementar Nº 129/2009 (2009, 08 de janeiro), que” institui, na forma do art. 43 da Constituição Federal, a Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste - SUDECO, estabelece sua missão institucional, natureza jurídica, objetivos, área de atuação, instrumentos de ação, altera a Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989”; Lei Nº 9.126/1995 (1995, 10 de novembro), que “dispõe sobre a aplicação da Taxa de Juros de Longo Prazo - TJLP sobre empréstimos concedidos com recursos dos Fundos Constitucionais de Financiamento das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e dos Fundos de Investimentos do Nordeste e da Amazônia e do Fundo de Recuperação Econômica do Espírito Santo, e com recursos das Operações Oficiais de Crédito, altera dispositivos da Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989”; Lei Nº 9.808/1999 (1999, 20 de julho), que “ define diretrizes e incentivos fiscais pra o desenvolvimento regional”; Lei Nº10.177/2001 (2001, 12 de janeiro), que “dispõe sobre as operações com recursos dos Fundos Constitucionais de Financiamento do Norte, do Nordeste e do Centro-Oeste, de que trata a Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989”; Lei Nº 11.775/2008 (2008, 17 de setembro), que “institui medidas de estímulo à liquidação ou regularização de dívidas originárias de operações de crédito rural e de crédito fundiário; altera as Leis nºs 11.322, de 13 de julho de 2006, 8.171, de 17 de janeiro de 1991, 11.524, de 24 de setembro de 2007, 10.186, de 12 de fevereiro de 2001, 7.827, de 27 de setembro de 1989, 10.177, de 12 de janeiro de 2001, 11.718, de 20 de junho de 2008, 8.427, de 27 de maio de 1992, 10.420, de 10 de abril de 2002, o Decreto-Lei nº 79, de 19 de dezembro de 1966, e a Lei nº 10.978, de 7 de dezembro de 2004”; Lei Nº11.945/2009 (2009, 27 de julho), que “ abre ao Orçamento Fiscal da União, em favor do Ministério da Fazenda, crédito suplementar no valor de R\$501.561.242,00 (quinhentos e um milhões, quinhentos e sessenta e um mil e duzentos e quarenta e dois reais), para reforço de dotações constantes da Lei orçamentária vigente” e a Lei Nº 12.716/2012, (2012, 21 de setembro),que “ altera as Leis nºs 10.177, de 12 de janeiro de 2001, 7.827, de 27 de setembro de 1989, 11.524, de 24 de setembro de 2007, 11.775, de 17 de setembro de 2008, 9.469, de 10 de julho de 1997, 11.196, de 21 de novembro de 2005, 8.029, de 12 de abril de 1990, 10.954, de 29 de setembro de 2004, e 11.314, de 3 de julho de 2006”. Além do FNE, há a Política Nacional de Desenvolvimento Regional, PNDR (2007), instituída através do Decreto Federal Nº 6.047 (2007, 22 de fevereiro), de 22 de fevereiro de 2007. Importante ressaltar que a PNDR, por sua vez, considera o semiárido como uma das áreas prioritárias para a definição das estratégias de desenvolvimento da região.

É, pois, com o amparo nessas premissas constitucionais e demais arranjos legais, tais como leis, decretos, regulamentos, políticas públicas, incentivos fiscais etc que os instrumentos das políticas de convivência nas terras secas e o combate à desertificação devem ser estruturados. Oportuno destacar que no último quartel do século XX a região semiárida tem despertado novo interesse da comunidade científica internacional, notadamente em razão das mudanças

climáticas, ensejando a realização de duas Conferências Internacionais sobre os Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões do Semiárido, ICID, ambas em Fortaleza, Ceará. A primeira em 1992 e a segunda em 2010.

No intervalo entre essas duas conferências, aconteceu a Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e o Desenvolvimento em 1992, no Rio de Janeiro, Brasil, ECO 92, cujo Programa de Ação para o Desenvolvimento deu origem à Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos Países Afetados por Seca e/ou Desertificação, particularmente na África, UNCCD (1994) que, embora aprovada em 1994, somente entrou em vigor em 26 de dezembro de 1996. Essa convenção tem como objetivo estabelecer compromissos internacionais, convergentes, voltados às ações e soluções dos problemas ambientais das regiões áridas, semiáridas e subúmidas, com padrões e metas de trabalho relacionadas à erradicação da pobreza nessas regiões, notadamente no continente Africano. O Brasil aderiu à UNCCD (1994) em 25 de junho de 1997, tendo sido promulgada no Brasil por meio do Decreto Nº 2.741 (1998, 20 de agosto), de 20 de agosto de 1998.

Dessa forma, a edição de mencionado decreto presidencial inseriu as deliberações da UNCCD (1994) no ordenamento jurídico brasileiro. Um desses compromissos é a elaboração de um Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN (2004). No Brasil, o PAN foi lançado em 06 de dezembro de 2004, sendo orientado por quatro eixos temáticos: Combate à pobreza e à desigualdade; Ampliação sustentável da capacidade produtiva; Preservação, conservação e manejo sustentável de recursos naturais e Gestão democrática e fortalecimento institucional.

Importante registrar que, no intervalo de tempo entre a adesão à UNCCD (1994) e sua promulgação no Brasil, foram implementados importantes projetos, o Programa de Desenvolvimento Rural, com viés social para a questão agrícola, o Projeto ÁRIDAS (1992), voltado à geração de políticas e estratégias de sustentabilidade para a região semiárida, o Programa de Apoio e Desenvolvimento da Fruticultura Irrigada do Nordeste (1996), este voltado para o incremento à fruticultura irrigada, e o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-árido (2008), um programa de captação e armazenamento de água da chuva.

E, iniciado o século XXI foi criado o Programa Permanente de Combate à Seca, PROSECA, instituído através da Lei Federal Nº 10.638 (2003, 06 de janeiro), de 06 de janeiro de 2003, objetivando estudo sobre as disponibilidades hídricas do semiárido, a capacitação da população visando convivência integrada e harmoniosa com os ecossistemas e bioma caatinga e o aproveitamento pleno das potencialidades da região. Por fim, em 2005, uma Portaria Ministerial, definiu a área de semiárido, 969.589,4Km², com 1133 municípios.

Assim, na perspectiva atual os dois dispositivos legais mais recentes que, em tese abordam, disciplinam e orientam as medidas de convivência com as estiagens e o combate às secas e à desertificação são o Decreto Federal Nº 2.741/1998, que promulgou a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos Países Afetados por Seca e/ou Desertificação, Particularmente na África e a Lei Federal Nº 10.638/2003, que criou o PROSECA. O primeiro, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, busca estabelecer estratégias e políticas de combate à desertificação. O segundo, vinculado ao Ministério da Integração Nacional,

busca a implementação de projeto permanente de utilização racional dos recursos hídricos, ver Tabela 2. As duas ações são interdependentes mas não há evidências concretas de interlocução entre os respectivos órgãos responsáveis pelo cumprimento de seus objetivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No acompanhamento desse percurso histórico em volta da problemática das secas no semiárido brasileiro verifica-se que o arcabouço jurídico contemporâneo que o protege não tem conseguido resguardar os atributos naturais da região, nem preservar seu bioma singular, a caatinga, que se apresenta cada vez mais vulnerável à volúpia das ações antrópicas. As formas de intervenção, não obstante institucionalizadas, sofrem alterações orientadas por interesses secundários logo na implementação dos projetos institucionais. Ou seja, as regras e parâmetros legais são desvirtuados em benefício de interesses particulares.

A par disso, o fato de o semiárido ocupar parcialmente dez Estados, 2799 Municípios aproximadamente, os Municípios do Norte de Minas Gerais e do Noroeste do Espírito Santo, todos autônomos, enseja políticas locais e regionais dispersas umas das outras, cada uma com suas problemáticas socioeconômicas e ambientais específicas, mas todos simpatizantes das políticas assistencialistas de combate à seca e aos seus efeitos.

Desorte que, examinando-se o contexto jurídico-institucional em torno dessas questões constata-se um vazio na articulação e integração das ações que deveriam concretizar permanentemente as ações de convivência com o semiárido, o combate às secas e à desertificação e a defesa do bioma caatinga, não obstante a existência de fartos arranjos institucionais disciplinando formalmente a questão desde a Constituição do Império de 1824.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'Saber, A. N. 1999, *Sertões e Sertanejos: uma geografia humana sofrida*. Revista de Estudos Avançados 13 (36):07-59.

Andrade, M. C. 2006, *Sertão ou sertões uma homenagem a Euclides da Cunha*. En: José Borzacchiello da Silva (Org.) Litoral e sertão. Expressão Gráfica, p13-22. Fortaleza.

Brasil, (1934, 16 de julho), “Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao34.htm>

_____, (1946, 18 de setembro), “Constituição dos Estados Unidos do Brasil”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao46.htm>.

_____, Estados Unidos do (1946, 13 de setembro), “Decreto número 9.857, modifica o artigo 1º do Decreto-Lei 8.486, de 28 de dezembro de 1945”, visita em 20 de novembro de 2012, disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1930-1949/1175.htm>.

Brasil, Império do (1863, 1º de Abril), “Decreto número 3.065, de 1º de abril de 1863, abre crédito suplementar de 200:000\$000 (duzentos milhões de réis) para despesas da verba Socorros Públicos do exercício de 1862-1863”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListeTextoIntegral.action?id=58123&norma=73976>>.

_____, (1834, 12 de agosto), “Ato Adicional, Lei número 16 de 12 de agosto de 1834, faz

alterações e adições à Constituição Política do Império”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1824-1899/lei-16-12-agosto-1834-532609-publicacaooriginal-14881-pl.html>>.

_____, (1850, 9 de setembro), “Lei número 589 de 9 de setembro de 1850, abre crédito suplementar e extraordinário de Rs1.797.203\$449 (um bilhão, setecentos e noventa e sete milhões e duzentos e três mil e quatrocentos e quarenta e nove réis) para as despesas do exercício de 1848-1849, e de Rs. 732.202\$538 (setecentos e trinta e dois milhões, duzentos e dois mil e quinhentos e trinta e oito réis) para as despesas de 1849-1850”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1824-1899/lei-589-9-setembro-1850-559829-publicacaooriginal-82240-pl.html>>.

Brasil, Centrais Elétricas Brasileiras, “ Companhia Hidroelétrica do São Francisco, CHESF (1945), visita em 10 de maio de 2012, disponível em < <http://chesf.gov.br>>.

_____, Ministério da Agricultura, “Programa de Apoio e Desenvolvimento da Fruticultura Irrigada do Nordeste (1996)”, registro da publicação oficial do Ministério da Integração Nacional: A irrigação no Brasil situação e diretrizes, visita em 10 de dezembro de 2012, disponível em <http://www.integracao.gov.br/pt/c/document_library/get_file?uuid=4acec1ad-1463-40fd-8a71-e05f6a29d55c&groupId=10157>.

_____, Ministério da Integração Nacional, “Departamento Nacional de Obras contra as Secas – DNOCS”, visita em 2 de maio de 2012, disponível em <<http://www.dnocs.gov.br>>.

_____, Ministério da Integração Nacional, “Banco do Nordeste do Brasil – BNB”, Departamento Nacional de Obras contra as Secas – DNOCS”, visita em 10 de dezembro de 2012, disponível em <<http://www.bnb.gov.br>>.

_____, Ministério da Integração Nacional, “Companhia de Desenvolvimento dos Vales do s. Francisco e do Parnaíba, CODEVASF” (1948), visita em 2 de maio de 2012, disponível em <codevasf.gov.br>.

_____, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, “Programa de Formação e mobilização Social para a Convivência com o semiárido (2008)”, visita em 10 de dezembro de 2012, disponível em < <http://www.asabrazil.org.br/UserFiles/File/convivenciaomosemiaridobrasileiro.pdf>>.

_____, Ministério do Meio Ambiente, Programa de Ação Nacional de Combate à desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN), 2004, visita em 2 de maio de 2012, disponível em < http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/pan_brasil_portugues.pdf>.

Ministério do Meio Ambiente, visita em 10 de Julho de 2012, disponível em <http://www.senado.gov.br/comissoes/cma/ap/AP_20070828_SRHU-MA_Desertificacao.pdf>.

_____, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE” (2013), visita em 10 de dezembro de 2013, disponível em < ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_territorial/divisao_territorial/evolucao_da_divisao_territorial_do_brasil_1872_2010/evolucao_da_divisao_territorial_do_brasil_publicacao_completa.pdf>.

Brasil, República Federativa do (1971, 06 de julho), “ Decreto-lei número 1.790, de 06 de julho de 1971, institui o Programa de Redistribuição de Terras e de Estímulo à Agro-Indústria do Norte e do Nordeste (PROTERRA), altera a legislação do imposto de renda relativa a

incentivos fiscais e dá outras providências”, visita em 12 de novembro de 2012, disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/Del1179.htm>.

_____, (1972, 07 de dezembro), “Lei número 5.851, de 07 de dezembro de 1972, autoriza o Poder Executivo a instituir empresa pública, sob a denominação de Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e dá outras providências, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/L5851.htm.

_____, (1974, 30 de outubro), “Decreto número 74.794, de 30 de outubro de 1974, dispõe sobre a criação do Programa de Desenvolvimento de Áreas Integradas do Nordeste (POLONORDESTE)”, visita em 12 de novembro de 2012, disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-74794-30-outubro-1974-423254-publicacaooriginal-1-pe.html>>.

_____, (1975, 07 de julho), “Lei número 6.218, de 07 de julho de 1975, estabelece área de atuação da SUDENE”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6218.htm>.

_____, (1976, 23 de agosto), “Decreto número 78.299, de 23 de agosto de 1976, dispõe sobre a criação do Programa Especial de Apoio ao Desenvolvimento da Região Semi-Árida do Nordeste (Projeto Sertanejo)”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-78299-23-agosto-1976-427203-publicacaooriginal-1-pe.html>>.

_____, (1985, 1º de abril), “Decreto número 91.179, de 1º de abril de 1985, dispõe sobre a definição da estratégia de desenvolvimento rural para pequenos produtores, e a criação do Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural, no âmbito do Programa de Desenvolvimento da Região Nordeste – Projeto Nordeste”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < [Http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91179-1-abril-1985-441201-publicacaooriginal-1-pe.html](http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91179-1-abril-1985-441201-publicacaooriginal-1-pe.html)>

_____, (1988, 05 de outubro), “Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 05 de outubro de 1988”, visita em 10 de dezembro de 2012, disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>.

_____, (1989, 27 de setembro), Lei número 7.827, de 27 de setembro de 1989, regulamenta o art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte - FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste - FCO, e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7827.htm>.

_____, (1995, 10 de novembro), “Lei número 9.126, de 10 de novembro de 1995, dispõe sobre a aplicação da Taxa de Juros de Longo Prazo - TJLP sobre empréstimos concedidos com recursos dos Fundos Constitucionais de Financiamento das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e dos Fundos de Investimentos do Nordeste e da Amazônia e do Fundo de Recuperação Econômica do Espírito Santo, e com recursos das Operações Oficiais de Crédito, altera dispositivos da Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989, e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9126.htm>.

_____, (1998, 20 de julho), “Decreto número 2.741, de 20 de julho de 1998, Promulga a Convenção Internacional de Combate à Desertificação nos Países afetados por Seca Grave e/ou Desertificação, Particularmente na África”, visita em 10 de maio de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2741.htm>

_____, (1999, 20 de julho), “Lei número 9.808, de 20 de julho de 1999, define diretrizes e incentivos fiscais pra o desenvolvimento regional e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9808.htm>.

_____, (2001, 12 de janeiro), “Lei número 10.177, de 12 de janeiro de 2001, dispõe sobre as operações com recursos dos Fundos Constitucionais de Financiamento do Norte, do Nordeste e do Centro-Oeste, de que trata a Lei nº7.827, de 27 de setembro de 1989, e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10177.htm>.

_____, (2001, 02 de maio), “Medida Provisória número 2.154, de 02 de maio de 2001, cria as Agências de Desenvolvimento da Amazônia e do Nordeste, extingue a superintendência do Desenvolvimento da Amazônia SUDAM e a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste SUDENE, e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2157-5.htm>.

_____, (2003, 06 de janeiro), “Lei número 10.638, de 06 de janeiro de 2003, institui o Programa Permanente de Combate à Seca – PROSECA”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10638.htm>.

_____, (2007, 22 de fevereiro), “Decreto número 6.047 de 22 de fevereiro de 2007, institui a Política Nacional de Desenvolvimento Regional – PNDR e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/D6047.htm>.

_____, (2007, 03 de janeiro), “Lei Complementar número 125, de 03 de janeiro de 2007, institui, na forma do art. 43 da Constituição Federal, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE; estabelece sua composição, natureza jurídica, objetivos, áreas de atuação, instrumentos de ação; altera a Lei nº7.827, de 27 de setembro de 1989, e a Medida Provisória nº2.156, de 24 de agosto de 2001; revoga a Lei Complementar nº66, de 12 de junho de 1991; e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp125.htm>.

_____, (2008, 17 de setembro), “Lei número 11.775, de 17 de setembro de 2008, institui medidas de estímulo à liquidação ou regularização de dívidas originárias de operações de crédito rural e de crédito fundiário; altera as Leis nºs 11.322, de 13 de julho de 2006, 8.171, de 17 de janeiro de 1991, 11.524, de 24 de setembro de 2007, 10.186, de 12 de fevereiro de 2001, 7.827, de 27 de setembro de 1989, 10.177, de 12 de janeiro de 2001, 11.718, de 20 de junho de 2008, 8.427, de 27 de maio de 1992, 10.420, de 10 de abril de 2002, o Decreto-Lei nº79, de 19 de dezembro de 1966, e a Lei nº10.978, de 7 de dezembro de 2004; e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L11775.htm>.

_____, (2009, 08 de janeiro), “ Lei Complementar número 129 de 08 de janeiro de 2009, institui, na forma do art. 43 da Constituição Federal, a Superintendência do Desenvolvimento

do Centro-Oeste - SUDECO, estabelece sua missão institucional, natureza jurídica, objetivos, área de atuação, instrumentos de ação, altera a Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989, e dá outras providências, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp129.htm.

_____, (2009, 27 de julho), “Lei número 11.945, de 27 de julho de 2009, abre ao Orçamento Fiscal da União, em favor do Ministério da Fazenda, crédito suplementar no valor de R\$501.561.242,00 (quinhentos e um milhões, quinhentos e sessenta e um mil e duzentos e quarenta e dois reais), para reforço de dotações constantes da Lei orçamentária vigente”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L11945.htm.

_____, (2012, 27 de setembro), “Lei número 12.719, de 27 de setembro de 2012, altera as Leis nºs 10.177, de 12 de janeiro de 2001, 7.827, de 27 de setembro de 1989, 11.524, de 24 de setembro de 2007, 11.775, de 17 de setembro de 2008, 9.469, de 10 de julho de 1997, 11.196, de 21 de novembro de 2005, 8.029, de 12 de abril de 1990, 10.954, de 29 de setembro de 2004, e 11.314, de 3 de julho de 2006; e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L12716.htm.
Brasil, Estados Unidos do (1909, 21 de outubro), “Decreto número 7.619, de 21 de outubro de 1909, aprova o regulamento para organização dos serviços contra os efeitos das secas”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1900-1909/decreto-7619-21-outubro-1909-511035-publicacaooriginal-1-pe.html>.

_____, (1911, 28 de dezembro), “Decreto número 9.256, de 28 de dezembro de 1911, reorganiza os serviços a cargo da Inspetoria de Obras contra as Secas”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-9256-28-dezembro-1911-500856-republicacao-102942-pe.html>.

_____, (1915, 03 de fevereiro), “Decreto número 11.474, de 03 de fevereiro de 1915, aprova o regulamento para a Inspetoria de Obras contra as Secas”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-11474-3-fevereiro-1915-498602-republicacao-97547-pe.html>.

_____, (1916, 27 de dezembro), “Decreto número 12.330, de 27 de dezembro de 1916, dá novo regulamento à Inspetoria de Obras contra as Secas”, visita em 15 de novembro de 2012. Disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-12330-27-dezembro-1916-519534-norma-pe.html>.

_____, (1919, 09 de julho), “Decreto número 13.687, de 09 de julho de 1919, aprova o regulamento para a Inspetoria Federal de Obras contra as Secas”. Visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-13687-9-julho-1919-516701-republicacao-95726-pe.html>.

_____, (1931, 20 de fevereiro), “Decreto número 19.726, de 20 de fevereiro de 1931, aprova o regulamento para a Inspetoria Federal de Obras contra as Secas”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-19726-20-fevereiro-1931-518993-publicacaooriginal-1-pe.html>.

_____, (1932, 06 de julho), “Decreto número 21.469, de 06 de julho de 1932, modifica, provisoriamente, o regulamento para a Inspetoria Federal de Obras contra as Secas”,

visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < <http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=19574&norma=34720>>.

_____ (1934, 16 de julho), Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao34.htm>.

_____ (1936, 07 de janeiro), “Lei número 175, de 07 de janeiro de 1936, regulamenta o disposto no art. 177 da constituição”, ”, visita em 20 de novembro de 2012, disponível em < <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/230371.pdf>>.

_____ (1945, 28 de dezembro), “Decreto-Lei número 8.486, de 28 de dezembro de 1945, dispõe sobre a reorganização da Inspetoria Federal de obras contra as Sêcas (i.F.C.O.S.), que passa a denominar-se Departamento Nacional de obras Contras as S-ecas (D.N.C.O.S.)”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1937-1946/Del8486.htm>.

_____ (1945, 28 de dezembro), “Decreto número 20.284, de 28 de dezembro de 1945, aprova o regimento do Departamento Nacional de Obras contra as Sêcas (D.N.C.O.S.), do Ministério da Viação e Obras”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < [htt://legis.senado.gov.br/legislacao/listatextointegral.action?id=1485&norma=3221](http://legis.senado.gov.br/legislacao/listatextointegral.action?id=1485&norma=3221)>

_____ (1951, 10 de fevereiro), “Lei número 1.348, de 10 de fevereiro de 1951, dispõe sobre a revisão dos limites da área do polígono da seca”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L1348.htm>.

_____ (1956, 06 de julho), “Lei número 2.814, de 06 de julho de 1956, dispõe sobre a concessão de auxílio aos municípios situados no Polígono das Sêcas, para instalação de serviços públicos de abastecimento d’água”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/listaPublicacoes.action?id=111036&tipoDocumento=LEI&tipoTexto=PUB>>.

_____ (1956, 30 de novembro), “Decreto número 40.444, de 30 de novembro de 1956, aprova o regulamento expedido em virtude da virtude da Lei nº 2.814, de 6 de julho de 1956, que dispõe sobre a concessão de auxílio aos Municípios situados no Polígono das Secas, para instalação de serviços públicos de abastecimento d’água”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-40444-30-novembro-1956-330702-publicacaooriginal-1-pe.html>>.

_____ (1959, 15 de dezembro), “Lei número 3.692, de 15 de dezembro de 1959, institui a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste e dá outras providências”, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L3692.htm>.

Candido, M. J. D., Araújo, G.G. L. de, Cavalcante, M. A. B. 2005. *Pastagens do ecossistema semi-árido brasileiro: Atualização e perspectivas futuras*, Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, Goiânia. Anais, Goiânia, 2005, p85-94, visita em 15 de novembro de 2012, disponível em <<http://www.neef.ufc.br/pal05.pdf>>.

Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos Países Afetados por Seca e/ou Desertificação, particularmente na África, UNCCD, visita em 30 de abril de 2012, disponível em < www.unccd.int/en/about-the-convention/Pages/About-the-Convention.aspx>.

Ceará, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, visita em 24 de Junho de 2012, disponível em < <http://www.funceme.br>>.

Duarte, R. S. *pobreza e políticas públicas no nordeste do Brasil*. Pobreza, desigualdade social y ciudadanía los limites de las políticas sociales em América Latina, Alicia Ziccardi (compiladora), 2001, Buenos Aires, p425-440, visita em 12 de Outubro de 2012, disponível em <http://168.96.200.17/ar/libros/pobreza/duarte.pdf>>.

Freitas, M. A. de S. *Um sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em regiões semi-áridas*, 1999. Revista Tecnologia, UNIFOR, Fortaleza, v. 19 19-30.

_____. *O fenômeno das secas no nordeste do Brasil: uma abordagem conceitual*, visita em 12 de Outubro de 2012, disponível em <http://pt.scribd.com/doc/17656235/O-Fenomeno-das-Secas-no-Nordeste-do-Brasil>.

Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste – GTDN, *Uma política de desenvolvimento econômico para o Nordeste*. Departamento de Imprensa Nacional, 1959, Rio de Janeiro.

Leal, I. R., Silva, J. M. C. da, Tabarelli, M., Lache Jr, T. E., 2005, *Mudando o curso da conservação da biodiversidade na caatinga do nordeste do Brasil*. En: Revista Megadiversidade, Vol 1, p139-141.

Magalhães, A. R. (Coord.Geral), “Projeto Áridas”, 1992, visita em 10 de maio de 2012, disponível em < <http://pt.slideshare.net/TFWilson/anexo-projeto-aridas-uma-estrategia-de-desenvolvimento-sustentvel-para-o-nordeste-5634557>>.

Neves, F. de C., *Getúlio e as secas: políticas emergenciais na era Vargas*, 2001. Em: Ver. Bras. Hist. Vol.21, n 40, São Paulo, disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-01882001000100006&script=sci_arttext> . Acesso em 10 Dez 2012.

Nogueira, O. 2001, *Constituições brasileiras 1824*, vol I. Senado Federal e Ministério da Ciência e Tecnologia, Centro de Estudos Estratégicos, p. 15 Brasília.

Pitombeira, S. C. 2012, *O sistema agroindustrial brasileiro e a política agrícola a partir do ambiente institucional da constituição federal de 1988*. 50 Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER, 2012, Vitória. Anais, visita em 10 abril de 2012, disponível em <http://icongresso.itarget.com.br/useradm/anais/?clt=ser.2>.

Rosado, Vingt-Um org. *Memorial da seca*, visita em 12 de Outubro de 2012, disponível em < http://www.colecaomossoroense.org.br/acervo/memorial_das_secas.pdf>.

Sousa, J. W. de F. 2009, *Política e seca no Ceará um projeto de desenvolvimento para o norte (1869-1905)*, visita em 30 de Setembro de 2012, disponível em <http://www.teses.usp.br/.../JOSE_WEYNE_DE_FREITAS_SOUSA.pdf>.

Zipperli, R. 1997, *Teoria geral do estado* . Fundação Calouste Gulbenkian 3. p.599, Lisboa.

FIGURAS

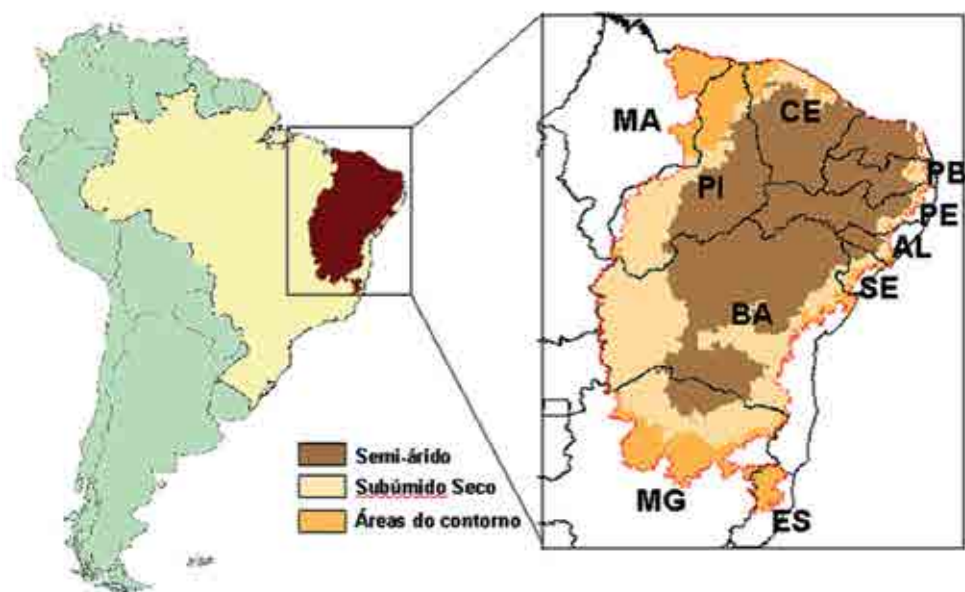


Figura 1. Áreas suscetíveis à desertificação segundo o Ministério do Meio Ambiente.

(Fuente: Ministério do Meio Ambiente/Brasil)

TABELAS

Tabela 1. Tabela com registros dos períodos de secas no Nordeste brasileiro

Século XVI	Século XVII	Século XVIII	Século XIX	Século XX	Século XXI
1583-1585	1603-1604	1709-1711	1808-1809	1903-1904	2010
	1615	1720-1721	1817-1818	1907-1909	2012
	1645	1723-1727	1824-1825	1911	2013
	1652	1736-1737	1830-1831	1915	
	1692-1693	1744-1745	1833-1835	1919-1921	
		1754	1844-1846	1930-1932	
		1760	1877-1879	1941-1942	
		1766	1888-1889	1958-1960	
		1772	1891	1978-1983	
		1776-1778	1898-1900	1993	
		1792-1793		1998	

Fonte: ROSADO, Vingt-Um, FREITAS, Marcos Aírton de Sousa e FUNCEME.

Tabela 2 Tabela comparativa de Legislação elaborada pela autora.

Decreto Federal Nº 2741/1998 – Convenção UNCCD (MMA)	Lei Federal Nº 10.638/2003 – PROSECA (MIN)
Dar a devida prioridade ao combate à desertificação e à mitigação dos efeitos da seca, alocando recursos adequados de acordo com as suas circunstâncias e capacidades;	Realização de estudo detalhado de todas as disponibilidades hídricas locais do Semiárido do Nordeste;
Estabelecer estratégias e prioridades no quadro dos seus planos e/ou políticas de desenvolvimento sustentável, tendo em vista o combate à desertificação e a mitigação dos efeitos da seca;	Identificação de alternativas de complementação da demanda hídrica do Semiárido do Nordeste;
Atacar as causas profundas da desertificação e dar especial atenção aos fatores sócio-econômicos que contribuem para os processos de desertificação;	Implementação de ações imediatas destinadas à eliminação do déficit hídrico do Semiárido setentrional do Nordeste;
Promover a sensibilização e facilitar a participação das populações locais, especialmente das mulheres e dos jovens, nos esforços para combater a desertificação e mitigar os efeitos da seca, recorrendo ao apoio das organizações não governamentais;	Implementação de projeto permanente de utilização otimizada e sustentada dos recursos hídricos locais do Semiárido do Nordeste;
Criar um ambiente favorável, recorrendo, conforme for adequado, ao reforço da legislação pertinente em vigor e, no caso desta não existir, à promulgação de nova legislação e à elaboração de novas políticas e programas de ação em longo prazo.	Capacitar a população para a convivência harmônica com o clima e o ecossistema semiárido, aproveitando plenamente suas potencialidades.

Fonte: Decreto Federal Nº 2.741/1998 e Lei Federal Nº 10.638/2003.

Artículo de revisión

Hiatos de regeneración del bosque de *Araucaria araucana* en Patagonia: vinculaciones al uso de tierras y desertificación regional.

FIDEL A. ROIG^{1,7*}, MARTÍN HADAD², CAROLINA MORENO^{1,3}, RICARDO J. GANDULLO⁴, SERGIO PIRAINO⁵, EDUARDO MARTÍNEZ-CARRETERO⁵, MARGARITA GONZÁLEZ-LOYARTE⁵, JULIETA G. ARCO¹, MÓNICA BENDINI⁶, JOSÉ A. BONINSEGNA¹, IRIS PERALTA^{4,7}, EDUARDO BARRIO¹, RAFAEL BOTTERO¹, DANIEL PATÓN DOMÍNGUEZ⁸, EMILIO JUANEDA⁹, TÁSSIO TREVIZOR¹⁰, ANDREA DUPLANCIC⁵

¹Laboratorio de Dendrocronología, IANIGLA CCT-CONICET, Mendoza, Argentina; ²CIGEOBIO-CONICET-San Juan, Universidad Nacional de San Juan, Argentina; ³CONICET/Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Bariloche, Argentina; ⁴Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, Argentina; ⁵Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA) – CCT-CONICET, Mendoza, Argentina; ⁶GESA – FADECS - Universidad Nacional del Comahue, Argentina; ⁷Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina; ⁸Departamento de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra, Universidad de Extremadura, España; ⁹UCAR-PROSAP, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Argentina; ¹⁰Wood Anatomy & Tree-Ring Laboratory, Department of Forest Sciences, ESALQ/University of São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil

Autor para correspondencia. E-mail: froig@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido: 22 de Noviembre 2013

Aceptado: 18 de Febrero 2014

RESUMEN

Los bosques de *Araucaria araucana* (pehuén) son influenciados en su dinámica de regeneración por elementos naturales o antrópicos. Cambios climáticos recientes contribuirían a declinaciones del crecimiento y probablemente en la intensidad de regeneración. Sin embargo, aún luego de extraer madera, vastas extensiones con fisonomía de parque resultaron afectados por acción del fuego en combinación con la sobrecarga de ganado introducido desde fines del siglo XIX. Este ganado, condicionado a reducidos corredores de trashumancia y áreas de pastaje, impacta sobre la regeneración del bosque de pehuén en el noroeste de Patagonia argentina. El ganado trashumante, desplazándose desde campos bajos y áridos de invernada a los más húmedos y de mayor receptividad durante el verano en valles cordilleranos, consume retoños y plantas recién germinadas de pehuén, mientras que regresando a campos de invernada consumen la semilla.

Como consecuencia, sectores de bosque de pehuén se encuentran escasamente representados respecto de clases etarias menores a 100 años. En este trabajo revisamos los antecedentes relativos a esta ruptura en la estructura etaria que conduce al envejecimiento de las poblaciones de pehuén. Los factores de disturbio mencionados en sociedad con la sobrecarga animal, se revelan como importantes factores de desertificación en territorios del noroeste patagónico. Palabras clave: *Araucaria araucana*, regeneración forestal, desertificación, Patagonia.

ABSTRACT

The forests of *Araucaria araucana* (pehuén) are influenced in their regeneration dynamics by both anthropogenic and natural elements. Recent climatic change contributes to declines in radial growth and likely in the intensity of forest regeneration. However, even when there is past evidences of timber harvesting, vast forest areas with a park physiognomy are consequence of fire influence combined with livestock overstockings that were introduced since the late nineteenth century. These cattle stocks, conditioned to reduced transhumance corridors and limited pasture areas, have produced impacts on plant recruitment at the more xeric pehuén forest patches in the northwestern argentinean Patagonia. The nomad cattle, moving during the beginning of each summer to fields with better livestock receptivity in the mountain valleys, consume the newly germinated pehuén seedlings and when the animals return to winter lowland fields of pastures, they consume the seeds fell during autumn. As a result, many sectors of the pehuén forest are underrepresented regarding age classes lower than 100 years. We review those elements that may be related to the age structure characteristics of the pehuén forests in areas with incidence of human activity. Natural disturbance factors in partnership with overgrazing, are revealed as contributing factors of desertification in the Patagonian northwest territories.

Key words: *Araucaria araucana*, forest regeneration, desertification, Patagonia.

INTRODUCCIÓN

Al norte de los bosques templados de América del Sur se desarrollan bosques integrados por una especie endémica y monoespecífica: *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, árbol llamado en lengua mapuche “pehuén”. El pehuén adquiere particular relevancia debido a que en su relativamente reducida expansión geográfica se incluyen diversas condiciones ecológicas, definidas principalmente por variaciones de humedad (Roig, 1998).

La historia natural de estos bosques, aún cuando puede ser recuperada de la información contenida en los anillos de crecimiento de árboles varias veces centenarios, ha experimentado interacciones con la actividad del hombre, particularmente en tiempos recientes. La incidencia de fuegos y de la actividad ganadera se revelan como componentes de incidencia en la fisonomía actual y dinámica de regeneración de estos bosques (González *et al.*, 2005).

Fuegos naturales como aquellos provocados desde épocas de la colonización con el objeto de limpiar terrenos para el pastoreo, han incidido en la formación de amplias áreas de bosques de pehuén con fisonomía de parque. La recuperación de estos bosques ha sido probablemente condicionada por la intervención de otros factores, entre los que no se descarta la influencia del ganado. Es a fines del siglo XIX cuando se inicia la expansión de la actividad ganadera

(Bandieri, 1993) y es durante este período en que se encuentran evidencias de bajas tasas de regeneración del bosque de pehuén.

El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión en la que se vinculen elementos físicos y biológicos en relación a situaciones de regeneración y dinámica de los bosques de pehuén en el noroeste de Argentina. Debido a que las observaciones están principalmente vinculadas a bosques de pehuén en las condiciones más xéricas de su distribución (y por lo tanto con mayor restricción de humedad en suelos para favorecer germinación de semillas), con más frecuentes visitas de ganado y fuera de áreas protegidas, lo analizado aquí adquiere relevancia en interpretaciones ecológicas y en programas de manejo y conservación.

LOS BOSQUES DE *Araucaria araucana* EN EL NOROESTE DE PATAGONIA. CONTEXTO BIOGEOGRÁFICO, VEGETACIÓN Y ECOLOGÍA

Los bosques templados del sur de América del Sur se distribuyen a lo largo de los Andes australes, encontrándose sus límites en contacto con el océano Pacífico al oeste y con la estepa patagónica hacia el este. Corresponden a los bosques subantárticos o andino patagónicos, distribuidos desde 37° S hasta el cabo de Hornos (Schmithüsen, 1956; Oberdorfer, 1960; Cabrera & Willink, 1980; Donoso, 1993; Gajardo, 1993; Roig, 1998). Estos bosques están relativamente aislados de otros bosques del neotrópico, pero con afinidades florísticas con bosques de Nueva Zelanda y Tasmania, indicando vínculos ancestrales con floras de origen neotropical y gondwánica (Kalin-Arroyo *et al.*, 1995). El aislamiento biogeográfico de los bosques subantárticos explica la existencia de un alto grado de endemismos (Armesto *et al.*, 1995). Aún cuando estos bosques están dominados por especies del género *Nothofagus*, la diversidad forestal se condiciona al clima que impone la topografía de la cordillera de los Andes. Debido al efecto de sombra de lluvia, el sector este de los Andes se empobrece progresivamente en precipitación y especies forestales, a medida que es reemplazado por la biota y clima de la estepa patagónica (Roig, 1998). Este cambio, dramático en cuanto a biodiversidad y paisaje, ocurre en pocos kilómetros de distancia, entre la divisoria de aguas de los Andes y la Patagonia esteparia (Roig, 1998; Roig & Villalba, 2008). Al norte de la distribución de los bosques subantárticos, interesan en este estudio los bosques conformados por *Araucaria araucana*, conífera siempre verde que a la madurez alcanza 20-40 m de altura y diámetros de tronco entre 1-1.5 m a la altura del pecho.

El pehuén desarrolla una gruesa corteza, que se incrementa con la edad y resulta en una protección contra efectos de fuego (Aagesen, 2004) y fríos extremos (Arco, 2013). El pehuén crece en suelos drenados, preferentemente de origen volcánico, aunque también crece este árbol en afloramientos rocosos. En ambientes más húmedos, los suelos son más profundos y allí se desarrollan bosques de mayor densidad (Veblen, 1982). Según Alfonso (1941), el pehuén resiste a los fuertes vientos debido a su extensivo sistema radical. El pehuén crece entre 900 y 1,700 m de altitud en las dos vertientes de la cordillera de los Andes, entre 37° 20' S y 40° 20' S, como también en unidades disjuntas en la cordillera de Nahuelbuta y cordillera de la Costa en Chile. El área de distribución del pehuén es y ha estado sujeta a frecuentes disturbios, tales como actividad volcánica, incendios naturales o inducidos, aprovechamiento maderero y ganadería (Veblen, 1982; Burns, 1993; Roig & Roig, 1995; Veblen *et al.*, 1995;

Kitzberger *et al.*, 2001; Aagesen, 2004; Bekessy *et al.*, 2004; Mundo *et al.*, 2013). Los bosques con pehuén en ambos lados de la cordillera crecen en condiciones de mayor precipitación y usualmente compartiendo el espacio con especies de *Nothofagus*. En contraste, bosques de pehuén abiertos, de menor densidad y por lo general puros se desarrollan en Argentina hacia territorios vinculados con la biota de la estepa patagónica (Roig, 1998; Veblen, 1982).

