



AGRONOMÍA

REVISTA DE DIVULGACIÓN TÉCNICA - CIENTÍFICA / FUNDADO EN 1904

EDICIÓN

53

DICIEMBRE 2023

ARTICULOS CIÉNTIFICOS

BIODIVERSIDAD DE LA CAÑIHUA
(*Chenopodium pallidicaule*
AELLEN) CULTIVADA EN LA
ZONA ALTOANDINA

DINÁMICA DE LOS SISTEMAS
DE SEMILLAS EN EL PERÚ

DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN
PEDUNCULAR EN LA CANOPIA DE
ÁRBOLES DE PALTO CV. "HASS" EN
DOS ÁREAS COSTERAS DEL PERÚ

NOTICIAS

I FERIA
INTERNACIONAL DE
HORTICULTURA

II EXPOFERIA DE
ORNAMENTALES

DÍA DE LA
INVESTIGACIÓN

DÍA DE LA
EXTENSIÓN

ENTREVISTAS

INVESTIGACIONES EN
FITOMEJORAMIENTO

PREMIO AL INVESTIGADOR
DEL AÑO

HISTORIAS DE NUESTRA
LA FACULTAD

PROBLEMÁTICA DEL
FENÓMENO DEL NIÑO



Universidad Nacional Agraria la Molina
Av. La Molina s / n La Molina
Telf: 614- 7800



Facultad de Agronomía
Contacto fagronomia@lamolina.edu.pe
Telf: 614- 7800 anexo: 201 / Directo : 348-1660
Apartado 12-056, Lima -Perú

FACULTAD DE AGRONOMIA



La Revista de Agronomía se encuentra constituida por un grupo de estudiantes pertenecientes a la facultad, cuyo objetivo principal radica en la difusión de investigaciones, la presentación de noticias significativas en el ámbito agrícola, así como el análisis de problemáticas contemporáneas en la coyuntura agronómica.

Grupo estudiantil respaldada por la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Apoyo egresada:

Jahiry Villantoy Velazco

Fecha de Publicación

21 de diciembre del 2023

Fotografía de portada

Campo del Huerto curso de Olericultura

Reservados todos los derechos. No se permite reproducir, almacenar ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado electrónico, fotocopia, grabación, entre otros, sin el permiso previo de los titulares de los derechos de propiedad intelectual.

Director fundador:

Pascual Saco Lanfranco

Comité Editorial

Flor de María Quispe Arapa
Oriane Elisabeth Bajalque Calero
Gianella Medalith Cancho Quispe
Ana Olenka Kocchiu Burga

Apoyos pregrado:

Andrea Almeida Obregón
Angie Medina Rivera
Daniela Najaro Castro
Jose Quispe Ccorahua
Kelly Ruiz Fernandez
Thomas David Tapia Jara
Vanessa Alhuay Aragonez

Revista Agronomía

Revista Técnico - Científico

Fundada en 1904

Editada por estudiantes de Agronomía

Volumen A2

Diciembre 2023

Av. La Universidad s/n

La Molina - Perú

Email:

revista.agronomia@lamolina.edu.pe



CONTENIDO



01

Artículos científicos

- Biodiversidad de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) cultivada en la zona altoandina 06
- Dinámica de los sistemas de semillas en el Perú 23
- Distribución de la pudrición peduncular en la canopia de árboles de palto cv. "Hass" en dos áreas costeras del Perú 38



02

Entrevistas

- Investigaciones en fitomejoramiento
- Problemática del fenómeno del niño
- Premio al investigador del año
- Problemática del fenómeno del Niño



03

Noticias

- I Feria Internacional de Horticultura
- II Expoferia de Ornamentales
- Día de la extensión
- LABICPE
- Biblioteca virtual



AGRONOMÍA

La revista Agronomía en esta edición celebra el trabajo arduo de la comunidad en restablecer y fortalecer los valores con la que se dirige nuestra querida Facultad de Agronomía y alma mater Universidad Nacional Agraria la Molina.

Por ello consideramos que la continuidad en divulgar la investigación es fundamental para contribuir al desarrollo de nuestro país, además de elevar la calidad de formación de los estudiantes de la UNAEM.

Ser la primera universidad licenciada del país y estar en los primeros puestos de los rankings mundiales y nacionales, conlleva a una gran responsabilidad.

El Comité Directivo de la revista, agradece infinitamente a todas las personas que hicieron posible esta edición N° 53, a vuestro Decano Andres Casas Diaz por su apoyo constante en la reactivación, docentes que aportaron con su investigación y a nuestras familias por el apoyo incondicional en esta ardua labor, esperamos que esta reapertura ayude a fomentar más investigación científica entre los estudiantes, así mismo de sea de su aceptación y agrado.

Directorio Revista
Agronomía 2023

A photograph of a person's hands holding a large, green, bumpy-skinned avocado. The person is wearing a light blue long-sleeved shirt and glasses. The background is a dense field of green trees and foliage, with sunlight filtering through the leaves. A dark teal diagonal shape covers the right side of the image, containing white text.

DIFUSIÓN CIENTÍFICA

BIODIVERSIDAD DE LA CAÑIHUA
(*Chenopidium pallidicaule* AELLEN)
CULTIVADA EN LA ZONA ALTOANDINA

Jorge Jiménez Dávalos e Iwona Zsarejko

DINÁMICA DE LOS SISTEMAS DE
SEMILLAS EN EL PERÚ

Rember Pinedo-Taco

DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN
PEDUNCULAR EN LA CANOPIA DE
ARBOLES DE PALTO *cv. 'Hass'* EN DOS
ÁREAS COSTERAS DEL PERÚ

A.K. Llanos ; W.E. Apaza

BIODIVERSIDAD DE LA CAÑIHUA (*Chenopidium pallidicaule* AELLEN) CULTIVADA EN LA ZONA ALTOANDINA

AUTORES:

Jorge Jiménez Dávalos 1 Iwona Zsarejko 2

1 Prof. Universidad Nacional Agraria La Molina Perú

2 Prof. Silesian University, Polonia

RESUMEN

La región andina es un importante centro de biodiversidad para muchas especies de cultivos. Entre ellos se encuentran cultivos ampliamente extendidos en todo el mundo, como el maíz (*Zea mays*), la papa (*Solanum tuberosum*) o la ñuña (*Phaseolus vulgaris*). Otras especies, como granos nativos andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Ch. pallidicaule*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*); son típicos de la región o incluso algunos endémicos. Estos cultivos se cultivan a una altitud de 2.500 a 4.500 metros sobre el nivel del mar, a menudo en condiciones climáticas adversas. El objetivo del estudio fue evaluar el nivel y rango de diversidad genética entre variedades locales y variedades de cinco cultivos nativos cultivados tradicionalmente en la sierra peruana. Esto se logró mediante el análisis de la variación morfológica y molecular entre muestras de variedades locales y criollas recolectadas en bancos de germoplasma del Instituto Nacional de Extensión y Agraria (INIEA) y de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). En esta oportunidad se muestra el estudio realizado en 34 accesiones de cañihua recolectadas en dos departamentos de la región del Altiplano, entre 3.800 a 4.500 metros sobre el nivel del mar. Fueron evaluadas en busca de caracteres morfológicos (descriptor IBPGR) tanto cuantitativos como cualitativos. Los experimentos de campo se realizaron en la UNALM, a 3.322 metros sobre el nivel del mar. Se creó una matriz de correlación simple para datos estandarizados para estimar el nivel de asociación entre cada par de descriptores. Luego se realizó el Análisis de Componentes Principales (PCA) para identificar los caracteres responsables de la discriminación de las accesiones. Sobre la base de los descriptores seleccionados por la PCA, los dendrogramas se construyeron utilizando el método de agrupamiento UPGMA. El análisis molecular de las accesiones se realizó con el uso de marcadores AFLP. Se calculó la tasa de polimorfismo de AFLP y los valores de PIC (medida que describe la frecuencia de los alelos). Además, se evaluó el nivel de polimorfismo AFLP entre accesiones. Se aplicó el análisis de varianza molecular (AMOVA) para estimar la varianza genética entre y dentro de grupos de accesiones definidas en relación con su origen. Para el análisis de las relaciones genéticas intragenotípica, se realizó la agrupación UPGMA y el Análisis de Coordenadas Principales (PCO) basado en las matrices de similitud/disimilitud de Dice creadas para los datos del AFLP. Se observó un nivel muy alto de variación morfológica entre las accesiones. Utilizando PCA fue posible identificar los caracteres morfológicos responsables de al menos el 75% de la variabilidad fenotípica observada. Ellos fueron: tipo de crecimiento de la planta, forma y color del tallo, precocidad. La matriz de correlación simple se creó para estimar el nivel de asociación entre pares de descriptores.

INTRODUCCIÓN

Según Tapia (1997), *Chenopodium pallidicaule* es una planta anual de 25 a 70 cm de altura, con variación en el sistema de ramificación. Se han diferenciado dos tipos morfológicos: 'Saigua', que se caracteriza por un crecimiento erecto con pocas ramas secundarias, y 'Lasta', que es muy ramificado. La raíz es pivotante con múltiples raíces laterales. El tallo, las hojas y las inflorescencias están cubiertos por vesículas blancas o rosadas. En la madurez, sus hojas y tallo se vuelven amarillos, rosados, naranjas, rojos o morados. Las hojas son pecioladas, romboides, trilobuladas y alternas. Las inflorescencias se encuentran en yemas terminales y axilares, cubiertas por hojas. Las flores son pequeñas, sin pétalos y en un mismo individuo se distinguen tres tipos: hermafroditas, pistiladas y androestériles. El androceo está formado por uno a tres estambres y el gineceo tiene un ovario superior unilocular. El perigonio recubre el fruto y el pericarpio, y es fino y translúcido. Los frutos son aquenios dehiscentes, de 1,5 a 4 mm de longitud, protegidos por perigonio. La semilla es de 0,5 a 1,5 mm de diámetro, de color marrón o negro, piriforme y ligeramente comprimida. Las semillas no presentan latencia y pueden germinar en la planta si hay suficiente humedad. Debido a

que maduran gradualmente, se produce una pérdida y dispersión espontánea de las semillas, lo que es característico de las especies silvestres. La cañihua se originó en los Andes del sur del Perú y en Bolivia. Fue domesticado por los pobladores de Tiahuanaco establecidos en la meseta del Collao. No se han encontrado restos arqueológicos relacionados con esta planta y, aún así, la muy elevada dehiscencia de los aquenios sugiere que su domesticación no está completa. *Chenopodium pallidicaule* es diploide con 18 cromosomas ($2n = 2x = 18$) y su genoma es de 466 Mbp. Es un cultivo de polinización cruzada debido a su estructura floral. La Cañihua muestra amplia diversidad genética: en estructura de las plantas, forma de hoja, color de tallo y semillas, precocidad, contenido de proteínas, adaptación al suelo y tolerancia a plagas y enfermedades (Tapia, 1997). Simmonds (1966) encontró que los alelos responsables del color rojo de la planta y de la semilla negra son dominantes y los alelos responsables del color verde de la planta y de la semilla castaña son recesivos. Existen más de 380 accesiones de cañihua en colecciones de germoplasma en el Perú en las estaciones experimentales del INIEA en Camacani e Illpa; la Universidad San Antonio Abad del Cuzco; Universidad Nacional del Altiplano, Puno;

UNALM, Lima, y en la Universidad de Patacamaya en Bolivia. Es una planta de día neutro y muestra estrecha adaptabilidad al medio ambiente. Crece muy bien en el Altiplano, pero su rendimiento disminuye drásticamente cuando se siembra fuera de esta zona. Los resultados experimentales indicaron que la cañihua no puede crecer fuera de la región del Altiplano y se considera un cultivo endémico. Las semillas de cañihua se produjeron experimentalmente en Finlandia, en la latitud 40°N. La planta necesita de 500 a 800 mm de lluvia, pero también puede tolerar períodos prolongados de sequía. Muestra extrema susceptibilidad a la humedad excesiva en las etapas iniciales de crecimiento. Una vez establecida, la planta durante la etapa de ramificación es muy resistente al frío y puede tolerar bajas temperaturas (hasta -10°C). Tiene un mecanismo de adaptación en el que las hojas cubren y protegen los primordios e inflorescencias de las lesiones por congelación. Las plantas de Cañihua pueden tolerar temperaturas de hasta 28°C, con un nivel óptimo de humedad. Prefiere suelos franco-arcillosos y con niveles medios de fósforo y potasio. Crece a un pH de 4,8 a 8,5 y es tolerante a la sal. La cañihua es un cultivo