El pehuén es un árbol varias veces centenario. Individuos de ca. 900 años han sido identificados en bosques marginales sobre afloramientos rocosos y en contacto con la estepa patagónica en Argentina (LaMarche *et al.*, 1979; Hadad, 2013). Estas condiciones ecológicas indicarían que el pehuén es sensible a la variabilidad de la precipitación. Las altas temperaturas estivales producen aumentos en evaporación y transpiración, sometiendo a los árboles a condiciones fisiológicas de estrés hídrico. Consecuentemente, las lluvias al inicio de la estación de crecimiento estimulan el crecimiento del pehuén (Roig & Villalba, 2008; Hadad, 2013).

EL CLIMA PATAGÓNICO

El clima en Patagonia (33°-55° S) tiene variaciones espacio-temporales explicadas parcialmente por incidencias de la circulación atmosférica, topográficas y oceánicas. En este sentido, el clima es fuertemente influenciado por los vientos semipermanentes del cuadrante SO, regulados estacionalmente por la migración latitudinal del anticiclón semipermanente del océano Pacífico (Miller, 1976; Saavedra & Foppiano, 1992), el que se posiciona hacia 25° S en invierno y entre 39-40° S en verano (Aceituno, 1988). Considerando dos extremos estacionales en la precipitación, el mayor aporte invernal se da por la migración del vector de viento de mayor intensidad hacia el paralelo 25° S. Esto implica mayor frecuencia del pasaje de frentes de tormenta hacia el territorio argentino. Contrariamente, en enero los vectores de viento se deprimen en la latitud mencionada, localizándose los de mayor intensidad por debajo del paralelo 45° S (Figura 2a-b). Esto produce un sistema de rotación de vientos hacia el norte de la costa chilena, generado por la presencia de la cordillera, lo que dificulta la entrada estival de frentes de tormenta en el NO patagónico (Garreaud *et al.*, 2009).

Otro factor de influencia en el clima de la región es el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Diaz & Pulwarty, 1994). Durante años de El Niño, fuertes precipitaciones invernales se producen en la costa Pacífica, especialmente entre Ecuador/Perú y Chile Central. Estas precipitaciones son resultado de una gran evaporación por condiciones extraordinariamente más cálidas del océano Pacífico (correspondiente a fases negativas de la Oscilación del Sur). Esto provoca, en el NO de Patagonia, aumentos en la temperatura durante veranos posteriores a invierno con El Niño (Aceituno, 1988; Kiladis & Díaz, 1989).

Por lo anteriormente expuesto, en la región del noroeste (NO) de Patagonia, particularmente hacia el territorio cordillerano de Neuquén, la circulación atmosférica define un ciclo anual de precipitación caracterizado por un máximo invernal y un mínimo estival. Hacia el litoral atlántico esta concentración invernal va disminuyendo con tendencia a un régimen de lluvias más homogéneamente distribuido durante el año. Sin embargo, donde hay régimen mediterráneo, la precipitación tiene valores absolutos mayores en la cordillera y menores hacia la región de estepa patagónica, estableciéndose una marcada disimetría pluviométrica entre estas dos regiones (Figura 1a), definiendo la impronta fisonómica con estepas semidesérticas al

este de la cordillera y bosques con diversidad de especies hacia la cordillera de los Andes (Roig, 1998). Por ello, el clima tiende a ser húmedo y frío en cordillera y seco y frío en la estepa. En la Figura 1b se observa la distribución del bosque de pehuén (línea naranja) y los puntos negros indican las localidades consideradas en este estudio, los que corresponden al sector oriental de distribución del pehuén, es decir en condiciones de contacto con la estepa patagónica y con escasas precipitaciones al año.

Fluctuaciones a largo plazo en la precipitación y temperatura, tanto a escala continental como regional, han sido mencionadas en relación a procesos de cambio climático durante décadas recientes (Aceituno *et al.*, 1992; Quintana, 2004). De acuerdo a Aceituno *et al.* (1992), y para la región subtropical de Chile, durante el siglo XX se ha verificado una significativa disminución de la precipitación. Quintana (2004) muestra que la evolución de la precipitación en Chile, al sur de 30°S, está condicionada por una fuerte variabilidad decádica, lo cual se vincula a cambios en esa misma escala en la Oscilación del Sur (y de la frecuencia de eventos El Niño y La Niña), así como en las condiciones atmosféricas y oceánicas en toda la cuenca del Pacífico (Oscilación Decadal del Pacífico). Entre 30°S y 39°S se aprecia el predominio de una tendencia negativa hasta aproximadamente 1970, mientras que el aumento de la frecuencia de inviernos relativamente lluviosos en las décadas posteriores contribuyó a revertir la tendencia decreciente. Sin embargo, el centro-sur de la región está experimentando, en las décadas más recientes, una tendencia decreciente.

La temperatura media a nivel de superficie a lo largo de la costa extratropical de Sudamérica ha mostrado a partir de la década de 1940 o 1950 un régimen térmico relativamente estacionario, a excepción de la región centro-sur donde se observa un marcado descenso de la temperatura media (Aceituno *et al.*, 1992; Rosenbluth *et al.*, 1997) y de la región comprendida entre Santiago y Concepción, donde se aprecian aumentos de +0.05°C/década y de +0.18°C/década en los promedios anuales de temperatura máxima y mínima, respectivamente.

DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS BOSQUES DE PEHUÉN

En relación a los conceptos anteriores, el gradiente de humedad entre cordillera y estepa establece unidades de bosque de pehuén (Roig, 1998). Por un lado, el bosque en ambiente méxico (hacia los flancos de la cordillera de los Andes) es generalmente mixto, con mayor cobertura vegetal y abundante regeneración de origen sexual. Además, ha sido observado que es menos visitado por el ganado. Por otro lado, el bosque de pehuén de distribución oriental, se asocia a la estepa en forma de bosque fragmentado y abierto, puro, estrechamente asociado a afloramientos rocosos de origen magmático, con fuerte incidencia de reproducción asexual y componente florístico propio (Gandullo, 2003).

Las diferencias entre bosque con pehuén en ambiente méxico y xérico, como también de subtipos de estas dos grandes categorías, son detectables a nivel regional con imágenes satelitales LANDSAT Thematic Mapper. Estas diferencias se expresan en la cobertura vegetal por la reflectancia contrastada en el infrarrojo cercano (IR cercano, TM4), donde se produce la mayor reflectancia en la vegetación sana y el rojo del espectro visible (TM3), donde la absorción es alta debido a la clorofila. El contenido de humedad del conjunto suelo-planta es detectado en el infrarrojo medio (IR medio, TM5). Clasificaciones con estas tres bandas

permiten distinguir bosques xéricos de mésicos con pehuén como también de subtipos en estas dos grandes categorías (Figura 3). Se observa también el contraste entre bosques secos de pehuén en solana y en basalto y bosques mésicos en laderas de exposición oeste. Estas diferencias sugeridas por las imágenes satelitales constituyen diferencias en la ecología de los bosques de pehuén (Roig *et al.*, 2010; Hadad *et al.*, 2013).

DINÁMICA POBLACIONAL Y PERTURBACIONES EN BOSQUES DE PEHUÉN

Los bosques de pehuén sin disturbio antrópico, tienden a presentar buenas proporciones de clases de edades, estructura multi-estratificada y buena multiplicación (Roig, 1998), se trate de bosques puros o mixtos (Rechene, 2000). El fuego, constituye el principal factor de disturbio en la dinámica de los bosques asociados a esta especie, impactando tanto a escala de rodal como de paisaje (Aagasen, 2004; González *et al.*, 2005; González & Veblen, 2006; Veblen *et al.*, 2008). Mayoritariamente el rango de distribución del pehuén se encuentra inserto en áreas de gran actividad volcánica, lo que determinaría las diversas adaptaciones al fuego (González *et al.*, 2010). Una de estas sería el desarrollo de una gruesa corteza entre 15 a 20 cm de espesor (Montaldo, 1974; Veblen, 1982; Heusser *et al.*, 1988; Burns, 1993), lo que junto a su habilidad de rebrotar vegetativamente, evidenciarían la capacidad de esta especie para resistir eventos de incendio (González & Veblen, 2007). La datación de marcas o cicatrices que persisten en los individuos, como técnica dendrocronológica, ha permitido datar incendios y reconstruir el régimen de este disturbio en las últimas centurias (Iglesias-Zúñiga, 2011; Mundo *et al.*, 2013).

Si bien no se cuenta con registros de gran detalle de incendios naturales provocados por tormentas eléctricas, en sitios de bosque mixto se observan árboles con cicatrices de incendio, fenómeno que no se presenta tan frecuentemente en bosquetes instalados en afloramientos rocosos, donde hay escaso a nulo material de combustión. En los relevamientos de bosques efectuados entre 1914 y 1916 por Rothkugel (1916), se indicaba que gran parte de la superficie que actualmente presenta remanentes del bosque de pehuén o relictos de bosque en una matriz de estepa semidesértica, se encontraba ya a principios del 1900, recientemente quemada. En la época de colonización los incendios eran provocados intencionalmente por los pioneros, con la finalidad de limpiar los terrenos para el pastoreo del ganado.

El pehuén, aunque no parece ser dependiente del fuego, está bien adaptado a él, ya que posee yemas terminales epicórmicas (Veblen *et al.*, 1995) y una gruesa corteza. Sin embargo incendios forestales o quemas controladas pueden eventualmente favorecer a esta especie fomentando su regeneración, generalmente pobre, debido en parte a que muchas de sus semillas pierden su potencial atrapadas en el sotobosque (Rodríguez *et al.*, 1983). Agesen (2004) postula que los conocimientos sobre la ecología del fuego en otros lugares y el entendimiento de la respuesta ecológica del pehuén frente al fuego, sugieren que en el pasado probablemente los indígenas quemaban el bosque como estrategia de manejo para facilitar el crecimiento de este árbol en relación a otras especies vegetales y así crear y mantener rodales de esta especie, importantísima para su subsistencia debido a la semilla comestible.

En la actualidad una gran proporción de las poblaciones de pehuén (130,579 ha) se encuentran protegidas dentro de parques y reservas nacionales. Sin embargo, tanto dentro como fuera de estas áreas de protección la especie presenta fuertes presiones promovidas por el hombre, tales

como el pastoreo, roce con fuego, recolección de semillas y esporádicamente extracción de madera (González & Veblen, 2006). Esto genera pérdida de renovales de pehuén, debido a cambios en el uso de la tierra o en el dominio de las mismas.

Una indicación de alteración puede ser explicada por el ingreso y colonización de especies colindantes del bosque de pehuén, debido al espacio de suelo descubierto, producto de la erosión. Los problemas de erosión son particularmente visibles en zonas de pendiente excesiva en donde se han hecho profundos cortes de caminos y senderos, en terrenos sueltos, de consistencia granular, sin muros de contención y en áreas que carecen de controles adecuados de aguas precipitadas. Esto trae aparejado el descalce de grandes ejemplares de pehuén junto con la remoción de la vegetación, debido al uso frecuente de estos lugares y a la falta de su mantenimiento y prevención.

En sitios moderadamente secos de los Andes ocupados por la asociación de pehuén con *Nothofagus antarctica* (ñire), el fuego actúa como un importante disturbio regulando la estructura del rodal (Burns, 1993). La dinámica de los bosques dominados por pehuén y matorrales de ñire y que alternan con bosques más o menos desarrollados, son producto de distinto grado de recuperación o perturbación después del fuego. Los matorrales mixtos de ñire y pehuén que se encuentran en el centro-sur de Chile y Argentina son asociados a situaciones posteriores a incendios (Burns, 1993). Ambas especies están adaptadas para sobrevivir al fuego. A las propiedades ya mencionadas para el pehuén, en el caso del ñire reacciona después del fuego con producción de brotes múltiples, lo que permite dominar los rodales post-fuego por varias décadas (Veblen & Lorenz, 1987).

En estos bosquetes de ñire, la sucesión comienza con los renovales de pehuén, producidos ya sea a partir de semillas de plantas hembras remanentes que sobrevivieron al fuego, por nueva dispersión al sitio o por depósitos abandonados de semillas de desconocidos depredadores. Una vez establecido, el pehuén crece bajo la sombra parcial de las copas del ñire rebrotados. Luego de aproximadamente 70 años, estos individuos de pehuén sobrepasan el dosel de ñire y lo sustituyen (Burns, 1993; Veblen *et al.*, 2010).

LA GANADERÍA EN EL NOROESTE PATAGÓNICO Y SU INCIDENCIA EN LA VEGETACIÓN

Las regiones meridionales de América del Sur, que en el siglo XVIII se transformarían en el Virreinato del Río de la Plata, fueron conformando el territorio argentino a partir de los centros de mayor desarrollo: Las Misiones, el Tucumán, Córdoba, Cuyo y el Litoral. El resto del territorio, incluido el Chaco, la llanura pampeana y la meseta patagónica eran consideradas zonas marginales, las que a partir de los siglos XVI y XVII se constituirían en espacios de conquista (Bucciarelli, 2011). La facilidad de los pasos en la Cordillera de los Andes al NO de la Patagonia caracterizó la dinámica de bienes y cultura de los grupos indígenas que habitaban el espacio cordillerano, situación que favorecía una fuerte interacción entre las sociedades indígenas a ambos lados de los Andes. Estas culturas, que originalmente eran recolectoras y cazadoras, se vieron influenciadas por la irrupción del ganado europeo durante el desarrollo del Virreinato del Río de La Plata, provocando una rápida orientación de estas sociedades indígenas hacia la actividad y comercio de la ganadería. Dominadores del espacio cordillerano,

estos grupos humanos se transformarían en artífices del traspaso del ganado producido en el litoral argentino hacia el mercado chileno. Este mecanismo, que ya se encontraba consolidado en la segunda mitad del siglo XVIII, incorporó los valles neuquinos como campos de engorde y cría del ganado que posteriormente iría a Chile o que era traído desde este país para aprovechar las pasturas durante los veranos.

La transferencia de ganado en esta región ha quedado documentada por las numerosas rutas o rastrilladas que seguían los arreos de ganado, donde se observa una tendencia general de orientación NE-SO (Ramos *et al.*, 2008). Las rastrilladas conducían a los distintos pasos a través de la cordillera de los Andes en territorio del Neuquén. Estos pasos cordilleranos fueron documentados en el siglo XVIII por el jesuita Bernardo Havestadt, quien da cuenta de la diversidad de pasos que empleaban los indígenas en esta región (Brañes, 2006). De acuerdo con Prieto & Abraham (1998), la introducción de ganado doméstico en el sur de Mendoza por los españoles desde el siglo XVII, ha provocado, en conjunto con condiciones climáticas particulares, procesos de desertificación y empobrecimiento de las tierras de pastoreo. Este fenómeno es similar a lo ocurrido en el norte de Neuquén, en tiempos más recientes.

Debido a que la meseta patagónica continuaba en esta época como un territorio que debía ocuparse, por concepción ideológica y para incorporar mayores tierras que alimentaran el sueño del modelo agroexportador y de expansión capitalista, es que se impulsó la penetración militar en estos espacios. Esto constituyó un dramático proceso de expulsión y subordinación de la población originaria, considerado indispensable desde Buenos Aires como concepto geoestratégico que permitiera la expansión de las fronteras internas, la consolidación de la frontera externa y la incorporación de las tierras patagónicas a proyectos de introducción de nuevos pobladores en la región. Es hacia 1880 cuando se considera que este nuevo espacio geográfico quedó incorporado al ejercicio del dominio central de la política de Buenos Aires. Y es a partir de este momento cuando comienza la anexión de grandes extensiones territoriales, en lo que sería la generación de la gran matriz de futuras poblaciones y estancias patagónicas. Preferida la región de la pampa húmeda para la cría de ganado vacuno, las tierras menos fértiles de la Patagonia comenzaron a recibir al ganado ovino y posteriormente al caprino. Sin embargo, la acepción de que parte del territorio neuquino era adecuado para la siembra y cría de ganado, lo era también para la extracción de madera desde sus abundantes y variados bosques. La sociedad de la época, decimonónica en su principio de progreso material e influenciada por el concepto sarmientista de desarrollo agrario, impulsaba el establecimiento de colonias agrícolas con acceso a la tierra mediante un régimen de propiedad regulado en desmedro de los históricos derechos territoriales de las poblaciones originarias.

Paulatinamente, las actividades socioeconómicas y políticas del territorio del Neuquén comenzaron a consolidarse, primero con la llegada del ferrocarril en 1902 y el posterior surgimiento de localidades como Plaza Huincul y Cutral Co, a causa del descubrimiento de yacimientos de petróleo en 1918. Sin embargo, el territorio era esencialmente sostenido por la actividad ganadera, con producción bovina, ovina o caprina, aunque la actividad forestal-maderera y minera ocuparon también espacios de desarrollo socioeconómico.

Según Bandieri (1993) la ganadería en la zona tuvo un fuerte impulso entre 1879 y 1930, lo que se debió a la demanda de los centros y puertos chilenos, favorecida por franquicias

comerciales entre ambos países. Mientras existió esta situación, varias poblaciones ligadas a la ganadería se desarrollaron en el NO de Neuquén. Sin embargo, a partir de 1940, y debido a medidas aduaneras que implementaron Chile y Argentina, los productores locales vieron limitada la colocación de sus productos en el mercado chileno, con lo que fueron obligados a insertarse en el mercado nacional (Colantuono, 1995). Esta situación se vio agravada en la época por la inexistencia de un sistema eficaz de comunicación con las ciudades del litoral Atlántico, disminuyendo la compra de ganado en pie. Esta situación expuso a los crianceros a aumentar el número de animales caprinos en la misma superficie, generando sobrepastoreo con consecuencias de rápido deterioro de los campos. En el año 1967 y por Decreto Provincial N° 505/67, la cría de caprinos intentó deprimirse a través de recargos impositivos, lo que incidió aún más en la economía del pequeño y mediano ganadero neuquino. A pesar de estos escenarios, la ganadería extensiva constituye una de las actividades económicas con mayor peso en el proceso histórico de configuración del territorio patagónico.

Las condiciones fisiográficas del NO de Patagonia hacen que, para esta latitud, los ambientes de clima sub-húmedo alcancen sus posiciones más orientales en las elevaciones ante-cordilleranas continuas de la Sierra de Catan Lil – Cordón del Chachil y La Atravesada. Como consecuencia de ello, en las cuencas hidrográficas desarrolladas hacia el oeste de estas grandes elevaciones, las condiciones ecológicas resultan propicias para la existencia del bosque andino patagónico, de extensos pastizales y de mallines, conformados por especies con elevada aptitud forrajera. En la franja longitudinal precordillerana se ubican las tierras de pastizales naturales con mejor receptividad ganadera para la mayor parte del año. Sin embargo, niveles aún más elevados de receptividad se encuentran en la cordillera por encima de la línea de nieve a 1500-1200 m de altitud, pero solo en verano. En esa franja norte-sur de mayor aptitud ganadera se ubican las estancias con modelos de ganadería extensiva, lo que deteriora los campos de pastaje e impacta negativamente a nivel ambiental. En la periferia a estas zonas, los campesinos crianceros ven condicionada su ganadería a una serie de dificultades de orden climático, edafológico, económico, político y de tamaño y composición de los rodeos.

En la actualidad, la actividad ganadera dominante en el noroeste de Neuquén es la cría de cabras y ovejas, bajo condiciones de subsistencia fuertemente condicionada al relieve y la estacionalidad climática. La región norpatagónica comprende condiciones topográficas dispares, desde áreas andinas, zonas precordilleranas y valles surcados por una rica red hidrográfica, como también por mesetas desérticas. En este contexto, se conoce que la potencialidad forrajera de un campo ganadero patagónico es determinada por la superficie ocupada por mallines (Cassola, 1988), los cuales son cuerpos sedimentarios de génesis postglacial donde se desarrolla una vegetación hidrófila que es utilizada como sistema intensivo de forraje abundante y de buena calidad (Gandullo & Schmid, 2001).

El movimiento migratorio estacional estepa-cordillera-estepa se conoce como trashumancia. Esta es una forma productiva particular de la ganadería extensiva y constituye una fracción importante de la actividad rural en los ámbitos andino y de meseta en el norte de Patagonia. Según Bendini *et al.* (2005), la trashumancia se remonta a prácticas precolombinas, coloniales y decimonónicas destinadas a adecuarse a las limitaciones de los campos áridos de la estepa, llamados de *invernada* y desplazando los animales hacia los valles altos en la cordillera, llamados campos de *veranada*.

Las condiciones del clima regional explican el hábito de la trashumancia. La rigurosidad del clima invernal en la cordillera provoca la traslación de los animales hacia la estepa, entre fines de marzo y abril, donde, a pesar de contar con menores recursos forrajeros, encuentran mayores facilidades para sortear el invierno. El retiro de la nieve invernal y la reactivación vegetativa de los mallines de cordillera, precordillera, sierras y mesetas (Bran, 1992), moviliza el retorno a los campos de veranada, generalmente entre fines de noviembre y diciembre de cada año. De acuerdo a Bendini *et al.* (2005), la veranada, la internada y la ruta pecuaria, conforman el circuito del sistema productivo de trashumancia, donde se señalan los ámbitos territoriales que pueden representar situaciones diferenciales de aptitud natural y de tenencia de la tierra. Si bien el territorio en el cual los crianceros trashumantes llevan a cabo sus actividades se extiende desde el sur de la provincia de Mendoza hasta el centro de la provincia de Chubut, la mayor presencia se da en las provincias del Neuquén y Río Negro.

Los crianceros en esta región se dedican principalmente a la cría de caprinos y ovinos e incorporan en menor medida ganado bovino y caballar. El espacio de veranada que los crianceros ocupan pertenecen al fisco, aunque los rodeos visitan campos privados, por lo que se generan permanentes conflictos por la expansión territorial de los rebaños y los intereses de los ganaderos poseedores de títulos de tierra. En la actualidad la legislación otorga permisos de utilización temporaria y hasta de adjudicación de campos de veranada, estableciendo un control del uso de campos fiscales bajo autorización estatal. Los crianceros se integran en diferentes organizaciones locales, desde indígenas a comunidades de criollos, e inclusive, mixtas. Sin embargo, se consideran actividades económicas informales, constituyendo la expresión campesina del árido y la pobreza en el NO de Patagonia. Por ello, se asocia el ganado caprino a la actividad de subsistencia de familias de productores cuando el suelo no permite generar otra actividad económica rentable, por lo que la explotación de ganado caprino muchas veces se realiza en regiones agroecológicas áridas y susceptibles a la degradación por sobrepastoreo. El flujo de crianceros en los frágiles ambientes de zonas áridas y semiáridas de la meseta patagónica y en zonas de cordillera con alta densidad de ganado, genera un serio problema ambiental y social, asociado a un progresivo agotamiento de los recursos de pastaje y riesgo de desertificación de vastos territorios del norte patagónico. Esta situación ha sido agravada en las últimas décadas por el condicionamiento de la actividad trashumante debido al cercado de campos de pastaje, la reducción a callejones áridos para desplazar su ganado y la obligación de veranar en áreas cada vez más distantes. La crisis en el valor comercial de los animales ha forzado a los pequeños productores al aumento en la cantidad de animales por superficie, provocando que la vegetación natural no se recupere normalmente, con la consecuente degradación del ecosistema.

Al inicio del verano, cuando se produce la migración desde los campos de internada hacia los valles de veranada, el ganado caprino atraviesa los bosques xéricos de pehuén consumiendo los retoños y plántulas recién germinadas. De regreso de los campos de internada, el ganado sigue idénticas rutas y consume la semilla de pehuén que cae entre marzo y abril. Se completa así un ciclo estacional donde los recursos regenerativos del bosque de pehuén son perjudicialmente impactados. En forma paralela, se desencadenan procesos de erosión hídrica y eólica como consecuencia del sobrepastoreo y desmonte de arbustos para la obtención de leña, procesos que profundizan la desertificación del sistema.

DIVERSIDAD Y RIQUEZA GÉNICA DE LOS BOSQUES DE PEHUÉN

En el contexto de las perturbaciones analizadas, un elemento clave para la conservación de los bosques está dado por el conocimiento y manejo de los recursos genéticos forestales. Debido al largo tiempo de generación de los árboles, lo cual limita su capacidad para adaptarse fácilmente a particulares situaciones de riesgo, la variación intraespecífica se constituye en un elemento de importancia para afrontar riesgos ambientales con mayor efectividad (Aitken *et al.*, 2008). La distribución de la diversidad genética dentro de muchas de las especies arbóreas no es aún completamente conocida, por lo que resulta difícil evaluar el impacto que el cambio previsto en diversas zonas ecológicas, dentro de la distribución de los bosques, podría significar para los recursos genéticos y el potencial evolutivo de las especies. La correlación de los datos genéticos con variables ecológicas, dendrocronológicas y geográficas puede mostrar un panorama más completo sobre el estado de la especie, guiando por ejemplo la elección de zonas productoras de semillas adecuadas para la reforestación en zonas susceptibles de experimentar climas más cálidos que los que existen en la actualidad, o permitir la toma de medidas que disminuyan el impacto de la presión antrópica sobre la diversidad genética.

El estudio de los procesos genéticos y evolutivos de una población natural se basan en la comprensión de la cantidad y naturaleza de la variación genética presente, los procesos por los cuales se origina y los factores que alteran dicha variación. Las primeras evidencias indirectas de la existencia de diferenciación genética subyacente entre poblaciones de pehuén provienen de estudios morfológicos y fisiológicos, los cuales registran diferencias en las tasas de reproducción vegetativa y la morfología entre árboles con regímenes de precipitación extremos (Delmastro & Donoso, 1980). Raffi & Dodd (1998), han analizado la variación en la composición de ceras epicuticulares, encontrando diferencias entre poblaciones orientales y occidentales de pehuén y una elevada variación intrapoblacional, lo cual ha sido interpretado como un indicador de adaptación genética a condiciones más áridas. Coincidentemente con estos resultados, Bekessy *et al.* (2002a) realizaron mediciones en nueve poblaciones distribuidas en el rango de distribución natural de pehuén, basadas en la discriminación de isótopos estables de carbono y el cociente entre biomasa radicular respecto de la biomasa total, y observaron la existencia de diferencias cuantitativas interpopulacionales relacionadas con una tolerancia diferencial a la sequía.

A fin de corroborar la hipótesis de que estas diferencias eran debidas a variaciones en el genoma, se utilizaron diversos marcadores genéticos, tanto bioquímicos como moleculares. Esta información permite realizar y planificar estudios evolutivos, de mejoramiento y conservación de la especie, dependiendo del carácter dominante o codominante de cada tipo de marcador (el cual determina el nivel de facilidad con que pueden llevarse a cabo estimaciones de parámetros genéticos y evolutivos) y el nivel de polimorfismo que genera (lo que determina su utilidad en función del conjunto de organismos a estudiar).

La existencia de diferenciación genética poblacional en pehuén fue primero evaluada por Bekessy *et al.* (2002b) utilizando RAPD en 13 poblaciones, encontrando una significativa variabilidad genética entre y dentro de las poblaciones, siendo esta última la más importante. Esto podría explicarse por un restringido flujo génico actual o por una separación histórica de estas poblaciones. Sin embargo, este análisis mostró una mayor similitud genética entre las poblaciones andinas, constituyendo un único grupo.

Similares agrupamientos fueron detectados, utilizando 12 loci alozimáticos, por Ruiz *et al.* (2007) al analizar 9 poblaciones, distribuidas entre la Cordillera de la Costa y los Andes donde se identificaron tres grupos: uno situado sobre la costa junto a las poblaciones andinas del rango medio de su distribución y a bajas altitudes, un segundo grupo comprendiendo las poblaciones andinas situadas al norte y un tercer grupo compuesto por las poblaciones andinas de la región central, pero situadas a altitudes superiores. La hipótesis que podría explicar estos agrupamientos sugiere que luego de la última glaciación durante el Cuaternario, la especie podría haber persistido en pequeños refugios situados en las montañas de la costa, en Chile, y también en ambos lados de la cordillera de los Andes. Desde allí, se podría haber recolonizado parte del área ocupada originalmente, indicando cada agrupamiento un posible refugio y extensión de rutas migratorias.

En las poblaciones orientales argentinas, Izquierdo & Gallo (2003) utilizaron isoenzimas como marcadores y encontraron mayor diversidad genética con valores moderados de diferenciación genética promedio, pero elevados al compararse con otras especies forestales nativas como *Austrocedrus chilensis* (Pastorino *et al.*, 2004) y *Nothofagus nervosa* (Marchelli & Gallo, 2004). Este patrón de mayor diversidad intrapoblacional y diferenciación entre las poblaciones marginales orientales podría explicarse por el mantenimiento de sus diferencias genéticas debido a un aislamiento de larga duración y a los efectos de deriva genética que afectan mayoritariamente a las poblaciones pequeñas, como lo sugieren otros estudios en coníferas autóctonas (Pastorino & Gallo, 2002).

Marchelli *et al.* (2010) confirmaron para la especie la hipótesis de la existencia de refugios glaciarios orientales, utilizando como marcadores microsatélites de cloroplastos, marcador genético adecuado para estudios filogenéticos. En este estudio, los autores encontraron en las poblaciones marginales del este una menor riqueza alélica y una mayor diferenciación genética que aquellas poblaciones ubicadas hacia el oeste.

Por otra parte, en los últimos años se ha comenzado a realizar estudios en pehuén utilizando microsatélites nucleares, marcadores genéticos codominantes y altamente polimórficos, ya sea transferidos desde otras especies de la familia (Moreno *et al.*, 2011 para dos poblaciones argentinas) o desarrollados exclusivamente para pehuén (Marconi *et al.*, 2011; Martin *et al.*, 2012), para poblaciones chilenas. Este tipo de marcadores permite realizar estudios que involucren posibles cambios en las poblaciones debidos a factores que estén interviniendo actualmente en la estructura genética, la dinámica poblacional y el flujo génico.

Si bien aún no hay registro en relación a la distribución temporal de la diversidad genética (cambios en la composición genética de los árboles jóvenes en relación con los de mayor edad), se está actualmente trabajando para abordar este tema. Datos preliminares utilizando microsatélites nucleares (Moreno, 2012) registraron la existencia de mayor riqueza alélica en la generación seminal en comparación con los adultos, sugiriendo el aporte de nuevos alelos a través del polen, que es capaz de moverse grandes distancias entre los bosquetes fragmentados. Sin embargo es probable que la presión de selección impida el posterior establecimiento de estos genotipos seminales en la población. Estos primeros trabajos, que por el tipo de marcador permiten detectar un mayor polimorfismo, están sentando los umbrales de diversidad genética intrapoblacional para la especie, y se espera que en breve contribuyan a dar un panorama más

acabado sobre los efectos que los factores antrópicos y naturales ocasionan sobre la regeneración del bosque de pehuén.

ESTRUCTURA ETARIA Y DINÁMICA DE ESTABLECIMIENTO RECIENTE DE LOS BOSQUES DE PEHUÉN

En un paisaje forestal, la estructura del bosque y las sucesiones de su desarrollo dependen en gran medida del carácter estocástico de la periodicidad y magnitud temporal y espacial de cualquier evento de disturbio. Sin embargo, estos modelos de regeneración natural pueden alterarse por acciones ajenas a la dinámica natural del bosque. Así, los bosques dominados por fuerte incidencia de disturbios pueden considerarse como una configuración en mosaico con discreta variación de estructura de edad y tamaño. Este concepto ayuda a comprender la relación entre el disturbio y la estructura de un bosque a nivel de rodal (Pickett & White, 1985).

Los modos de establecimiento temporal y espacial de los árboles, como también la historia de variaciones a este establecimiento, generalmente se establecen interpretando la distribución de frecuencias por clase de edad. En bosques de edad avanzada, puede plantearse la hipótesis de que la estructura respecto de la edad y el tamaño, tanto del árbol como del dosel, están vinculadas a una compleja y heterogénea interacción propia de una clásica regeneración asociada a antiguos rodales disetáneos. Se asume que estas características persisten por largos períodos de tiempo y es posible identificar distribuciones de diámetros y alturas exhibiendo una típica figura de J invertida (McCarthy & Weetman, 2006). Por el contrario, la presencia de grupos de árboles de edad similar (coetáneos) constituye evidencias de disturbios ocurridos en el pasado. En escalas espaciales reducidas, la presencia de grupos de una misma edad puede enmascarar estos eventos si muchos “parches” de diferente edad ocurren en una misma zona, lo que produce un solapamiento de las “señales” en las modificaciones de la regeneración del bosque. Estas variaciones pueden ser estudiadas aplicando métodos de correlación espacial combinados con análisis de ordenación y cluster, aplicados a una matriz de medidas de asociación que reflejen tanto la proximidad espacial como la similitud de edades. Estos modelos de estructura y dinámica se tornan más complejos cuando detectamos ausencia de regeneración del bosque durante determinados períodos de tiempo. Aquí se conjugan diversos aspectos que relacionan disturbios (puntuales o crónicos), modificaciones del espacio físico donde se desarrollan los árboles (suelo, disponibilidad de agua, fertilidad, etc) y ciclos biológicos de crecimiento y modos de reproducción de cada especie. La temporalidad de estos procesos físico-biológicos y la capacidad de resiliencia de determinadas especies y comunidades son determinantes para recuperar equilibrios perdidos por disrupciones a los modos de regeneración natural.

La relación existente entre la presión antrópica, representada por la presencia del ganado y los episodios de reclutamiento, es evidente en formaciones boscosas distribuidas en ambientes climatológicamente distintos, y sugiere que la carga ganadera representa un agente capaz de modificar la dinámica natural forestal (Morales *et al.*, 2005; Motta *et al.*, 2006; DeSoto *et al.*, 2009; Aschero & García, 2012). En este sentido, la sobrecarga ganadera representa un disturbio capaz de interrumpir el natural desarrollo de una asociación forestal, provocando por ello la presencia de formaciones forestales dominadas por especies pioneras (DeSoto *et al.*, 2009).

Por otro lado, la sobrecarga ganadera puede influir tanto de forma positiva como de manera negativa sobre los patrones temporales de establecimiento, interactuando con otros factores abióticos como, por ejemplo, los cambios en los valores de las precipitaciones y la actividad del fuego. En ambientes áridos-andinos sin embargo, la abundancia de ganado puede favorecer el establecimiento de nuevas cohortes, ya que se considera que los animales pueden remover material inflamable y, consecuentemente, provocar una disminución de incendios (Carilla & Grau, 2010). Finalmente, la acción del ganado sobre la dinámica forestal está estrictamente relacionada a las características autoecológicas de la especie, en particular en lo que respecta a los mecanismos de dispersión de la semilla. Por ello, en lo que concierne a especies zoocoras, la presencia del ganado puede influir de manera positiva sobre el nacimiento de nuevos individuos y, consecuentemente, sobre el establecimiento de nuevas cohortes (Aschero & García, 2012). Se examinaron las estructuras de edades en 9 sitios tal como es indicado en el Cuadro 1 y en la Figura 1b. Estos sitios están lo suficientemente distantes unos de otros como para estimar procesos independientes en la configuración de la estructura de edades. En la Figura 4 se muestran las estructuras etarias de las 9 poblaciones distribuidas en frecuencias de 25 años. En general todos los sitios muestran una mayor concentración de individuos localizados etariamente entre los 76 y los 300 años de edad biológica. Otro grupo menor se encuentra entre los 301 y 500 años y solamente 19 individuos se registraron en las clases menores de 75 años de edad. Sin embargo, se observa en la Figura 4 que estos bosques han producido reclutamientos durante los últimos 650 años, con mayor o menor intensidad (Hada, 2013). Mediante esta datación dendrocronológica se observa que los bosques xéricos de pehuén tienden a una escasa representación de los individuos jóvenes en la estructura etaria. Esta situación es evidente para la mayor parte del siglo XX, donde la regeneración del bosque es prácticamente inexistente.

En la actualidad los bosques de pehuén son principalmente destinados a usos no madereros puesto que esta especie se encuentra bajo protección legal de corta. Sin embargo, estas características no han hecho posible la detención de la degradación de estos bosques ya que sus semillas (piñones) se utilizan desde tiempos ancestrales por las comunidades mapuche-pehuenches para diversos fines (Aagesen, 2004; Donoso *et al.*, 2009). Ellas constituyen un componente importante de la dieta del ganado doméstico y es parte de la base alimenticia familiar de las comunidades indígenas, principalmente por su alto contenido en hidratos de carbono. Actualmente también es usada como forraje por pequeños productores que se dedican a la cría de ganado ovino, caprino y bovino (Aagesen 1998; Donoso *et al.*, 2009).

El consumo de semillas por el ganado alcanza el 75% de las semillas que caen al piso, como ocurre en los faldeos sur y este del lago Rucachoroy, con una alta carga ganadera. El consumo es función de la carga ganadera, disminuyendo al 25% en sectores menos impactados por ganado (Shepherd & Ditzgen, 2005). Estos cálculos implicarían que en años de alta producción de conos, el ganado doméstico consumiría entre 150 y 450 kg/ha mientras que, en años de producción moderada de conos consumirían entre 33 y 98 kg/ha. Mediante el empleo de clausuras se ha constatado que durante años de alta producción de conos, la regeneración del bosque aumenta considerablemente. Sin embargo aún se desconoce qué proporción de la producción bruta de semillas es consumida anualmente por la fauna silvestre y que cantidad

debe permanecer en el suelo para garantizar la regeneración sexual de la especie (Sanguinetti & Kitzberger, 2009).

En sectores del bosque de pehuén en Chile, Donoso *et al.* (2010) atribuyen el menor porcentaje de semillas que permanecen en una localidad a la mayor densidad de personas que recolectan piñones y a la mayor carga animal. Por ello, el control de animales es indispensable para la conservación de semillas que regeneren el bosque.

CONCLUSIONES

Según las observaciones mencionadas, en los bosques de pehuén donde no se han detectado evidencias de otros factores de disturbio (ej. fuegos), se puede tener indicios de la interacción ganado-bosque mediante consumo de propágulos. La regeneración se ve agravada por procesos de aridización regional, donde la disminución del recurso hídrico podría estar interfiriendo adicionalmente en el reclutamiento de árboles durante los últimos 100 años. La modificación en la estructura de edades del bosque de pehuén en ambiente xérico constituiría un caso de desertificación por acción de ganado exótico, donde las consecuencias más notables se relacionan al envejecimiento de estas masas forestales y/o la pérdida genética por falta de nuevas generaciones de árboles, lo cual plantea un futuro incierto en la conservación de estos recursos vegetales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aagesen, D. L. 1998. Indigenous resource rights and conservation of the monkey puzzle tree (*Araucaria araucana*, *Araucariaceae*): a case study from southern Chile. *Economic Botany* 52: 146-160.
- Aagesen, D. 2004. Burning monkey-puzzle: native fire ecology and forest management in northern Patagonia. *Agriculture and Human Values* 21: 233-242.
- Aceituno, P., H. Fuenzalida & B. Rosenbluth. 1992. Climate along the extratropical West coast of South America. En: Mooney, H.A., B. Kronberg & E. R. Fuentes, (Eds), *Earth Systems responses to global change*, Academic Press.
- Aceituno, P. 1988. On the functioning of the southern oscillation in the South American sector. Part I: Surface Climate. *Monthly Weather Review* 116: 505-524.
- Aitken, S. N., S. Yeaman, J. A. Holliday, T. L. Wang & S. Curtis-McLane. 2008. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evolutionary Applications* 1(1): 95-111.
- Alfonso, J. L. 1941. El pehuén, araucaria o pino del Neuquén en la Argentina. *Revista de Ingeniería Agronómica* 14: 89-100.
- Arco Molina, J. G. 2013. Dendroclimatología de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch en el Noroeste Patagónico (Neuquén, Argentina): Análisis de la incidencia de heladas en anillos de crecimiento. Tesina de Grado. Universidad Nacional de Cuyo.
- Armesto, J.J., P. León-Lobos & M. Kalin-Arroyo. 1995. Los bosques templados del sur de Chile y Argentina: una isla biogeográfica. En: J. J. Armesto, C. Villagrán & M. Kalin Arroyo, (Eds), *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. 23-28. Santiago, Chile, Editorial Universitaria.