importante en el altiplano de Perú y Bolivia porque produce semillas para consumo humano en zonas entre 3.800 y 4.300 metros sobre el nivel del mar caracterizadas por condiciones ambientales muy adversas. Esto es posible principalmente por su excepcional resistencia al frío en diversas fases fenológicas. La principal zona cultivada se localiza al noroeste del Altiplano, en las zonas de Llari, Macari, Ayaviri, Nuñoa y Huancané del departamento de Puno. Se identificaron entre 5.000 y 6.000 hectáreas de superficie cultivada. También se cultiva en el altiplano de Cochabamba en las provincias de Pacajes, Omasuyos e Independencia en Bolivia. Una de las razones de su marginación en la producción agrícola, es la cantidad de mano de obra necesaria para la cosecha, ya que es imposible utilizar maquinaria debido al tamaño muy pequeño de las semillas que dificulta el manejo de la cosecha y el procesamiento. En el pasado la cañihua era considerada una maleza y se la llamaba incorrectamente “quinua silvestre” (Woods y Eyzaguirre, 2004). Las semillas tienen alto contenido de proteínas (15 a 19%) y, al igual que la quinua y el amaranto (kiwicha), alta proporción de aminoácidos que contienen azufre; sin embargo, su uso se facilita porque las semillas están libres de saponina (Mujica et al., 2001). La forma

tradicional y más frecuente de consumo la harina que se elabora tras moler semillas ligeramente tostadas (cañihuaco) que se utiliza para preparar bebidas frías o calientes. Se conocen más de 15 recetas de diversos platos a partir de semillas enteras y cañihuaco (entradas, sopas, guisos, postres y bebidas). El cañihuaco se utiliza en panadería hasta 20 por ciento de cañihuaco, para mejorar la calidad del pan, galletas, pasteles y otros productos. También tiene usos medicinales: neutraliza el mal de altura. Las cenizas del tallo (“llypta”) son comúnmente utilizadas por los agricultores para masticar junto con las hojas de coca. La planta entera de cañihua, después de la cosecha, también se utiliza para alimentar a los animales, y las cenizas de la planta cosechada se pueden utilizar como repelente contra las picaduras de insectos y arañas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Treinta y seis accesiones de cañihua (figura 1), se utilizaron en el estudio presentado proporcionados por la Estación Experimental Illpa, Puno, perteneciente al banco de germoplasma del INIEA (31) y al Programa de Cereales de la UNALM (5). Fueron recolectados en la parte sur del altiplano peruano, en dos departamentos: Puno (29) y

Cuzco (7). Entre ellas había 34 variedades locales recolectadas en campos de agricultores y 2 variedades comerciales: 'Ramis' (acc. Ca1) y 'Cupi Rosada' (acc. Ca8, Tabla 1). Todas las muestras se cultivan a una altura de 3.800 a 4.500 metros sobre el nivel del mar. Las variedades locales del Cuzco se colectaron de la misma provincia (Espinar), mientras que las accesiones de Puno se originaron en 8 provincias: Puno (12), Melgar (8), Putina (5) y en Lampa, Chucuito, Collao y Huancané.

Las accesiones fueron evaluadas por sus caracteres morfológicos (llamados descriptores) tanto cuantitativos como cualitativos, recomendados en el descriptor del Banco Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR). Debido a la cantidad limitada de semillas disponibles, todos los experimentos de campo se realizaron como ensayos de una sola repetición. A menudo se ha aplicado un enfoque similar en estudios que evalúan la diversidad fenotípica entre accesiones de plantas (Alemayehu y Parlevliet, 1997; Balakrishnan et al., 2000; Panthee et al., 2006).

Tabla 1.

 Datos de pasaporte de 36 accesiones de *Chenopodium pallidicaule* utilizadas en el estudio

Code	Accesión	Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Altitud(m)	Latitud(S)	Longitud(W)
Ca1	CV-001	Puno	Puno	Caracoto	Caracoto	3825	15°33'59"	70°06'12"
Ca2	03-21-157	Puno	Putina	Putina	Putina	3900	14°54'51"	69°52'01"
Ca3	03-21-127	Puno	Putina	Putina	Putina	3900	14°54'51"	69°52'01"
Ca4	03-21-210	Puno	Melgar	Ayaviri	Wajjrani	3950	14°51'20"	70°39'46"
Ca5	LP-02	Puno	Puno	Puno	Salcedo	3827	15°50'15"	70°01'18"
Ca6	LP-11	Puno	Puno	Puno	Salcedo	3827	15°50'15"	70°01'18"
Ca7	LP-01	Puno	Puno	Puno	Salcedo	3828	15°50'15"	70°01'18"
Ca8	CV-002	Puno	Puno	Paucarcolla	Illpa	3847	15°44'30"	70°03'18"
Ca9	03-21-049	Puno	Putina	Putina	Putina	3900	14°54'51"	69°52'01"
Ca10	03-21-043	Puno	Huancané	Taraco	Taraco	3815	15°17'37"	69°58'36"
Ca12	03-21-018	Puno	Putina	Putina	Putina	3900	14°54'51"	69°52'01"
Ca14	03-21-056	Puno	Putina	Putina	Putina	3900	14°54'51"	69°52'01"
Ca15	03-21-091	Puno	Lampa	Calapuja	Calapuja	3843	15°18'24"	70°13'10"
Ca17	03-21-167	Puno	Melgar	Llalli	Sucre	3980	14°56'55"	70°52'17"
Ca18	03-21-179	Puno	Melgar	Llalli	Sucre	3980	14°56'55"	70°52'17"
Ca20	03-21-183	Puno	Melgar	Macar	Macar	3971	14°46'06"	70°54'03"
Ca21	03-21-195	Puno	Melgar	Ayaviri	Wajjrani	3950	14°51'20"	70°39'46"
Ca22	03-21-200	Puno	Melgar	Ayaviri	Wajjrani	3950	14°51'20"	70°39'46"
Ca23	03-21-209	Puno	Melgar	Ayaviri	Wajjrani	3950	14°51'20"	70°39'46"
Ca24	03-21-354	Puno	Puno	Acora	Ccapalla	3850	16°02'32"	69°45'51"
Ca25	03-21-369	Puno	Chucuito	Zepita	Jahuirja mamanirí	3812	16°34'03"	69°02'44"
Ca26	03-21-381	Cuzco	Espinar	Pallpata	Tocroyo	3980	14°53'18"	71°17'35"
Ca27	03-21-382	Cuzco	Espinar	Pallpata	Tocroyo	3980	14°53'18"	71°17'35"
Ca28	03-21-392	Puno	Collao	Ilave	Anta Marca	3850	16°08'30"	69°37'59"
Ca29	03-21-407	Puno	Puno	Masazo	Masazo	3820	15°47'54"	70°20'28"
Ca30	03-21-408	Puno	Puno	Masazo	Com. Cari Cari	3820	15°47'54"	70°20'28"
Ca31	03-21-409	Puno	Puno	Pichacani	Viluyo	3930	16°06'07"	69°58'53"
Ca32	03-21-417	Puno	Puno	Tiquillaca	Alboleda	3900	15°47'42"	70°11'03"
Ca33	03-21-420	Puno	Puno	Vilque	Pampa Vilque	3950	15°45'48"	70°15'19"
Ca34	PCCh-101	Cuzco	Espinar	Espinar	Yauri	4315	14°47'16"	71°24'33"
Ca35	PCCh-102	Cuzco	Espinar	Condorama	Condorama	4485	15°14'19"	71°04'48"
Ca36	PCCh-103	Cuzco	Espinar	Ocoruro	Ocoruro	4156	15°02'59"	71°07'41"
Ca37	PCCh-104	Cuzco	Espinar	Pallpata	Hector Tejada	4209	14°53'18"	71°12'35"
Ca38	PCCh-105	Cuzco	Espinar	Coporaque	Coporaque	4350	14°47'51"	71°31'21"
Ca39	03-21-160	Puno	Melgar	Umachiri	Jacco	3904	15°51'23"	70°45'28"
Ca40	03-21-231	Puno	Puno	Acora	Ccapalla	3850	16°02'32"	69°45'28"

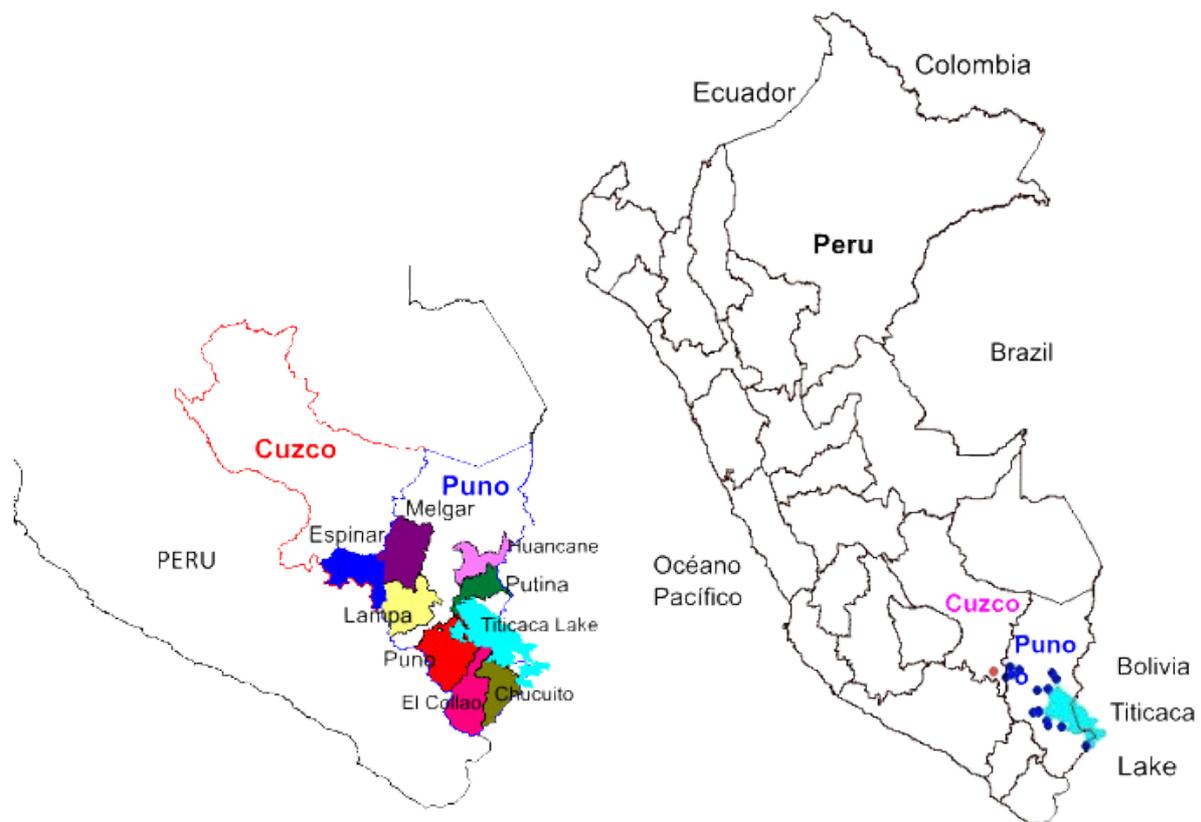


Figura 1. Los lugares de recolección de 36 accesiones de cañihua en dos departamentos del sur del Perú. a) Ubicación de los departamentos (las líneas de color en el mapa representan las provincias donde se encontraron accesiones: Puno – azul oscuro, Cuzco – rojo); b) Provincias de los Departamentos Puno y Cuzco.