- Aschero, V. & D. García. 2012. The fencing paradigm in woodland conservation: consequences for recruitment of a semi-arid tree. *Applied Vegetation Science* 15(3): 307-317.
- Bandieri, S. 1993. *Historia de Neuquén*. Plus Ultra, UNC Dpto Historia, Bs. As.
- Bekessy, S. A., M. Burgman, D. Sleep, A. Stott & M. Menuccini. 2002a. Adaptation of monkey puzzle to arid environments reflected by regional differences in stable carbon isotope ratio and allocation to root biomass. *International Journal of Forest Genetics* 9: 63-70.
- Bekessy, S. A., T. R. Allnutt, A. C. Premoli, A. Lara, R. A. Ennos, M. A. Burgman, M. Cortes & A. C. Newton. 2002b. Genetic variation in the vulnerable and endemic Monkey Puzzle tree (*Araucaria araucana* (Molina) K. Koch), detected using RAPDs. *Heredity* 88: 243-249.
- Bekessy, S.A., A. Lara, M. González Cangas, M. Cortés, L. Gallo, A. C. Premoli, A. C. Newton & F. Izquierdo. 2004. Variación en *Araucaria araucana* [Molina] K. Koch (*Araucaria* o Pehuén). En: C. Donoso, A. Premoli, L. Gallo & R. Ipinza, (Eds), *Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina*. 484pp. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Bendini, M, P. Tsakoumagkos & C. Nogues. 2005. Los crianceros trashumantes en Neuquén. En M. Bendini & C. Alemany (Compiladores): *Crianceros y chacareros en la Patagonia*. 23-40. Cuaderno GESA 5 - INTA – NCRCRD.
- Bran, D. 1992. Regiones ecológicas de la Patagonia y sus principales formaciones vegetales. En: *Primer curso de planificación integral de campo. Tomo I*. PRECODEPA. INTA. EEA Bariloche. Río Negro.
- Brañes, M. J. 2006. El Chilidúgú del padre Bernardo Havestadt. Introducción y selección. *Onomázein* 14: 65-99.
- Bucciarelli, M. A. 2011. De “Espacio Fronterizo” a “Territorio de Conquista”. La incorporación del extremo noroeste de la Patagonia andina al estado argentino. *Bibliographica Americana* 7: 10-26.
- Burns, B. R. 1993. Fire-induced dynamics of *Araucaria araucana*-*Nothofagus antarctica*. Forest in the southern Andes. *Journal of Biogeography* 20: 669-685.
- Cabrera, A. L. & A. Willink. 1980. *Biogeografía de América Latina*. Monografía N°13, Serie Biológica, OEA, 2da. Edición, Washington, D.C. 122 pp.
- Cassola, A. 1988. Los Mallines. Rev. Presencia INTA 16: 11-14.
- Carilla, J. & H. R. Grau. 2010. 150 years of tree establishment, land use and climate change in montane grasslands, northwest Argentina. *Biotropica* 42: 49-58.
- Colantuono, M. R. 1995. Neuquén: una geografía abierta. Neuquén. 229 pp.
- Delmastro, R. & C. Donoso. 1980. Análise da distribuição variação e utilização de recursos genéticos da *Araucaria araucana* (Mol.) Koch no Chile. IUFRO symposium on breeding and yield of fast growing trees, Aguas de Sao Pedro Sao Paulo, Brasil, 1980. *Silvicultura* 8: 252-254.
- DeSoto, L., J. M. Olano, V. Rozas & M. De la Cruz. 2010. Release of *Juniperus thurifera* woodlands from herbivore mediated arrested succession in Spain. *Applied Vegetation Science* 13(1): 15-25.
- Diaz, H. F. & R. S. Pulwarty. 1994. An analysis of the time scales of variability in centuries-

- long ENSO-sensitive records in the last 1000 years. *Climatic Change* 26: 317-342.
- Donoso, C. 1993.** *Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica.* Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Donoso, S., K. Peña-Rojas, C. Pacheco, F. Perry & C. Espinoza. 2010.** Evolución de la sustentabilidad de los bosques de *Araucaria araucana*: Producción, colecta y consumo de piñones. *Spanish Journal of Rural Development* 1 (2): 99-112.
- Gajardo, R. 1993.** *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica.* Editorial Universitaria, Santiago, 165 pp.
- Gandullo, R. 2003.** Fitosociología de los matorrales de “ñire” (*Nothofagus antarctica*), con bosque de “pehuén” (*Araucaria araucana*), del Parque Provincial Copahue. I. Interpretación sintaxonómica. *Candollea* 58: 163-181.
- Gandullo, R. & P. Schmid. 2001.** Análisis ecológico de mallines del Parque Provincial Copahue, Neuquén, Argentina. *Agro Sur* 29: 83-99.
- Garreaud, R. D., M. Vuille, R. Compagnucci & J. Marengo. 2009.** Present-day South American climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281: 180-195.
- González, M. E., T. T. Veblen & J. S. Sibold. 2005.** Fire history of *Araucaria-Nothofagus* forests in Villarrica National Park, Chile. *Journal of Biogeography* 32: 1187-1202.
- González, M. & T. T. Veblen. 2006.** Climatic influences on fire in *Araucaria araucana*-*Nothofagus* forests in the Andean cordillera of south-central Chile. *Écoscience* 13: 342-350.
- González, M. & T. T. Veblen & J. S. Sibold. 2010.** Influence of fire severity on stand development of *Araucaria araucana* – *Nothofagus pumilio* stands in the Andean cordillera of south-central Chile. *Austral Ecology* 35: 597-615.
- Hadad, M. A. 2013.** Análisis florístico-dendrocronológico de los bosques xéricos de *Araucaria araucana* (Araucariaceae) en el contacto con la estepa patagónica en Neuquén, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba.
- Heusser, C. J., J. Rabassa, A. Brandant & R. Stuckenrath. 1988.** Late-holocene vegetation of the Andean Araucaria region, Province of Neuquén, Argentina. *Mountain Research and Development* 8: 53-63.
- Iglesias Zúñiga, W. A. 2011.** Reconstrucción de 500 años de incendios en bosques de *Araucaria araucana* en la primera área protegida por el Estado: Reserva Nacional Malleco, Región de la Araucanía. Tesis Ingeniería Univ. Austral de Chile.
- Izquierdo, F. C. & L. A. Gallo. 2003.** Informe interno: Pehuen Project “Conservation, management and sustainable use of *Araucaria araucana* genetic resources in Argentina”. Final Technical Report. INTA. IPGRI. Unidad de Genética Forestal. INTA EEA Bariloche.
- Kalin Arroyo, M., L. Cavieres, A. Peñaloza, M. Riveros & A.M. Faggi. 1995.** Relaciones fitogeográficas y patrones regionales de riqueza de especies en la flora del bosque lluvioso templado de Sudamérica. En: Armesto, J. J., C. Villagrán & M. Kalin Arroyo, (Eds), *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. 71-98. Editorial Universitaria, Santiago.
- Kiladis, G. N. & H. F. Diaz. 1989.** Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. *Journal of Climate* 2: 1069-1090.
- Kitzberger, T., T. W. Swetnam & T. T. Veblen. 2001.** Inter-hemispheric synchrony of forest fires and the El Niño-Southern Oscillation. *Global Ecology and Biogeography* 10: 315-326.

- LaMarche, V. C., R. L. Holmes, P. W. Dunwiddie & L. G. Drew. 1979. Tree-ring chronologies of the Southern Hemisphere. 1. Argentina. Chronology Series V, University of Arizona, 69 pp.
- Marchelli, P., C. Baier, C. Mengel, B. Ziegenhagen & L. A. Gallo. 2010. Biogeographic history of the threatened species *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch and implications for conservation: a case study with organelle DNA markers. *Conservation Genetics* 11: 951-963.
- Marchelli, P & L. A. Gallo. 2004. The role of glaciation, fragmentation and hybridization in shaping the distribution of the genetic variation in a Patagonian southern beech. *Journal of Biogeography* 31: 451-460.
- Marconi, G., M. Martín, M. Cherubini, L. Raggi, F. Dräke, F. Villani, E. Albertini & C. Mattioni. 2011. Primer note: Microsatellite- AFLP development for *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, an endangered conifer of Chilean and Argentinean native forests. *Silvae Genetica* 60: 285-288.
- Martín, M. A., C. Mattioni, I. Lusini, F. Drake, M. Cherubini, M. A. Herrera, F. Villani & L. M. Martín. 2012. Microsatellite development for the relictual conifer *Araucaria araucana* (Araucariaceae) using next-generation sequencing. *American Journal of Botany* 99: 213-215.
- McCarthy, J. W. & G. Weetman. 2006. Age and size structure of gap-dynamic, old-growth boreal forest stands in Newfoundland. *Silva Fennica* 40: 209-230.
- Miller, A. 1976. The climate of Chile. En: Schwerdtfeger, W., (Ed.), *Climates of Central and South America*. 113-145. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York.
- Montaldo, P. 1974. La bioecología de la *Araucaria araucana* (Mol.) C. Koch. Boletín 46/48, Instituto Forestal Latinoamericano de Investigaciones y Capacitación, Mérida, Venezuela.
- Morales, M. S., R. Villalba & J. A. Boninsegna. 2005. Climate, land-use and *Prosopis ferox* recruitment in the Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. *Dendrochronologia* 22(3): 169-174.
- Moreno, A. C., P. Marchelli, G. G. Vendramin & L. A. Gallo. 2011. Cross transferability of SSRs to five species of Araucariaceae: a useful tool for population genetics studies in *Araucaria araucana*. *Forest Systems* 20: 303-314.
- Moreno, A. C. 2012. Estudio del flujo génico mediado por polen en poblaciones fragmentadas de *Araucaria araucana*. Tesis Doctoral, Director: Gallo L. A. Universidad Nacional del Comahue.
- Motta, R., M. Morales & P. Nola. 2006. Human land-use, forest dynamics and tree growth at the treeline in the Western Italian Alps. *Annals of Forest Science* 63(7): 739-747.
- Mundo, I. A., T. Kitzberger, F. A. Roig Juñent, R. Villalba & M. D. Barrera. 2013. Fire history in the *Araucaria araucana* forests of Argentina: Human and climate influences. *International Journal of Wildland Fire* 22: 194-206.
- Oberdorfer, E. 1960. Pflanzensoziologische Studien in Chile. In: Tüxen R. (Ed.), *Flora et Vegetatio Mundi*, Vol. II, Cramer, Weinheim, Germany, 208 pp.
- Pastorino, M. J, L. A. Gallo & H. H. Hattemer. 2004. Genetic variation in natural populations of *Austrocedrus chilensis*, a cypress of the Andean-Patagonian Forest. *Biochemical Systematic and Ecology* 32: 11993-1008.
- Pastorino, M. J. & L. A. Gallo. 2002. Quaternary evolutionary history of *Austrocedrus chilensis*, a cypress native to the Andean-Patagonian forest. *Journal of Biogeography* 29: 1167-

1178.

Pickett, S. T. A. & P. S. White. 1985. Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. En Pickett, S. T. A. (ed), *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press. 472 pp.

Prieto, M. R & E. M. Abraham. 1998. Historia ambiental del sur de Mendoza (Siglos XVI al XIX). Los factores críticos de un proceso de desertificación. *Bamberger Geographische Schriften* 15: 277-297.

Quintana, J. M. 2004. Estudio de los factores que explican la variabilidad de la precipitación en Chile en escalas de tiempo interdecadal. PhD Thesis, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Rafii, Z. A. & R. S. Dodd. 1998. Genetic diversity among Coastal and Andean natural populations of *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch. *Biochemical Systematic and Ecology* 26: 441-451.

Ramos, M., M. Lanza, F. Bognanni & V. Helfer. 2008. Implicancias arqueológicas respecto del ganado introducido y el tráfico de los cimarrones. *Revista Tefros* 6: 1-24.

Rechene, C. 2000. Los bosques de *Araucaria araucana* en Argentina. Estudios silvícolas. CIEFAP, Argentina & Universidad Técnica de Munich.

Rodriguez, R. R., O. Matthei & M. Quezada. 1983. *Flora arbórea de Chile*. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Roig, F. A. & F. A. Roig. 1995. Evidences of fires in the Patagonia Araucaria forests. *IAWA Journal* 16: 28-29.

Roig, F. A. 1998. La vegetación de la Patagonia. En: Correa M. (Ed.) *Flora Patagónica*. Colec. Cient. INTA. Tomo VIII (1). Buenos Aires. pp 48-166.

Roig, F. A. & R. Villalba. 2008. Understanding climate from Patagonian tree rings. En: J. Rabassa, (Ed), *Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. Developments in Quaternary Sciences, Vol. 11: 411-435. Elsevier, Amsterdam, 2008.

Rothkugel, M. 1916. *Los Bosques Patagónicos*. Ministerio de Agricultura. Dirección de Agricultura y Defensa Agrícola, Buenos Aires. 204 pp.

Ruiz, E., F. González, C. Torres-Díaz, G. Fuentes, M. Mardones, T. Stuessy, R. Samuel, J. Becerra & M. Silva. 2007. Genetic diversity and differentiation within and among Chilean populations of *Araucaria araucana* (Araucariaceae) based on allozyme variability. *Taxon* 56: 1221-1228.

Saavedra, N. & A. J. Foppiano. 1992. Monthly mean pressure model for Chile. *International Journal of Climatology* 12: 469-480.

Sanguinetti, J. & T. Kitzberger. 2009. Efectos de la producción de semillas y la heterogeneidad vegetal sobre la supervivencia de semillas y el patrón espacio-temporal de establecimiento de plántulas en *Araucaria araucana*. *Revista Chilena de Historia Natural* 8: 319-335.

Schmithüsen, J. 1956. Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. *Bonner Geographisches Abhandlungen* 17: 1-86.

Shepherd, J. D. & R. S. Ditgen. 2005. Human use and small mammal communities of Araucaria forests in Neuquén, Argentina. *Mastozoología Neotropical* 12: 217-226.

Veblen, T. T. 1982. Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *Journal of*

Biogeography 9: 11-28.

Veblen, T. T., B. R. Burns, T. Kitzberger & R. Villalba. 1995. The ecology of the conifers of southern South America. In: Enright N. J., Hill R. S., (Eds), *Ecology of the Southern Conifers*. 20-155. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Veblen, T.T., B. R. Burns, T. Kitzberger, A. Lara & R. Villalba. 1995. The ecology of the conifers of southern South America. En: Enright N. J. & R. S. Hill, (Eds), *The Ecology of Southern Conifers*. 120–155. Melbourne University Press, Melbourne.

Veblen, T. & D. Lorenz. 1988. Recent vegetation changes along the forest/steppe ecotone of northern Patagonia. *Annals of the Association of American Geographers* 78: 93-111.

FIGURAS

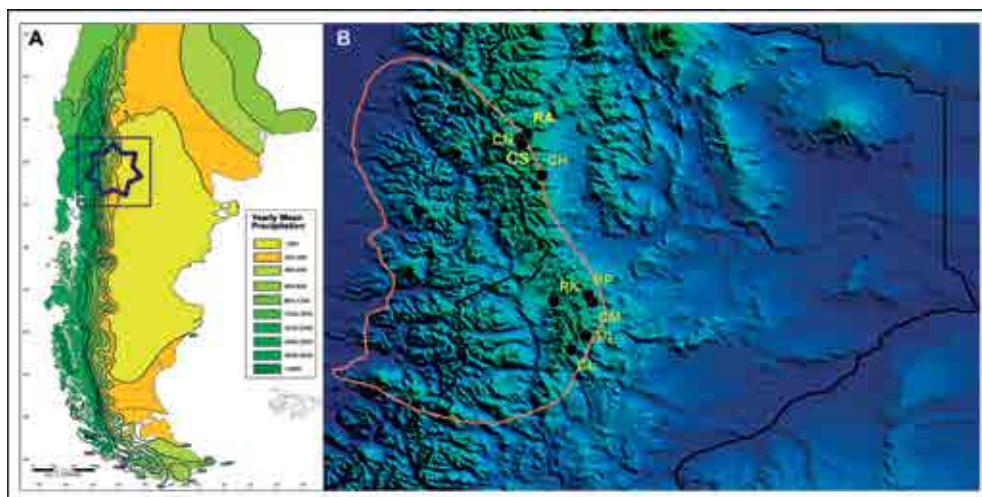


Figura 1. A, área de estudio (estrella) indicando también la distribución de isohietas en Patagonia; B, detalle del área indicando los sitios con pehuén considerados en este estudio. En línea continua, la distribución natural de los bosques de pehuén.

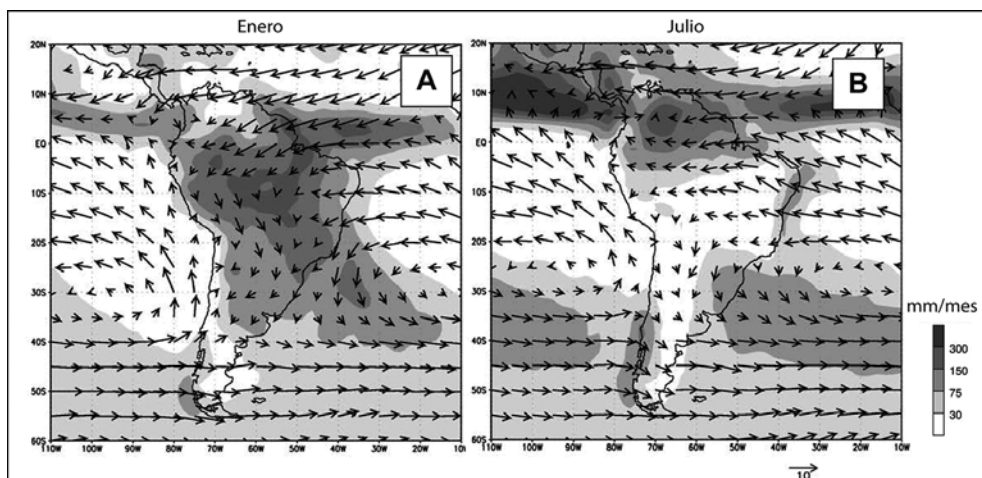


Figura 2. Precipitación media regional y de largo plazo (sombreado, escala a la derecha) y vector de vientos a 925 hPa (flechas, escala abajo) para el mes de enero (A) y julio (B), (adaptado de Garreaud *et al.*, 2009).

Hiatos de regeneración del bosque de *Araucaria araucana* en Patagonia:
vinculaciones al uso de tierras y desertificación regional.

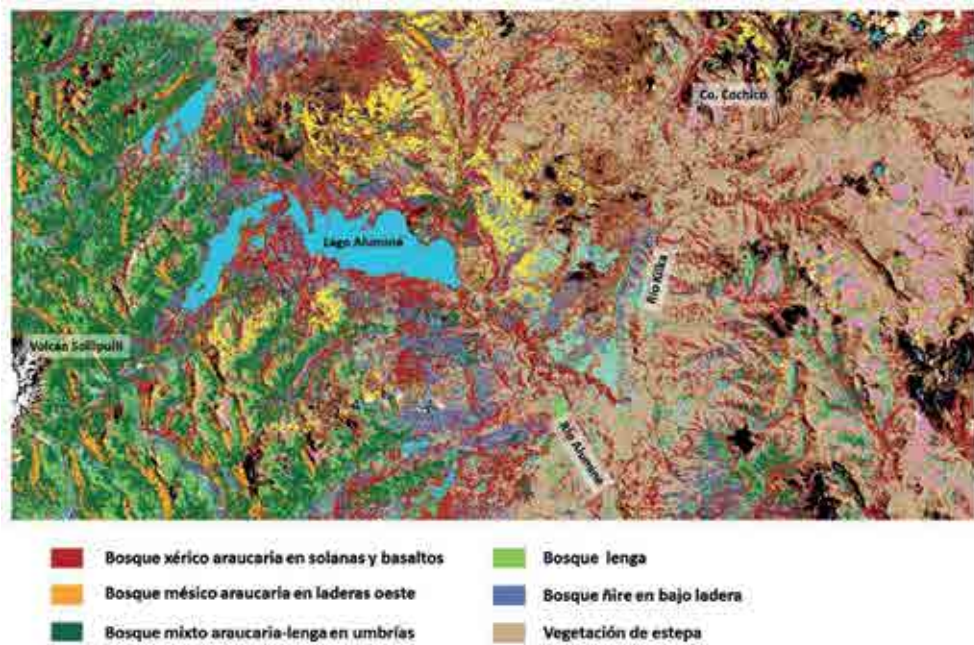


Figura 3. Mapa de distribución de los bosques de pehuén correspondiente a la transecta Cerro Cochicó - Volcán Sollipulli, en base a imagen LANDSAT TM.

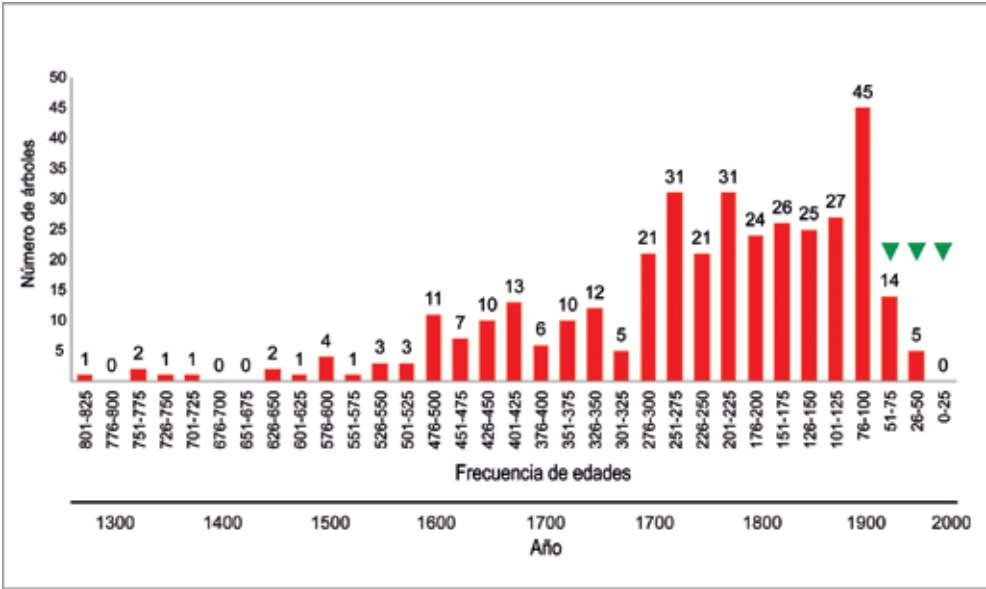


Figura 4: Estructura etaria de 9 bosques xéricos de pehuén en el NO Patagónico.

CUADROS

Cuadro 1: Localización de los sitios de estudio

Sitios	Código	Latitud S	Longitud W	Altitud
Río Agrio	RA	37° 50´	70° 58´	1594
Caviahue costa norte	CN	37° 51´	71° 02´	1623
Caviahue costa sur	CS	37° 53´	71° 01´	1643
Chenque-Pehuén	CH	38° 05´	70° 52´	1653
Primeros pinos	PP	38° 52´	70° 34´	1628
Río Kilca	RK	38° 53´	70° 50´	1442
Carrerí Malal	CM	38° 55´	70° 32´	1510
Picún Leufú	PL	39° 08´	70° 35´	1620
Catán Lil	CL	39° 14´	70° 40´	1288

Artículo de revisión

Ciencia y desertificación en América Latina

ELENA MARÍA ABRAHAM¹, HEITOR MATALLO² y JOSÉ ROBERTO DE LIMA³

¹ Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA-CONICET).

² Coordinación de la Unidad de Coordinación Regional de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD)

³ Centro de Gestión de Estudios Estratégicos

Autor para correspondencia. E-mail: abraham@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido: 26 de Noviembre 2013

Aceptado: 14 de Febrero 2014

RESUMEN

Los problemas de desertificación en América Latina y El Caribe son graves y afectan las bases productivas y la sociedad de prácticamente todos los países, con situaciones específicas de índole natural, socioeconómica y política, que tienden a agravar, profundizar y extender los efectos de la pobreza. Esta situación aún no ha sido estudiada suficientemente, y menos aún medidas y valoradas sus consecuencias económicas y sociales. En 2008, con el apoyo del Gobierno de Brasil, surge la “Iniciativa de América Latina y El Caribe en Ciencia y Técnica en Desertificación” (ILACCT). Se discuten en este trabajo la oferta, problemas y necesidades de ciencia y técnica en la Región, así como los antecedentes de creación de la ILACCT, sus objetivos y temas centrales, alcances y posibilidades. Se espera de este modo aportar a consolidar el proceso iniciado para poner en valor las contribuciones de la ciencia y de la tecnología en el conocimiento de los procesos de desertificación y el manejo sustentable de la tierra, para ayudar a los decisores en la formulación de políticas proactivas y su control de gestión en la lucha contra la desertificación.

Palabras clave: Desertificación, ciencia y tecnología, América Latina y El Caribe.

ABSTRACT

The problems of desertification in Latin America and the Caribbean are serious and affect the production bases and societies of virtually every country, with specific situations of a natural, socioeconomic and political kind, which tend to aggravate, deepen and extend the effects of poverty. This situation has not yet been sufficiently studied, and even less have their economic and social consequences been measured and assessed. In 2008, with the support of Brazil's government, there arises the “Initiative of Latin America and the Caribbean in Science and Technology in Desertification” (ILACCT). The offer, problems and necessities

of science and technology in the Region are discussed in this work, as well as the background to the creation of the ILACCT, its objectives and key issues, scope and possibilities. In this manner, it is expected to contribute to strengthening the process started, so as to add value to the contributions of science and technology to the knowledge of desertification processes and of a sustainable management of land, aiming to help decision makers develop proactive policies and their management control in the combat against desertification. Key words: Desertification, science and technology, Latin America and the Caribbean.

INTRODUCCIÓN

Desde mediados de la década del '70, a partir de la realización en 1977 de la Primera Conferencia de Naciones Unidas sobre Desertificación, realizada en Nairobi como respuesta a los desastrosos efectos de la sequía de fines de los años 60 en el Sahel, la desertificación ha venido ocupando un espacio propio en el ámbito internacional como el problema ambiental por excelencia de las tierras secas.

El Plan de Acción de Lucha contra la Desertificación (UNEP, 1985), adoptado por la Conferencia de Nairobi, pero de adopción voluntaria por parte de los países- proponía un amplio conjunto de acciones que incluían la necesidad de generar investigaciones en los distintos temas referidos a la desertificación y hacía un llamado a los países para que implementaran acciones en terreno con miras a detener el avance de la desertificación y mitigar los efectos de la sequía.

Desde estos primeros antecedentes, enfocados especialmente en el continente africano, y un cierto consenso de que el Plan de Acción no había dado los resultados esperados, es que emerge el reconocimiento de la necesidad de una acción internacional más consistente en términos de su cumplimiento por parte de los estados nacionales. Este proceso dio como resultado la aceptación por parte de los países, de negociar un instrumento internacional de carácter vinculante. De ahí nace el proceso negociador de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y mitigación de los efectos de la sequía, como un resultado de la Cumbre de la Tierra (Río'92). Desde entonces muchos esfuerzos se han dedicado para abordar la desertificación como un objeto de estudio multidisciplinar, complejo, conformado por múltiples variables: biofísicas, socioeconómicas e institucionales. Además del aspecto conceptual y científico, se hizo claro desde un principio la urgente necesidad de obtener soluciones prácticas para su abordaje, que permitieran a los países y a las poblaciones afectadas utilizar todos los elementos a su alcance para mitigar, prevenir y controlar sus efectos. De este modo la Convención se configura, desde un principio, como un instrumento para la acción.

El objetivo del presente trabajo es poner en valor los aportes científicos y tecnológicos sobre desertificación en América Latina y El Caribe, así como las capacidades institucionales y de recursos humanos de la región, en el marco del Plan Estratégico de diez años para la UNCCD, aprobado en la COP 8 (Madrid, 2007). Esta estrategia atribuye un valor trascendental a los aspectos relacionados con la ciencia y tecnología y de acuerdo a su objetivo operacional tres, insta a que la Convención se transforme en la autoridad mundial en materia de conocimientos científicos y técnicos sobre la desertificación y la degradación de las tierras y sobre la mitigación de los efectos de la sequía (UNCCD, 2007b). Para lograr este objetivo es esencial conocer

los aportes regionales en ciencia y técnica y propiciar redes de vinculación de los científicos e instituciones. En sintonía con este objetivo, este trabajo pretende aportar, además, al conocimiento y la puesta en valor de la ILACCT, revisando sus objetivos y temas centrales, alcances y posibilidades.

DESERTIFICACIÓN: UN CONCEPTO RESULTANTE DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN Y NO DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA

Es importante una visión retrospectiva y crítica para entender cómo un proceso que en un principio se instala como característico y singular de las zonas áridas y semiáridas del continente africano - especialmente las del cinturón del Sahel- evoluciona hasta sensibilizar a los decisores de todo el mundo en la toma de conciencia de que es un fenómeno global, que afecta con distinta intensidad a las sociedades y ecosistemas de todas las tierras secas del planeta, superpuesto en una relación causa-efecto con los fenómenos del cambio climático, la pérdida de la biodiversidad y la lucha contra la pobreza y la desigualdad. Este proceso ha cobrado singular fuerza en América Latina y El Caribe (ALC), donde una cuarta parte del territorio de la región está conformado por desiertos y semidesiertos, contrastando la tan difundida imagen de una región verde, cubierta por pluviselvas, bosques, sabanas y pastizales. En el proceso de negociación de la Convención los países han acordado una definición que pueda responder a las preocupaciones y características de cada región del planeta. En este sentido, el Comité Intergubernamental de Negociación (INCD por su sigla en inglés), ha adoptado una definición específica para el concepto de desertificación. Nótese que antes de esta definición, muchos expertos habían tratado el tema y planteado definiciones. No obstante el proceso político ha tomado su curso y delineado lo que hoy se acepta como una definición internacional de la desertificación que tiene una naturaleza política, pues ha resultado de un proceso de negociación política.

De este modo, según la acepción aceptada por la UNCCD, “La desertificación es la degradación de la tierra en regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas, y se debe ante todo a las actividades del hombre y a las variaciones climáticas” (UNCCD/PNUMA, 1995).

Este es un concepto general y, al mismo tiempo, compuesto por otros conceptos que requieren explicaciones adicionales. De esta manera la misma Convención, en su capítulo primero de la obra citada, aclara el uso de cada uno de los aspectos que contiene la definición de “desertificación”.

LA DESERTIFICACIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL PROBLEMA DE LOS DATOS

A pesar de la extensión de los ecosistemas de tierras secas en la región de América Latina y El Caribe y de la importancia de los procesos de desertificación que las afectan, no se cuenta con un mapeo preciso de los territorios degradados y con datos actualizados sobre la extensión del problema. Se sigue utilizando la información del informe de los expertos del PNUMA (UNEP, 1992) que nos advierte que de los poco más de 20 millones de km² que conforman la superficie total de América Latina y El Caribe, cerca de 5 millones de km² (26 % del territorio) son tierras secas, donde el índice de aridez indica que las precipitaciones son inferiores a la evapotranspiración potencial.

En cuanto al diagnóstico de la desertificación, se acepta que el 70 % de estas tierras secas están afectadas por distintos grados de desertificación. De los 519 millones de habitantes que se censaba en la región de ALC para el año 2000, un 28% vive en las tierras secas, el 35% de esta población en situación de pobreza, y el 16% en situación de pobreza extrema. El 75 % de la población total de la región vive en áreas urbanas (Abraham & Torres, 2007). Es evidente que revertir esta situación, será no solamente muy difícil sino sobre todo muy costoso, principalmente en los sectores más afectados, dado que en general las principales medidas correctivas o de rehabilitación tienen un alto costo por hectárea.

El gobierno de Estados Unidos ha invertido billones de dólares para disminuir las pérdidas de tierras productivas. Conviene recordar los efectos de la llamada “carrera por la fiebre del oro” en las primeras décadas del siglo XX, en los estados del oeste de Estados Unidos y compararlos con la situación actual. Hace más de cien años, con la administración Roosevelt, comenzó la política de conservación de suelos, y en 1935 se crea el Servicio Nacional de Conservación de Suelos, con elevados presupuestos dedicados a la aplicación de prácticas conservacionistas (Matallo, 2005)

La situación en América Latina es, no obstante, bien distinta. ¿Cómo puede esperarse que las naciones más pobres del subcontinente, agobiadas por el endeudamiento y la crisis puedan enfrentar el problema de la degradación de la tierra con las inversiones adecuadas y necesarias? ¿Cómo pueden responder a las crecientes presiones de los ajustes económicos, la lucha contra la pobreza y las migraciones? ¿Cómo pueden poner a disposición de los distintos sectores más conocimiento para luchar contra la degradación de la tierra? En un sentido general, la agenda de desarrollo en la región ha sido siempre más urgente que la agenda conservacionista. Estas son algunas de las cuestiones que presentaron los países latinoamericanos que participan en los procesos de la UNCCD, organizados en el GRULAC (Grupo de Países de América Latina y El Caribe).

Una de las respuestas posibles es dedicar mayor atención a la generación de conocimientos enfocada a la realidad de la región, aprovechando nuestras capacidades para resolver nuestros propios problemas. Esta ciencia debe necesariamente estar conectada con las demandas y necesidades de nuestras poblaciones afectadas, y sobre todo con los tomadores de decisión, para que puedan basar sus acciones en el conocimiento. La única manera de revertir el círculo vicioso de pobreza y degradación, es dedicar más atención a las necesidades de los habitantes de las tierras secas, para asegurar que reciban el apoyo necesario para mantener medios de vida sostenibles, invirtiendo no sólo en la tierra sino en la gente, con una decidida acción política desde cada uno de los países afectados y, por otra parte, fortalecer el trabajo conjunto de grupos de países enfocados a ejecutar acciones en común a través de mecanismos de cooperación horizontal. Este es el desafío que recoge la ILACCT, la Iniciativa de América Latina y El Caribe en Ciencia y Técnica en Desertificación.

DESERTIFICACIÓN Y NECESIDADES CIENTÍFICAS EN LA REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Hasta la fecha no se ha hecho un diagnóstico sobre las necesidades científicas en la región. No obstante, en el transcurso del trabajo cotidiano, aparecen claros vacíos que indican la actualidad, importancia y urgencia de abordar dicho tema, si se pretende aplicar a fondo y

sobre bases científicamente fundadas, las medidas concretas a que nos convoca la comunidad mundial para dar solución a los acuciantes problemas del desarrollo actual. Esta información, parcialmente contenida en los informes nacionales, en los conocimientos acumulados por algunas organizaciones o en las publicaciones científicas, no se halla sin embargo articulada ni integrada.

En la región de ALC se constata la existencia de talentos y capacidades humanas suficientes para atender las demandas de ciencia y tecnología, una bien establecida capacidad político-institucional con universidades y centros de investigación capaces de establecer programas a corto, mediano y largo plazo para el estudio y monitoreo de los procesos de desertificación, así como para la formación de recursos humanos. Todos los países de la región han firmado y ratificado la Convención, y la mayoría de ellos ya cuentan con sus Programas de Acción Nacionales (PAN). En términos generales la región dispone de un conjunto de conocimientos, tradicionales y no tradicionales, que pueden dar una contribución a la solución de los problemas derivados de la degradación de la tierra y cuenta asimismo con una organización interna que incluye la Unidad de Coordinación Regional de la Secretaría de la UNCCD.

Sin embargo, hay una demanda por servicios de ciencia y tecnología que debe avanzar en el papel que deberá jugar la UNCCD en la región, en su contribución para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio o, tal como son conocidas, las Metas del Milenio (ONU, 2000). Entre ellos se destaca:

- a) La generación de datos cuantitativos actualizados y confiables sobre el estado y la dinámica de la degradación de las tierras, que posibilite la toma de decisiones sobre el establecimiento de metas a alcanzar en el corto y mediano plazo.
- b) El mantenimiento y actualización de las redes de información, que a través de un proceso constante y sostenible de intercambio de información y experiencias y la formación de recursos humanos, promueva la aplicación y replicación de las lecciones aprendidas entre los distintos países.
- c) La evaluación económica de los costos de las acciones y los costos de la inacción, que constituya una herramienta de valor para la sensibilización y la toma de decisiones.
- d) El impacto de la degradación de las tierras en términos de afectación a la productividad y funciones de los ecosistemas, la salud, pobreza, educación y condiciones de vida de los pobladores de las zonas afectadas, de manera que tales elementos resulten decisivos para el establecimiento de prioridades.

La ILACCT asume estos desafíos a través del objetivo de suministrar información científica y técnica que pueda, en algún momento, contribuir con el fortalecimiento del Comité de Ciencia y Técnica de la UNCCD y para que la reunión de las partes adopte las decisiones correspondientes en su nivel, nutriéndose de los debates emergentes de la primera reunión científica de la ILACCT.

OFERTA, PROBLEMAS Y NECESIDADES DE CIENCIA Y TÉCNICA EN LA REGIÓN

A pesar de que no disponemos de un diagnóstico preciso de la situación de la desertificación y degradación de la tierra en la región, la percepción existente es que tales procesos son graves y afectan en diversos grados a los distintos ecosistemas y países, profundizando las situaciones de desigualdad y pobreza. Sin embargo, aún no se ha llegado, en la mayoría de los casos, al estado

de deterioro de otras partes del mundo, como por ejemplo en algunos de los países de África. Estamos en una etapa donde aún se puede prevenir y revertir, lo que significa la medida más efectiva de lucha contra la desertificación. Esto marca la necesidad de acciones urgentes por parte de los países que conforman la región para evitar llegar a un punto donde la recuperación sea tan costosa que invalide los esfuerzos.

Existen recursos humanos formados, capacidad político-institucional y de organismos de ciencia y técnica que manifiestan su vocación para establecer programas a corto, mediano y largo plazo para el estudio y monitoreo de los procesos de desertificación, y existe la voluntad de los países de fortalecer el proceso de generación de conocimientos para la toma de decisiones. Facilitar la comunicación y el intercambio de experiencias permitiría conocer y aprovechar las “lecciones aprendidas”, facilitando el proceso y haciendo eficientes los recursos humanos y financieros. En algunos países, como el caso de Argentina, se ha implementado un Observatorio Nacional de Evaluación y Monitoreo de la Desertificación (Pietragalla *et al.*, 2013) y se está trabajando en varios países de la región en la evaluación de las pérdidas económicas de la desertificación (Morales, 2012).

Estos esfuerzos no son suficientes. Aún no podemos mostrar con efectividad la magnitud ni las tendencias del proceso de desertificación a nivel regional o nacional, ni los avances que están haciendo tanto la Convención como los países para mejorar esta situación, porque a pesar de disponer de instrumentos de planificación como son los Programas de Acción nacional (PAN) éstos, según puede apreciarse en los informes de países, continúan estando subutilizados y muestran dificultades a la hora de adoptar y medir indicadores de desertificación o establecer sistemas de alerta temprana contra la desertificación y la sequía. Esta situación es muy preocupante, porque nos sitúa en una posición de desventaja frente a otros procesos globales y nos impide avanzar con mayor efectividad en la lucha contra la desertificación y la pobreza. Los proyectos en curso o terminados necesitan compartir y comparar sus resultados y extender su radio de influencia hacia los países que aún no han recibido cooperación. A pesar de las sumas invertidas, la mayoría de los esfuerzos mencionados permitieron la acumulación de importantes experiencias pero generaron sólo resultados parciales. Todavía, las iniciativas existentes no generaron los resultados prácticos necesarios para que los países los pudieran adoptar y avanzar en la implementación de la Convención de lucha contra la desertificación. Es necesario implementar mecanismos de cooperación que permitan compartir y comparar los resultados para generar nuevos conocimientos.

Aparecen como cuestiones prioritarias la necesidad de profundizar los estudios sobre la vulnerabilidad y la determinación de áreas sensibles en toda la región, así como impulsar todas las medidas necesarias para que el desarrollo local constituya una línea estratégica para lograr el desarrollo integral y sostenible de los países. Los estudios sobre tenencia de la tierra deberían ser considerados como aspecto fundamental en las acciones de lucha contra la desertificación y la pobreza en los países de la región. Como eje transversal, para que la ayuda al desarrollo y financiamiento de la lucha contra la desertificación sea más eficaz, debemos aprender la cultura de la evaluación y el monitoreo, del impacto y la respuesta desde un nivel inicial al deseado (Abraham, 2003, 2009). Especialmente en cuenta debería tomarse la investigación de los efectos recíprocos entre desertificación y cambio climático como tema prioritario para la región.

TEMAS CENTRALES DE LA ILACCT

A pesar de la extensión de las tierras secas en América Latina, es esencialmente difícil simplificar los análisis sobre desertificación, dada la alta diversidad de situaciones socioeconómicas, políticas, étnicas y ecológicas que se presentan. Muchos esfuerzos han fracasado por la utilización de enfoques parciales, sin tener en cuenta la complejidad y múltiples relaciones causa-efecto, y sobre todo por no considerar que los pobladores de las tierras secas son su mayor recurso. Ellos conocen sus problemas y sus potencialidades y han desarrollado conocimientos, tecnologías y habilidades para producir en condiciones restrictivas (Torres, 2004). Sin embargo, no sólo han sido ignorados sino que se los ha culpado de generar la desertificación. Con frecuencia los métodos tradicionales de utilización de la tierra se abandonaron, y se cambiaron por soluciones foráneas que en muchos casos sólo lograron exacerbar la pobreza. Sin embargo, sobre todo en los últimos tiempos, se han recogido experiencias exitosas, llevadas a cabo por organizaciones y científicos que lograron escuchar a los pobladores, conocer sus problemas y prioridades, rescatar sus conocimientos para encontrar soluciones en común, llevando a la práctica los conceptos de participación, de planificación de abajo hacia arriba, de sensibilización de género, de fortalecimiento de los procesos de identidad y lucha contra la exclusión (Abraham *et al.*, 2006). Poner en valor estas experiencias es uno de los objetivos de la ILACCT para superar esta situación.

Otro tema central es el abordaje integrado de los problemas y la puesta en valor de la generación de conocimientos en la lucha contra la desertificación y la pobreza. En este sentido no puede pensarse en una gestión sustentable de las tierras secas sin tener en cuenta el manejo integrado de los recursos. Es bien conocido que la gestión de un recurso es tributaria del conocimiento que de él se tiene. Sin estos conocimientos, la gestión de los recursos carece de previsión y la planificación se convierte en una peligrosa ilusión, con más incertidumbres que certezas. Un aspecto importante para destacar es la interdependencia entre desertificación y sequía y en un sentido más amplio, con el agua como recurso estratégico. Esta interdependencia no es evidente ni para los científicos, ni para los administradores, ni para los usuarios y lo que es peor, tampoco lo es para los planificadores. Sólo advertimos los efectos, sin visualizar las verdaderas causas que generan esta fragmentación. Con frecuencia, una situación crítica – los efectos de una sequía sobre el sistema productivo, por ejemplo – es en definitiva el final de un proceso creado por el agua como agente dinámico y por la desproporción entre la oferta y la demanda en sistemas frágiles. Su causa inmediata es la escasez propia de la variabilidad del sistema, pero las causas remotas normalmente se encuentran en el uso abusivo de los recursos, tales como desmonte y deforestación masiva, sobrepastoreo, canalizaciones injustificadas, prácticas agrícolas no sustentables (Abraham, 2008). Estas acciones conducen a un punto común: la alteración del ciclo hidrológico a través de la disminución de los flujos disponibles, tanto superficiales como subterráneos. Es así como el mal manejo del recurso hídrico produce algunos de los más importantes procesos de desertificación – que es un fenómeno mucho más complejo – donde la sequía es sólo uno de los componentes, y no el determinante de los procesos de degradación, pérdida de productividad y pobreza. La variabilidad de la precipitación a corto y mediano plazo ha de ser aceptada como una restricción natural fundamental a la que se ha de adaptar la vida humana en las tierras secas. Hacer frente a esa variabilidad para asegurar una producción

de alimentos suficiente y sostenida es el desafío, aportando al conocimiento de este aspecto en un marco general de planificación y ordenamiento ambiental. Estas consideraciones tienen mucho que ver con otro aspecto estratégico, que es la definición del estilo de desarrollo que se busca implementar en las tierras secas, y en este punto nos situamos en el aspecto clave que es la definición de políticas y la gobernabilidad de los territorios afectados.

Esta imbricación de temáticas y acciones muestra la necesidad de no plantear las iniciativas de la ILACCT sólo fragmentada en las visiones del sector científico sino como un espacio de diálogo y comunicación con los sectores de decisión, las organizaciones no gubernamentales y los representantes de las organizaciones de usuarios. En este sentido, mucho se ha escrito sobre la necesidad de generar conocimientos para poner en valor y aplicar los conceptos del desarrollo sustentable. A pesar de la inmensa información generada, especialmente desde el enfoque y la implementación de la UNCCD, todavía son raros los casos en que los conceptos alimentan a la práctica, y las experiencias exitosas todavía no han logrado una buena difusión. Pese a la extensión de los ambientes de tierras secas en América Latina y El Caribe, no hemos logrado otorgar visibilidad al problema de la desertificación que las afecta, y la imagen del “continente verde” se impone sobre la del desierto.

Sin embargo, muchos son los aportes que se han realizado en la Región que han logrado poner en valor estas experiencias, escuchar los mensajes y valorar sus conocimientos. En definitiva, trabajar para achicar la brecha entre los conocimientos “científicos” y los saberes tradicionales. Estos constituyen los caminos que la ILACCT desea transitar.

RELACIÓN CON EL NIVEL LOCAL

La lucha contra la desertificación es imprescindible para garantizar la productividad a largo plazo de las tierras secas y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. La desertificación está fuertemente relacionada con la aplicación de sistemas productivos que no toman en cuenta las particularidades de los ecosistemas que conforman la Región. La sobreexplotación del recurso, generalmente destinado a actividades agropecuarias de subsistencia, provoca la degradación de tierras y trae como consecuencia la pobreza y el éxodo rural. Este es uno de los factores que acelera el proceso de urbanización, creciente en los países en desarrollo. Los sectores productivos y la población local - urbana y rural- con frecuencia no cuentan con una conciencia clara sobre los efectos de las acciones que impactan en los ambientes que los sustentan. Hasta ahora se ha puesto especial énfasis en las propuestas tecnológicas para superar esta situación. Sin embargo, hay acuerdo en que es de suma importancia la generación de conocimientos, la capacitación, la creación de una conciencia pública y la difusión de la información que sobre este problema existe. Las inversiones en infraestructura dominan sobre la educación y las actividades de formación no encuentran su lugar debido a la ausencia de una política clara y abarcativa en la agricultura y el uso del agua, que tome en cuenta las especificidades de los ecosistemas de tierras secas y las interrelaciones económicas y ecológicas entre las áreas rurales y urbanas.

Los gobiernos locales involucrados no tienen a su disposición conocimientos ambientales - menos aún sobre la desertificación - y dirigen su atención más a los síntomas que a las causas de estos problemas, prevaleciendo la toma de decisiones a corto plazo. El concepto de desarrollo

sustentable se utiliza en el discurso, pero no tiene muchas consecuencias significativas en los procesos de toma de decisiones o en las políticas locales, aun cuando son justamente los gobiernos locales los actores que tienen las mejores opciones para avanzar en la dirección de la sustentabilidad. Los posibles multiplicadores de mensajes ambientales, como docentes, ONGs, medios de comunicación y decisores, por lo general carecen de un concepto claro de cómo atender el problema a su respectivo nivel y necesitan ser capacitados en estrategias de comunicación y contar con materiales de educación eficaces relacionados con la desertificación.

LA INICIATIVA LATINOAMERICANA Y CARIBEÑA DE CIENCIA Y TÉCNICA EN DESERTIFICACIÓN (ILACCT)

La ILACCT reconoce como antecedente a nivel regional, los esfuerzos del ICID (Conferencia Internacional de Sustentabilidad y Cambio Climático). Desde su primera reunión en Fortaleza, en 1992, este proceso se enfoca en reunir en un mismo foro a científicos, organismos gubernamentales, no gubernamentales y tomadores de decisión para discutir y avanzar en las propuestas de conocimiento y acción en la lucha contra la desertificación, la pobreza y los efectos del cambio climático en ALC, como preparación para la Primera Cumbre de la Tierra (CNUMAD, o ECO'92) realizada en Río, en 1992. Desde esta primera reunión, que sienta las bases en su "Declaración de Fortaleza" para el reconocimiento de los problemas de desertificación y su institucionalización en la región, mucho se ha avanzado en las últimas décadas. En 2010 el proceso continúa - nuevamente en Fortaleza, Ceará, Brasil-reuniendo a más de 70 países como puesta al día para la realización de la Segunda Cumbre de la Tierra (Río+20), organizada por Naciones Unidas. Continuando con el proceso de concientización y movilización de recursos en la región, se realizan dos reuniones durante 2011, en Mendoza (Argentina) y en Niamey (Níger). En todos los casos, se produce una Declaración (CGEE, 2012), documento de posición que se enfoca en los problemas urgentes de la región (Declaración de Fortaleza, 2010; Declaración de Mendoza, 2011) y su relación con problemas semejantes en África, Declaración de Niamey (2011). Estos antecedentes permiten una visión crítica de los avances de la temática de las tierras secas y sus procesos de degradación y desertificación, y promueven su incorporación a la agenda de los tomadores de decisión.

El esfuerzo de la ICID se suma al realizado por los países de la región de ALC en apoyo de los procesos relacionados con el fortalecimiento científico y tecnológico. Esto se aprecia desde la primera reunión regional convocada por la UNCCD en Buenos Aires, progresivamente, consolidados en el Programa de Acción Regional (PAR) (UNCCD, 1996), cuya última versión fue aprobada en la IX Reunión Regional (UNCCD, 2007a). En el mencionado PAR se aprobaron los Programas de Redes Temáticas (TPNs), que constituyeron el marco bajo el cual los países de la región han iniciado sus trabajos. Son 5 los TPNs aprobados en el PAR y que representan las prioridades que reconoce la UNCCD en términos de ciencia y tecnología de la región (UNCCD, 2007a): a) indicadores y puntos de referencia; b) DESELAC (Red de información); c) manejo integrado de recursos hídricos; d) agroforestería; e) conocimientos tradicionales y f) energía renovable. Todo esto se complementa con la existencia de los Programas Subregionales (PAS) y otras iniciativas que involucran distintos países de la región y que poseen un importante componente científico y técnico.

Ante estos avances en el sector científico de la región, el Gobierno de Brasil, con miras al fortalecimiento del Comité de Ciencia y Técnica de la Convención, con apoyo de la Secretaría de la UNCCD, del representante regional ante su Comité de Ciencia y Técnica (Cuba) y el apoyo científico del IADIZA (Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas), organizó una primera reunión de científicos y puntos focales con el fin de discutir estrategias y formas concretas para impulsar los aspectos de Ciencia y Técnica en Latinoamérica. Así surge la “Iniciativa Latinoamericana y del Caribe en ciencia y tecnología en Desertificación”, para la aplicación de la UNCCD en el marco estratégico de 10 años (ILACCT). La primera reunión de la ILACCT se realizó en julio de 2008, en Salvador, Estado de Bahía, Brasil.

Los 56 participantes reunidos en oportunidad de la primera ILACCT fueron investigadores de centros de ciencia y Técnica, de universidades nacionales y decisores políticos de Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, El Salvador, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay. Se promovieron debates entre los grupos de trabajo que funcionaron como motivadores para obtener “documentos de posición” sobre diversos aspectos problemáticos del tema. Esta iniciativa busca consolidarse como una propuesta para mantener en el tiempo los esfuerzos realizados y asegurar un diálogo permanente entre el sector de ciencia y técnica y los tomadores de decisión en la lucha contra la desertificación. El objetivo fundamental de la ILACCT es promover el fortalecimiento de los conocimientos científicos y tecnológicos en materia de desertificación, para mejorar la efectividad en la formulación e implementación de estrategias y políticas de lucha contra la desertificación y la sequía en la región. Sus objetivos específicos se enfocan a: 1) fortalecer a los países de ALC con un mecanismo de comunicación y cooperación horizontal específicamente referido al sector científico y tecnológico, para facilitar el intercambio de experiencias, la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y el apoyo a los sistemas de toma de decisión en la lucha contra la desertificación y la pobreza; 2) valorizar y fortalecer el sector científico y tecnológico de ALC relacionado con la lucha contra la desertificación y la pobreza y al Comité de Ciencia y Técnica de la UNCCD, a través de procesos de organización regional; 3) disminuir la brecha entre ciencia, sociedad y tomadores de decisión y aumentar la capacidad del sector científico/tecnológico de la región para convertir la información en soluciones; 4) facilitar los procesos de transferencia científico-tecnológica y de contacto con la realidad de las poblaciones locales, propiciando, entre otros, los procesos de investigación/ acción; 5) facilitar los procesos de entrenamiento y capacitación de recursos humanos: organización de cursos regionales de formación y capacitación a nivel de grado y postgrado, de excelencia académica; 6) apoyar el intercambio y difusión regional de información, publicación de resultados de las investigaciones e información estratégica; generación y actualización de bases de datos y directorios institucionales regionales especializados; 7) fortalecer la coordinación interinstitucional en ciencia y técnica, para el intercambio de información, definición de competencias y responsabilidades para la eliminación de duplicidades, que a su vez propicien una utilización óptima de los recursos disponibles; 8) consolidar plataformas de concertación para la movilización de recursos y la implementación de mecanismos de cooperación para obtener fondos para la promoción de acciones de ciencia y técnica en la región; 9) establecer estrategias para la incorporación del sector privado en apoyo al desarrollo científico y

tecnológico de la región; 10) fortalecer los procesos de cooperación horizontal y sur-sur en el sector científico/tecnológico, al interior de la región y entre nuestra región y otros países en desarrollo.

REFLEXIONES FINALES

Gracias al apoyo recibido por el Gobierno de Ceará, Brasil y especialmente por el de Sobral, con el apoyo de la Oficina Regional de la UNCCD, el CGEE y el IADIZA, se ha dado continuidad al proceso iniciado en 2008 y se ha abierto la convocatoria con un llamado amplio a los científicos y técnicos de América Latina y El Caribe, para celebrar la Primera Conferencia Científica de la ILACCT. Esperamos de este modo haber contribuido a consolidar el proceso iniciado en la región para poner en valor los aportes de la ciencia y de la tecnología en el conocimiento de los procesos de desertificación y el manejo sustentable de la tierra, enfocados en evaluar en toda su complejidad los procesos de desertificación en los países involucrados, especialmente los procesos de empobrecimiento social, económico y ambiental, para ayudar a los decisores a analizar, pronosticar, evaluar y modificar las acciones tendientes a favorecer el desarrollo sustentable y a la formulación de políticas proactivas y su control de gestión en la lucha contra la desertificación.

El concepto de desertificación es un concepto multidimensional (o multidisciplinar) y, por lo tanto, exige un gran esfuerzo de cooperación y capacidad de síntesis. El trabajo empieza por la metodología de estudio y los métodos de evaluación. La integración entre las ciencias sociales y las ciencias físicas y biológicas no es solamente un reto, también es una empresa que hasta el momento no se ha consolidado. Los grupos científicos de cada uno de los sectores (sociales y bio- físicos) han intentado distintas formas para robustecer el conocimiento, pero ha sido mucho más un ejercicio de “sumar” datos que de consolidar resultados por una vía metodológicamente consistente.

Tal vez esto se explique por el bajo grado de inserción del concepto en los medios académicos. Como se ha dicho anteriormente, el concepto de “desertificación” nos llama a la acción de forma inmediata, pero al mismo tiempo, trae problemas de naturaleza metodológica que a los científicos no les hace la vida fácil. Este es uno de los grandes retos que tenemos que enfrentar: integrar ciencias con distintos grados de madurez, distintos métodos y distintas tradiciones históricas (Matallo, 2005, 2008). Los esfuerzos que han gestado la organización regional de la ciencia a través de ILACCT abren nuevos horizontes para consolidar los aportes de América Latina y El Caribe al proceso global de lucha contra la desertificación, con la necesaria base científica que la región está en condiciones de generar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, E. 2003. Desertificación: bases conceptuales y metodológicas para la planificación y gestión. Aportes a la toma de decisión. *Zonas Áridas* 7: 19-68.
- Abraham, E. 2008. Tierras secas, desertificación y recursos hídricos. *Ecosistemas, Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente de la Asociación Española de Ecología Terrestre* XVII, 1:1-4.
- Abraham, E. 2009. Enfoque y evaluación integrada de los problemas de desertificación. *Zonas Áridas* 13: 9-24.

Abraham, E. & L. Torres 2007. Estado del arte en el uso de indicadores y puntos de referencia en la lucha contra la desertificación y la sequía en América Latina y el Caribe. *Interciencia* 22(12) 12: 827- 833.

Abraham, E., E. Montaña & L. Torres 2006. Desertificación e indicadores: posibilidades de medición integrada de fenómenos complejos. *Revista Electrónica Scripta Nova* X 214.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) 2012. ICID. Declarações de Fortaleza, Mendoza, Niamey. *Parcerias Estratégicas*, Edição especial Rio+20 17 (35): 247-254.

Matallo, H. Jr. 2005. Algunas cuestiones relativas a la economía de la desertificación. En: *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales*. CEPAL, 87: 113-138.

Matallo, H. Jr. 2008. Sociedade e Meio Ambiente: O Fenomeno da Desertificacao como um caso concreto de Transdisciplinaridade. En: Matallo, E. & Matallo, H. Jr. (Eds.). *Ciências sociais, complexidade e meio ambiente: interfaces e desafios*. Editora Papirus, Campinas.

Morales, C. 2012. Evaluación económica de la desertificación y degradación de tierras en LAC. Project Note – Proyecto Conjunto CEPAL/Mecanismo Mundial, Santiago.

Organización de las Naciones Unidas 2000. Resolución 55/2. Declaración del Milenio (retrieved from <http://www.cinu.org.mx/onu/documentos/a55r002s.pdf>)

Pietragalla, V., M. Corso, J. Cueva, P. Maccagno, A. Therburg, E. Abraham, D. Soria, D. Bran, N. Maceira, S. Navone & M. Román 2013. Institutionalization of desertification monitoring in Argentina: Development and implementation of the National Observatory on Land Degradation and Desertification. Programme and Short Abstracts, 2nd Scientific Conference UNCCD, 09-12 de abril, Bonn: 133-134.

Torres, J. 2004. Desiertos: aciertos y desaciertos. El papel de los saberes tradicionales en el manejo del agua en tierras secas de América Latina. Conferencia Electrónica Iberoamericana, 28 de Octubre al 28 de Noviembre de 2004, Maestría en Ciencias Ambientales, Universidad de La Molina, Lima.

UNCCD / PNUMA 1995. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África. Texto con anexos. Suiza, UNCCD, 71pp.

UNCCD 1996. Primera Conferencia Regional para América Latina y El Caribe sobre la Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación. Buenos Aires, 24 al 26 de enero de 1996 (accedida desde: www.unccd.int).

UNCCD 2007a. Proceso de Implementación de la UNCCD en América Latina y el Caribe: 1994 - 2006, Bonn.

UNCCD 2007b. Decisión 3 sobre el El marco y Plan Estratégico Decenal para mejorar la Aplicación de la Convención (2008-2018). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su Octavo Período de Sesiones, Bonn.

UNEP 1985. Desertification control in Africa. Actions and Directory of Institutions. Desertification control programme activity center, UNEP. Nairobi, Kenya, No, 85-6070-0173 and 0270.

UNEP 1992. Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification: Report of the Executive Director: Governing Council, Third Special Session, Nairobi, 3-5 February 1992.

Artículo de Revisión

Análisis de la metodología aplicada para medir vulnerabilidad de tierras desertificadas frente al cambio climático

GUILLERMO DASCAL

División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Para correspondencia. E-mail: guillermo.dascal@cepal.org

Recibido: 26 de Noviembre 2013

Aceptado: 3 de Marzo 2014

RESUMEN

Este documento analiza la metodología utilizada en un estudio desarrollado en el marco del proyecto conjunto CEPAL/Mecanismo Mundial de Valoración económica de la degradación de tierras, acerca de la vulnerabilidad de las tierras degradadas y desertificadas ante escenarios de cambio climático en cinco países de la región: Argentina, Chile, Colombia, Paraguay y Perú. Para este fin, se analizaron una serie de indicadores climáticos y se proyectaron hasta el año 2100 el índice de aridez, el número de meses secos, el índice de concentración de precipitaciones y el índice de intensidad de precipitaciones (Fournier Modificado). Se midieron las superficies de las tierras degradadas y desertificadas afectadas por dichos indicadores en la actualidad y se analizó su evolución en el futuro. Como resultado se reconoce que, a pesar de las limitaciones en la data y la metodología aplicada, este estudio permitió reconocer tendencias en cuanto a qué zonas desertificadas de los países estudiados se verían afectadas por el cambio climático, principalmente a consecuencia del incremento del número de meses con un balance hídrico negativo o bien con precipitaciones más concentradas, y dónde tendría lugar un aumento de la superficie con niveles de aridez mayores, lo que generaría impactos económicos negativos relevantes.

Palabras claves: desertificación, cambio climático, América Latina, vulnerabilidad.

ABSTRACT

This document analyzes the methodology applied in a research work conducted in the framework of the joint ECLAC / GM Project of Economic valuation of land degradation in Latin America and the Caribbean, about the vulnerability of degraded and desertified areas

facing climate change scenarios in five countries of the region: Argentina, Chile, Colombia, Paraguay and Peru. A series of climatic indicators were analyzed and projected to the year 2100: the aridity index, the number of dry months, the concentration index of rainfall and rainfall intensity index (Fournier, modified). Surfaces of degraded and desertified lands affected by such indicators were measured at present and analyzed their evolution in the future. As a conclusion it is shown that despite limitations in the data and methodology used, this study helped to identify trends in desertified and degraded areas in the considered countries which would be seriously affected by climate change, mainly due to the increase in the number of months with a negative water balance or with more concentrated rainfall, and which area with higher levels of aridity would also increase, which would generate significant negative economic impacts.

Key words: desertification, climate change, Latin America, vulnerability.

INTRODUCCIÓN

Si bien existen estudios y estimaciones que analizan en qué medida la degradación de tierras, la deforestación, las prácticas agrícolas inapropiadas y el cambio de uso de suelo generan gases de efecto invernadero, contribuyendo al calentamiento global, no existen antecedentes de investigaciones que se preguntan acerca de cómo se espera que el cambio climático afecte las tierras degradadas o en proceso de degradación, al menos en la región de América Latina y el Caribe.

Ya desde su definición existe un primer vínculo entre clima y desertificación. En efecto, la UNCCD en el artículo 1 del texto de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, especifica que las tierras desertificadas son las tierras degradadas que se localizan en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Por lo tanto, para comenzar, conocer si estas zonas se van a expandir o reducir, a través del índice de aridez, nos puede dar una primera idea acerca de la posible evolución de las áreas donde podríamos encontrar tierras degradadas.

Pero la interrelación entre clima y desertificación es compleja y solo conocida parcialmente (Williams, 2001). Las precipitaciones aparecen como el elemento del clima de mayor relevancia para considerarlo en el análisis de esta interrelación (Sivakumar & Ndiang'ui, 2007), debiéndolo estudiar a diferentes escalas, desde la anual hasta la escala del minuto (Stroonsijder, 2007). No obstante, este análisis se ve complejizado más aún debido a que dicha relación depende de las características particulares de cada ecosistema (Pickup, 1998).

El trabajo que se expone en este artículo constituye básicamente un análisis y evaluación del ejercicio de proyección de algunos de los elementos del clima sobre las superficies desertificadas para reconocer así su vulnerabilidad frente al cambio climático. Específicamente, y a efectos de este estudio, entenderemos que una tierra desertificada es vulnerable al cambio climático si: (a) se incrementa su aridez, (b) sus precipitaciones se distribuyen en el año en forma más irregular, (c) las lluvias son más intensas o (d) el número de meses secos (déficit hídrico mensual) se ve incrementado. Para su análisis, hemos seleccionado y adaptado algunos de los indicadores que CAZALAC elaboró para el estudio de las zonas áridas de la región y aplicarlos sobre los mapas de desertificación de los países escogidos (CAZALAC, 2006). Dichos indicadores fueron aplicados en los casos de Argentina, Chile, Colombia, Paraguay y Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información requerida para el desarrollo de este estudio se relaciona con la cartografía de la desertificación y la cartografía y data del cambio climático. Para la consideración de la vulnerabilidad de las áreas desertificadas se aplicaron varias fórmulas, las que se describen a continuación:

Cartografía de la desertificación

Respecto del primer punto, se ha hecho un relevamiento de la cartografía existente y disponible en la región, constatando que son pocos los países que cuentan con mapas actualizados y validados de la desertificación, situación que no es particular de América Latina sino que también se repite en las otras regiones. Finalmente se optó por realizar el estudio en los siguientes países:

1. Argentina: cuenta con un mapa actualizado, desarrollado en el marco del proyecto internacional “Evaluación de la degradación del suelo en zonas áridas” (conocido también por sus siglas inglesas “LADA”) y con el apoyo de la FAO (Secretaría del Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2011).
2. Chile: ha desarrollado un mapa preliminar de desertificación elaborado por la Corporación Nacional Forestal en 1992, actualizado en 2005. Define niveles de degradación a nivel de comunas (Soto, 1999).
3. Colombia: cuenta con un mapa de desertificación producido por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Véase Dascal (2012).
4. Perú: cuenta con un mapa preliminar. En el marco del programa conjunto de la CEPAL y el Mecanismo Mundial “Valoración económica de la degradación de las tierras ante escenarios alternativos de cambio climático”, y con el apoyo del Ministerio del Ambiente (MINAM) del Perú se actualizó y afinó, en base a la cartografía disponible y con el apoyo de especialistas locales expertos en desertificación, un Mapa de Degradación de Tierras (2011). Véase Dascal (2012).
5. Paraguay: En el marco del programa citado precedentemente y con el apoyo de especialistas locales expertos en desertificación, se produjo un Mapa de Degradación de Tierras (2010). Véase Dascal (2012).

Cartografía y data del cambio climático

En cuanto al cambio climático, se utilizó el modelo PRECIS, elaborado por el Centro Hadley para Investigación y Predicciones Climáticas del Reino Unido (Hadley Centre, 2004), el que fue adaptado y transformado en una resolución espacial de 50 km por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE, por sus siglas en portugués) (Chou *et al.*, 2011). Como línea de base, se tomó el escenario climático B2, por el hecho de reflejar más apropiadamente la situación actual que otros escenarios, mientras que para las proyecciones se tomó el escenario A2 establecido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, en inglés), por ser el escenario de emisiones más altas (CEPAL, 2009).

Por otra parte, si bien existen antecedentes de trabajos con datos de la realidad en la región (Mendelsohn *et al.*, 2009), tras un pormenorizado análisis se optó por considerar como línea de base la información del modelo PRECIS en atención a las consideraciones siguientes:

Cabe mencionar que los datos de la realidad, obtenidos a través de estaciones meteorológicas, en algunos casos pueden ser poco confiables. En algunos países existen pocas estaciones con mucho tiempo de medición continua. Y generalmente, en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas no hay estaciones meteorológicas debido a que, por razones económicas y vinculadas a procesos agroproductivos, los países prefieren instalarlas en aquellas zonas donde la información suministrada posee mayor valor agregado.

Esta lógica de trabajar como línea de base con el escenario b2 (promedio 2001-2008) fue validada al comparar las temperaturas mínimas, máximas y precipitaciones mensuales de dicho período con los datos del escenario b2 para unas coordenadas medidas por PRECIS que coincidían con una estación meteorológica de Paraguay. Al respecto, cabe mencionar que no ha sido fácil encontrar estaciones meteorológicas que coincidan con puntos medidos por PRECIS. Para esta validación se tomó el caso de Paraguay, escogido por su superficie plana con escasas ondulaciones y solo se pudo encontrar un punto de coincidencia, que corresponde al aeropuerto de Asunción. El ejercicio de validación se puede encontrar en Dascal (2012).

Vulnerabilidad de las áreas desertificadas

Hemos establecido como hipótesis de trabajo que se considera que un área degradada es vulnerable si al proyectar elementos del cambio climático se genera una mayor exposición a condiciones climáticas desfavorables que afectan su productividad biológica y/o económica. Conforme a esta hipótesis, las tierras desertificadas o degradadas pueden resultar afectadas por el cambio climático principalmente por efecto de los factores siguientes:

1. El número de meses en que el balance hídrico es negativo. Las zonas desertificadas o degradadas serán más vulnerables cuanto mayor sea el número máximo de meses definidos como secos;
2. La evolución del índice de aridez. La “aridificación” de tierras degradadas las hace más vulnerables;
3. La concentración de las precipitaciones. Se verán afectadas negativamente las tierras desertificadas o degradadas en las que se registre una distribución más estacional de las precipitaciones; y
4. La intensidad de las precipitaciones. Unas precipitaciones más intensas generan procesos más erosivos, por lo que causan una mayor degradación de las tierras o desertificación.

Existen otros factores que inciden en los procesos de desertificación y degradación de las tierras, como los cambios en las temperaturas mínimas, máximas o medias (dependiendo de los ecosistemas), así como las precipitaciones y su volumen y distribución, la humedad relativa o los vientos. No obstante, se ha preferido seleccionar los cuatro factores citados más arriba por su efecto directo en la cubierta vegetal. De acuerdo a resultados alcanzados en reuniones internas de trabajo con expertos en materia agrícola y de suelos de CEPAL, se considera que los ecosistemas (dependiendo, evidentemente, de las características y la intensidad de los procesos, así como de los ecosistemas de que se trate) podrían soportar más fácilmente los cambios graduales en la temperatura, la humedad relativa o las precipitaciones que las modificaciones en los balances hídricos o en la intensidad y la concentración de las precipitaciones.

Fórmulas y procedimientos de aplicación

Las fórmulas para medir los indicadores seleccionados son las siguientes:

1. Índice de concentración de las precipitaciones (ICP) (Olivier, 1980)

$$ICP = 100 \frac{\sum P_i^2}{P^2}$$

P_1 es precipitación mensual (en milímetros) y P es precipitación anual (en milímetros).

Los resultados de su aplicación son clasificados en 5 grupos: uniforme, moderadamente estacional, estacional, altamente irregular, irregular.

2. Índice de Fournier modificado (IFM) o índice de agresividad climática (Arnoldus, 1980)

$$ICP = 100 \frac{\sum P_i^2}{P^2}$$

P_1 es precipitación mensual (en milímetros) y P es precipitación anual (en milímetros)

Los resultados de su aplicación son clasificados en 5 categorías.

3. Índice de aridez (PNUMA, 1997)

$$\frac{P_m}{ET_0}$$

P_1 es precipitación media del período (en milímetros) y ET_0 es evapotranspiración de referencia del período (en milímetros).

Los resultados de su aplicación son clasificados en categorías que van de hiperáridas (relación entre precipitaciones y evapotranspiración menor a 0,05) a húmedas (relación entre ambos parámetros mayor a 1).

4. Índice de número de meses secos (CAZALAC, 2006)

$$LP_d = P < 0.5 ET_0$$

LP_d es la longitud del período con déficit de agua y ET_0 es la evapotranspiración de referencia del período. Los resultados se clasifican según el número de meses secos al año (de 1 a 12 meses / año).

El procedimiento metodológico aplicado ha sido el siguiente: 1) elaboración de cuatro indicadores climáticos sobre la base de la información del modelo PRECIS para la línea de base y los períodos proyectados; 2) cartografía de los cuatro indicadores en la línea de base y en los períodos proyectados utilizando ArcGIS; 3) elaboración de mapas de desertificación/degradación; 4) superposición de los mapas de los indicadores climáticos y de desertificación; 5) medición de las superficies afectadas por los cuatro indicadores

climáticos en la línea de base y los períodos proyectados en las zonas desertificadas/degradadas; y 6) análisis de la evolución de las superficies afectadas con arreglo a los indicadores en las zonas desertificadas/degradadas.

RESULTADOS

El estudio permitió detectar que en términos generales, en los países estudiados, salvo algunos casos particulares, las áreas desertificadas y degradadas se verían afectadas por el cambio climático, principalmente por el incremento de meses con balance hídrico negativo, o bien con precipitaciones más concentradas y/o crecimiento de la superficie con mayores niveles de aridez, si consideramos los cambios climáticos que acontecerían entre los períodos 2001-08 al 2096-2100, tomando en cuenta el escenario A2 determinado por el IPCC.

Esta situación generaría una mayor vulnerabilidad en las tierras de Chile, Perú, Paraguay y Colombia, pudiendo comprometer la cobertura vegetal de los suelos, incrementando procesos erosivos y por ende la degradación de las tierras y la desertificación. Aplicando la metodología y procedimientos descritos en el capítulo correspondiente, se han obtenido los siguientes resultados para cada uno de los países estudiados.

En Argentina, las tierras secas recibirían precipitaciones distribuidas anualmente en forma más homogénea. Es así que en el período 2096-2100 el 48% de las tierras secas tendría lluvias uniformemente repartidas en el año, contra el 26% en 2001-2008 (Figura 1). No se esperaría cambios significativos en la intensidad de las precipitaciones. En el estudio a nivel local realizado en las provincias de Mendoza y Catamarca, no se aprecian cambios en los niveles de aridez. En cuanto a los meses en donde el balance hídrico es negativo (meses “secos”), en Catamarca se evidenciaría una reducción de situaciones extremas en 2096-2100 mientras que en Mendoza se incrementaría la superficie con mayor número de meses secos.

En Chile las áreas más gravemente desertificadas (nivel “grave”) verían expuestas sus tierras a precipitaciones concentradas en menos meses al año. En efecto, durante 2096-2100, 49.35% de su superficie presentaría precipitaciones estacionales, mientras que para la línea de base, 2001-2008 la superficie expuesta a esa situación era inexistente (0%) (Cuadro 1). Las precipitaciones mantendrían un nivel semejante en cuanto a su intensidad, mientras que los niveles de aridez sufrirían cambios: las zonas de nivel grave de desertificación correspondientes a zonas áridas y semiáridas, pasarían del 47.02% en 2001-2008 a 63.31% en 2096-2100 (Cuadro 2).

En Colombia, sin considerar la península de Guajira, que queda fuera del área cubierta por la data climática, las áreas desertificadas que en 2001-08 contaban con solo 1 mes de balance hídrico negativo (95.63%, casi la totalidad de las áreas desertificadas), quedarían reducidas a la mitad (46.45%) en 2096-2100, incrementándose como consecuencia de este proceso, las áreas con 2, 3 y 4 meses secos. En el mismo período, la superficie definida con nivel uniforme de concentración de precipitaciones se reduciría significativamente, pasando del 99.45 % en 2001-08 a sólo 42.62 % en el último período analizado.

En Paraguay, el número de meses secos afectaría en 2100 una mayor superficie del país. Mientras que en el promedio 2001-2008 el 99,30 % tiene hasta 1 mes seco al año, se espera que dicha superficie disminuya al 31.37% para el 2096-2100 (Figura 3). Del mismo modo, las precipitaciones estarían más concentradas. Mientras que para el promedio 2001-2008 las

precipitaciones uniformes (todo el año) cubren el 93.85 % del territorio nacional, para el período 2096-2100, dicha proporción se reduciría al 22.93%.

En Perú, las regiones consideradas de mayor nivel de degradación de tierras verían expuestos sus suelos a mayores períodos de déficit hídrico, como consecuencia del cambio climático, generando mayores pérdidas biológicas y económicas.

Las precipitaciones se concentrarían en pocos meses. Mientras que en el período 2001-2008 un 68.25 % de la superficie ocupada por regiones con alto nivel de degradación de tierras recibiría precipitaciones en forma uniforme, este porcentaje se reduciría a un 14.38 % en el período 2096 – 2100 (Figura 3).

DISCUSIÓN

En primer lugar, se desea destacar que aplicar una hipótesis, metodología y procedimientos unificados para una región tan diversa, compuesta por ecosistemas muy diferentes entre sí y antropizados por diversos grupos humanos, con distintas lógicas e intereses presenta cierta complejidad. Por un lado ecosistemas diversos, y por el otro, prácticas de muy diverso tipo que generan desertificación y que son percibidas en forma diferente por los técnicos y productores de los países que conforman la región.

En este contexto, ¿qué indicadores hay que utilizar que abarquen esta realidad tan diversa? En ese sentido, la idea de optar por indicadores compuestos, que sean pertinentes para el estudio de la tierra y los suelos cobra sentido. El índice de aridez es el que oficialmente UNCCD emplea para identificar las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por lo que utilizarlo para ver su proyección hacia el futuro es un buen punto de partida para analizar la evolución de las tierras definidas como degradadas. Por otro lado, las proyecciones de precipitaciones presentan niveles de incertidumbre mayores que las de temperatura. En efecto, en el informe de síntesis de economía del cambio climático en América Latina y el Caribe, CEPAL destaca que “los cambios en la precipitación son más complejos y sus proyecciones regionales muestran un mayor nivel de incertidumbre. De este modo, para las regiones centrales y tropicales de América del Sur se observa un horizonte de proyecciones que oscilan entre una reducción del 20% al 40% y un aumento del 5% al 10% en el período 2071-2100”. (CEPAL, 2009: 5). Dados estos antecedentes, se optó por considerar la distribución de las precipitaciones más que su volumen y su intensidad. Y se prefirió integrar las precipitaciones en un todo mayor, en el déficit hídrico mensual (número de meses secos) así como en el índice de aridez.

Siguiendo con lo anterior, la data procedente de los modelos climáticos de circulación global presenta ciertos niveles de incertidumbre. En este caso, los datos climáticos corresponden al modelo PRECIS y fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil. Por tratarse de un modelo climático mundial que sirve para obtener información hasta el año 2100, las proyecciones presentan niveles de incertidumbre razonables. Al respecto, un estudio realizado en Bolivia evaluando el desempeño del modelo PRECIS concluye que la data mensual de temperatura y precipitación tiene buen desempeño en zonas bajas pero sobreestima las precipitaciones en zonas de altura media y andina. Asimismo el modelo subestima la temperatura (media, máxima y mínima) en las regiones con altitudes mayores a 500 msnm, mientras que realiza un trabajo aceptable en las zonas bajas (Andrade

& Blacutt, 2010). Del mismo modo, un estudio reciente realizado en Ecuador reconoce los mayores desajustes del modelo en las zonas andinas de dicho país (Palacios & Serrano, 2011). A esto se le agrega que dichas proyecciones se han establecido sobre la base de escenarios que no representan necesariamente la complejidad de la realidad futura.

Por lo demás, los datos climáticos corresponden a puntos situados a 50 kilómetros de distancia entre sí. Las interpolaciones realizadas para medir superficies y observar la evolución del clima pueden producir un cierto grado de distorsión en la información. Además, dada la escasa red de estaciones meteorológicas presentes en zonas áridas de la región, con data continua acerca de los elementos del clima necesarios para el estudio, resulta compleja la construcción de la línea de base. Entonces, se ha tomado los datos proporcionados por el propio modelo PRECIS, lo que también podría tener algún efecto en la calidad de los resultados.

Pero también existen limitaciones en cuanto a la cartografía de la desertificación. Algunos países se refieren a desertificación pero en sus mapas superan la extensión de las tierras secas. Otros clasifican unidades administrativas según niveles subjetivos de desertificación considerando sólo marginalmente aspectos de la geomorfología, tipos de suelo u otros elementos de la geografía física. Este tema es crucial para este tipo de investigaciones. La ausencia de mapas que incluyen mediciones *in situ*, o que no describen en forma detallada la metodología aplicada, o que confunden conceptualmente desertificación y degradación de tierras, afecta la calidad de los trabajos que se desarrollan en este campo. Por otra parte, la utilización de criterios diferentes en los diferentes países de la región, puede conducir a resultados no comparables entre sí.

Por último, los países estudiados tienen superficies muy diferentes y están conformados por una importante diversidad de ecosistemas. En el caso de Argentina, se acordó un análisis con mayor profundidad para dos provincias. Esto se debió a que dada la extensión del semiárido argentino, las mediciones agregaban resultados de zonas de mismo nivel de desertificación pero localizadas en ecosistemas con condiciones muy diversas. Esta desagregación exigió esfuerzos mayores pero permitió alcanzar resultados más confiables.

Dadas estas limitaciones, se ha preferido considerar en las proyecciones climáticas y en las superficies afectadas medidas las proporciones, los valores relativos más que los absolutos. Así, se considera que el aporte principal del estudio es identificar tendencias acerca de los efectos del cambio climático en las áreas que cada país identificó como desertificadas.