Para el análisis molecular, se extrajo las muestras de ADN de las hojas jóvenes de las plántulas. Se tomó el ADN de 10 individuos de cada accesión, para el análisis entre accesiones, se juntó una cantidad igual de ADN de cada individuo y para el análisis inter accesiones se realizó solo en 3 accesiones aleatorias. La extracción de ADN se realizó según el método micro CTAB de Doyle y Doyle (1987) modificado en el Departamento de Genética de la Universidad de Silesia para obtener ADN de alta calidad adecuado para AFLP. La calidad y cantidad del ADN se midieron utilizando

el espectrofotómetro GeneQuant™. Las mediciones de absorbancia a 260 nm oscilaron entre 1,8 y 2,0 para muestras de ADN de 3 µl. Además, la calidad del ADN se evaluó mediante electroforesis en gel de agarosa (gel de agarosa al 0,8% en 50 ml de tampón TBE 1X) utilizando λDNA para comparación. La reacción AFLP comprende dos pasos principales: en el primer paso, el ADN genómico se digiere con dos enzimas de restricción diferentes, generalmente cortadoras de 6 y 4 bases. Luego, se ligan dos adaptadores sintéticos bicatenarios de una secuencia

definida a ambos extremos de todos los fragmentos de restricción (Vos et al., 1995). En el segundo paso, las reacciones de PCR se realizan con cebadores universales complementarios a las secuencias del sitio de restricción y del adaptador. Normalmente, se realizan dos reacciones de PCR sucesivas para reducir una cantidad de fragmentos amplificados a partir de una plantilla de ADN restringida. Los cebadores están diseñados de tal manera que sus extremos 5' son complementarios a los adaptadores, mientras que los extremos 3' tienen pocos nucleótidos elegidos

arbitrariamente (los llamados nucleótidos selectivos) que coinciden con las secuencias que flanquean los sitios de restricción. El número de nucleótidos selectivos depende del tamaño del genoma. Estadísticamente, cada nucleótido selectivo añadido a uno de los cebadores reduce cuatro veces el número de fragmentos amplificados. Por tanto, la PCR con ambos cebadores que tienen un nucleótido selectivo da como resultado una amplificación de 1/16 del conjunto total de fragmentos. Los cebadores con dos nucleótidos selectivos amplifican 1/256 de los fragmentos de restricción y los cebadores con tres 1/4096 (Weising et al., 2005). Para visualizar los patrones de bandas, uno de los cebadores selectivos se marcó radiactivamente con P33 o con un tinte fluorescente y los productos de amplificación se separan en geles de secuenciación de poliacrilamida. Las bandas se visualizaron mediante autorradiografía o mediante equipos de secuenciación de ADN. El sistema AFLP tiene la ventaja de analizar muchos productos de PCR en una reacción (normalmente 50-80). Mediante el uso de combinaciones de cebadores con diferentes extensiones, una serie de amplificaciones de AFLP pueden detectar polimorfismo en sitios de restricción y selectivos de nucleótidos en una fracción representativa del genoma

(Mueller y Wolfewnbarger, 1999).

Selección de combinaciones de cebadores para análisis AFLP.

Se eligieron dos muestras aleatorias para realizar una prueba destinada a seleccionar combinaciones de cebadores que proporcionaran los patrones de bandas más legibles y polimórficos. Se analizaron cebadores que tenían dos o tres nucleótidos selectivos en el sitio EcoRI, en combinación con cebadores MseI con tres nucleótidos selectivos y se probaron veinticuatro combinaciones de cebadores en el experimento inicial con dos accesiones. Se eligieron siete combinaciones de pares de cebadores (Tabla 2). Todos los cebadores EcoRI tenían dos nucleótidos selectivos.

Análisis ALFP dentro de las accesiones. Se utilizaron 5 combinaciones de cebadores utilizadas en este análisis

fueron: *EcoRI*-AG + *MseI*-CAG, *EcoRI*-TG + *MseI*-CAC, *EcoRI*-AC + *MseI*-CTA *EcoRI*-AC + *MseI*-CTT y *EcoRI*-TG + *MseI*-CTG.

Evaluación estadística de datos morfológicos.

En este estudio, el análisis estadístico de variación de caracteres morfológicos cualitativos y cuantitativos se realizó según la metodología sugerida por Franco e Hidalgo (2003), respaldada por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

Análisis multivariado

Análisis de componentes principales (PCA)

La matriz de datos estandarizada se utilizó en el método de ordenación (técnica de reducción de datos) para determinar qué descriptores son responsables de la variabilidad entre las muestras. En este estudio se

Table 2.15. Combinaciones de Primers probadas en el análisis AFLP de dos accesiones de *Ch. pallidicaule* (Ca27 and Ca 28).

Eco Primer	MseI primer							
	CAA	CAC	CAG	CAT	CTA	CTC	CTG	CTT
AC	x	x	x	x	X	x	x	X
AG	x	x	X	x	x	x	X	x
TG	x	X	X	x	x	x	X	x

Las X resaltadas indican los pares de primers seleccionados por el mayor polimorfismo

aplicó el Análisis de Componentes Principales (Dagnelie, 1998), según el procedimiento descrito por Franco e Hidalgo (2003). El PCA es un método que identifica patrones en conjuntos de datos derivados de la descripción simultánea de muchos caracteres. Reduce el número de variables observadas para desarrollar un número menor de variables artificiales (llamadas componentes principales) que explicarán la mayor parte de la varianza en el conjunto de datos original (Townend, 2002). La contribución de las variables a cada componente principal se expresa en valores y vectores. Los valores (valores propios o valores propios) representan la cantidad de varianza asociada con los componentes principales. PCA permite identificar los descriptores responsables de la discriminación de accesiones. Se utilizan diferentes criterios para la selección de los componentes principales, pero la mayoría de los investigadores utilizan dos criterios simultáneamente. El primer criterio, propuesto por Cliff (1987), señala como aceptables aquellos componentes cuyos valores propios explican acumulativamente al menos el 70% de la varianza total. Según el segundo criterio, el valor propio del componente seleccionado debe ser igual o superior a 1 (Kaiser, 1960). En el estudio presentado, los

valores propios y los vectores propios se calcularon utilizando el software Minitab 13.30 y NTSYS-pc 2.1 (Rohlf, 2000).

Análisis de conglomerados

Los datos de los descriptores seleccionados sobre la base del PCA se utilizaron como matriz para construir un dendrograma con el software NTSYS-pc 2.1 (Rohlf, 2000). Para determinar la eficiencia de la UPGMA en la estimación de relaciones genéticas entre accesiones, se calculó un valor cofenético como correlación entre matriz de distancias y matriz cofenética utilizando el módulo MXCOMP (Comparación de matrices) en el software NTSYS-pc 2.1. Cuando la matriz de valores cofenéticos (obtenida del módulo COPH) se compara con la otra matriz en la que se basó el agrupamiento, entonces la correlación denominada "correlación cofenética" se puede utilizar como una medida de bondad de ajuste para un análisis de conglomerados. El grado de ajuste se puede interpretar subjetivamente de la siguiente manera: correlación cofenética > 0,9 muy buen ajuste; 0,9 > 0,8 buen ajuste; 0,8 > 0,7 mal ajuste; y < 0,7 muy mal ajuste. (Rohlf y Sokal, 1981).

Análisis molecular de polimorfismo AFLP

Las bandas de AFLP se calificaron como presentes (1)

o ausentes (0) y solo se consideraron bandas distintas dentro del rango de 100 a 500 pb. Cada marcador (posición de la banda) se consideró como un locus separado. Se supuso que los fragmentos de AFLP con la misma movilidad electroforética eran alélicos y aquellos con diferente movilidad, no alélicos. El polimorfismo AFLP entre las muestras se calculó como un porcentaje de marcadores polimórficos, es decir, loci que expresan la ausencia de una banda o la presencia de una nueva banda en al menos una muestra. El valor del contenido de información polimórfica (PIC), también denominado índice de diversidad genética de Nei o heterozigosidad esperada (Weising, et al., 2005), es una medida comúnmente utilizada para describir la frecuencia de alelos en la población de OUT en el estudio. El valor PIC se calculó según la siguiente fórmula (Vuylsteke et al., 2000):

$$PIC = 1 - \sum_{i=1}^n f_i^2$$

donde f_i es la frecuencia del i -ésimo alelo y n es el número de alelos analizados en una población. Sólo se puntuaron las bandas polimórficas para calcular el valor PIC. Para los marcadores dominantes, como AFLP o RAPD, que tienen solo dos alelos en cada locus, los valores de PIC varían de 0 para marcadores

monomórficos a 0,5 para marcadores presentes con igual frecuencia (0,5) en cada grupo de alelos amplificados y nulos.

Análisis de varianza molecular (AMOVA)

Se construyó una matriz de datos binarios para cada especie, multiplicando el número de OTU (accesiones) analizadas por el número de loci AFLP. Se realizó el análisis de varianza molecular (AMOVA) basado en las distancias euclidianas (Excoffier et al., 1992) para estimar la varianza entre y dentro de grupos predefinidos de accesiones. El análisis se aplicó, mediante el software ARLEQUIN versión 2.0 (Schneider et al., 2000), para particionar la variación genética entre accesiones, entre accesiones dentro de grupos y entre grupos, en este caso, entre accesiones, entre provincias dentro de departamentos y entre departamentos.

Coefficiente de similitud

Las estimaciones de similitud entre accesiones se basaron en el coeficiente de Dice, conocido también como coeficiente de similitud (Nei y Li, 1979; citado después de Weising, 2005), La disimilitud genética entre pares de accesiones se estimó como:

$$GD_{ab} = 1 - GS_{ab}$$

El coeficiente de similitud de Dice, junto con otras dos medidas de similitud: Jackard y Simple Matching, son tres índices de similitud utilizados más comúnmente en estudios de diversidad genética (Warburton y Crossa, 2002). Los coeficientes de Dice y Jaccard solo tienen en cuenta coincidencias positivas (excluyen el doble cero) y a menudo producen resultados similares. Sin embargo, el coeficiente de Dice otorga un peso de 2 a las bandas compartidas, lo que da una mejor diferenciación de individuos con bajos niveles de similitud. Las coincidencias de doble cero no se trataron como informativas porque la falta de la banda AFLP en dos genotipos puede deberse a diferentes eventos evolutivos. En el estudio presentado se empleó el coeficiente de Dice, teniendo en cuenta la alta variabilidad esperada entre las muestras de las especies estudiadas.

Análisis multivariado

Para condensar las diferencias entre las muestras de muchos caracteres en menos caracteres y visualizar estas muestras en un espacio multidimensional, se realizó un análisis estadístico multivariado.

Análisis de conglomerados

La matriz de datos calculada sobre la base del coeficiente de similitud de Dice se creó para los datos del AFLP y se utilizó

en el análisis de conglomerados. Para revelar la diversidad entre las accesiones dentro de cada una de las especies analizadas, se construyeron dendrogramas mediante el método de grupos de pares no ponderados con promedios aritméticos (UPGMA; Sneath y Sokal, 1973) utilizando el software NTSYS-pc 2.1 (Rohlf, 2000).

Análisis de coordenadas principales (PCO)

Se realizó un análisis de coordenadas principales (PCO) utilizando el software GenAlEx V5.04 (análisis genético en Excel) (Peakall y Smouse, 2002) para encontrar variables hipotéticas que expliquen la gran proporción de la varianza en el conjunto de datos original. PCO pertenece a las técnicas de ordenación de Componentes Principales que permiten la proyección de la matriz de datos original en dos o tres nuevas variables no correlacionadas (componentes principales) que explican la mayor parte de la variación de las variables originales. Las técnicas de PC proyectan el conjunto de datos en dos o tres ejes para visualizar diferencias entre OTU y buscar grupos. Con datos moleculares que suelen contener más de 100 marcadores sería imposible crear un gráfico con ejes correspondientes a las

variables. El análisis PCO se sugiere para el uso de datos no paramétricos (matriz 0/1 y distancias genéticas), mientras que el PCA (Análisis de Componentes Principales) parece ser más potente para datos paramétricos (frecuencias alélicas) (Weising et al., 2005). En este estudio, el análisis de PCO se realizó sobre la base del coeficiente de disimilitud de Dice entre las accesiones analizadas dentro de la especie. Para visualizar los resultados se trazaron gráficos bidimensionales basándose en dos coordenadas principales.