Es importante señalar que en reuniones presenciales de trabajo y en algunos casos vía internet se realizaron o enviaron presentaciones de los resultados alcanzados a los puntos focales UNCCD de los países estudiados y en términos generales los técnicos y expertos locales consideraron que las tendencias detectadas eran coherentes y de utilidad como insumo para políticas públicas.

CONCLUSIONES

A modo de conclusión, el presente artículo destaca que el estudio analizado ha permitido reconocer los posibles efectos del cambio climático sobre las tierras más degradadas de países seleccionados de la región (Argentina, Chile, Colombia, Paraguay y Perú), indicando en cada uno de ellos en qué medida las áreas desertificadas se verán afectadas y dónde se localizan aquellas más vulnerables.

El interés del estudio radica en que ha logrado una aproximación al conocimiento de los efectos del cambio climático sobre las tierras desertificadas, aplicando una metodología que selecciona elementos del clima pertinentes al ámbito de la degradación de tierras y los proyecta hacia el futuro. Tratándose de un primer ejercicio, se espera que esta metodología pueda ser replicada, adaptada o que sirva de base para futuros estudios, que profundicen el trabajo realizado y permitan avanzar más aún en la comprensión de los efectos del cambio climático sobre las tierras desertificadas. Al respecto, se considera de gran importancia poder contar con estudios de caso que permitan la medición *in situ* de los niveles de degradación de las tierras y que cuenten con observatorios meteorológicos, con la data que se requiere para este tipo de investigaciones, de modo tal que sirvan como referencia para estudios globales, habitualmente basados en información satelital. En dichas investigaciones locales sería de gran utilidad integrar información demográfica y socioeconómica, con el fin de medir eventuales efectos del cambio climático sobre tierras degradadas, en materia de pobreza, exclusión y migraciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, M. & L. Blacutt. 2010. Evaluación del modelo climático regional PRECIS para el área de Bolivia: comparación con datos de superficie. *Revista Boliviana de Física* 17:1-12.
- Arnoldus, H. M. 1980. An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. En M. De Boodt y D. Gabriels (eds.). *Assessment of erosion*, John Wiley and Sons, Inc., Chichester.
- Centro del Agua para zonas áridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC). 2006. Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América Latina y el Caribe. Programa Hidrológico Internacional, UNESCO, Documento Técnico N° 3, La Serena (Chile).
- CEPAL. 2009. La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis 2009. CEPAL, Santiago de Chile
- Chou, S.C., J.A Marengo, A. A. Lyra, G. Sueiro, J.F. Pesquero, L. M. Alves, G. Kay, R.Betts, R., D.J.Ch Agas, J. L. Gomes, J. F. Bustamante & P. Tavares. 2011. Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs. *Climate dynamics* 38:635-653.
- Dascal, G. 2012. La vulnerabilidad de las tierras desertificadas frente a escenarios de cambio climático en América Latina y el Caribe. CEPAL, Santiago de Chile.
- Hadley Centre. 2004. Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS Handbook”, Exeter.
- Mendelshon, R., J. Arellano-González & P. Christensen. 2009. A Ricardian analysis of Mexican farms. *Environment and Development Economics* 15:153-171.
- Oliver, J. E. 1980. Monthly precipitation distribution: A comparative Index. *The Professional Geographer* 32 (3): 300-309.
- Palacios, E. & Serrano. 2011. Validación de los Modelos de Cambio Climático hidrostáticos y no hidrostáticos sobre la climatología del Ecuador en las variables de precipitación y temperaturas extremas. *La Granja* 13(1):21-30.
- Pickup, G. 1998. Desertification and climate change-the Australian perspective. *Climate Research* 11:51-63.

- Secretaría del Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2011.** Evaluación de la desertificación en la Argentina. Resultados del Proyecto LADA/FAO. Buenos Aires.
- Sivakumar, M. V. K. & N. Ndiang'ui (eds.). 2007.** Climate and Land Degradation. En *Environmental Science and Engineering Series XXVI*, Ed. Springer-Verlag, Berlín-Heidelberg.
- Soto, G. 1999.** Mapa preliminar de la desertificación en Chile, por comunas. Corporación Nacional Forestal, Santiago.
- Stroonsijder, L. 2007.** Rainfall and Land Degradation. En Sivakumar, M. V.K. y Ndegwa N. (eds.). 2007, *Climate and Land Degradation*, Environmental Science and Engineering Series XXVI, Ed. Springer-Verlag, Berlín-Heidelberg.
- Williams, M. 2001.** Interactions of desertification and climate: Present understanding and future research imperatives. *Arid lands newsletter* 49:7-12

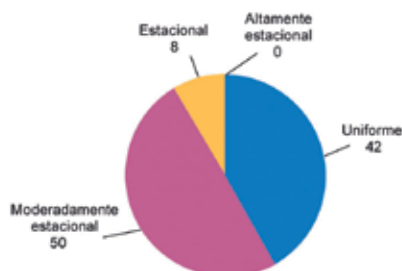
FIGURAS

FIGURA 1
EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE SUPERFICIE DE LAS ZONAS DE TIERRAS SECAS
CON ARREGLO AL NIVEL DEL ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES
EN EL ESCENARIO A2

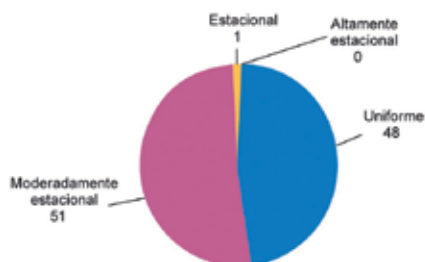
1a Distribución del índice de concentración de precipitaciones en tierras secas
(superficie afectada, en %)
2010-2014



1b Distribución del índice de concentración de precipitaciones en tierras secas
(superficie afectada, en %)
2041-2050

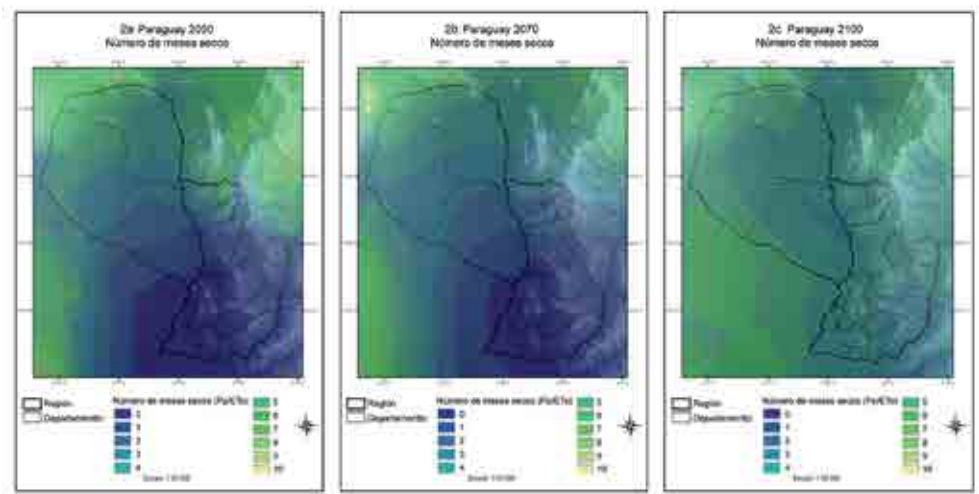


1c Distribución del índice de concentración de precipitaciones en tierras secas
(superficie afectada, en %)
2090-2098



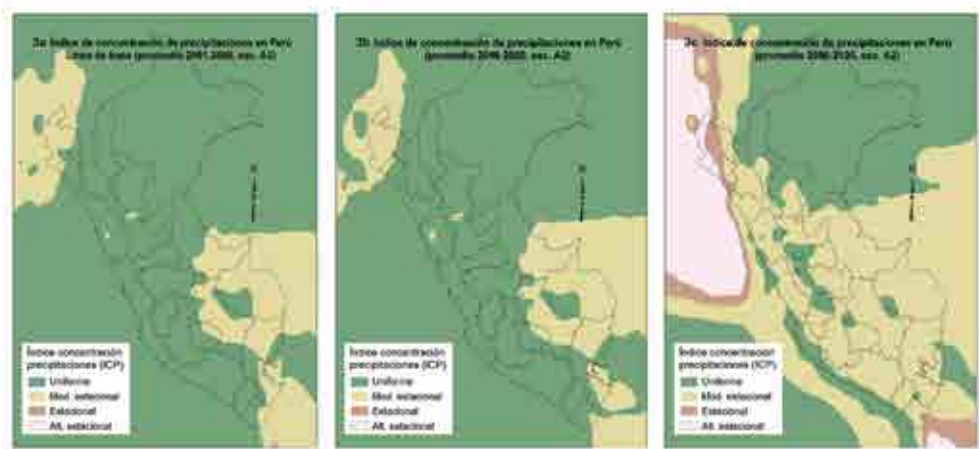
Fuente: Dascal (2012).

FIGURA 2
EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE MESES SECOS EN EL PARAGUAY EN LOS AÑOS 2050, 2070 Y 2100
EN EL ESCENARIO CLIMÁTICO A2



Fuente: Dascal (2012).

FIGURA 3
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES EN EL PERÚ: PROMEDIO DE LOS PERÍODOS
2001-2008, 2046-2050 Y 2096-2100 EN EL ESCENARIO A2



Fuente: Dascal (2012).

CUADROS

Cuadro 1. Evolución de la superficie afectada por el índice de concentración de las precipitaciones en las zonas con un nivel grave de degradación en Chile.

ICP grave (%)	2001-2008	2046-2050	2096-2100
Uniforme	44.44	60.98	5.17
Moderadamente estacional	40.57	30.23	14.21
Estacional	14.99	8.79	31.27
Altamente estacional	0.00	0.00	49.35
Total	100	100	100.00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los datos de las zonas desertificadas proporcionados por el CONAF y la información climatológica del INPE (modelo PRECIS).

Nota: No incluye las comunas localizadas en el extremo sur de Chile, desde la región de Magallanes hasta la región de los Ríos. La línea de base fue elaborada a partir del modelo climático utilizado.

Cuadro 2. Evolución del porcentaje de la superficie de las zonas con un nivel elevado de degradación de Chile, por nivel de aridez, en el escenario climático A2.

Aridez grave (%)	2001-2008	2046-2050	2096-2100
Hiperárido	23.26	25.58	18.09
Árido	23.51	22.74	30.75
Semiárido	23.51	27.13	32.56
Subhúmedo seco	6.98	77.75	9.30
Subhúmedo húmedo	13.70	9.82	5.17
Húmedo	9.04	6.98	4.13
Total	100	100	100

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los datos proporcionados por el CONAF y la información climatológica del INPE (modelo PRECIS).

Nota: La línea de base fue elaborada a partir del modelo climático utilizado.

Artículo de revisión

El conocimiento tradicional en la adopción de políticas globales: la lucha contra la desertificación y la mitigación de los efectos de la sequía

HEITOR MATALLO

UNCCD. Coordinación. Oficina Regional para America Latina y el Caribe. Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC). Office N-40, Northern Building, Division of CELADE. Dag Hammarskjöld 3477. Postal Code: 7630412. Vitacura, Santiago de Chile.

Para correspondencia. E-mail: hmatallo@unccd.int

Recibido: 26 de Noviembre 2013

Aceptado: 20 de Febrero 2014

RESUMEN

Los conocimientos tradicionales se refieren a un sistema de experiencias cognoscitivas y perceptivas acumuladas por los grupos sociales y de las interacciones con su ambiente físico y biológico a través de los sistemas de producción. Este tipo de conocimiento se vincula también con el patrimonio cultural acumulado durante siglos de intercambio entre las personas y la naturaleza y materializado en las prácticas sociales, idioma y en la religión. Es con esta perspectiva que el texto aborda el papel de los conocimientos tradicionales en las zonas áridas del planeta y sus vínculos con la lucha contra la desertificación. El texto menciona distintas tecnologías como las relacionadas con la gestión de la tierra, el control de dunas, la cosecha y gestión del agua, la protección del suelo y prácticas de silvicultura. Finalmente el texto hace un conjunto de recomendaciones para el uso de los conocimientos tradicionales en la elaboración de políticas públicas que puedan tener un rol para el desarrollo sostenible de las zonas áridas. Palabras clave: Conocimientos tradicionales, desarrollo sostenible, políticas públicas.

ABSTRACT

Traditional knowledge refers to a system of cognitive and perceptual experiences accumulated by social groups in their interactions with the physical and biological environment through the production systems. This type of knowledge is also related to the accumulated exchanges between people and nature and embedded in social practices, culture, language and religion. It is with this perspective that the text addresses the role of traditional knowledge in the

arid areas of the world and its links to the fight against desertification. The text mentions various technologies as related to land management, sand dune control, harvesting and water management, soil protection and forestry practices. Finally, the text makes a set of recommendations for the use of traditional knowledge in the development of public policies that may have a role for the sustainable development in drylands.

Key words: Traditional knowledge, sustainable development, public policies.

INTRODUCCIÓN

Conocimiento tradicional se refiere a un sistema de experiencias cognoscitivas y perceptivas acumuladas por los grupos sociales y de las interacciones con su ambiente físico y biológico a través de los sistemas de producción. Este tipo de conocimiento se vincula también con el patrimonio cultural acumulado durante siglos de intercambio entre las personas y la naturaleza y materializado en las prácticas sociales, idioma y en la religión. La naturaleza, la calidad y las características del conocimiento tradicional varían entre miembros de la comunidad, dependiendo del género, edad, posición social, capacidad y ocupación intelectual y las actividades desarrolladas tales como la caza, el arte, las actividades espirituales o comercio (IUFRO, 2006).

A través de la historia, las comunidades han construido el conocimiento de cómo interactuar con el ambiente y han acumulado progresivamente los medios prácticos para manejar la tierra en la producción de los bienes y servicios necesarios para su reproducción social y biológica. Por lo general, estos medios prácticos, traducidos a conocimiento, fueron basados en su propia experiencia y en la transmisión entre generaciones.

Los investigadores han estado identificando los mecanismos informales y dinámicos de la adaptación y de la evolución de los conocimientos tradicionales y también de los mecanismos que han permitido que las comunidades pudieran aprender a partir de interacciones con otras comunidades, como a través de interacciones internas entre diversos grupos sociales (Upreti *et al.*, 2012).

De modo general, las instituciones científicas en la sociedad moderna no han puesto atención a los conocimientos tradicionales y a las tecnologías apropiadas. Desde el desarrollo de la sociedad industrial y durante el período colonial hubo una gran erosión de las culturas no europeas y de los conocimientos y tecnologías a ellas asociadas. En muchos casos, la única información que ha sobrevivido de las culturas no europeas viene de los libros e informes escritos por la primera generación de antropólogos (Harris, 1968) y de exploradores. Existe un importante conocimiento acumulado a nivel de comunidades y que se utiliza en áreas remotas de los desiertos de Asia, China, África y que han sido mencionados en los informes de los primeros exploradores y viajeros (Harris, 1968).

Durante los años 60 y los años 70 del siglo pasado, la llamada “revolución verde” (Pingali, 2012) en los países en vías de desarrollo contribuyó para deteriorar los sistemas de producción locales, como para el abandono de la producción alimentaria, no compatible con los requerimientos de los mercados en los países desarrollados, con consecuencias profundas en la pérdida de biodiversidad así como en la reducción de la capacidad local para enfrentarse a las vulnerabilidades ambientales.

Fue solamente a partir de los años 90 del siglo XX que los conocimientos tradicionales han sido reconocidos por la comunidad científica occidental como fuente de información valiosa para la aplicación en actividades agrícolas y en el manejo sostenible de la tierra (McGregor, 2004). La literatura reciente muestra un amplio conjunto de información con respecto al comportamiento animal y vegetal, la nutrición y el potencial uso medicinal de los productos naturales. Pero lo más importante, es que ahora es posible identificar la existencia de diversas estrategias tradicionales (incluyendo las indígenas) que se puede utilizar para asegurar el uso sostenible de recursos naturales. Muchos investigadores, científicos, organizaciones comunitarias (CBOs) y organizaciones no gubernamentales (NGOs) que trabajan con los campesinos han estado compilando una gran cantidad de información, conocimientos y tecnologías asociadas con diversos sistemas de producción.

El capítulo 26 de la Agenda 21, titulado “Reconocimiento y fortalecimiento del papel de las poblaciones indígenas y sus comunidades” (Agenda 21, 1992) está dedicado a tratar de la temática indígena y sus comunidades, y reconoce el papel que las prácticas de gestión holística del conocimiento y de los recursos, desarrolladas por muchas generaciones, pueden tener en la promoción del desarrollo sostenible. También se destaca la relación existente entre el conocimiento tradicional y el conocimiento científico moderno, que se deben complementar de una manera interdisciplinaria para aplicarse a los desafíos contemporáneos del desarrollo y para promover la adaptación y la difusión de la innovación tecnológica.

Además de la Agenda 21, durante la Cumbre de Río en 1992, se han negociado instrumentos internacionales adicionales que reconocen la importancia de los conocimientos tradicionales para el desarrollo sostenible, particularmente el Protocolo de Bosques, la Convención de la Biodiversidad y la Convención de Combate a la desertificación (UNCCD).

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (INCD, 1994), aprobada el 17 de junio de 1994, ha estado promoviendo los conocimientos tradicionales y ha resaltado su papel en la lucha contra la degradación de la tierra, la mejora de los medios de vida de las poblaciones y la promoción del desarrollo sostenible en las zonas áridas, desde el principio del proceso de su negociación. Como se menciona en el capítulo IV, distintas iniciativas se han desarrollado en el ámbito de esta Convención, incluyendo las medidas necesarias para fortalecer el tema en los ámbitos nacional, regional e internacional (UNCCD, 1999).

Así que el objetivo de este trabajo es discutir el papel de los conocimientos tradicionales en las zonas áridas del planeta y sus vínculos con la lucha contra la desertificación, sea en términos de las distintas tecnologías relacionadas con la gestión de la tierra, bien sea a través de las políticas públicas que puedan tener un rol para el desarrollo sostenible de las zonas áridas.

CONOCIMIENTOS TRADICIONALES EN LAS ZONAS ÁRIDAS

Durante el proceso preparatorio de la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible - CMDS en 2002, los gobiernos y otros grupos sociales han mencionado la necesidad de hacer mayor uso del conocimiento científico y de la tecnología por una parte, y de los conocimientos tradicionales y de las tecnologías apropiadas de otra, en la promoción del desarrollo sostenible. Como parte del proceso preparatorio para la CMDS, el Consejo Internacional para la Ciencia de la UNESCO organizó un foro en ciencia, tecnología y la innovación para el desarrollo

sostenible, y ha establecido las bases para un acercamiento entre la ciencia moderna y los conocimientos tradicionales. Una de las conclusiones de la reunión fue que *“el desarrollo sostenible en las escalas local, regional y global es quizás el desafío más desalentador a que la humanidad ha hecho frente. El conocimiento y su uso son dos elementos comunes y centrales a cada uno de los pilares económicos, sociales y ambientales del desarrollo sostenible y de muchos de los enfoques dirigidos a alcanzar la sostenibilidad. El desarrollo y la distribución de tecnologías nuevas, existentes y tradicionales se debe dirigir hacia la producción sostenible y estructuras de consumo con énfasis en tecnologías locales, culturalmente apropiadas y menos costosas”* (International Council for Science, 2002: 3).

Más recientemente, muchos científicos han comenzado a entender que los conocimientos tradicionales van más allá de la organización sectorial o temática de la ciencia occidental, tales como las llamadas ramas científicas, como son la ciencia de los suelos, del agua, la botánica, la entomología, etc.

Los conocimientos tradicionales en las sociedades no industriales (se habla de las distintas cosmovisiones de las sociedades indígenas, de los pastores y también de muchas comunidades agrícolas) están esencialmente vinculados a la naturaleza, son holísticos y buscan explicaciones más bien cosmológicas para los fenómenos naturales. En muchos casos esos conocimientos buscan entender y explicar las funciones (el funcionamiento) de los ecosistemas, de sus comunidades biológicas, de la inter-relación de las especies animales y vegetales como una totalidad única (Stevenson, 1996).

Cuando consideramos las poblaciones de las zonas áridas, éstas tienen, en todos los continentes, una rica herencia en el manejo de los recursos disponibles para la supervivencia en estos ambientes, así como revelan los niveles de desarrollo que han tenido en el pasado a través del patrimonio arqueológico disponible. Se reconoce, sin embargo, que la existencia de este patrimonio, así como de los conocimientos que todavía se pueden rescatar, están en oposición directa con la cruda realidad de pobreza en que vive la gente en estas áreas y degradación ambiental de los ecosistemas que las rodean.

Parece claro, no obstante, que la pobreza y la degradación de la tierra no son simples resultados de procesos endógenos sino también resultados de siglos de interacciones con la civilización occidental, el colonialismo, la esclavitud y la explotación irracional de recursos naturales.

Se reconoce hoy en día que muchas cuestiones relacionadas con la gestión sostenible de la tierra y con la conservación de la biodiversidad y su uso sostenible, requieren la interacción entre el conocimiento científico y el conocimiento y tecnología tradicional. Así el cambio hacia el desarrollo sostenible en muchas áreas requerirá una colaboración más estrecha, en las modalidades que se deben construir en común, entre los científicos y los sostenedores de los conocimientos tradicionales. No hay duda que el conocimiento de la dinámica de los recursos naturales, de los ecosistemas y de las prácticas de gestión existentes en las comunidades, que se ha formado sobre una base diaria de trabajo y durante largos períodos de tiempo, son una ventaja tanto para los usuarios de los recursos como para los ecosistemas. También se acepta hoy día que la buena gestión y gobernabilidad ambiental en sistemas complejos pueden beneficiarse mutuamente de la combinación de diversos sistemas de conocimiento.

LA HERENCIA QUE TENEMOS

Como se sabe, la ocupación de tierras áridas tiene una larga historia: cazadores y recolectores antes del surgimiento de la agricultura y domesticación de animales hace más de 10,000 años, los primeros grandes imperios de Egipto y de Sumerios alrededor de 3,000 a.C., el imperio romano en el Mediterráneo por más de 2,000 años y algunas comunidades semi-nómadas y de pastores nómadas que aun viven en muchas partes de África en los tiempos actuales. En Asia y América latina la situación no es diferente. Los rastros de civilizaciones antiguas y los testimonios del conocimiento articulado y sólido en agricultura, gestión y almacenaje del agua, astronomía y biología entre los antepasados mayas e incas pueden ser fácilmente encontrados (Matallo, 2012a).

Durante miles de años de interacción con la naturaleza en los ecosistemas secos, las diversas civilizaciones y comunidades han desarrollado distintas estrategias y medios para hacer frente, entre otros, a las sequías y escasez de agua, así como el conocimiento para usar y preservar recursos naturales. Algunas veces han tenido éxito, otras han fallado, pero en ambos casos aun existe el testimonio de su capacidad en la organización de la producción, el conocimiento y tecnología constructiva y la habilidad en el manejo de recursos naturales, además de la capacidad para producir riqueza intelectual y material.

Los inventarios hechos en diversas circunstancias, por diversas instituciones y en distintas regiones, muestran un impresionante conjunto de tecnologías para la gestión de la tierra, como el control de las dunas de arena, cosecha y gestión del agua, protección del suelo y prácticas de silvicultura. Algunas indicaciones generales sobre las prácticas principales relacionadas con las tecnologías mencionadas son presentadas a continuación como base para el diseño de estrategias y de políticas para el rescate de los conocimientos tradicionales, y su puesta al servicio de la lucha contra la desertificación y la degradación de la tierra.

Control de vientos

La degradación de la tierra como consecuencia de la erosión eólica y del desplazamiento de las dunas ha contribuido con el declive de muchas civilizaciones en todos los continentes. El viento amenaza, por todo el mundo, a las comunidades que viven en las áreas degradadas abiertas, que pueden ser afectadas por la invasión de arena, las dunas móviles, las tormentas de polvo y los vientos secos (UNCCD, 1999a).

En muchas comunidades se ha desarrollado una amplia gama de medidas mecánicas y/o biológicas, en gran parte con la experimentación, usando los materiales disponibles y en consistencia con los factores que prevalecían para atenuar efectos eólicos. Estas tecnologías son particularmente importantes porque su influencia de moderación produce condiciones ambientales que son básica para el establecimiento de un ambiente saludable, la construcción de sistemas de transporte confiables y mejorando las condiciones de producción agropecuaria (UNCCD, 1999a).

El principio básico es crear una barrera de viento que reduzca el transporte de arena en los dos lados de la barrera. Éstas incluyen el establecimiento de cercas, de cinturones de protección o de guarda-brisas vivos contra el viento. Diversas configuraciones de cercas se han utilizado en las tierras áridas por todo el mundo, como componente integral de los programas de

rehabilitación y/o de los sistemas integrados de la ocupación de tierras. Los tipos de programas varían entre países y regiones, pero funcionan bajo el mismo principio de crear barreras vivas o muertas para reducir el transporte de arena.

El establecimiento de estos sistemas depende de la disponibilidad de las plantas leñosas tolerantes a la sequía (en el caso de barreras vivas) y del uso de técnicas apropiadas. Las cercas vivas proporcionan, además, una fuente suplementaria de forraje y de leña y contribuyen a la conservación de los suelos.

Los programas integrados para la fijación de dunas se han utilizado en muchos países tales como Senegal, Mauritania, la India, China, URSS, Egipto, Argentina, Estados Unidos, Israel y en los países andinos (UNCCD, 1999a).

Prácticas de conservación de suelos y agua

El uso de la tala y la quema en la agricultura han sido una de las prácticas más importantes por siglos. Desde una perspectiva histórica este sistema era eficiente y sostenible cuando el número de personas y de ganado era bajo (baja densidad poblacional). Las personas dejaban las cenizas y restos de vegetación semi-muerta en la tierra e intuitivamente sabían que esto ayudaba el crecimiento de la vegetación y conservaba los suelos protegidos de las temperaturas extremas durante los períodos de descanso de la tierra. El crecimiento de la población y la consecuente intensificación de las actividades agropecuarias han reducido los períodos en descanso de la tierra, lo que hace que el sistema de tala y quema tenga un efecto negativo en la productividad de los suelos (UNCCD, 1999a).

Con la intensificación de la utilización del suelo, la degradación de la tierra se ha convertido en una cuestión de largo alcance, particularmente en las zonas áridas. Una de las experiencias más conocidas de uso intensivo de suelo y su consecuente degradación es el “dust ball” en los Estados Unidos durante los años 30. Las dimensiones de tal desastre han preocupado a muchos administradores y políticos, dando inicio a la implementación de importantes programas gubernamentales basados en intervenciones centradas en tecnologías mecánicas y/o agronómicas de conservación de suelos y agua (UNCCD, 1999a).

Las comunidades de las zonas áridas han aprendido a manejar sus recursos, acumulando conocimientos y tecnologías que han asegurado la producción vegetal sostenible. La agricultura de terrazas se ha considerado como una de las técnicas más eficientes para la conservación de suelos. La construcción de terrazas es ampliamente utilizada en el cultivo seco en laderas y en el cultivo irrigado en otras áreas. Algunas prácticas implican sistemas de cultivos permanentes en pendientes usando las terrazas protegidas por plantas leñosas y hierba plantadas en los cantos a lo largo del contorno. Los incas, los mayas, aztecas y los pueblos de la Mesopotamia utilizaron extensivamente este sistema. En Tanzania, este sistema fue introducido a finales del siglo XVIII y está todavía bien conservado después de casi 200 años de utilización. En Perú los indígenas han utilizado este sistema por más de 600 años. Otros ejemplos de la construcción de terrazas en las laderas ocurren en Nigeria y en varias regiones de Etiopía, de Sierra Leona, Ruanda, Yemen, diversas regiones de China, África del Norte particularmente Túnez, Argelia, Marruecos y en el Oriente Medio (UNCCD, 1999a).

Cuando se trata de recursos hídricos, las zonas secas son caracterizadas por la precipitación

deficiente y errática. Las sequías pueden durar hasta cinco o más años, forzando a la gente a viajar largas distancias en busca de agua. Así la utilización del suelo y las actividades económicas en estas zonas son influenciadas fuertemente por la disponibilidad y la distribución de los recursos hídricos (Brooks, 2004).

La historia de la conservación y gestión del agua se puede rastrear desde el principio de la civilización. Los investigadores han encontrado muestras de sistemas e instalaciones para cosechar y almacenar agua desde más de 9,000 años en las montañas de Jordania. A partir de siglos de experiencia, los agricultores en las zonas áridas han mejorado los conocimientos para la gestión hídrica. Pero el detalle más fino de las técnicas de recolección del agua varía de región a región según la topografía, la intensidad de la aridez, el tipo de suelos y el uso o destino del agua recolectada. Las tecnologías principales para la cosecha y conservación del agua de lluvia y las estructuras para evitar su dispersión se encuentran en virtualmente todas las zonas áridas del mundo.

Los arqueólogos han encontrado sistemas sofisticados de recolección y almacenaje del agua de lluvia en todo el mundo. Los romanos antiguos fueron expertos en la cosecha del agua de lluvia y la construcción de cisternas cerradas. Todos los sistemas urbanos desarrollados por los romanos alrededor del Mediterráneo, estaban basados en la cultura de captación del agua de lluvia (Laureano, 2001).

En la actualidad, la cosecha del agua de lluvia se ha considerado como opción relevante para el desarrollo de las zonas áridas. Muchos países han estado utilizando esta tecnología de forma masiva para propósitos domésticos y agrícolas en la India, Brasil y México. Otro sistema bastante eficaz para almacenar el agua de lluvia son las presas subterráneas. Estas son estructuras que interceptan u obstruyen el flujo natural del agua subterránea (en los lechos de los ríos) y proporcionan el almacenaje para uso futuro. Se han utilizado en varias partes del mundo, notablemente en la India, África y el Brasil.

La ventaja principal del almacenaje del agua en presas de agua subterránea es que las pérdidas por evaporación se reducen a cero. El agua se puede utilizar para diversos propósitos, pero principalmente para el riego a través de sistemas de bombeo tradicional o moderno.

Mejoramiento de las prácticas agrícolas

Las comunidades de las zonas áridas, en distintas épocas, han aprendido y acumulado tecnologías para manejar sus recursos naturales. El conocimiento tradicional y las tecnologías apropiadas han asegurado la producción agrícola sostenible con la reducción de la erosión hídrica y eólica de suelos y mejorado la productividad a través de prácticas adecuadas a las características biofísicas de los ecosistemas. Esta comprensión continúa dirigiendo a los usuarios de la tierra en cuanto al lugar específico de siembra, los tipos de cultivo y cómo la fertilidad del suelo debe ser mantenida (UNCCD, 1999a).

Los agricultores utilizan su conocimiento tradicional en el reconocimiento de los diversos tipos del suelo y sus potencialidades de cultivo. Por ejemplo, los agricultores en la región del Sahel mantienen los cultivos en la dirección noroeste de las pendientes, pues saben que los suelos van a estar más húmedos por más tiempo debido a la dirección de los vientos.

Los granjeros han desarrollado métodos eficientes de preparación de la tierra y de prácticas

agronómicas apropiadas a los tipos del suelo, a los regímenes de precipitación. Éstos incluyen prácticas de labranza, gestión de la humedad y sistemas de cultivo. La labranza de conservación, también a menudo llamada “labranza mínima”, es un acercamiento que ha llegado a ser popular hace unos 30 años. Sin embargo, esta práctica ha sido ampliamente utilizada por los agricultores desde el nacimiento de la agricultura. Los sistemas de labranza de conservación implican la mejora de la estructura del suelo; la reducción de la cantidad de suelo invertida durante los cultivos, dejando residuos en la superficie; y evitando disturbios en los suelos más de lo que se requiere para promover la infiltración del agua y la germinación de semillas.

La rotación de cultivos es otra forma para mejorar la agricultura y la protección del suelo. La práctica de la rotación de cultivos exige el cultivo de distintas especies en una secuencia, pues éstos varían en sus demandas de nutrientes, susceptibilidad a los parásitos y las enfermedades y capacidad de hacer frente a la erosión. Un buen sistema de rotación facilita la restauración de la estructura y la fertilidad del suelo, el control de la erosión y reduce parásitos y enfermedades (UNCCD, 1999a).

Los agricultores de las zonas áridas utilizan diversos sistemas de cultivo. El sistema agrosilvopastoril mantiene los árboles y proporciona productos tales como frutas, energía bajo la forma de leña y carbón, madera para los instrumentos del edificio y de la granja, aceites y otros productos de medicina para la gente y el ganado, la fibra y otros materiales para las artesanías, forraje para el ganado, colmenas de abeja, etc. Pueden también proporcionar una variedad de servicios tales como control de la erosión y mejora de la fertilidad del suelo, protección del medio ambiente y restauración de áreas degradadas. En las zonas áridas, este sistema contribuye para reducir la vulnerabilidad ambiental y socio-económica (UNCCD, 1999a).

El ganado es la forma más extensa de ocupación económica de los ecosistemas secos. En muchas regiones, particularmente en África, la propiedad de la tierra es tribal (comunitaria) o propiedad del gobierno. Los pastizales y el agua son los dos elementos esenciales para la producción ganadera y son manejados sobre todo por las comunidades. El pastoralismo se ha practicado extensamente por siglos sobre extensas áreas. Antes del período colonial y del advenimiento de los estados modernos, los pastores nómadas podían moverse sobre estas extensas áreas de acuerdo a los cambios de estaciones. Algunas comunidades apartaron zonas para uso en tiempos de escasez debido a las sequías.

El aumento de la población ha generado presión para la fijación de las comunidades, reduciendo sus posibilidades de movimiento y, por lo tanto, de aprovechamiento óptimo de los recursos ambientales. Estos cambios han generado problemas a la dinámica económica tradicional, a la aplicación de los conocimientos tradicionales pertenecientes a las comunidades y adecuados a las dinámicas territoriales antes existentes. A pesar de los problemas de eficiencia económica de las economías tradicionales comparadas con las economías modernas basadas en el mercado, las tecnologías tradicionales aún siguen siendo utilizadas extensamente con buenos resultados ambientales (Matallo, 2012b).

CONOCIMIENTOS TRADICIONALES EN EL CONTEXTO DE LA UNCCD

Durante las negociaciones del UNCCD, el tema de conocimientos tradicionales emergió como una cuestión importante y como parte de las herramientas que se podrían utilizar para

manejar los ecosistemas áridos de una manera más sostenible (INCD, 1994).

Bajo la convención, las provisiones en las cuales se menciona el tema, están en el párrafo 2 del artículo 18 sobre transferencia, adquisición, adaptación y desarrollo de la tecnología; el artículo 16 se relaciona con la colección, análisis y el intercambio de la información; el artículo 17, se refiere a la investigación y desarrollo, así como el artículo 19 sobre desarrollo de capacidades fomentando el uso y la difusión del conocimiento local, adaptando métodos tradicionales relevantes a las condiciones socioeconómicas modernas (INCD, 1994).

El texto de la convención cristaliza las preocupaciones de la comunidad internacional con respecto a la importancia del conocimiento tradicional para combatir la desertificación. En su artículo 18, la convención establece que los países-parte, según sus capacidades respectivas, protegerán, promoverán y utilizarán tecnología relevante, conocimiento y conocimientos técnicos tradicionales y locales asegurándose de que tal tecnología, conocimiento, conocimientos técnicos y prácticas estén protegidos adecuadamente y de que las poblaciones locales se beneficien directamente de ellos en una base equitativa. De acuerdo con este objetivo, la convención estableció cuatro obligaciones específicas a los países para la implementación de la convención, según sus capacidades y en conformidad con los dispositivos legales y de política nacionales (INCD, 1994; UNCCD, 1997).

La primera obligación se refiere a la necesidad de recopilar la información existente sobre el conocimiento y las técnicas tradicionales y locales, con la participación de los detentores del conocimiento y, más ampliamente, de las poblaciones locales. A este respecto, la UNCCD reconoce claramente que cualquier inventario debe presentar el contexto ambiental, socioeconómico y cultural y cómo estos factores pueden tener un papel importante concerniente a la diseminación de estas prácticas. La compilación de la información y de su difusión debe satisfacer las necesidades de las comunidades locales y al mismo tiempo, tiene que ser útil para los responsables en facilitar la formulación y puesta en práctica de políticas sobre el tema (INCD, 1994; UNCCD, 1997).

La segunda obligación de las partes es desarrollar las medidas adecuadas para proteger los conocimientos tradicionales contra la desaparición y contra la explotación, asegurándose de que las comunidades no se van a empobrecer debido a la difusión de su conocimiento. Sin embargo, la protección del conocimiento no debe prevenir el acceso a ella, particularmente si tal conocimiento puede llevar al desarrollo de maneras mejores y más apropiadas de hacer frente a la desertificación. El propósito es prevenir la explotación y la creación de desventajas a los poseedores de estos conocimientos (INCD, 1994; UNCCD, 1997).

La tercera obligación reconoce que las poblaciones locales pueden carecer de acceso a las fuentes de información más allá de sus canales tradicionales. A este respecto, las partes invitan a apoyar la comunicación del conocimiento, promoviendo el establecimiento de redes entre los usuarios de la tierra, de los bosques, pastores y médicos tradicionales para fomentar la comunicación de ideas y de buenas prácticas. Se recomienda también que la información entre ellos sea a través de comunicación directa en su propio idioma, permitiéndoles tener una experiencia sensitiva directa sobre prácticas y métodos (INCD, 1994; UNCCD, 1997).

La cuarta obligación se refiere a la asociación o sociedad potencial entre los conocimientos tradicionales y el conocimiento científico o formal. Esto genera el desafío de construir

asociaciones entre comunidades, investigadores y agentes de extensión. La Convención de Desertificación recomienda tomar ese desafío, en primer lugar, a través de la ayuda para el desarrollo de capacidades y entrenamiento de los extensionistas y de otros investigadores profesionales con miras a romper las barreras entre los métodos tradicionales y los modernos. En segundo lugar anima la participación de las poblaciones locales en el proceso de la investigación. Sin embargo, la integración del conocimiento tradicional y moderno debe tener sus bases en políticas que creen las bases para el intercambio de tecnologías y conocimiento entre los distintos grupos sociales (INCD, 1994; UNCCD, 1997).

CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y LA IMPLEMENTACIÓN DE LA UNCCD

Los acuerdos internacionales son los instrumentos por los cuales los países y las organizaciones internacionales regulan los temas de preocupación común. De modo general, los acuerdos internacionales y particularmente los acuerdos vinculantes, son considerados el marco bajo el cual las políticas se formulan. Una vez que una convención es aprobada, los países-parte (los que firman y ratifican la convención) se obligan a adoptarla como marco jurídico nacional para su puesta en práctica.

En el contexto del UNCCD, el espacio principal para la negociación y la definición de la política global que, a su vez, se van a ejecutar a nivel nacional, es la Conferencia de las Partes (COP), a través de sus órganos subsidiarios: el Comité de Ciencia y Tecnología (CCT) y el Comité para la Revisión de la Implementación de la Convención (CRIC). El tema de los conocimientos tradicionales ha sido uno de los temas presentes en la agenda del CCT, y la Conferencia de las Partes ha tomado medidas en esta materia desde su primera sesión, llevada a cabo en Roma 1997. De hecho durante la COP1, una decisión específica, la decisión 15/COP.1 (UNCCD, 1997) fue adoptada, solicitándole al CCT la *“investigación participativa sobre tecnología tradicional y local relevante, los conocimientos técnicos y prácticas para combatir la desertificación y mitigar los efectos de la sequía a través, entre otras cosas, de la utilización de la información y de los servicios proporcionados por las poblaciones locales y otros órganos competentes, incluyendo organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales”* (UNCCD, 1997:52).

Durante la COP2, realizada en 1998, la secretaría de la UNCCD presentó una síntesis de la información proporcionada por los países sobre el tema de los conocimientos tradicionales (documento ICCD/COP (2)/CST/5) y se adoptó una nueva decisión sobre esta edición. La decisión 14/COP2 solicitó la preparación de un informe sobre conocimientos tradicionales en los ecosistemas de las tierras secas para ser presentado en la reunión del Órgano Subsidiario para Ciencia y Tecnología de la Convención de Biodiversidad (UNCCD, 1998).

En la COP3, realizada en 1999, la Secretaría de la UNCCD presentó 3 documentos detallados sobre el tema (UNCCD, 1999): i) Documento ICCD/COP(3)/CST/2 - Síntesis de los conocimientos tradicionales más importantes y de más aplicación sobre una base subregional, regional y a escala nacional (UNCCD, 1999a); ii) Documento ICCD/COP(3)/CST/3 – Conocimientos Tradicionales: Informe del Grupo Especial (UNCCD, 1999b); iii) Documento ICCD/COP(3)/CST/3/Add.1 – Conocimientos Tradicionales: creación de vínculos entre las convenciones y las iniciativas que se ocupan del medio ambiente, (UNCCD, 1999c).

El primer documento (ICCD/COP (3)/CST/2; UNCCD, 1999a) presenta una compilación muy comprensible del tema en diversas partes del mundo. El informe del panel (ICCD/COP (3)/CST/3; UNCCD, 1999b) presenta las recomendaciones y las pautas para proteger, compilar e integrar los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna. Finalmente, el tercer documento (ICCD/COP (3)/CST/3/Add.1) (UNCCD, 1999c) presenta las maneras de explorar los medios de ligar el trabajo que se ha hecho por el comité sobre ciencia y la tecnología de la UNCCD con iniciativas similares bajo otras convenciones.

En la misma COP.3, los países discutieron los documentos mencionados y adoptaron la decisión 12/COP.3 (UNCCD, 1999) que solicitaba a la secretaría desarrollar una relación más cercana con las instituciones relacionadas y generar sinergias. Tal colaboración debería también fomentar la coordinación y acoplamientos en el nivel nacional entre los centros nacionales de coordinación de las diversas convenciones ambientales, y facilitar la difusión de la información sobre las convenciones y la acción para ejecutarlas. La misma decisión solicita a los países-parte que informen sobre los trabajos desarrollados a nivel nacional sobre los aspectos mencionados.

En la COP.4, realizada en el año 2000, se presentó el documento (ICCD/COP (4)/CST/2) (UNCCD, 2000), que revisa el conjunto de trabajos realizados sobre el tema. De acuerdo con esa revisión, un panel de expertos recomendó a la secretaría y la Conferencia de las Partes que se estableciera y consolidara redes de expertos, instituciones y organizaciones con experiencia en el campo de los conocimientos tradicionales. Esta red debería involucrar a los detentores de los conocimientos tradicionales y los detentores del moderno conocimiento científico, promoviendo el diálogo y el intercambio de experiencias entre los dos grupos.

En 2001, la COP 5 tomó nota con aprecio de la oferta presentada por el Gobierno de Italia para poner en práctica un proyecto piloto de red de instituciones, organizaciones y expertos en conocimiento tradicional.

En la región de América Latina y el Caribe, a través de distintas decisiones tomadas por los países de la región en sus reuniones regionales, se lanzó un Programa Temático Regional (TPN) sobre Conocimientos Tradicionales (UNCCD, 2007a).

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LOS CONOCIMIENTOS TRADICIONALES EN LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS

A pesar de la marginación que el tema de los conocimientos tradicionales ha tenido en el pasado, muchas comunidades de las zonas secas siguen utilizando, respetando y protegiendo las tecnologías y conocimientos de origen local, que muchas veces son la única opción disponible (ICSU, 2002).

La necesidad económica e influencias incorrectas pudieron haber llevado a un cierto grado de negligencia en el uso de los sistemas tradicionales que han sido tan valiosos en el pasado. Sin embargo, hay un consenso general que los conocimientos tradicionales pueden desempeñar un papel importante en el desarrollo sostenible, puesto que muchas de las tecnologías utilizadas son parte de sistemas adecuados a la conservación ambiental.

Se reconoce también que estos conocimientos pueden proporcionar a las comunidades locales cierto nivel de seguridad alimentaria y hacer frente a los desequilibrios crecientes del mercado

de alimentos. Así que se deben hacer esfuerzos para rescatar estos conocimientos y acercarlos a las modernas tecnologías, propiciando una articulación eficaz dentro de las agendas de desarrollo local y nacional y también en las condiciones de mercado modernas.

A este respecto, algunas medidas básicas deben ser tomadas: en el contexto de UNCCD, los países deben reforzar la importancia de este tema dentro de la Estrategia Decenal aprobada durante la 8^{va} sesión de la COP llevada a cabo en 2008 en Madrid. Según el Objetivo Operacional 3 de la Estrategia (“ciencia, tecnología y conocimiento”), particularmente su resultado 3.5: “*Se han implantado sistemas eficaces de intercambio de conocimientos, incluidos los conocimientos tradicionales, a nivel mundial, regional, subregional y nacional, a fin de apoyar a los encargados de formular políticas y los usuarios finales, entre otras cosas mediante la determinación y el intercambio de prácticas óptimas y casos logrados*” (UNCCD, 2007b: 19). Parece claro para los países la importancia del conocimiento tradicional en las zonas áridas en términos de gestión de los recursos naturales, así como en términos de la reducción de la vulnerabilidad.

Hay un consenso de que la sostenibilidad del desarrollo de las zonas áridas debe estar basado en una convergencia entre los conocimientos tradicionales y la ciencia moderna. Un gran número de cooperantes ha demostrado interés particular en apoyar el tema a través de acciones orientadas a los pueblos indígenas y a las mujeres, pues en muchos casos son éstas las protectoras de los conocimientos tradicionales. En este sentido, se recomienda un conjunto de medidas con el objetivo de fortalecer la promoción del tema dentro de los programas de acción nacionales de la UNCCD (PAN), con miras a priorizar la formulación de políticas y de acciones concretas en esta materia.

En el ámbito de la UNCCD, la promoción de los conocimientos tradicionales se debe consolidar a través de acciones que se describen a continuación.

Documentación sobre tecnologías tradicionales

El primer paso es mejorar la conciencia de los distintos actores sociales sobre el papel de los conocimientos tradicionales en la lucha contra la desertificación y la promoción del desarrollo sostenible.

Es importante romper algunas barreras intelectuales y prejuicios existentes. La recopilación de documentación sobre conocimientos y tecnologías tradicionales requiere un intenso proceso para su identificación como casos exitosos. Las experiencias locales son la fuente de información para este proceso. A este respecto, las autoridades locales y los órganos de coordinación nacionales de la UNCCD desempeñan un papel importante y deberán apoyar con políticas y acciones concretas. Ésta es la razón por la cual los inventarios deben ser emprendidos en el marco de una asociación entre las comunidades de base, las organizaciones no gubernamentales, de juventud y de mujeres, gobiernos locales y de ser posible el sector privado en diversos asuntos, particularmente la conservación de suelos y agua y agrosilvicultura.

Identificación y comparación

La identificación y comparación deben ser emprendidas examinando las tecnologías tradicionales y aplicando los criterios de uso, considerando cuestiones relacionadas con la sostenibilidad económica, tecnológica y sociocultural como: a) sostenibilidad económica,

evaluación costo/efectiva para ambas tecnologías alternativas; b) sostenibilidad tecnológica, y c) sostenibilidad sociocultural, con el papel de la herencia cultural, religiosa y de su importancia en la vida social de la comunidad; tal investigación y el proceso de evaluación fomentaría la identificación y el rescate de prácticas tradicionales y la optimización para su uso racional.

Análisis y evaluación

El análisis y evaluación deben examinar la flexibilidad, adaptabilidad y sostenibilidad para replicar una tecnología tradicional en ambientes y situaciones distintas de la original. Se presupone que este trabajo genere una amplia base de datos, así como la herramienta, resaltando los conocimientos tradicionales y sus posibilidades prácticas, sus fortalezas y debilidades para los distintos sistemas de producción, comunidades, áreas geográficas, países y regiones. Este trabajo debe aplicar metodologías comunes para permitir que se comparen los resultados a distintos niveles, nacional, regional o internacional.

Metodologías, entrenamiento y fortalecimiento institucional

Con miras a asegurar la participación a nivel de campo, las poblaciones locales y en especial los usuarios de recursos y sus organizaciones representativas, las ONGs, los funcionarios de gobierno responsables por la formulación e implementación de políticas y los negociadores de los ministerios de Relaciones Exteriores, deberían ser entrenados para facilitar la creación de ambientes favorables en la planificación, implementación de programas, toma de decisiones y negociaciones internacionales.

Un programa de entrenamiento para investigadores debería ser considerado, con miras a promover una efectiva apropiación de las tecnologías y conocimientos tradicionales y sus vinculaciones con las modernas tecnologías. Cursos y talleres, visitas de campo y cursos formales en las instituciones de enseñanza pueden ser los componentes de una iniciativa de esta naturaleza, en donde se fortalecería el diálogo e intercambio de experiencias entre los distintos grupos sociales.

La investigación y desarrollo enfocados en las organizaciones comunitarias, promoviendo las tecnologías tradicionales, las correspondientes políticas y protección legal, aportarían los elementos fundamentales al proceso de valorización y adaptación de las tecnologías y conocimientos tradicionales a la realidad actual.

Medidas institucionales

Se recomienda como iniciativas concretas que se pueden implementar en el marco de los programas de acción nacionales, las siguientes: i) facilitar, por medio de asesoramiento científico y de políticas, la investigación sobre las tecnologías y conocimientos tradicionales y la formulación de métodos y procedimientos adecuados para su compilación, almacenaje y difusión; ii) establecer un sistema de monitoreo así como los mecanismos que aseguren un diálogo efectivo entre las comunidades afectadas por la desertificación, los planificadores y las agencias de cooperación, de acuerdo a objetivos previamente acordados; iii) desarrollar y promover las metodologías y los procedimientos adecuados para asegurar que la investigación sea orientada hacia resultados prácticos en la lucha contra la desertificación y la mitigación de

los efectos de la sequía; iv) promover visitas de estudio e intercambio por parte de los usuarios de la tierra con miras a compartir experiencias, conocimientos e innovación.

LA NECESIDAD DE FORTALECER LAS SINERGIAS ENTRE LAS CONVENCIONES

Vale mencionar, como observación final, que hay una gran necesidad de un acercamiento entre las convenciones de Río, las organizaciones internacionales y las instituciones nacionales en cuestiones relacionadas con el conocimiento tradicional. La búsqueda de sinergias institucionales a nivel nacional es una parte importante para un trabajo exitoso y que pueda generar los beneficios esperados a las poblaciones locales y a los ecosistemas.

Una mayor atención es necesaria con respecto a la investigación y desarrollo *in situ*, o sea, al desarrollo de capacidades para los servicios de extensión y a los incentivos para la colaboración en el nivel local. Se debe destacar no sólo los aspectos técnicos, sino también los institucionales, tales como seguridad en la tenencia de la tierra, las leyes consuetudinarias y los procesos de descentralización.

La coordinación en el nivel nacional es esencial para la aplicación eficaz de la UNCCD y de las otras convenciones relacionadas. En muchos casos, los responsables políticos en la toma de decisiones y a cargo de la aplicación de las varias convenciones pertenecen al mismo ministerio, pero no necesariamente a la misma unidad. Los acoplamientos a este nivel son muy importantes. Los centros nacionales de coordinación de las convenciones tienen un papel importante en la difusión de la información sobre la aplicación de las convenciones. Ellos deberían ser animados a usar los conocimientos tradicionales en la lucha contra la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía (DLDD) de una forma transversal, que pueda además contribuir con la implementación de las otras convenciones.

CONCLUSIONES

A los países partes de la UNCCD se recomienda, desde el texto mismo de la Convención y también por la Estrategia Decenal, a adoptar una actitud positiva con relación a los conocimientos tradicionales como parte de las herramientas para combatir la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía (DLDD), mejorando los medios de vida de las poblaciones afectadas. Los países han estado fomentando, a través de las recomendaciones y decisiones de las COPs, el desarrollo de un marco global para integrar los conocimientos y tecnologías tradicionales en las políticas y programas relacionados con la aplicación de la convención en los niveles local, regional o global.

El grupo de trabajo ad hoc sobre este tema, establecido en la COP 2, preparó un conjunto de documentos dirigidos a alimentar el proceso de formulación de políticas sobre esta materia. Hay un consenso general sobre las recomendaciones principales y los pasos que se deben seguir en el futuro para consolidar la gestión sostenible de la tierra en las zonas áridas, a través del uso del conocimiento tradicional y de tecnologías apropiadas. En la misma línea, una cantidad de información importante con respecto al tema se ha compilado en los países de todos los continentes y se ha utilizado y validado en algunos casos. Hay, sin embargo, la necesidad de consolidar estos esfuerzos y de producir las pautas de políticas para el desarrollo de las

herramientas que promuevan la temática.

La comunidad internacional ha reconocido el valor y la eficacia de los conocimientos tradicionales en la promoción del desarrollo sostenible, así como su importancia para la seguridad alimentaria y la reducción de vulnerabilidades.

Las pautas, las recomendaciones y la información técnica para un proceso de formulación de políticas en el marco de la Convención de Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación, conjuntamente con la Convención de Diversidad Biológica y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se deben hacer disponibles para la comunidad científica y los responsables políticos. Hay una necesidad de promover los modelos para una gobernabilidad ambiental sostenible, que incluyan principios de asociación y colaboración legítimas entre la comunidad científica, los responsables políticos y los usuarios de prácticas, conocimientos y tecnologías tradicionales a nivel local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Books, N. 2004. Drought in the African Sahel: long term perspectives and future prospects. Working Paper 61, Tyndall Centre for Climate Change Research, Norwich, England.

Harris, M. 1968. The Rise of Anthropological Theory: A History of Theories of Culture. New York, Thomas Y. Crowell Company.

INCD, 1994. Documento A/AC.241/27 - Elaboración de una Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o Desertificación, en particular en África. París, Francia.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENCE. 2002. ICSU Science and Technology for Sustainable Development.

IUFRO. International Union of Forest Research Organizations. 2006. Cultural heritage and sustainable forest management: the role of traditional knowledge, Proceedings of the Conference. Florence, Italy.

Laureano, P. 2001. Atlante D'Acqua: conoscenze tradizionali per la lotta alla desertificazione. Bollati Boringhieri, Torino, Italia,.

Matallo, H. 2012a. Una historia de éxitos y fracasos. En: Pérez, M.B. & Jaber. *Desertificación: sus causas y consecuencias*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Matallo, H. 2012b. Ensaios sobre Desertificação, Políticas Ambientais e Desenvolvimento Sustentável. HM-Humanitas, Madrid, Espana.

McGregor, D. 2004. Traditional ecological knowledge and sustainable development: toward co-existence. In: M. Blaser, H.A. Feit, P. Harries-Jones, G. McRae, & C. R. Menzies (Eds.). *The Way of Development: Indigenous Peoples, Civil Society and the Environment*. 72-91. New York, NY: Zed Books.

Pingali, P. 2012. Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA* 109(31): 12302–12308.

Stevenson, M. 1996. Indigenous Knowledge in Environmental Assessment. *Arctic Journal* 49 (3): 278 – 291.

UNCCD. 1997. Informe de la Conferencia de las Partes sobre su primer período de sesiones, Síntesis de los informes sobre los conocimientos tradicionales. Bonn, Alemania. Celebrado en

- Roma, del 29 de septiembre al 10 de octubre de 1997. Bonn, Alemania, 103 UNCCD. 1998.
- UNCCD, 1999. Informe de la Conferencia de las Partes sobre su tercer período de sesiones, celebrado en Recife, Brasil, del 15 al 26 de noviembre de 1999. Bonn, Alemania.
- UNCCD. 1999a. - Síntesis de los conocimientos tradicionales más importantes y de más aplicación sobre una base subregional, regional y a escala nacional. Bonn, Alemania.
- UNCCD. 1999b. Conocimientos Tradicionales: Informe del Grupo Especial, Bonn, Alemania.
- UNCCD. 1999c. Conocimientos Tradicionales: creación de vínculos entre las convenciones y las iniciativas que se ocupan del medio ambiente, Bonn, Alemania.
- UNCCD. 2000. Conocimientos Tradicionales: Informe del Grupo Especial. Bonn, Alemania.
- UNCCD, 2007a. Proceso de Implementación de la UNCCD en América latina y el Caribe 1994 – 2006.
- UNCCD. 2007b. Informe de la conferencia de las partes sobre su octavo período de sesiones celebrado en Madrid del 3 al 14 de septiembre de 2007, Madrid.
- United Nations Conference on Environment & Development. 1992. Agenda 21, Brasil.
- Uprety, Y., H. Asselin, Y. Bergeron, F. Doyon & J. F. Boucher. 2012. Contribution of traditional knowledge to ecological restoration: Practices and applications. *Ecoscience* 19 (3): 225-237
- World Commission on Environment and Development. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. New York, USA.

Artículo de Revisión

Dos métodos para estimar los costos de la desertificación en América Latina

CESAR MORALES¹ & HEITOR MATALLO²

¹ Coordinación de Proyecto PNUD/CEPAL/UNCCD

² Coordinación de la Unidad Regional de la UNCCD.

Autor para correspondencia. E-mail: Cesarmorales.cepal@gmail.com

Recibido: 26 de Noviembre 2013

Aceptado: 1 de Abril 2014

RESUMEN

Las tierras secas cubren el 41 % de la superficie planetaria, donde viven 2,000 millones de personas, principalmente pobres e indigentes. Entre 10 y 20% de esas tierras están afectadas por intensos procesos de degradación. En Latinoamérica y Caribe, 92 millones de personas habitan zonas vulnerables densamente pobladas, con escasez de agua, situación agravada por el crecimiento demográfico, deforestación, intensificación agrícola y el cambio climático.

Los costos de estos procesos son complejos de estimar debido a problemas metodológicos y de información. Este artículo analiza dos metodologías aplicables según la información disponible. La primera estima pérdidas de suelo, agua y biodiversidad asociada, usando valores medios de erosión relativamente fáciles de conseguir. El segundo método estima funciones de producción y rendimiento en zonas afectadas y no afectadas por la desertificación utilizando microdatos censales y/o data de series temporales. De cuatro países estudiados, en tres de ellos los resultados son similares aplicando ambos métodos, concluyéndose que cuando la información es escasa, se puede utilizar el primer método con los cuidados del caso, y que ciertamente la segunda metodología ofrece mayores posibilidades de análisis al permitir desagregar costos de inacción por unidades territoriales y tipos de productores.

Palabras claves: Costos de inacción, desertificación, erosión, funciones de producción y rendimientos, metodologías, resultados comparados.

ABSTRACT

Drylands comprise around 41% of the world surface and are home for 2 billion people, mostly poor and extremely poor. In Latin America and the Caribbean region, more than 92 million people live in densely populated areas with high vulnerability to water shortages and deforestation, which causes desertification and intensify poverty. It is known that DLDD

is responsible for substantive economic losses even though more quantitative information is still needed to be generated in support to decision-making process. This paper analyzes two methods for measuring these quantitative economic losses, which is also called “cost of inaction”. The first one estimates losses of soil, water and associated biodiversity, using average values of erosion relatively easy to get. The second method estimates production functions and yields functions in affected and non affected areas by desertification using microdata census and time series data according to their availability. The results show that in four of the five countries studied , the figures with both methods are relatively similar, which allow us to conclude that when information is scarce, it is possible to use the first method , while the second approach provides more accurate disaggregated analysis.

Key words: measuring inaction costs, comparative analysis, desertification, erosion, methodologies, production and yield functions.

INTRODUCCIÓN

La desertificación y la degradación de las tierras afectan una parte importante de las tierras y las personas e implican un alto costo para la sociedad en su conjunto. En el Cuadro 1 se muestra la magnitud de este fenómeno para un conjunto de once países de la región. A la pérdida de producción y productividad se suman otros problemas como la inseguridad alimentaria, la migración de las poblaciones afectadas, principalmente campesinos pobres, y la pérdida de biodiversidad, todo lo cual implica costos aún más elevados.

Aún cuando existe consenso respecto de la importancia del tema, los avances realizados en materia de medición de los costos de inacción de la desertificación y degradación de las tierras, son relativamente recientes y no han estado exentos de dificultades. Éstas tienen que ver con las metodologías a aplicar y con la cantidad y calidad de los datos requeridos para ello. Lo que se procura es generar una herramienta simple, robusta y de utilidad para los tomadores de decisiones en materia de asignación de recursos para el combate a la desertificación y la degradación de las tierras y la definición de prioridades en las políticas públicas.

Los primeros trabajos sobre el valor económico de las pérdidas por desertificación y degradación de las tierras, datan de la década de los años cuarenta para tener un nuevo impulso a fines de los años sesenta (Bunce, 1942; Ciriacy-Wantrup, 1968). Se trataba de modelos a nivel de finca basados en las decisiones de los agricultores respecto de la asignación de recursos.

Con posterioridad se desarrollaron otros métodos que permitían establecer el valor global de los recursos del medio ambiente calculando valores de uso y no uso, valores actuales y futuros y otros conceptos, todos los cuales generalmente implicaban modelos relativamente complejos y muchos datos de campo (Nkonya *et al.*, 2011). En la actualidad existe consenso en que estos métodos proporcionan una valoración solo parcial de los recursos naturales del medio ambiente. Los valores de uso y sus cambios en el tiempo se estiman a través de la disminución de productividad de la tierra y una forma indirecta y relativamente simple de hacerlo, es estimando el costo de reponer la fertilidad del suelo agotada, mediante la adición de especialmente zonas áridas con baja cobertura forestal (Requier- Desjardins *et al.*, 2006). En la actualidad, las estimaciones de pérdidas económicas debidas a la desertificación y degradación de las tierras resultan de la modelación del comportamiento de los suelos, del funcionamiento del clima y

de los principales sistemas agrícolas, así como de la utilización de mapas de usos del suelo y mapas que definen las áreas afectadas por estos procesos y su nivel de degradación (Requier-Desjardins, 2006). Los resultados se pueden expresar en pérdida de suelos, disminución de nutrientes, de productividad y de producción así como de superficie agrícola, variables todas estas posibles de valorar a precios a nivel del productor.

Entre los primeros trabajos de estimación de pérdidas están los realizados por Ribaud (1986), y Pimentel *et al.* (1995). El primero de ellos sitúa en 3,500 millones de dólares el valor de los daños por erosión hídrica en los Estados Unidos en 1981, mientras que Pimentel *et al.* (1995) estimó en alrededor de 44,000 millones de dólares anuales el valor de la erosión global de los suelos en la agricultura de los Estados Unidos. De esta cifra un 38% se atribuye a los costos de la erosión fuera de las unidades productivas.

En ocasiones se ha utilizado un método que combina las pérdidas de tierras por erosión y los costos de reposición de los nutrientes extraídos del suelo. Entre los estudios realizados con esta metodología, está uno hecho para Malí, África, en el que se aplicó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE, por su sigla en inglés) para cuantificar la pérdida media de suelos de cultivo utilizando coeficientes de pérdidas de suelo para Níger, a partir de lo cual se estimaron las pérdidas de nutrientes (Bishop, 1989). Los resultados se extrapolaron a nivel nacional obteniéndose las pérdidas totales de nutrientes que luego se valoraron en términos monetarios. Las pérdidas estimadas varían en un amplio rango y van desde 2,6 millones hasta 11 millones de dólares anuales.

En regiones secas con lluvias poco frecuentes las estimaciones pueden subvaluar las pérdidas como por ejemplo en Mali donde la mayor parte de las tierras está cubierta por pasturas secas (Craswell *et al.*, 2004; Pagiola *et al.*, 2004). Otros estudios realizados en Zimbabwe (Sertsu, 1999), y en Etiopía (Stocking, 1986) calcularon las pérdidas considerando las tasas de erosión diferenciadas para los principales sistemas de cultivos del país.

Otros modelos exploran las relaciones entre agua, suelo y producción agrícola para así estimar las variaciones de rendimientos como consecuencia de la desertificación y degradación de las tierras. Entre estos trabajos se puede mencionar uno hecho por la FAO para Etiopía en donde se especificaron como variables explicativas, las demandas de agua de los cultivos, la pluviosidad mensual, la capacidad de retención de agua del suelo y la evapotranspiración (Faw, 1986).

A inicios de los años noventa, una investigación del Mecanismo Mundial de lucha contra la desertificación encargada al Banco Mundial en 1990 aplicando diferentes metodologías, estimó el costo de la desertificación y degradación de las tierras entre un 1% y un 4% de su PIB global en ocho países, cuatro de ellos de América Latina. Otras estimaciones presentan rangos de variación más amplios, desde un 8% en Costa Rica (TSC/WRI, 1991), hasta un 17% en Nigeria y un 9% en Burkina Faso (Barbier & Bishop, 1995).

Son muy pocos los estudios para países de América Latina y Caribe. A los cuatro antes mencionados, se pueden agregar algunas estimaciones hechas para Guatemala (Leiva J. M., 2010), las que sitúan las pérdidas alrededor del 20% del PIB agropecuario, y otras investigaciones sobre los impactos del cambio climático en zonas secas (áridas, semiáridas y sub húmedas secas) en países de Centro América, en especial en el llamado “Arco Seco”.

Actualmente, algunos modelos de erosión de los suelos están incluyendo simultáneamente

los efectos de la lluvia y el viento en la erosión y otras variables como profundidad del suelo, pérdida de materia orgánica, agua y organismos del suelo entre otros, para así obtener la tasa de disminución de los rendimientos de los cultivos o forrajeras (Pimentel *et al.*, 1995). En otros casos se incluyen también variables de temperatura y precipitaciones para dar cuenta del crecimiento de los cultivos en cada fase de su desarrollo. (Por ejemplo, en Malawi; Banco Mundial, 1992; Morales *et al.*, 2013). Adicionalmente el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) cada vez más precisos, ha permitido cartografiar erosión y uso del suelo con mayor desagregación.

La mayoría de estos modelos, sin embargo, consideran los efectos de la desertificación y la degradación de las tierras solo sobre los cultivos excluyendo los impactos sobre las áreas forestales. Gran parte de los pocos estudios existentes al respecto, generalmente se limitan a considerar el valor de mercado de la producción forestal distinta de la leña. Una dificultad que puede hacer que las estimaciones varíen hasta en un 100% (Berry, 2003a).

En el marco del programa Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM) se aplicó un enfoque que considera los servicios de los ecosistemas en las zonas áridas, entre los cuales figuran el suministro de alimentos y madera, la regulación de la biodiversidad, los ciclos de nutrientes, la calidad del aire y el clima, la salud humana, la desintoxicación, los aspectos culturales y los servicios turísticos (Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2003).

Dregne & Chou (1992), plantean la existencia de dos tipos de costos involucrados en la degradación de la tierra: la pérdida de ingresos como resultado de la degradación de la tierra (costos *in-site*) y, el costo de controlar y reparar los daños al suelo fuera de las unidades productivas (costos *off-site*), costos que pueden ser aún mayores que los costos directos.

Si bien es cierto que estas estimaciones no permiten disponer de un detalle sobre el grado de intensidad de la degradación, ni de los impactos económicos y sociales desagregados territorialmente, se puede contar con una primera aproximación global a los costos de la desertificación y degradación de las tierras. A partir de algunos supuestos básicos es posible estimar los costos de la desertificación y degradación de las tierras. Aún cuando la erosión es un fenómeno natural que ocurre incluso sin la intervención humana, puede intensificarse severamente cuando se practican actividades agropecuarias intensivas, especialmente en los suelos no apropiados para ello.

No obstante las limitaciones que pueda presentar, la Ecuación Universal de los Suelos (USLE) permite estimar las pérdidas de suelos durante un período determinado bajo circunstancias específicas de precipitación, textura del suelo y sistemas de uso del mismo. Este procedimiento puede ser de gran utilidad para los tomadores de decisiones cuando no se dispone de otra información, ya que a pesar de sus limitaciones, puede entregar órdenes de magnitud de pérdidas económicas debidas a la desertificación y degradación de los suelos bastante cercanas a las posibles de estimar con métodos más sofisticados.

Este artículo tiene por objetivo presentar y analizar la utilidad, alcances y limitaciones de dos metodologías para estimar los costos de la desertificación, la primera de ellas basada en las pérdidas de suelo por erosión, agua y biodiversidad, y la segunda en información de censos agropecuarios recientes y/o en series temporales de estadísticas productivas.

METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE LA DESERTIFICACIÓN

El presente artículo presenta dos métodos de medición de los costos de la desertificación y degradación de las tierras o costos de inacción, los que pueden aplicarse de acuerdo a la información disponible. El primero de ellos utiliza información de pérdidas por erosión y otras pérdidas asociadas, las que están por lo general disponibles en todos los países, o que en su defecto son relativamente sencillas de obtener. El segundo método utiliza micro datos de censos agropecuarios en caso de estar disponibles, o bien, estadística productiva en series de tiempo. Los trabajos realizados muestran que con la primera metodología es posible tener resultados globales de utilidad para los tomadores de decisiones, aunque desde luego sin el nivel de detalle y precisión posibles de lograr con la segunda metodología antes mencionada.

MÉTODO DE PÉRDIDAS POR EROSIÓN Y PÉRDIDAS ASOCIADAS

Sobre la base de las experiencias de otros estudios hechos en Brasil y en especial en África, Matallo realizó una estimación de los costos de la desertificación y degradación de las tierras para un grupo de siete países latinoamericanos y caribeños, considerando para ello las pérdidas de tierra por concepto de erosión, y las pérdidas asociadas a agua y biodiversidad (Matallo, 2006).

Para lo anterior se utilizaron valores promedios resultantes de estimaciones hechas por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2007), para distintas prácticas agrícolas. Los costos de la degradación por erosión fueron de siete, 50 y 250 USD/ha para pasturas sin riego, cultivos de secano y cultivos bajo riego, respectivamente (Cuadro 2).

Para fines de una estimación rápida (cuadro 3), se asumió un valor de pérdida por erosión bastante conservador, 10 dólares por hectárea, y se consideró adicionalmente que cada tonelada de tierra retiene un 20% de agua y que el valor de ésta es de 0,5 dólares por m³.

Otras estimaciones utilizando esta metodología fueron realizadas en Costa Rica, Ecuador y región Piura en el Perú y los valores utilizados en cada caso correspondieron a las estimaciones más conservadoras de pérdidas de tierra por erosión y de pérdidas de agua asociada. En el caso del Perú, se agregó el costo estimado de la pérdida de biodiversidad, parámetro estimado por Estrada *et al.* (2003).

MÉTODO DE ESTIMACIÓN CON FUNCIONES DE PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS

Funciones de producción

Este método se basa en la formulación de modelos con funciones de producción y/o según la data disponible, de funciones de rendimiento para áreas afectadas y no afectadas por la desertificación y degradación de las tierras. Las diferencias en términos de Productividad Total de Factores (TPF) y de Valor Bruto de Producción (VBP), corresponden a los costos.

Por su simplicidad y potencia explicativa se escogió una función de producción translogarítmica, cuya expresión es la siguiente:

$$VBP = \alpha + \beta_1 T + \beta_2 K + \beta_3 T^2 + \beta_4 T^2 + \beta_5 K^2 + \beta_6 L^2 + \beta_7 TK + \beta_8 TL + \beta_9 KL + \varepsilon$$

Donde: α = Coeficiente de posición; β_1 a β_9 = Coeficientes de las variables T, K, L; ε = Término de error.

Se estiman funciones para áreas afectadas y no afectadas por la desertificación y degradación de tierras sometiendo a prueba la siguiente hipótesis:

Los coeficientes entre ambos grupos (desertificados y no desertificados) son significativamente diferentes. Tanto la constante (PTF) como el coeficiente del factor tierra son apreciablemente más bajos en el caso del grupo afectado por la desertificación (a partir del supuesto inicial de que la desertificación implica menor productividad y menoscaba la calidad de la tierra).

Se realizan además dos regresiones con el método Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) por separado, de acuerdo con los dos niveles de desertificación establecidos a partir de la variable ficticia (grave y no grave). Las variables iniciales fueron las mismas que en el caso anterior (VBP, tierra, capital y trabajo).

Con esta técnica es posible obtener una estimación del peso de los factores productivos (como variables explicativas del ingreso) para cada grupo analizado y, en esta forma, hacer una predicción más precisa de los valores de ingreso esperados. A partir de esto se plantean las hipótesis de que los coeficientes de ambos grupos (desertificados y no desertificados) son significativamente diferentes y que, sobre la base del supuesto inicial de que la desertificación implica menor productividad y degrada la calidad de la tierra, tanto la constante (PTF) como el coeficiente del factor tierra son significativamente más bajos en el caso del grupo afectado por la desertificación.

La regresión se representa en la siguiente forma:

Grupo no desertificado: $y_{1i} = \alpha_0 + \alpha_1 * t_{1i} + \alpha_2 * k_{1i} + \alpha_3 * l_{1i} + \varepsilon_{1i}$

Grupo desertificado: $y_{2i} = \beta_0 + \beta_1 * t_{2i} + \beta_2 * k_{2i} + \beta_3 * l_{2i} + \varepsilon_{2i}$

A partir de los coeficientes de la primera regresión se elabora una predicción estadística de los ingresos de cada una de las observaciones de predios afectados por la desertificación, para estimar los niveles de ingreso que presentarían los predios con desertificación grave en el caso hipotético de que no estuvieran afectados por dicho problema.

Series temporales y funciones de rendimientos

Dado que no siempre es posible contar con microdatos de censos agropecuarios recientes se avanzó en el diseño de una metodología complementaria, basada en series temporales de datos productivos para especificar funciones de rendimientos. En estos modelos las variables explicativas son las variables climáticas y las formas funcionales corresponden a formas cuadráticas y logarítmicas. El término cuadrático se ha incorporado para denotar el impacto de las precipitaciones, las temperaturas o ambas cuando por alguna razón climática exceden los rangos normales y contribuyen en forma más acentuada a la disminución de los rendimientos una vez superado un determinado umbral.

Estos modelos de tipo Ricardiano se han utilizado en otros estudios, por ejemplo La economía del cambio climático en México (Galindo, 2010). En este trabajo, la hipótesis básica es que el valor de la tierra se asocia a su contribución a la productividad, al señalar que... *“este modelo determina la productividad neta agrícola como función de variables climáticas, económicas y de calidad del suelo”* (Galindo, 2009: 132).

Las funciones de rendimiento se han estimado para áreas degradadas y no degradadas y se estimaron para un conjunto seleccionado de los principales cultivos en cada país, a partir de

criterios como contribución al producto sectorial y al empleo e importancia para la seguridad alimentaria, entre otros.

Mediante la estimación de los rendimientos, se calcula el VBP y por diferencia entre los valores correspondientes a las áreas afectadas y no afectadas, las pérdidas por concepto de degradación. Para controlar la incidencia de otras variables se realizan talleres de validación en terreno con productores, técnicos y especialistas e informantes calificados.

Un aspecto importante es que para la especificación de las variables climáticas se ha considerado la fenología de cada uno de los cultivos seleccionados, esto es, sus requerimientos específicos de agua y temperatura en cada fase relevante de crecimiento de las plantas.

Al seleccionar los modelos se respetó el criterio de que las características y restricciones biológicas en relación con las variables climáticas debían presentar los mejores resultados ante las pruebas a las que fueron sometidas y que se detallan más adelante. Los modelos seleccionados son, entonces, los que representan en mejor forma lo ocurrido en el período para el que se dispone de información histórica. Esto se puede apreciar en los gráficos que se acompañan y que muestran los rendimientos históricos y los valores estimados para cada modelo seleccionado.

El método empleado ha sido el de mínimos cuadrados ordinarios. Los resultados obtenidos para varios países dan cuenta de una razonable aproximación de los costos de la desertificación y degradación de las tierras.

ESTIMACIONES REALIZADAS EN ALGUNOS PAÍSES

Se analizaron varias estimaciones sobre las pérdidas o costos de la desertificación y degradación de tierras para distintos países de la región. Los resultados son los siguientes:

en Ecuador, un estudio realizado el año 2010 con información del censo agropecuario del año 2003 sobre la base de estimación de funciones de producción y de rendimientos, estableció que las pérdidas debido a la desertificación y degradación de las tierras ascienden aproximadamente al 7.6% del Valor Bruto de Producción (VBP) (Morales *et al.*, 2012).

Otro estudio no publicado de los mismos autores hecho durante 2012 y 2013 con información del censo agropecuario del año 2010, determinó que las pérdidas alcanzarían una cifra cercana al 10% del PIB agropecuario. Aplicando estas mismas técnicas y utilizando información satelital para determinar la amplitud e intensidad de los procesos de degradación a nivel provincial, las pérdidas llegarían al 13.5% del PIB Agropecuario.

Recientemente un estudio realizado en la región Piura en Perú, entre los años 2012 y 2013, y publicado recientemente (Morales *et al.*, 2013), da cuenta que las pérdidas por desertificación y degradación de las tierras, fluctúan entre 13% y 15% del Producto Interno Agrícola según el método empleado.

En Paraguay, estimaciones realizadas en base a funciones de producción y de rendimientos, dan cuenta de pérdidas debidas a la degradación de las tierras del orden del 14.6% del Valor Bruto de la Producción (VBP). De acuerdo a estimaciones de Matallo (2006), estas pérdidas serían bastante inferiores y alcanzarían al 4.8% del PIB agropecuario.

Por último, un estudio no publicado sobre Costa Rica hecho el año 2012, señala que las pérdidas por degradación de las tierras estimadas mediante funciones de producción y de

rendimientos, alcanzarían al 16.4% del VBP, y estimadas con el método de pérdidas por erosión, éstas serían de un 13.6%.

Los resultados antes expuestos, muestran que las pérdidas estimadas con una y otra metodología, son bastante similares en los casos de Ecuador, Piura (Perú) y Costa Rica, y diferente en el caso del Paraguay. Esto último obedece en opinión de los expertos al rápido proceso de deforestación y la consecuente degradación de las tierras ocurrida entre el momento de la estimación hecha en base a las pérdidas por erosión y la estimación basada en funciones de rendimientos.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo visto en la sección precedente, se puede concluir que es perfectamente válido utilizar el método de estimación de los costos de la desertificación y degradación de las tierras a través de las pérdidas por erosión cuando no existe información censal agropecuaria reciente y cuando no se dispone de series estadísticas de producción lo suficientemente extensas y confiables.

Cuando se dispone de información en microdatos censales agropecuarios, se puede lograr un mayor nivel de precisión y de desagregación territorial e incluso por tipos de agentes productivos. En este caso se puede trabajar con funciones de producción para áreas afectadas y no afectadas y obtener las pérdidas de productividad en términos de productividad total de factores.

Si lo que se dispone es de estadísticas productivas confiables en series de al menos 20 años, se puede estimar costos especificando modelos basados en funciones de rendimientos para áreas afectadas y no afectadas, y por diferencia obtener una magnitud de las pérdidas expresadas en Valor Bruto de la Producción.

Cualquiera sea la metodología aplicada es fundamental la validación de las estimaciones en talleres con informantes calificados dentro de los que se debe contar con productores, técnicos y especialistas de las áreas afectadas. Esta es la única forma de asegurar que los resultados obtenidos reflejen lo que las personas que viven y trabajan en las áreas afectadas ven cotidianamente.

Un gran apoyo para lo anterior, es la disponibilidad de información georreferenciada de alta resolución (actualmente se dispone de mapas con resolución de cuadrículas de 3x3 kilómetros), lo cual permite presentar de mejor forma los impactos establecidos para el análisis, discusión y validación en los talleres de informantes calificados, como también delimitar de mejor forma las áreas afectadas y no afectadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avila A. F., L. Romano & F. Garagorry. 2010. Agricultural Productivity in Latin America and the Caribbean and Sources of Growth. En: *Handbook of Agricultural Economics*. 3713-3768. Burlington: Academic Press,
- Barbier, E.B. & J.T. Bishop. 1995. Economic Values and Incentives Affecting Soil and Water Conservation in Developing Countries. *Journal of Soil and Water Conservation* (March-April), 50(2): 133-137.