RESULTADOS

Evaluación estadística de datos morfológicos

La población de 36 accesiones de cañihua fue analizada para determinar un rasgo cuantitativo (rendimiento) y ocho cualitativos en el experimento de campo. Todas las accesiones mostraron una alta variabilidad en el rendimiento, como lo indica el alto coeficiente de variación para este rasgo (42,46%). El rendimiento medio fue de 461 kg/ha con un rango de 97 kg/ha a 875 kg/ha. La accesión Ca18 mostró el rendimiento más alto y Ca40 el rendimiento más bajo. También se registró una variabilidad muy alta para los rasgos cualitativos. Se observaron todos los tipos de crecimiento de plantas, siendo

los más predominantes los tipos postrados y “lasta” (erectos y de ramificación intensiva). Quince y 14 accesiones poseyeron este tipo de arquitectura vegetal respectivamente, seguidas de 7 accesiones que exhibieron el tipo “saihua” (erecto y poco ramificado). También se observó la variabilidad en la forma de las hojas. La forma de las hojas ovalada y ancha fue la más común, la mayoría de las accesiones (24) se caracterizaron por esta forma, mientras que otras 6 tenían hojas intensamente ovaladas anchas, 3 ovaladas y estrechas y 3 accesiones mostraron hojas romboidales.

Se distinguieron dos grupos de accesiones por la forma del tallo: 25 poseían tallos cilíndricos y 11 angulares. Además, el color violeta del tallo fue predominante, 13 accesiones poseyeron este color, seguidas de 7 rosados, 6 rojos, 6 naranjas, 3 verdes y 1 con tallo de color gris.

Se registraron cuatro tipos de color de inflorescencia: 22 verdes, 8 morados, 5 rojos y una accesión con inflorescencia de color amarillo. El color gris del perigonio fue predominante, 17 accesiones presentaron este color seguido de 6 anaranjados, 4 marrones, 2 dorados, 2 morados, 2 negros y cada una con perigonio de colores rojo, rosa y amarillo. De manera similar, 13 accesiones presentaron epispermas de color gris, 10 marrones, 7 anaranjados y 6 accesiones poseían epispermas

de color negro.

La matriz de correlación simple se creó para estimar el nivel de asociación entre pares de descriptores (Tabla 3.26). Los resultados revelaron sólo dos correlaciones positivas: el color del perigonio mostró una correlación baja, pero estadísticamente significativa en $p < 0,05$, con el rendimiento (coeficiente = 0,37) y con el color de las inflorescencias (0,33). Hubo falta de asociación entre rendimiento y precocidad y tipo de crecimiento de la planta. Por otro lado, la precocidad se correlacionó negativamente con el color del perigonio (-0,36). Las observaciones de campo indicaron que las muestras que mostraban perigonio oscuro tenían mayor rendimiento que aquellas con perigonio claro.

Treinta y dos accesiones se dividieron en cuatro grupos según su origen geográfico (provincias), para analizar la variabilidad en caracteres cualitativos. Las accesiones de 4 provincias (Ca10 de Huancané, Ca15 de Lampa, Ca25 de Chucuito y Ca28 de El Collao) fueron excluidas de este análisis porque cada provincia estuvo representada por una sola accesión. Las accesiones de Puno presentaron la mayor variabilidad. Tenían todo tipo de crecimiento vegetal, ‘postrado’ (8), ‘lasta’ (3) y ‘saihua’ (1); ambas formas de

Tablea 3.26. Coeficiente de correlación entre pares de descriptores utilizados para evaluar la diversidad fenotípica entre 36 accesiones de cañihua.

Descriptor	PGT	SS	SC	LS	IC	PC	EC	Pr	Yd
Plant growth type (PGT)	1.00								
Stem shape (SS)	0.28	1.00							
Stem color (SC)	0.18	0.06	1.00						
Leaf shape (LS)	0.09	0.30	0.07	1.00					
Inflorescence color (IC)	0.03	0.19	-0.05	0.24	1.00				
Perigonium color (PC)	0.17	0.06	-0.01	0.18	0.33	1.00			
Episperm color (EC)	-0.05	0.14	0.03	-0.05	-0.08	-0.16	1.00		
Precocity (Pr)	-0.03	0.13	0.07	-0.01	-0.17	-0.36	0.32	1.00	
Yield (Yd)	-0.01	0.23	0.20	0.27	0.15	0.37	-0.02	0.02	1.00

* Significant at $p < 0.05$ and ** significant at $p < 0.01$

vástago, cilíndrica (8) y angular (4); cuatro formas de hojas, ovalada ancha (6), romboidal (3), ovalada ancha intensa (2) y ovalada estrecha (1); cinco colores de tallo, violeta (4), rosa (3), rojo (2), verde (2) y naranja (1), y plantas tardías (7) y precoces (5). Las accesiones de Putina también exhibieron todo tipo de crecimiento vegetal, ambas formas de tallo, tres formas de hojas, cuatro colores de tallo y en su mayoría plantas precoces. Las accesiones de Melgar se diferenciaron de las demás por la forma de las hojas: en su mayoría ovaladas anchas, mientras que la mayoría de las accesiones de Espinar presentaban tallos cilíndricos.

Análisis multivariado

Análisis de Componentes Principales (PCA)

Sobre la base de los valores

propios calculados, se seleccionaron cuatro componentes principales para su posterior análisis. Estos componentes juntos explicaron el 64,7% de la variación fenotípica observada entre las muestras de cañihua y sus valores propios fueron superiores a 1. El primer componente contribuyó al 23,0% de la variación observada, el segundo al 17,7%, el tercero al 12,4% y el cuarto al 11,5% de la varianza fenotípica total.

El cálculo de correlación entre los componentes principales seleccionados anteriormente y los caracteres morfológicos evaluados en el estudio (valor r) permitió identificar estos descriptores que son responsables de la variación fenotípica asociada a los componentes.

Cuatro descriptores: tipo de crecimiento de la planta, color y forma del tallo y precocidad

expresaron el valor 'r' más alto y fueron seleccionados para el análisis de conglomerados. Para el primer componente, la correlación entre el valor del componente y el descriptor fue la más alta para la forma del tallo y la hoja, seguida de cerca por el tipo de crecimiento de la planta y el color de la inflorescencia y el perigonio. El segundo componente separó las accesiones principalmente según la forma de los tallos y la precocidad, mientras que el tercero según el tipo de crecimiento de la planta y el color del tallo.