- Barroto M. & F. Bojalil (Compiladores). 2012.** Desertificación. Sus causas y efectos a nivel mundial y regional Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Berry L., J. Olson & D. Campbell. 2003.** Assessing the extent, cost and impact of land degradation at national level. Findings from seven pilot case studies. Commissioned by the Global Mechanism with support from World Bank.
- Bojő J. 1996.** The cost of land degradation in Sub-Saharan Africa. *Ecological economics* 16: 161 – 173.
- Bunce, A.C. 1942.** The economics of soil conservation. Ames. Iowa State College Press.
- Ciriacy W., & Siegfried, Von. 1938.** Land Use planning or Land Use Policy in the United States. *Agricultural Engineering* 19(6): 261 – 273.
- Craswell, E. T., U. Grote, J. Henao & P.L.G. Vleck. 2004.** Nutrient flows in agriculture production and international trade: ecological and policy issues ZEF Discussion paper on development policy 78. Center for development research. Bonn.
- Dregne H. E., & Ch. Nan-Ting. 1992.** Global Desertification Dimensions and Costs. *Degradation and restoration of arid lands*. Lubbock: Texas Tech. University.
- Englehorn. & A. C. Bunce 1946.** Adjusting crop acreages for war production to the soil resources. Iowa Bulletin Agricultural research agricultural experiment station. Iowa State College of agriculture and mechanic arts 324: 105 – 140.
- Nkonya E., N. Gerber, P. Baumgartner, J. von Braum, A. De Pinto, V. Graw, E. Kato, J. Kloos & T. Walter. 2011.** The Economics of Land Degradation. Toward an Integrated Global Assessment. Development Economics and Policy Band 66. Peter Lang Internationaler Verlag der Wissenschaften.
- Estrada R. D., E. Girón & X. Pernett. 2003.** Como incorporar la depreciación de los recursos naturales en las cuentas nacionales. Una primera aproximación basada en la experiencia del Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregion Andina CONDESAN
- Galindo, L., 2011.** La Economía del Cambio Climático en México. Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno Federal de México, y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Leiva J.M., 2010.** Evaluación Económica de la degradación de las tierras en Guatemala. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – Mecanismo Mundial de la UNCCD.
- Mapula R., M. Sandile & D. Toit du. 2011.** Agricultural productivity in South Africa: literature review. Directorate Economic Services Production Economics Unit South Africa.
- Morales C., G. Dascal, Z. Aranibar Z., & F. Brzovic F. 2013 (en prensa).** Los costos de la degradación de las tierras en Costa Rica y Ecuador, FAO/CEPAL.
- Morales C. 2012.** Los costos de inacción ante la desertificación y degradación de las tierras en escenarios alternativos de cambio climático. CEPAL y The Global Mechanism, UNCCD. LC/W.499., Serie Documentos de Proyectos.
- Morales C., G. Dascal & Z. Aranibar Z. 2013.** Estudio de los costos de la desertificación y degradación de las tierras en el departamento de Piura (Perú) LC/W.565 Documentos de proyecto CEPAL.
- Pagiola, S., K. Von Ritter, & J. Bishop. 2004.** Assessing the economic value of ecosystem conservation. The World Bank Environment Department, Paper 101. Washington, DC: World Bank.

- Pimentel, D., P. Harvey, K. Resosudarmo, D. Sinclair, M. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri & R. Blair. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits *Science* 267: 1117 – 1123.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Convención de Naciones Unidas para el Combate a la Desertificación (UNCCD). 2011. The Forgotten Billion. MDG Achievement in the drylands. United Nations Office at Nairobi, Publishing Services Section.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2007. Informe GEO 4, Perspectivas del Medio Ambiente Mundial.
- Require-Desjardins, M., L. Job & A. Mollard. 2006. The economic costs of desertification: a first survey of some cases in Africa. *International journal of sustainable development* 9 (2): 199-209.
- Ribaudo, M. O. 1986. Consideration of Offsite impacts in Targeting soil conservation programs. *Land Economics* 62 (4): 402 – 411.
- Sertsu S., 1999. Integrated Soil Management for Sustainable Agriculture and Food Security in Southern and Eastern Africa. Ethiopia.
- Stocking, M. & L. Peake. 1986. Crop Yield losses from the erosion of Alfisols. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 63(1):41-45.
- The Global Mechanisms. Investing in recovery of arid land. Rome 2006, 4-5 of December. Working Paper.
- UNCCD. 2013. Economic assessment of desertification, sustainable land management and resilience of arid, semi-arid and dry sub-humid areas. Background document. The Economics of Desertification, Land Degradation and Drought: Methodologies and Analysis for Decision-Making. II Scientific Conference. Bonn April
- UNCCD. 2004. Desertification costs \$42 billion per year UN Press Release. Ten years on: UN marks World Day to Combat Desertification. Observances worldwide on June 17, [Original Release](#).
- Vereda J. W. 2011. A Case Study of Desertification in Haiti. Economics and Finance Department, School of Business and Economics. North Carolina A&T State University, Greensboro, NC 27411, USA.
- World Bank. 1992. Malawi-Economic Report on Environmental Policy. Vols. I and II. Report No. 9888-MAI. The World Bank, Washington, DC.
- World Resources Institute. 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre Desertificación. Washington, DC.
- Willinger, M. 1996. La méthode d'évaluation contingente: de l'observation à la construction des valeurs de préservation. *Nature, Sciences, Sociétés* 4(1): 6-22.
- Yu-shi M., N. Datong, X. Guang, W. Hongchang & S. Vaclav. 1997. An assessment of the economic losses resulting from various forms of environmental degradation in china. Cambridge. American Academy of Arts and Sciences and the University of Toronto. Occasional Paper of the Project on Environmental Scarcities, State Capacity, and Civil Violence

CUADROS

Cuadro 1. Países seleccionados de A. Latina y Caribe: Área afectada y población que vive en ellas. Año 2003, cifras en miles.

País	Superficie Total (Miles Has)	Población Total (Miles)	Superficie de Áreas Desertificadas (Miles Has)	Población Total en Áreas Desertificadas (Miles)
Argentina	279,181	36,223	195,426	10,867
Brasil	851,420	169,799	66,554	15,748
Colombia	114,174	44,000	19,351	20,900
Costa Rica (datos 2003)	5,106	4,089	51,6	s/i
Ecuador	25,637	12,156	7,060	1,000
El Salvador	2,104	6,329	363	650
México	195,924	104,213	58,689	s/i
Panamá (datos 2003)	7,551	2,839	1,876	662
Paraguay	40,675	5,163	1,000	s/i
Republica Dominicana	4,769	8,562	3,290	5,908
Venezuela	91,645	23,232	9,883	6,119

Fuente: Matallo, 2003.

Cuadro 2. Rangos de intensidad de la erosión.

Tasa de erosión	Pérdidas (TM/ha/año)
Muy Alta	> 20
Alta	10-20
Moderada	5-10
Baja	2-5
Muy Baja	0-2

Cuadro 3. Países seleccionados de América Latina y Caribe: pérdidas por desertificación y degradación de tierras.

País	Superficie en proceso de Desertificación (Miles has)	Pérdidas de suelos (Miles Ton/año)	Costo pérdidas suelos (USD 10.00 /ha/año)	Pérdida de agua (Miles m3)	Costo pérdidas de agua (Miles USD)	Costo total (Miles USD)	% PIB agr.
Brasil	66,554	499,157	4,991,572	99,831	49,915	5,041,488	17.4
Colombia	19,351	145,132	1,451,325	2,906	1,453	1,452,778	13.6
Costa Rica	52	387	3,874	77	39	3,912	0.2
Ecuador	7,060	52,953	529,532	10,590	5,295	534,828	28.1
El Salvador	363	2,722	27,225	544	272	27,247	1.6
México	58,689	440,168	4,401,686	88,033	44,017	4,445,703	17.6
Panamá	1,876	14,076	140,769	2,815	1,408	142,176	21.6
Paraguay	1,000	7,500	75,000	1,500	750	75,750	4.8
República Dominicana	3,290	24,681	246,811	4,936	2,468	249,279	10.8
Venezuela	9,883	74,123	741,232	14,824	7,412	748,644	15.2

Fuente: Matallo, 2006.

La mirada sociológica sobre la desertificación en la meseta central santacruceña (Patagonia austral, Argentina)*

Larry Andrade

Universidad Nacional de la Patagonia Austral - Unidad Académica San Julián, Sargento Cabral y Colón (9310)
Puerto San Julián, Santa Cruz, Argentina.

Para correspondencia. E-mail: larry.andrade@colmex.mx ; larry.andrade@conicet.gov.ar

Recibido: 7 de Diciembre del 2013

Aceptado: 28 de Marzo 2014

RESUMEN

Se exponen resultados de investigaciones desarrolladas en la meseta central santacruceña en la Patagonia, Argentina. A poco más de 100 años de la introducción del ovino, el proceso de desertificación presente en la región es resultado del impacto que la ganadería ovina extensiva tiene sobre el pastizal natural. La mirada sociológica permite aproximarse a la visualización que los productores tienen del estado del pastizal y las posibles razones del deterioro. En el trabajo de campo se aplicaron primero encuestas a 39 productores y, posteriormente, se realizaron 23 entrevistas con productores y funcionarios provinciales vinculados al ámbito rural. La información fue analizada con diversos procedimientos y se sistematizaron los resultados en tablas, gráficos y esquemas. Como resultado, se realizó una aproximación al pensamiento de los productores y al modo como se vinculan con el ambiente. En las conclusiones se destaca que los mismos no toman en cuenta el impacto de sus propias prácticas productivas sobre el pastizal natural. Se asume que sin re-trabajar el vínculo sociedad-ambiente no queda más que esperar la repetición de las mismas prácticas y una mayor degradación del ecosistema. Palabras claves: Producción ovina extensiva – sobrepastoreo – desertificación – representaciones sociales – meseta central santacruceña.

ABSTRACT

Results of research carried out in the Central Plateau are reported in Santa Cruz Patagonia Argentina. A little over 100 years after the introduction of sheep, the desertification process in this region is the result of the impact that extensive sheep farming has on the natural pasture.

**Artículo especial autorizado por la Revista Theomai (2/02/2014), para la reproducción parcial de los contenidos publicados en el año 2003.*

The sociological perspective allows visualization approach that producers have the state of the pasture and the possible reasons for the decline. In the field surveys were first applied to 39 producers and then 23 interviews with producers and provincial officials linked to rural areas were performed. The information was analyzed using various methods and results are systematized in tables, graphs and diagrams, some of which are shown here. As a result, an approach to thinking and the way producers are linked to the environment was made. The conclusions stressed that they do not take into account the impact of their own production practices on natural pasture. It is assumed that no re-work the society-environment link is wait no repetition of the same practices and further degradation of the ecosystem.

Key word: Extensive sheep production - overgrazing - desertification - social representation - central plateau.

INTRODUCCIÓN

La ganadería ovina extensiva, iniciada a fines del siglo XIX y masivamente desde inicios del siglo XX en el territorio de la Patagonia austral, está hoy en crisis. El modelo ganadero extensivo no da respuestas ni ambientales ni productivas ni mucho menos sociales. En Santa Cruz, de un stock de más de 7 millones de ovinos en 1940 se pasó a poco más de 2 millones en la actualidad. El pastizal natural evidencia una caída catastrófica en su capacidad receptiva (Borelli y Oliva, 2001; González & Rial, 2004; Andrade, 2005) siendo la desertificación un claro emergente de la falta de control en el manejo del mismo.

Los años que serían decisivos en el surgimiento y consolidación de la ganadería ovina extensiva en Santa Cruz son aquellos que van desde 1880 hasta 1914/18, período este en que, según varios autores (Giberti, 1980; Lafuente, 1981; Barbería, 1995), se gestó y consolidó el método de producción aún hoy vigente. Este método trajo consigo un conjunto de prácticas productivas positivamente valoradas en la sociedad de entonces y cuyos efectos nocivos sobre el pastizal natural serían visibles en las décadas posteriores.

Respecto al modo en que se da la ocupación del territorio, Barbería (1995: 282) señala que *“la cantidad de potreros, el número y calidad de las viviendas, galpones de esquila y bañaderos van disminuyendo de sur a norte, en relación directa con el tamaño, forma de tenencia, disponibilidad de capital y receptividad de los lotes”*. De este modo puede establecerse una asociación relativamente simple entre la forma y momento de la ocupación con el desarrollo y avance del proceso erosivo. El área en estudio fue la última en ocuparse y sus tierras eran las de menor calidad forrajera, comparadas con las del sur de la provincia.

Un elemento clave en el desencadenamiento del proceso de desertificación en Santa Cruz tuvo como actores principales, en los inicios de la ocupación del territorio, a funcionarios nacionales: *“(…) los peritos que relevaron los recursos del área (Ley 4167) para la división catastral, recomendaron la entrega de tierras con equilibrio entre zonas altas y bajas, previendo la distribución de aguas. Se alertaba sobre el peligro del sobrepastoreo. No obstante, estimaban una carga de 0.4 ovinos/ha [es decir, unos 8.000 ovinos en 20.000 hectáreas] (...) los informes oficiales sobrestimaron la capacidad receptiva de los campos”* (Espina, 1994: 10/11).

En el artículo se exponen resultados de investigaciones desarrolladas en la meseta central Santacruceña (Andrade, 2002; 2005; Andrade *et al.*, 2010) El objetivo central es explicitar la

visión que sobre el fenómeno de la desertificación tienen los productores, organismos técnicos y funcionarios de la provincia. El supuesto de fondo que orienta el análisis del discurso de los productores, es que toman decisiones de manejo a partir de las representaciones que tienen sobre el estado del pastizal y que, sin una adecuada comprensión de las mismas, no puede haber reorientación de las prácticas productivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las investigaciones se desarrollaron en la zona centro de la meseta central santacruceña (MCS), específicamente en los departamentos Magallanes y Río Chico (ver Figura 1). Se trata de un ambiente de meseta árido, ventoso y frío (promedios térmicos de entre 8 y 10° de noreste a sudoeste). Las precipitaciones promedian los 150 mm anuales. Los suelos son pobres y pedregosos y la vegetación predominante puede definirse como típica de estepa, conformada por arbustos enanos, rastreros, de muy baja cobertura vegetal (20 - 30%) (González & Rial, 2004).

La MCS abarca una superficie de más de 14 millones de hectáreas y el área de trabajo aproximadamente 5 millones. En este enorme espacio viven actualmente no más de 16 mil personas, la mayoría en los dos centros urbanos de referencia: Gobernador Gregores y Puerto San Julián (INDEC, 2010). La ganadería ovina extensiva se desarrolló masivamente desde los primeros años del siglo XX y perdura en un estado de crisis permanente, básicamente por el agotamiento del pastizal natural, la pérdida de competitividad y la elevada edad de los residentes en los establecimientos ganaderos, en la mayoría de los cuales no se avizora recambio generacional. Además, la llegada de la gran minería transnacional a mediados de los años 90 del siglo pasado, a los mismos lugares donde se lleva adelante la ganadería, genera un déficit crónico para conseguir personal idóneo para las tareas rurales y, a la vez, un nuevo mercado de trabajo donde los propios hijos de los ganaderos se insertan en busca de un futuro más promisorio (Svampa & Antonelli, 2009; Dimitriu, 2010).

Estudio etnográfico

En dos períodos diferenciados (1996-1999 y 2005-2008) se realizaron investigaciones con equipos interdisciplinarios, se aplicaron encuestas y se realizaron entrevistas a productores. También se mantuvieron reuniones grupales de discusión, donde se exponían resultados parciales y se discutía el significado de los mismos. Las reuniones grupales se llevaron a cabo en diferentes ámbitos: días de campo en establecimientos, ferias ganaderas en Puerto San Julián, grupos convocados ad-hoc en la sede del INTA y otras instancias, más informales, que permitían intercambios espontáneos y conocer, a la vez, el pulso de la actividad. La encuesta relevó exhaustivamente la situación socioproductiva y económica de los ganaderos, fue sistematizada y analizada con SPSS (SPSSinc, 2009) y las entrevistas abordaron aspectos relativos a las representaciones sociales y significados asociados a la producción ovina extensiva en el área. Fueron analizadas con Nud Ist (2002) y también con la realización manual de matrices y tablas comparativas. Todas estas actividades se realizaron con énfasis en el primer período y luego, continuando con la misma metodología de trabajo, también se llevaron adelante en el segundo, focalizando el trabajo en los pocos productores que proseguían, no sin

esfuerzo, la producción ovina en el área y, esta vez, también preocupados por analizar si ellos avizoraban alternativas y de qué tipo eran éstas. Los resultados completos fueron publicados en Andrade (2005) y Andrade *et al.* (2010). Este artículo incorpora partes de ambas y también de producciones parciales como Andrade (2002).

RESULTADOS

Análisis cuantitativo de la situación socioproductiva en la provincia

La complicada situación que atraviesa el sector ovino extensivo en Santa Cruz se refleja en la caída del stock y, consecuentemente, en la disminución de la cantidad de empleo que la producción genera. Si bien los datos actualizados no están disponibles y los que aquí citamos (Cuadro 1) reflejan el momento en que la actividad comienza a manifestar un leve repunte (luego de la crisis del 2001) los números absolutos no habrían variado significativamente. En el volumen de empleo en la actividad rural santacruceña (mayormente dedicados a la ganadería ovina extensiva), resaltan claramente tres situaciones: el alto número de varones por sobre el de mujeres; el importante número de empleo permanente no familiar, y el importante número de productores que declara permanecer en el establecimiento (CNA, 2002). De estos, el 15% son mujeres. Los grupos mayoritarios son los comprendidos entre 15 y 64 años. Sin embargo, se encuentran residiendo de modo permanente un número importante de personas de 65 y más años. El Cuadro 2 ratifica la absoluta predominancia de los varones sobre todo en los dos grupos etáreos con mayor presencia en el quehacer ganadero: entre 15-39 y entre 40-64 años de edad.

Cuando se desagrega el empleo por la ocupación desempeñada, se encuentra que sobre 1,471 empleos asociados a los varones, el 62% (910) son de peones generales; un 22% (334) son otras actividades agropecuarias entre las que, con seguridad, varias de ellas están asociadas a la ganadería ovina extensiva y 14% (204) son encargados, capataces o mayordomos, muchos de los cuales también están asociados a las estancias ganaderas. Resulta llamativo que el 78% del empleo del total de mujeres (55) esté registrado como “peones generales”. El Cuadro 2 permite inferir el alto peso que todavía conserva la actividad ganadera extensiva en la provincia. Esta última característica, la de extensiva, no es menospreciable, pues si la actividad predominante fuera ganadería intensiva encontraríamos con seguridad más empleo y menor superficie de suelo involucrado. Con información para 431 establecimientos, se presume que de los 451 (sobre 947 censados en 2002) que están faltando, la mayoría si no todos, no tiene un volumen de actividad productiva como para demandar mano de obra temporaria en algún momento del año.

En un análisis del CNA (2002) de la distribución del stock ovino según estratos en los departamentos Magallanes, Río Chico, Guer Aike y Corpen Aike (ver Cuadro 3), se destacan: i) el número de establecimientos por departamento aumenta hacia el sur (Magallanes y Río Chico se ubican en el centro de la provincia, Corpen Aike más abajo y Guer Aike ocupa la última porción de la superficie provincial) así como también lo hace el tamaño de la majada. Y eso no es porque los productores dispongan de mayor superficie de suelo sino por la mejor condición del pastizal natural; ii) en Magallanes y, en menor medida Río Chico, el tamaño de las majadas se concentra en el stock de hasta 4,000 cabezas: 33 y 27 sobre 35 y 40 establecimientos en producción; iii) es notoria la participación de Guer Aike en el stock

total de establecimientos en la provincia y es también significativamente mayor el tamaño de las majadas: 15 de 43 y 77 de 101 en Corpen Aike y Güer Aike tienen un stock de 4,001 y más ovinos, aunque parece evidente que Corpen Aike se parece más a los primeros dos que al último, y a la vez, si realizamos un análisis de la cantidad de estancias por superficie en los mismos departamentos encontramos: iv) el valor modal de Magallanes y Río Chico se ubica entre 15,001 y 20,000 has: 44 sobre 76 y 38 sobre 107, respectivamente. Además, en el estrato de 20,000 y más has., Río Chico presenta un número relativamente importante de establecimientos (33/107); v) Corpen Aike se ubica en el estrato de 15,000 a 20,000 has., 27 de 83 estancias. Sin embargo, presenta también un porcentaje importante del total de sus establecimientos en los estratos de 20,000 o más has. (38/83); vi) Guer Aike se ubica en el estrato de 20,001 o más has., prácticamente el 50% de sus estancias (53/108), lo que sumado a la existencia de pastizal natural en mejores condiciones permite que retenga un porcentaje muy alto del total provincial de ovinos.

El CNA (1988) registra para Santa Cruz un total de 1,114 explotaciones agropecuarias, 996 de las cuales acumulaban un stock de 4,094,658. El CNA (2002), por su parte, contiene información para 947 establecimientos, la disminución en 167 respecto del CNA (1988), puede adjudicarse, al menos, a tres factores: 1) algunas de ellas no fueron censadas; 2) algunas de ellas fueron compradas por otras más grandes o se fusionaron en una sola, y 3) no fue posible registrarlas porque están fuera de producción. De esa cantidad, el CNA (2002) estableció que existían 496 que se dedican a la ganadería ovina (de manera exclusiva o en combinación con otras actividades) y que reunían un stock de 2,165,382 ovinos; esto supone que a 451 no se les pudo establecer la actividad que desarrollan por lo que es plausible pensar que muchas de éstas se encuentran fuera de producción y cerradas en su mayoría.

A nivel provincial el estrato de extensión predominante es el que comprende establecimientos de entre 15,001 y 20,000 has., característica que se repite en tres de los cuatro departamentos referidos, en tanto Guer Aike tiene un valor modal de entre 20,001 y 30,000 has.

Una información que evidencia con suma claridad la situación del sector ovino y según datos del CNA (2002), indica que sobre 497 estancias en toda la provincia, que declararon tener stock de animales (bovinos, ovinos, caprinos, porcinos, equinos), solo 291 comercializaron en algún tipo de canal (remates, mercado concentrador, carnicería, matarife, frigorífico-matadero) ese año, lo cual podría estar mostrando que prácticamente el 60% del total de establecimientos con alguna actividad pecuaria sólo tiene producción para subsistencia o ventas ocasionales. En el caso específico de los ovinos, el 60% de los establecimientos con stock venden a frigoríficos y/o mataderos y en segundo lugar a carnicerías.

De lo cuantitativo a lo cualitativo: apuntes para comprender la situación socioproductiva

En diversos trabajos acometidos en la zona centro de la MCS, referidos más atrás, se tuvo la oportunidad de dialogar con los productores acerca de la historia de las estancias, de los orígenes de la producción ovina, de cómo ven hoy el campo y de cómo reconocen el camino recorrido hasta allí. Esto permitió, en este largo recorrido iniciado en 1995, poder componer una versión del complejo rompecabezas que es la relación ambiente y sociedad en espacios rurales. El análisis de las entrevistas permite obtener cinco grupos de imágenes y

pensamientos que se agrupan bajo la forma de cinco representaciones sociales presentes en el pensamiento de los productores y que favorecen la comprensión del modo en que se estructura la relación ambiente y sociedad en el área en estudio. Con el fin de no extender en exceso esta presentación, se intercalaran con el análisis breves expresiones de los entrevistados que ilustran el comportamiento que procuramos evidenciar. Un análisis con detalle se encuentra en Andrade (2005) y también, más breve, en Andrade (2002).

Una primera representación emerge asociada al intento por explicar la propia situación a partir de que es *“algo que les pasa a todos”*: *“(…) y el problema grave fue a partir del '84 (...) la gente se fue... descapitalizando, porque imagínese... porque no nos podemos fundir los cuatrocientos tipos de golpe, quiere decir que... si durante años, muchos de ellos ganaderos de toda la vida, usted no puede pasar a ser un mal administrador de la noche a la mañana... entonces desgraciadamente esa es la gran verdad (...) yo tengo 50 años, nací acá (...)”* (Entrevistado 25). La expresión tiene por objeto alejar aquello que, a su juicio, podría poner en duda su propia práctica productiva, con ese fin piensa que «no nos podemos fundir los cuatrocientos tipos de golpe»; alejando así la sombra de responsabilidad individual.

Entre los componentes que los productores articulan en su discurso se encuentran factores como clima, mercado y depredadores, entre otros. Emerge con claridad en algunos productores una argumentación que reconoce la recarga del campo y, junto a la misma, también se aprecia un esfuerzo por no quedar como el responsable por la situación actual del pastizal natural.

Una segunda representación emerge asociada a prácticas ganaderas tradicionalmente ejecutadas en la región. Ante la crisis existe la necesidad de buscar alternativas, situación que se complica en demasía ante el peso que la tradición productiva extensiva tiene allí: *“(…) para nosotros fundamentalmente es una cuestión cultural, las raíces del problema a lo mejor más grave que hemos tenido para aceptar los cambios es que somos ovejeros de raza, nosotros somos como esos perritos que ustedes ven ahí, que no se sabe que por qué milagro de la naturaleza uno los larga con las ovejas y salen trabajando solos, bueno, nosotros somos medio parecidos, somos ovejeros y lo llevamos adentro (...)”* (Entrevistado 29).

La tercera representación se encuentra vinculada a una visión negativa y fatalista de la situación actual, como algo que inevitablemente ocurriría. Encontramos productores en un estado de resignación y pesimismo notables, aún en establecimientos que podrían continuar la producción pero sin posibilidades de diversificación, es decir, aquellas explotaciones que no podrían realizar otra producción por no tener agua en cantidad suficiente: *“(…) en este momento estamos... no es que estamos, no estamos en producción, porque las últimas 200 ovejas las tuve que vender el año pasado porque ya el avance del zorro... ya no teníamos pariciones (...) llegamos hasta el año pasado que tuve que sacar las últimas ovejas, ahora en este momento hay 15 carneros, 40 capones y 30 ovejas, y no hay más... así que... perdimos la guerra...! (...)”* (Entrevistado 7).

Una cuarta representación y una de las que mayor predominancia tiene en la explicación del estado de situación actual está conformada por argumentaciones que toman al clima como componente central. La mayoría coincide en adjudicarle gran influencia en el desencadenamiento de la crisis actual y en considerar simultáneamente que es el factor de cuyo comportamiento depende la mejoría. Algunos productores afirman que hay menos humedad y otros que hay más. En ellos la referencia respecto de la cual comparan la mayor o menor

cantidad de lluvia y/o nieve se remite a 10, 20 y hasta 60 años atrás. La siguiente expresión es elocuente reflejo de lo importante que es el factor “cambio de clima” en el discurso de los ganaderos en la zona centro: *“los campos han venido a menos porque antes los inviernos, según mis abuelos o mis padres, comenzaban en abril, acá en abril se tapaba en nieve, llegaba noviembre y Ud. no podía salir de los campos, hoy en pleno invierno uno anda de zapatos recortados y se va a la meseta sin ningún problema. No, no lógicamente, acá ha cambiado el factor clima, dentro de todos los fenómenos que pasaron, nos cambió, digamos, para mal”* (Entrevistado 25).

Sequías y heladas son eventos que varios productores señalan como decisivos en la crisis de producción y rentabilidad en su establecimiento, al punto que se podría hacer referencia a una verdadera “conspiración climática”: *“(...) en el año '82... yo tenía 9,700 cabezas en ese momento y me quedé en el año 84 con 1,300, que fue un invierno seco (...) con el último invierno nevador y también de muchas escarchas, y ahí vinieron las sequías, y llegó el año '84, donde desgraciadamente tuvimos 105 días consecutivos de heladas que llegaron a los 25, 28, 30 grados bajo cero y terminó nuestra hacienda (...) la zona quedó bastante despoblada en ese momento (...) Desgraciadamente de ahí en más, siguió la sequía, siguió la baja rentabilidad, porque el campo no ofrece rentabilidad (...) los últimos años la gente no venía tan bien, la gente venía vendiendo sus haciendas, muchas estancias en sucesiones (...)”* (Entrevistado 25).

Este productor realiza una asociación en su relato de aquellos elementos que fueron señalados como externos tales como la baja rentabilidad y el impacto negativo del clima, asociados a una mala situación financiera de las explotaciones que podía adjudicarse, entre otras razones, a las sucesiones indivisas, es decir, una situación extra-productiva. En ningún momento se ubica en alguna posición relevante en el desencadenamiento de la crisis, todo aparece afuera.

Otro productor utiliza la expresión “golpe de gracia” cuando explica la situación climática y retoma en parte la explicación del INTA respecto de las causas de la crisis: *“(...) yo diría que hay hechos climáticos, lo del '84, la del '87, el volcán del '91, el Hudson, la del volcán fue una cosa terrible, quienes la vivimos esa sabemos lo que pasó, que probablemente encontró el recurso agotado, la capacidad productiva disminuida y entonces le puede haber dado el golpe de gracia (...)”* (Entrevistado 1).

La quinta y última representación también está asociada al clima y al efecto positivo que tendría sobre el pastizal natural: “si viniesen tres o cuatro años de estos, se va a poblar de pasto de nuevo”. Esta representación puede considerarse como la contracara de la representación cuatro, y podría enunciarse de modo simple en términos de “si el clima provoca la caída, el mismo clima puede ser el factor del resurgimiento”.

Los aportes mencionados tienen relación con una “naturalización del problema”, puesto que tanto las causas como la solución a la crisis están afuera, lejos de la posibilidad que ser controladas por el productor. Por lo tanto, lo eximen de responsabilidades ante la emergencia de la situación actual.

Una situación que parece tener peso al momento de calcular la carga actual del establecimiento es que se toma el número histórico de ovinos como referencia pero no se cuestiona si ese número pudo estar sobredimensionado o no se analiza si el estado actual del pastizal puede sostener el número estimado, puesto que si llegó a tener 5,500 o 6,000 animales y hoy no puede sostener 3,000 en buenas condiciones, ¿qué ocurre?, ¿es sólo el clima el factor de cambio?, ¿es

sólo allí donde hay que buscar las explicaciones? Probablemente el haber mantenido el campo con 6,000 o más ovinos es lo que llevó a la situación actual, donde se aprecia un estado de deterioro notable, según los propios dichos del productor.

Un productor tiene una visión bastante ajustada de la problemática: *“bueno, yo entiendo que el que ha trabajado con mucha cantidad de animales, sobrecarga de animales en los campos, que se ha ido comiendo por las patitas, por las pezuñas, la capa fértil, uno se da cuenta. En la parte sud en nuestros campos ha quedado con falta de tierra, de tierra buena, que falta cubrirse. Yo lo entiendo así por desertificación, que falta la capa...”* (Entrevistado 35).

Esquemas analíticos para comprender la relación ganadería ovina extensiva - desertificación

Se presentan tres esquemas analíticos para comprender diferentes visiones acerca de la relación producción ovina extensiva y desertificación en Santa Cruz. La Figura 2 (explicación ganaderos) procura dar cuenta de la visión que los productores tienen sobre el fenómeno. Según surge del relato de éstos, el abandono y despoblamiento y establecimientos ganaderos es adjudicado básicamente a tres elementos, que confluyen en la crisis de rentabilidad: variaciones climáticas, incidencia de los depredadores y fluctuaciones en el precio de la lana. A partir de estas consideraciones las opciones que se abren son dos: cierre y abandono de establecimientos o continuidad de la producción en condiciones de extrema precariedad, es decir, en condiciones de subsistencia.

El cierre y/o abandono es y fue una opción para quienes tenían otro ingreso en algún centro urbano o que, cuando aun podían vender la explotación, lo hicieron y con lo recaudado compraron viviendas para rentar o un comercio en la ciudad, éstos tenían su propia vivienda en la ciudad. La continuidad en la explotación es y fue la opción obligada para quienes no pudieron (los mayores especialmente) hacer otra cosa. En general son personas que no tenían vivienda en ningún centro urbano y que habían vivido prácticamente su vida entera en el campo.

Por su parte, la Figura 3 (explicación organismos técnicos) articula los componentes de una explicación posible por parte del personal que interviene en los diversos ámbitos rurales desde una racionalidad, en general, no nativa. El personal de estos organismos, recupera componentes presentes en la explicación de los productores pero los articula con otra lógica y, sobre todo, desde otro acervo de conocimientos. Básicamente, tomar en cuenta las variaciones climáticas supone realizar relevamiento de pastizales (tecnología relativamente nueva y, dependiendo quién la lleve a cabo, costosa en su realización), no hacerlo conduce a un desajuste de la carga, en relación con lo que el pastizal puede sostener y, consecuentemente, a una sobrecarga relativa del campo, cuya repetición es factor decisivo en la emergencia del fenómeno de la desertificación y sus consecuencias.

Por último, la Figura 4 pretende sintetizar la compleja interacción hombre y naturaleza en el caso de los productores extensivos de ovinos. En la misma se procura exponer la diversidad de elementos que intervienen en la situación actual de las explotaciones, específicamente, como que lo que hoy es asumido como una crisis de rentabilidad por efecto de los bajos precios de la lana y por la mortandad de animales debido a inclemencias climáticas es, en realidad, el emergente de una forma social de producción que no consideró una utilización

conservacionista del pastizal natural, desembocando en un agudo proceso de desertificación que está en la base de la crisis de la explotación ovina extensiva en la Patagonia austral.

DISCUSIÓN

Puede inferirse, desde el análisis presentado hasta aquí, el impacto que representó para la producción ganadera de la provincia la erupción del volcán Hudson (agosto de 1991) (Andrade *et al.*, 2010). En 1988 en la categoría de entre 3,001 y 5,000 animales había un 23.8% de los establecimientos; 3 años después encontramos allí al 88.6%, es decir, la erupción y posterior deposición de cenizas diezmó los rebaños, evento ocurrido en un contexto de política económica que no favorecía a la actividad, de modo tal que el impacto fue devastador para esta producción. Además, en la comparación intercensal, se aprecia una notable disminución del número de establecimientos censados: muchos no habrán sido encontrados pero muchos más estaban (y la mayoría sigue) abandonados. En Santa Cruz, es notoria la caída de la población rural entre 1991 y 2001: más de 6,000 personas que, probablemente, han ido a engrosar la población de los diferentes centros urbanos (grandes y pequeños) y no siempre en las mejores condiciones de vida. Un buen porcentaje de esta caída con toda seguridad tiene directa vinculación con la crisis del sector ganadero ovino extensivo y con el cierre de establecimientos (Al respecto, *Cfr.* Andrade *et al.*, 2010).

La gravedad del proceso erosivo se refleja con claridad en la caída del stock: de 7 millones de cabezas en 1937 a poco más de 2 millones en la actualidad. Además, cientos de establecimientos permanecen cerrados desde mediados de los años '90, producto de la paridad cambiaria del gobierno del presidente Menem y la erupción del volcán Hudson en 1991, que dio el golpe de gracia a una producción que venía desarrollándose en una crisis permanente desde hacía décadas. El departamento que menos disminuyó su stock fue Güer Aike con 33%, pasando su carga máxima en el año 1937 de 0.60 animal/hectárea a 0.40 en la actualidad. En el otro extremo, dos de los departamentos más afectados son Magallanes y Río Chico con 71 y 75%, pasando de una carga máxima en 1937 de 0.48 y 0.43 a una de 0.14 y 0.11 respectivamente, disminuyendo notablemente también la población rural. Estos dos departamentos se ubican en la denominada zona centro de Santa Cruz, la cual forma parte de la meseta central santacruceña, uno de los ambientes más frágiles de la provincia.

La desertificación como fenómeno ha sido (y es habitualmente) abordado desde diferentes disciplinas de las ciencias naturales. La posibilidad de una mirada desde las ciencias sociales, específicamente desde la Sociología, habilita la posibilidad de comprender las prácticas de producción que diversos sujetos acometen en sus lugares de vida y producción. Ello favorece visualizar en contexto las cosas que hacen o dejan de hacer, atisbar los modos en que valoran componentes cruciales del ambiente y también las formas de racionalidad desde las que intervienen (hacen o dejan de hacer) en un ambiente específico, en nuestro caso, la estepa árida en la meseta central santacruceña.

La idea de fondo que subyace a las diferentes visiones sobre la producción, la sociedad y el ambiente que se trabajan bajo la forma de “representaciones sociales de la desertificación” se sostienen en teorizaciones de las ciencias sociales y humanas que buscan comprender dónde y cómo se estructuraron los comportamientos actuales, asumiendo que el momento decisivo

es aquel en el cual las primeras prácticas son ejecutadas y las cuales funcionan, a partir de allí, como matrices de las que vendrán posteriormente. Bourdieu explica con claridad esta centralidad: *“el peso particular de las primeras experiencias se debe especialmente a que el habitus tiende a asegurar su propia constancia y su propia defensa contra el cambio, mediante la selección que realiza entre las nuevas informaciones, rechazando, en caso de exposición fortuita o forzada, aquellas que puedan cuestionar la acumulación acumulada y, sobre todo, evitando la exposición a tales informaciones”* (Bourdieu, 1991: 104). El habitus, una categoría central en la teoría del autor, es una estructura que se ha ido consolidando con el tiempo y funge como estructuradora de las prácticas subsiguientes, no pudiendo el sujeto que las lleva adelante revisar el origen ni el contexto en el que las mismas se generaron y conformaron el “modo de hacer esa actividad en ese lugar”. Un análisis detallado de los enfoques teóricos y su aplicación puede verse en Andrade (2005).

El aporte de Bourdieu contribuye a comprender por qué muchos productores dan explicaciones similares a los problemas actuales del campo, muchos de ellos sin haberse visto una vez en la vida: *“la homogeneización objetiva de los habitus de grupo o de clase que resulta de la homogeneidad de las condiciones de existencia, es lo que hace que las prácticas puedan estar objetivamente concertadas sin cálculo estratégico alguno ni referencia consciente a una norma, y mutuamente ajustadas sin interacción directa alguna y, a fortiori, sin concertación explícita (...) como dice Leibniz, «no siguiendo más que sus propias leyes», cada uno «se pone de acuerdo con el otro» (...)”* (Bourdieu, 1991: 102). Iguales condiciones de existencia dan origen a modos similares de pensamiento. Los habitus surgen y se consolidan en esa dialéctica de interiorización de lo externo y exteriorización de lo interno.

Pueden llevarse estas argumentaciones al contexto que interesa y hablar de prácticas sociales de producción, compartidas y consensuadas implícitamente entre los productores de la zona centro, de modo tal que ya no cuestionan las premisas de partida, cual si fuera un sistema axiomático, y buscan afuera los elementos que provocan disturbios en ella.

Respecto de la importancia que adquiere la variable clima y sus diferentes interpretaciones en el discurso de los ganaderos, Cuadra (1995) aporta datos concretos en esta discusión: *“contrariamente a lo que se podría imaginar, han descendido las temperaturas mínimas absolutas, y en algunos casos en forma significativa (entre 1 y más de 5° C). Esta cuestión debe ser tomada como un diagnóstico importante en el estudio de este sistema natural-antrópico, pues se observa un aumento general de las amplitudes térmicas medias (...) esto permite interpretar la existencia de un proceso de intensificación de la continentalidad, que seguramente participa como factor en el avance de la desertificación que sufre la Provincia, aunque sus causas directas están imbricadas con el manejo humano de las explotaciones ganaderas, más que con el cambio climático (...)”* (Cuadra, 1995: 17). Más adelante, el mismo autor reflexiona sobre una situación que no es de fácil percepción por las personas comunes sino por los científicos, y está relacionada con el calentamiento global del planeta, *“si bien en la mayoría de las localidades se aprecia un aumento en las precipitaciones anuales, está visto que por ahora las mismas no compensan la acción ejercida por el ascenso térmico, y por ello notamos una evolución de la continentalización-desertificación”* (Cuadra, 1995: 18).

En todos los casos, por ser la ganadería ovina desarrollada en la modalidad extensiva, la

superficie es un componente central de este sistema: a menor productividad por hectárea del pastizal natural mayor demanda de superficie. Estas constataciones muestran que las estancias con stock ovino tienden a concentrarse en los estratos de mayor superficie, lo cual no necesariamente supone majadas de mayor número de cabezas ni la posibilidad cierta de sostenerlos de modo saludable.

Datos actualizados a abril de 2013 con fuentes extraoficiales y relativas al departamento Magallanes, uno de los más afectados por el proceso de desertificación, indican que, con información para 97 establecimientos, 29 se dedican a la ganadería ovina extensiva con un stock de más de 1,000 animales y 12 lo hacen con un stock igual o menor a 1,000. Otros 11 están dedicados a actividades mineras y los restantes se encuentran en diversas condiciones de ocupación y/o producción. En general, es un departamento muy afectado ambiental, social y productivamente; la producción ovina y la tasa de extracción de animales destinados a faena (capones y corderos) es baja y la posibilidad de producciones alternativas todavía no encuentra pruebas convincentes para que algunos productores se decidan a analizarlas seriamente y acometer las inversiones necesarias para ponerlas en práctica (véase Andrade *et al.*, 2010).

Lo valioso de comprender el discurso de los ganaderos no es tanto la búsqueda de una verdad como la necesidad de aproximarse a un conocimiento del mundo subjetivo, en el cual cada sujeto en tanto miembro de un colectivo de sujetos, valora y toma decisiones sobre el manejo de su ganado en un ambiente extremadamente frágil y erosionado.

CONCLUSIONES

La información analizada hasta aquí intentó mostrar cómo se estructura el pensamiento de los productores con relación al ambiente, de los elementos que consideran en su análisis y de cómo construyen un discurso sobre la situación actual y su devenir, resignificando hechos que para ellos son “la prueba” de que lo que dicen es lo que realmente aconteció. En este sentido se habla de una “conspiración climática”, puesto que en muchos productores aparece la idea del “golpe” que asestó el clima en sus explotaciones, lo que implica no ver en la situación actual una construcción histórica sino una “naturalización del problema” en cuya emergencia ellos no tuvieron participación.

Sin desmerecer la incidencia que tienen el clima y los depredadores en la disminución del stock de animales y sobre la rentabilidad de las explotaciones, en el discurso de los productores estos elementos se combinan de tal modo que permiten negar o, al menos soslayar, la causa principal de la crisis: el sobrepastoreo ovino, producto de una decisión y una práctica social. Muchas explicaciones se apoyan en la creencia de con una sucesión de “años buenos” el campo mejorará, lo cual se transforma en un nuevo obstáculo con vistas a implementar políticas de reconversión productiva y de manejo conservacionista del suelo. Las cinco representaciones señaladas harían las veces de puntales que sostienen la explicación que los productores dan de los distintos elementos que desembocaron en la situación actual; de su adecuada consideración depende gran parte del porvenir de estos y otros productores en similares condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, L., V. Bedacarratz, R. Álvarez & G. Oliva. 2010. *Otoño en la Estepa. Ambiente, ganadería y vínculos en Patagonia Austral*. La Colmena. Buenos Aires. Argentina.
- Andrade, L. 2005. *Sociología de la desertificación. Los productores ovino extensivos de la meseta central de Santa Cruz*. Miño y Dávila Eds. Buenos Aires. Argentina.
- Andrade, L. 2002. *Sociología de la desertificación en la Patagonia Austral: los productores de la Meseta Central de Santa Cruz*. *Theomai*. Universidad Nacional de Quilmes. Nro. 7. <http://revista-theomai.unq.edu.ar/numero7/artlarryandrade7.htm>
- Barbería, E. M. 1995. *Los Dueños de la Tierra en la Patagonia Austral 1880/1920*. UFPA. Río Gallegos.
- Bourdieu, P. 1991. *El sentido Práctico*. Taurus. Madrid.
- Cuadra, D. E. 2013. *La dinámica socioambiental en Santa Cruz (Extracto de la Tesis Doctoral)*. Ed. Machagai-Geodec. Corrientes.
- Cuadra, D. E. 1995. Aportes a la climatología de Santa Cruz. *Revista Espacios*. UNPA. Río Gallegos.
- Censo Nacional Agropecuario (CNA). 2002. INDEC. Buenos Aires. Argentina.
- Censo Nacional Agropecuario (CNA). 1988. INDEC. Buenos Aires. Argentina.
- Decreto Nacional 2080 de 1991. Relevamiento de zonas afectadas por la erupción del Volcán Hudson.
- Dimitriu, A. 2010. ¿Nuevas fronteras con múltiples cercamientos? Hacia una revisión crítica de la política territorial y extractiva en la Patagonia (Compilación). FADECS/Theomai. Río Negro. Argentina.
- Espina, H. 1994. Área Piloto de Gobernador Gregores. Proyecto LUDEPA. Fase II. INTA/GTZ - UFPA.
- Giberti, H. C. 1980. *Historia económica de la ganadería argentina*. Hyspamerica. Buenos Aires. Argentina.
- González, L. & P. Rial. 2004. Guía Interactiva de Santa Cruz. INTA. Buenos Aires. Argentina.
- INDEC. 2010. Censo Nacional de Población. Buenos Aires. Argentina.
- Lafuente, H. 1981. *La región de los Césares. Apuntes para una historia económica de Santa Cruz*. Ed. de Belgrano. Buenos Aires. Argentina.
- Nud-Ist V6. Qualitative Data Analysis System.
- Paredes, P. 2010. Mapa de la Meseta Central Santacruceña con localidades. INTA EEA Santa Cruz. Laboratorio de Teledetección.
- Svampa, M. y M. Antonelli. (Eds). 2009. *Minería transnacional, narrativas del desarrollo y resistencias sociales*. Biblos. Buenos Aires.

FIGURAS

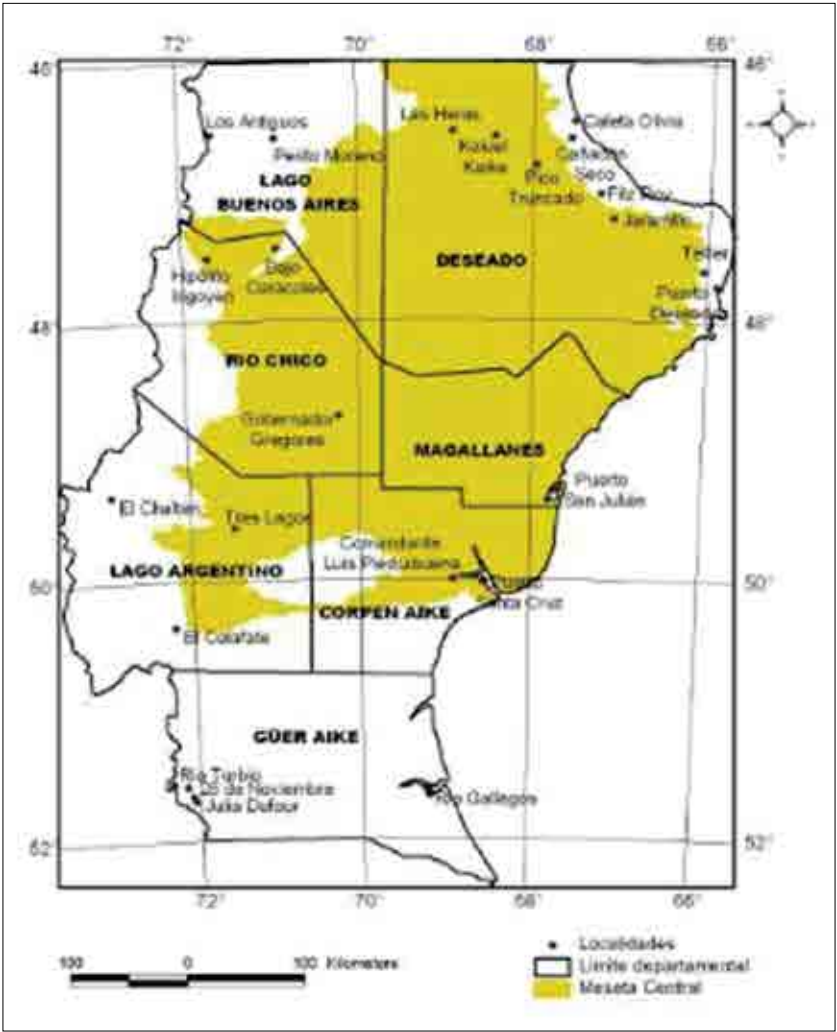


Figura 1. Santa Cruz: Meseta Central, división política y localidades (Paredes, 2010).

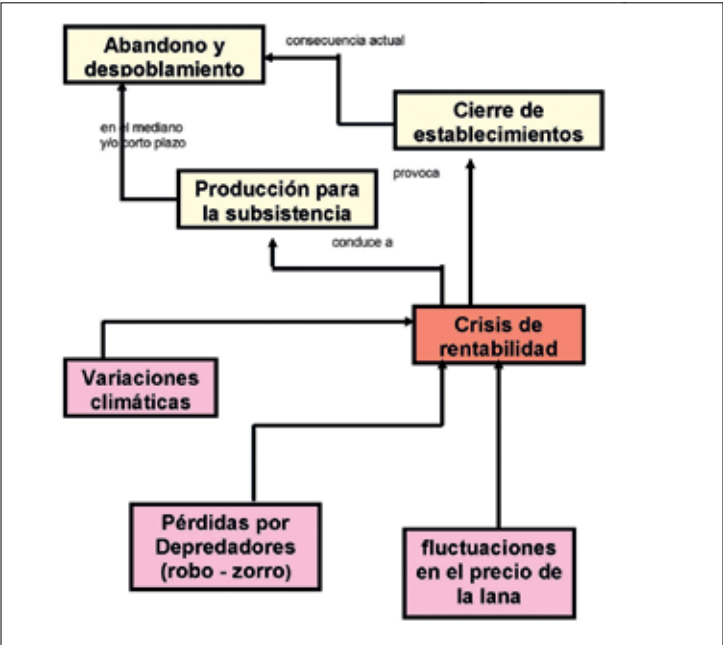


Figura 2. Explicación de los productores.

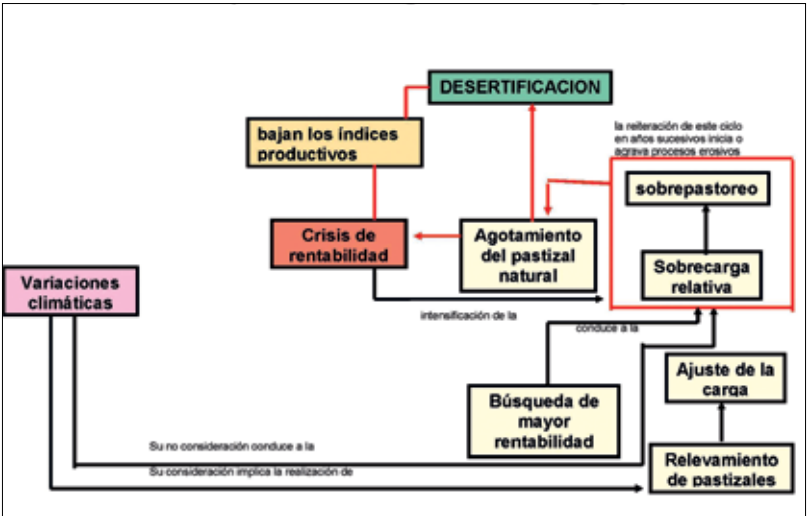
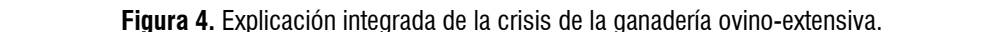


Figura 3. Explicación de los organismos técnicos-agropecuarios.



Departamento	Disminución del stock (%)	Máxima carga x ha. (año)	Carga actual por ha	Máxima población rural (año)
Corpen Aike	47	0.34 (1947)	0.18	2,657 (1947)
Deseado	70	0.37 (1937)	0.11	4,815 (1960)
Güer Aike	33	0.60 (1937)	0.40	5,770 (1970)
Lago Argentino	67	0.43 (1960)	0.14	1,821 (1947)
Lago Bs. As.	58	0.36 (1968)	0.15	1,923 (1970)
Magallanes	71	0.48 (1937)	0.14	1,355 (1947)
Río Chico	75	0.43 (1937)	0.11	2,064 (1947)

Cuadro 2. Residentes en las estancias por sexo (V: varones, M: mujeres) y edad. Total provincial.

Edad (años)	Total Provincial		Distribución por Estancias		Total
	V	M	V	M	
Hasta 14	53	54	24	23	107
15-39	527	95	242	60	622
40-64	1,156	180	558	150	1,336
65 y más	242	92	188	67	334
Total	1,978	421	1,012	300	2,399

Cuadro 3. Establecimientos según número de ovinos en los departamentos Lago Buenos Aires, Río Chico, Magallanes y Deseado.

Estrato (en Número de ovinos)	Número de establecimientos en 1988	Porcentaje del total	Porcentaje acumulado	Nro. de establecimientos en 1991	Porcentaje del total	Porcentaje acumulado
0-1000	251	29.7		108	17.5	
1,001-3,000	295	34.9	64.6	255	41.4	58.9
3,001-5,000	201	23.8	88.4	183	29.7	88.6
5,001-7,000	52	6.1	94.5	46	7.5	96.1
7,001-10,000	32	3.8	98.3	14	2.3	98.4
10,001-20,000	10	1.2	99.5	9	1.5	99.9
20,001 y más	5	0.6	100.0	1	.2	100.0
Total establecimientos	846			616		

Fuente: Censo Nacional Agropecuario 1988 – Decreto Nacional 2080 de 1991.

Nota técnica

Programa AridasLAC

Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sustentable de las Tierras Secas de América Latina y el Caribe

1. Antecedentes

El Programa ÁridasLAC está conformado por varias organizaciones que trabajan en temas relativos a las tierras secas y su desarrollo sustentable. Dentro del marco del Programa se identificó la necesidad de apoyar a los países de la región en la generación y sistematización de conocimientos sobre las tierras secas desde el punto de vista ambiental, económico y social, en especial en las áreas donde existe menor información, con miras a la toma de decisiones políticas e institucionales para el desarrollo sostenible en estas áreas.

El Programa AridasLAC surge alineado a la Estrategia Decenal 2008-2018 de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD), que en su artículo 3 “insta la Convención a transformarse en la autoridad mundial en términos de conocimiento científico sobre desertificación, degradación de la tierra y sequía en las tierras secas”. Dentro de este marco, algunas instituciones se han organizado con el objetivo de apoyar y alertar a los países sobre la necesidad de orientar sus esfuerzos a la organización, producción y sistematización de información y conocimiento sobre las tierras secas. Entre las iniciativas regionales se destacan la creación de la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña de Ciencia y Tecnología para la Implementación de la UNCCD (ILACCT) y las Conferencias Internacionales sobre Clima, Desarrollo y Sustentabilidad en Regiones Semiáridas (ICID), más específicamente sus ediciones ICID Fortaleza e ICID Mendoza.

Para avanzar en el proceso, los socios organizaron una reunión del Comité Directivo del Programa AridasLAC, cuya misión es organizar y promover al avance técnico e institucional de la iniciativa, elaborar los documentos de base, y llevar a cabo la articulación institucional necesaria para la incorporación de nuevos socios y donantes. La reunión del Comité Directivo del Programa AridasLAC, que tuvo lugar durante los días 6 y 7 marzo de 2014, en la sede del Instituto Argentino de Investigación en Zonas Áridas (IADIZA-CONICET), en Mendoza, Argentina, permitió definir las bases del Programa, incluida su visión, misión, objetivos y las actividades clave que articularán el Programa.

2. EL Programa AridasLAC

Conscientes de las limitaciones existentes para el acceso de información de calidad para un proceso sólido de toma de decisiones y formulación de políticas en las tierras secas de América Latina y el Caribe, varias instituciones han trabajado desde 2012 en la creación de una plataforma ciencia-política llamada AridasLAC.

El Programa AridasLAC trabaja con la visión de que el valor de las tierras secas sea reconocido por los diferentes actores, en particular por su contribución a la provisión de bienes y servicios eco-sistémicos, considerando su especial vulnerabilidad. La misión del Programa es fomentar la generación de políticas públicas informadas y contribuir al proceso interactivo y adaptativo de síntesis y generación de conocimiento científico y técnico, integrando los conocimientos tradicionales de las tierras secas de América Latina y el Caribe, favoreciendo el diálogo entre la comunidad científica y los tomadores de decisión, y facilitando los procesos internacionales relacionados con el desarrollo y superación de la pobreza en las tierras secas, con enfoque especial en las Convenciones de Río.

Las instituciones involucradas en la iniciativa son el Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia (IRD), la Cooperación Regional Francesa, el Centro de Gestión y Estudios Estratégicos de Brasil (CGEE), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) con el apoyo técnico de la Oficina de Coordinación Regional de la UNCCD y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), junto con sus institutos que trabajan en zonas áridas como el Instituto Argentino de Investigación de las Zonas Áridas (IADIZA), entre otros. Estas organizaciones conforman el Comité Directivo del Programa AridasLAC, mientras que CEPAL realiza funciones de coordinación de la Secretaría Ejecutiva del Programa.

Una expresión del compromiso de estas organizaciones fue la firma de una carta de intenciones en el marco de la Primera Conferencia Científica de la ILACCT celebrada los días 28, 29 y 30 de agosto de 2013 en la ciudad de Sobral, Brasil. Además de las instituciones citadas anteriormente, la carta de intenciones fue suscrita por el Ministerio de Integración Nacional de Brasil, el Ministerio del Ambiente de Perú, la Agencia Nacional de Aguas de Brasil, la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Educación Superior del Estado de Ceará, la Universidad Estatal Vale do Acaraú (UVA) y la Prefectura de Sobral.

El Programa AridasLAC está abierto a la participación de otros actores de América Latina y el Caribe y el resto del mundo, como por ejemplo universidades, centros de investigación, organismos internacionales, agencias de cooperación internacional, agencias nacionales de ciencia y tecnología, etc.

3. Misión, visión y objetivos

3.1. Visión

Los tomadores de decisión de América Latina y el Caribe reconocen el valor de las tierras secas, su aporte en la provisión de bienes y servicios eco-sistémicos, así como su especial vulnerabilidad. El Programa AridasLAC y los productos generados son reconocidos como referencia informativa y línea de base científica por parte de las instituciones y agencias internacionales, así como por los tomadores de decisión a nivel nacional, regional e internacional en la formulación de políticas, programas, proyectos y otras acciones relevantes al desarrollo sostenible de las tierras secas.

3.2. Misión

Fomentar la generación de políticas públicas informadas y contribuir al proceso interactivo y adaptativo de síntesis y generación de conocimiento científico y técnico, integrando los conocimientos tradicionales de las tierras secas de ALC,

favoreciendo el dialogo entre la comunidad científica y los tomadores de decisión, y facilitando los procesos internacionales relacionados con el desarrollo y superación de la pobreza en las tierras secas, con enfoque especial en las Convenciones de Rio.

3.2.1. Objetivo general

Estimular e institucionalizar un proceso regional e internacional de sistematización, consolidación, generación y difusión de conocimiento para alimentar el proceso de toma de decisiones e impulsar acciones demostrativas orientadas al desarrollo sostenible de las tierras secas.

3.2.2. Objetivos específicos

- Mejorar el conocimiento sobre las tierras secas de ALC relevante para la política pública
- Promover la toma de decisiones informadas sobre las tierras secas de ALC.
- Promover acciones demostrativas de desarrollo sostenible en las tierras secas.
- Fortalecer las capacidades necesarias para el uso y gestión sostenible de las tierras secas.
- Generar y difundir información sobre las tierras secas y los desafíos para su desarrollo sostenible.

4. El Panorama de las Tierras Secas de América Latina y el Caribe

La disponibilidad de información de calidad sobre la situación y perspectivas de las tierras secas de América Latina y el Caribe, en particular sobre desertificación, degradación de la tierra y sequía (DLDD), es uno de los principales obstáculos para la toma de decisiones informadas y la formulación de políticas.

Los Informes Nacionales ante la UNCCD han sido una herramienta fundamental para que los países elaboren diagnósticos sobre la situación de la desertificación, degradación de la tierra y sequía a nivel nacional. Sin embargo, en muchos casos, las líneas de base socio-ambientales, económicas y biofísicas incluidas en dichos informes están basadas en datos de insuficiente solidez científica o desactualizados.

En el marco de la Estrategia Decenal de la UNCCD 2008-2018, los países Parte han realizado avances importantes orientados a convertir a la Convención en la autoridad global en materia de ciencia y tecnología sobre desertificación, degradación de la tierra y sequía (DLDD). Durante la Conferencia de las Partes COP11, celebrada en Namibia en 2013, se tomaron algunas decisiones importantes en este sentido, con implicaciones directas en las actividades en ciencia y tecnología a nivel regional. Más concretamente, la decisión **23/COP11** se refiere al establecimiento de una Interfaz Ciencia-Política y sus elementos principales, incluidos sus módulos regionales. Esta misma decisión, en su párrafo 7, hace un llamamiento a la conformación de plataformas regionales de ciencia y tecnología.

Entre las prioridades identificadas en el contexto de AridasLAC, la consolidación de información fiable e integral sobre los aspectos socioeconómicos y biofísicos de las tierras secas en ALC es el punto crítico para el establecimiento de una interfaz ciencia-política. El Panorama de las Tierras Secas de ALC (LAC Drylands Outlook en inglés) es por lo tanto

el documento que dará respuesta a esta prioridad, y su estructura se basará en los siguientes componentes analíticos:

- 1.- Fuerzas de cambio en las tierras secas - Este componente considerará los aspectos sociales, ambientales y económicos de las tierras secas de América Latina y el Caribe, con la finalidad de comprender la relación entre estos determinantes y las consecuencias de los patrones de desarrollo en la región. Los apartados principales son: historia, demografía, pobreza y desigualdad, globalización, efecto del cambio climático, el rol de la ciencia y tecnología, género y gobernabilidad, entre otros.
- 2.- Situación actual de las tierras secas - Este componente describe la situación de las tierras secas en América Latina y el Caribe. Los principales temas a ser tratados son: tierra, recursos hídricos, biodiversidad, bosques y áreas urbanas.
- 3.- Tendencias futuras de las tierras secas - Este componente aporta respuestas sobre cómo podría cambiar la realidad social, económica y ambiental de las tierras secas de América Latina y el Caribe en las próximas décadas, así como las implicaciones que podrían tener dichos cambios para el desarrollo sostenible. El análisis incluirá una descripción de los escenarios futuros y sus impactos en los ecosistemas de las tierras secas y en los diferentes sectores (alimentación, agua, sanidad, industria, agricultura, etc).
- 4.- Opciones para la acción y políticas de desarrollo sostenible en las tierras secas - Este componente considera políticas y opciones para la acción en las tierras secas para dar respuesta a los desafíos actuales. Se espera abordar los retos y oportunidades para la acción, más específicamente el ordenamiento territorial y planificación multiescala, inversiones e infraestructura en las tierras secas, políticas socio-ambientales y de lucha contra la pobreza, cambio climático, crecimiento poblacional y migraciones y el rol de la ciencia y tecnología.

5. Marco de implementación y financiamiento

El marco de implementación del Programa AridasLAC se fundamenta en las capacidades específicas de sus socios y en el aprovechamiento de las redes científicas y técnicas existentes, tanto a nivel regional como internacional. De esta forma, la implementación del Programa se realiza a través de un conjunto de organizaciones con ámbito de trabajo regional e internacional (CEPAL, CGEE, IRD, UNCCD), mientras que otras organizaciones contribuyen al Programa a través de sus instrumentos nacionales, principalmente a través de las agencias nacionales de ciencia, tecnología e innovación de la región de América Latina y el Caribe que participan en el Programa AridasLAC.

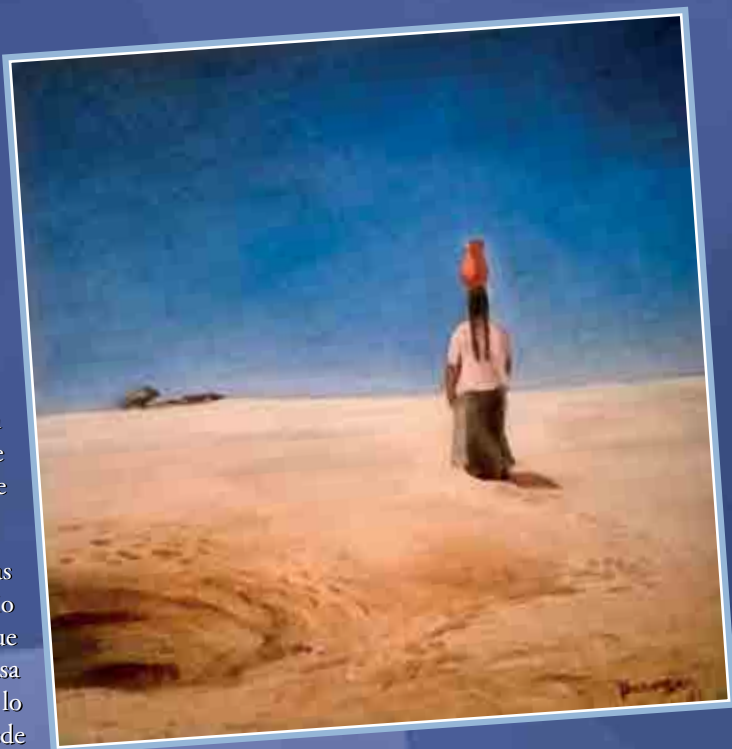
Este esquema se sustenta en un modelo de financiamiento modular basado, por una parte, en la movilización de recursos a nivel internacional (Unión Europea y otros), y por otra, en recursos disponibles para actividades de ciencia, tecnología e innovación sobre las tierras secas en la región de América Latina y el Caribe (convocatoria de becas, doctorados, programas de innovación, etc). Además, el Programa AridasLAC apunta a oportunidades de financiamiento dentro del contexto de la cooperación Sur-Sur en ámbitos de gran importancia para las tierras secas como el cambio climático, la seguridad alimentaria o la gestión de recursos hídricos.

El óleo *“Mujer en el desierto de Sechura”*

José Sabogal (1888-1956)

La estructura visual del cuadro parece simple: el desierto y el cielo se oponen, en el espacio partido en dos por la línea del horizonte; en un codo del límite entre ambos, se esboza una o varias viviendas, con un árbol al pie, que bien podría ser un algarrobo; la oposición entre el pozo y las casas, forman uno de los lados del triángulo que cierra la aguadora y delinea la perspectiva. La mujer parece una indígena del desierto de Sechura.

Pero la mujer, puesta de espaldas al espectador, crea el misterio de una mirada no vista, y que parece dirigirse hacia la casa hacia adonde camina. ¿Vemos lo mismo que ella, aunque sea desde más lejos?



Parece una contradicción que el pozo no forme parte del oasis, evidenciado por las casas y el árbol, que podría sugerir más árboles, ocultos por la imprecisión del alcance de nuestra vista. La distancia es salvada por el andar de la mujer, que establece así un tiempo en el espacio visual. El cuadro, pues, tiene un tiempo, definido por el acto de caminar una distancia, la distancia entre el agua y su uso, entre el pozo y las casas.

En su trayecto, la mujer piensa, baliza el espacio, hace memoria. El cuadro entonces crea también este otro tiempo, el tiempo interior de la mujer en su andar, su quehacer subjetivo.

Esta también otro tiempo, el de la historia. Quien mira el cuadro pertenece a otra historia, la historia del consumo del arte, la historia del espectador inscrito en el tiempo del hecho

artístico y de la admiración de la obra. Este tiempo es abierto, pues no son unos sino muchos los espectadores, desde 1951, la fecha del cuadro, en plena dictadura del general Odría.

Pero no es la única historia. Muchos de los supervivientes indígenas al holocausto de la conquista y del colapso demográfico de los yungas del Chira y el Piura no vivían en el desierto. Las haciendas y poblados españoles se quedaron con las mejores tierras: aquellas que disponían de agua, las de las quebradas del alto Piura, en su periódica bajada desde la próxima cordillera. Y, claro, las del Chira y su cuenca, en sus estadios menos próximos al mar. Los indígenas tallanes fueron reducidos en pueblos del desierto en las partes bajas de los valles. Por supuesto que también en estas había indígenas, como los de Catacaos, que venían de una ocupación más antigua, y los mismos pescadores. Pero a estos se sumaron aquellos, y así quedaron conformadas las grandes reducciones, después comunidades de indígenas, del desierto piurano.

Esta es otra historia del cuadro, la invención colonial de los indígenas.

Lo que muestra tal vez la mirada de la aguadora que no es oculta, lo que quizás razona y siente el tiempo interior de ella, lo que sugiere su salvar la distancia entre el pozo y el oasis, es la densidad de una cultura, la de los indígenas de comunidades obligados a recrear su experiencia lejos de sus antiguas tierras.

Que esta cultura se recreó después lo muestra el éxito de las comunidades, por ejemplo, cultivando el algodón país y abasteciendo con su fibra el mercado colonial; o, por ejemplo, su lucha por conservar sus menguados derechos al agua, impidiendo que se concreten los intentos de los hacendados de represar las aguas en las partes medias y altas.

El espectador se inscribe pues en un conflicto histórico. Uno más reciente, que ocupó buena parte del siglo XX, sucedió cuando el cultivo industrial del algodónero pretendió el exterminio del algodón país y sus fibras de diversos colores. Pero la gente de comunidades, quizás también esta aguadora, conservó las semillas y salvaron la especie.

José Sabogal (Cajabamba, 1888; Lima, 1956), cuando pintó este cuadro, había dejado ya hacía mucho lo mejor de su producción indigenista. Sería inoportuno repetir aquí la polémica en torno al indigenismo; lo mejor sería recordar que su obra, siguiendo su apuesta artística, contribuyó decisivamente a poner de manifiesto que el Perú no solo era Lima ni las poblaciones criollas, y que existía un agudo conflicto sociocultural.

No he pretendido interpretar el propósito del artista; solo he querido ser parte del destino de toda verdadera obra de arte: ser capaz, por su propia naturaleza estética, de sugerir una experiencia propia a cada nuevo espectador.

Javier Monroe

Lima, 11 de mayo 2014



GUIA DE AUTOR

Zonas Áridas

Revista publicada por el Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

Director del CIZA: M.Sc. Juan Torres Guevara

Editora en Jefe: Dra. Fabiola A. Parra Rondinel

Comité editorial: Dra. María de los Ángeles La Torre-Cuadros

Dr. David Ramírez Collantes

M. en C. Dora Velásquez Milla

M. Sc. Eric Chávez Betancourt

Dr (c). Nicolás Ibáñez Blancas

GENERALIDADES.

Los manuscritos sometidos o sus contenidos principales no deben haber sido publicados previamente o haber sido enviados para su publicación a otra editorial. Los manuscritos deben ser enviados en formato electrónico, y debe cuidar que el estilo de redacción sea apropiado para una revista científica. Se debe incluir junto con su manuscrito una **carta de presentación** indicando la originalidad, consentimiento de publicación y dirección postal y electrónica del autor para correspondencia. Asimismo debe incluir una descripción en no más de 60 palabras de los aportes científicos que sustentan la calidad de su artículo para ser considerada su publicación. Enviar una copia de los mismos al correo electrónico de la revista: zonasaridasperu@gmail.com

Los manuscritos serán evaluados anónimamente de acuerdo a los criterios de nuestra política editorial.

INSTRUCCIONES GENERALES

- Use papel tamaño A4. Dejar un margen de 1" (2.5 cm) en todos los lados de la página. Alinear el texto en extenso hacia la izquierda. Evite utilizar guiones o diagonales al final de una línea de texto y NO divida una palabra al final de una línea de texto.
- Todo el texto debe ir a doble espacio incluyendo Título, Resumen, Cuadros, Leyenda de Figuras y Referencias Bibliográficas.
- No coloque sangría ni tabule el texto.
- Utilice letra tamaño 12 (Times New Roman).
- **No** utilice negritas.
- **NO** use pies de página.
- Numere todas las páginas y coloque el número de página en la esquina inferior izquierda.
- **Numere las líneas del texto de cinco en cinco.**
- Se recomienda utilizar itálicas y no subrayado en términos o abreviaturas como *et al.*, *sensu*.



- Utilice itálicas para símbolos como P, N, t, r, F, G, U, R, X, x (media). También N=12, **no** n=12; pero utilice df, SD, SE, SEM (texto normal).
- No incluya figuras dentro del texto principal. Se presentarán al final del manuscrito. Y provea las mismas en archivos separados como se indica en la sección 5 (Ilustraciones y Gráficos)
- No incluya cuadros ni citas de figuras en el texto principal. Póngalas en páginas separadas al final del texto principal.
- Cite cada figura o cuadro en el texto principal. Estas deben ser numeradas en el mismo orden en el que son citadas en el texto.
- Usar el siguiente formato para abreviaciones: d (día), h (hora), min (minuto), seg (segundo), diam (diámetro), km, cm, mm, ha (hectárea), kg, g, ml (mililitro).
- Otras abreviaciones de términos o nombres se identifican al mencionar por primera vez el término en cuestión y se menciona en adelante sólo la abreviación.
- Numeración: Escribir en palabras los números sólo del uno al diez (p. ej. cinco árboles) a menos que sea una medida (p. ej. 6 mm) o si va en combinación con otros números (p. ej. 5 abejas y 12 avispas). Utilice comas para separar miles (de 10,000 en adelante pero no para 1000) y puntos para decimales (0.13). Si utiliza porcentajes descritos en el texto: 25%. Relaciones: g/m² (sin espacios). Otro ejemplo de nomenclatura: 21°C; 39°15'N (sin espacios).
- Cada referencia citada en el texto debe ir en la lista de Referencias Bibliográficas y viceversa.
- Citar solamente material publicado o artículos **aceptados** para publicación (citar como “en prensa”).
- No se aceptan citas como “en preparación” o “sometido a publicación”

Utilice el siguiente formato para los **encabezados**:

TÍTULO

ENCABEZADO PRINCIPAL

Encabezado de segundo orden

Encabezado de tercer orden

Ensamble el manuscrito en el siguiente orden:

1. Página con título
2. Resumen y Palabras clave
3. Abstract and key words
3. Texto principal (INTRODUCCIÓN, MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS, DISCUSIÓN, CONCLUSIONES)
4. Agradecimientos (si aplica)
5. Referencias bibliográficas
6. Cuadros
7. Leyenda de figuras



8. Figuras
9. Apéndice (si aplica)

1. PÁGINA CON TÍTULO Y AFILIACIÓN DE AUTOR(ES)

- El título completo, alineado a la izquierda y con cada palabra en mayúscula, no mayor a 15 palabras.
- Debajo del título, incluya el (los) autor (es), afiliación profesional, y la (s) dirección(es) completas sin abreviar. Utilice superíndices numerados luego de cada nombre si la dirección del autor ha cambiado desde el momento en que se hizo la investigación. En el caso de manuscritos con varios autores, debe utilizarse otro superíndice asterisco (*) para indicar cuál autor es el **autor para correspondencia**.

2. RESUMEN

- El resumen no debe ser mayor de 300 palabras para artículos y 100 palabras para notas.
- El Resumen debe incluir brevemente: antecedentes y objetivos, métodos, resultados principales y conclusiones. No use abreviaciones en el resumen.
- Luego del resumen incluya hasta un máximo de 10 palabras clave en orden alfabético, que debe incluir el nombre científico de la especie en estudio de ser el caso.
- Los manuscritos en español y portugués deben tener un resumen y palabras clave en inglés. Los manuscritos en inglés y portugués deben tener un resumen y palabras clave en español.

3. TEXTO PRINCIPAL

- Los nombres de los encabezados de las secciones son Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones (y Agradecimientos si aplica)
- Utilizar para los encabezados de las secciones mayúsculas. Alinear a la izquierda y dejar doble espacio.
- Si se necesitan nombres de subsecciones, los nuevos encabezados deben ir en minúscula, alineados a la izquierda y con una tabulación.
- El siguiente encabezado (de tercer orden) debe ir en cursivas.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Use el siguiente formato para **CITAS** en el texto:

Un autor: Torres (1998) ó (Torres, 1998).

Dos autores: Torres & Jiménez (1998) ó (Torres & Jiménez, 1998).

Tres o más autores: Jiménez *et al.* (1998) ó (Jiménez *et al.*, 1998).

- Manuscritos ACEPTADOS para publicación pero todavía no publicados: Torres (en prensa) ó (Torres, en prensa).
- Material sin publicar: (J. Torres, com. pers.) o (J. Torres, obs. pers.).



- “En preparación” o “sometido a publicación” **NO** es aceptable.
- Cite las referencias de un mismo autor cronológicamente, comenzando por la publicación más antigua.
- En el texto principal, citar los diferentes autores comenzando por la publicación más antigua, y luego por orden alfabético si fueran del mismo año de publicación.

Para la lista de **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** presentar:

- Las referencias deben ir en orden alfabético.
- Las referencias de un mismo autor principal y mismo año van con letras minúsculas (1999a, 1999b) ordenadas alfabéticamente según el nombre del segundo autor.

Artículo de revista:

Cite a los autores. Año. Título del artículo (solo ponga en mayúsculas la primera palabra y nombres propios). Título de la revista (SIN abreviar) en cursivas, volumen y número: páginas.

Toledo, R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa chilena. *Revista de Biología de Chile* 40(1): 241-256.

Casas, A., A. Valiente-Banuet, J.L. Viveros, J. Caballero, L. Cortés, P. Dávila, R. Lira & I. Rodríguez. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 55:129–166.

Libro:

Cite autores; año; título del libro (en *italicas*); Editorial; ciudad de publicación.

Weberbauer, A. 1945. El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Estac. Exper. Agric. La Molina. Edit. Lume. Lima.

Capítulo en libro:

Cite autores; año; título del artículo o capítulo (en mayúsculas sólo la primera palabra y nombres propios); editor; título del libro (*italicas*); páginas del capítulo; editorial; ciudad de publicación.

Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En: Bullock, S. H., H. A. Mooney & E. Medina, (Eds.), *Seasonally dry tropical forests*. 146-194. Cambridge University Press, Cambridge.

Artículos solo on-line:

Aizen MA, C. Morales & J. M. Morales. 2008. Invasive mutualists erode native pollination webs. *PloS Biology* 6: e31. doi:10.1371/journal.pbio.0060031.



Tesis

Delgado-Lemus, A. 2008. Aprovechamiento y disponibilidad especial de *Agave potatorum* en San Luis Atolotitlán, Puebla, México. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Morelia.

Paginas Web

Apellido de autor(es), iniciales del autor, Año, título del artículo. URL completo. Fecha de la última visita (ejm. 12 Ene. 2003)

5. ILUSTRACIONES O GRÁFICOS

- Todo lo que es fotografías, dibujos, o gráficas se refiere en el texto principal como “Figura”. Es importante asegurarse que cualquier símbolo, línea, o texto dentro de la figura sea legible al momento de la edición de la misma.
- Todas las figuras deben ser enviadas por separado, a color, en formato electrónico original. El (los) autor(es) se hace responsable de proveer material gráfico de alta resolución y calidad. Se recomienda una resolución no menor a 300 dpi.
- Las figuras compuestas deben enviarse como un único archivo, agrupadas, y se debe incorporar una letra minúscula (a, b, c, d, etc.) por cada imagen agrupada. Se debe citar en el texto como ejem. “Figura 1a”. Asimismo, en el título de figura debe indicarse un “subtítulo” por cada letra que describa cada imagen de la composición.
- Los títulos de las figuras se colocan en la Leyenda de Figuras, NO dentro de la imagen.
- La leyenda de la imagen/ilustración debe incluirse en el texto del título de Figura.
- Se aceptan en orden de preferencia los siguientes formatos:

Adobe illustrator (.ai)

PDF (.pdf)

EPS (.eps)

GIF (.gif)

JPEG (.jpg)

TIFF (.tif)

POSTULACIÓN DEL MANUSCRITO

Enviar lo siguiente por **correo electrónico**:

Los diferentes tipos de contribuciones a Zonas Áridas deben ser enviadas a través del correo electrónico: zonasaridasperu@gmail.com. Los documentos a incluir son los siguientes:

1. Manuscrito, con cuadros y todas las figuras insertados, en formato de archivo DOC de MS Word.
2. Figuras en archivos separados, en el formato indicado en sección 5 Ilustraciones o Gráficos (jpg o tiff, etc).
3. Carta de presentación: Debe incluir instrucciones especiales, cualquier cambio anticipado de dirección del autor responsable del manuscrito y su dirección electrónica.



Puede incluirse también el nombre y dirección de potenciales revisores del manuscrito. Debe incluir una descripción en no más de 60 palabras de los aportes científicos que sustentan la calidad de su artículo para ser considerada su publicación. Si se trata de reproducción parcial de un artículo previamente publicado, es **INDISPENSABLE** contar con la autorización respectiva del responsable de la Revista donde fue previamente publicado. **No se aceptarán manuscritos que no adjunten la carta respectiva.**

IMPORTANTE

Sólo se aceptarán y entrarán en proceso de revisión aquellos manuscritos que sigan las instrucciones especificadas en este documento. **No se aceptarán manuscritos que no sigan el formato descrito en la presente guía, así como el estilo de redacción acorde a una revista científica.** Cualquier duda puede comunicarse directamente al correo electrónico de la Revista.

SEPARATA FINAL (GALERAS)

El autor principal recibirá una copia electrónica libre de costo de su artículo publicado en la revista, el cuál podrá ser distribuido libremente.