Análisis de conglomerados

Se construyó un dendrograma basado en matrices de distancias para datos morfológicos para 36 accesiones de canihua utilizando el análisis de

conglomerados de UPGMA (Fig. 3.20). Cuatro descriptores (tipo de crecimiento de la planta, forma del tallo, color del tallo y precocidad) explicaron la mayor parte de la variabilidad morfológica observada y fueron seleccionados para la construcción del dendrograma. El valor cofenético que indica la aproximación del dendrograma a los valores de disimilitud originales fue 0,74. Se podrían diferenciar dos grupos principales de accesiones según el color del tallo. El grupo I estuvo formado por 21 accesiones de diferente origen, las cuales presentaron tallos de color violeta, rosa o verde en su mayoría. Las accesiones caracterizadas por tallos de color naranja o rojo formaron el grupo II. En el grupo I se distinguieron dos subgrupos según la forma del tallo. El subgrupo Ia incluyó 6 accesiones de Puno, Melgar, Putina y Espinar que presentaron tallos angulares y tipos de crecimiento postrados o lastados. El subgrupo Ib incluyó quince accesiones, también originarias de diferentes provincias y que presentaban tallos de forma cilíndrica. En este subgrupo se observaron todos los tipos de crecimiento de plantas (postradas, saihua y lasta). El grupo II también se dividió en dos subgrupos, que se diferenciaban en el color del tallo. El subgrupo IIa agrupó 8 accesiones

caracterizadas por tallos de color naranja, el subgrupo IIb tuvo 7 accesiones que expresaron tallos de color rojo. Estas accesiones se caracterizaron además por un período vegetativo precoz y un tipo de crecimiento lasta o postrado. Cinco de estas variedades locales derivan de Puno.

“Saihua” describe el tipo de crecimiento vegetal erecto y poco ramificado. “lasta” tipo de crecimiento erecto e intensamente ramificado.

Análisis molecular

Análisis del polimorfismo AFLP.

Sobre la base de un experimento preliminar con

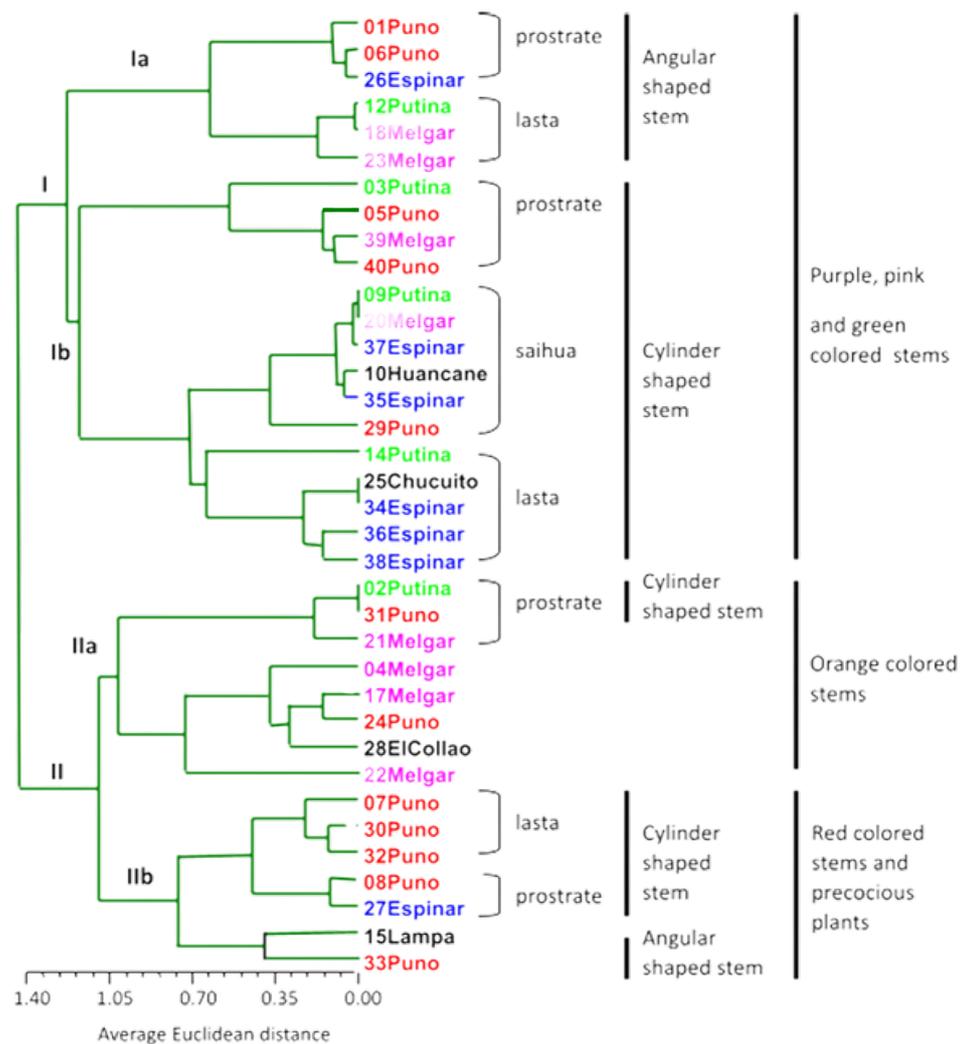


Figura 3.20. Dendrograma de 36 accesiones de *Chenopodium pallidicaule* construidas con el análisis de conglomerados de UPGMA basado en matriz de distancias para caracteres morfológicos seleccionados por PCA. Los colores indican la provincia donde se colectó la variedad autóctona: Puno (rojo), Putina (verde), Melgar (violeta), Espinar (azul) y Lampa, EL Collao, Chucuito y Huancane (negro).

dos muestras, se seleccionaron siete combinaciones de cebadores para el análisis del polimorfismo AFLP en toda la población de *Ch. pallidicaule* (Tabla 2.15). El número de bandas amplificadas por cada combinación de cebadores osciló entre 52 y 81 (Tabla 3.29). Se generaron un total de 460 bandas AFLP en todas las muestras. El nivel de variabilidad genética detectada por los marcadores AFLP entre las accesiones de canihua fue alto, ya que 152 loci AFLP

eran polimórficos, con una tasa media de polimorfismo del 33%, que oscilaba entre el 15% y el 48% para diferentes pares de cebadores. La mayoría de los cebadores dieron aproximadamente un 30% de bandas polimórficas. La tasa de polimorfismo más alta fue generada por la combinación de cebadores EcoRI-TG + MseI-CAG (48%). Esta combinación también dio el mayor número de bandas AFLP.

El contenido de información polimórfica (valor PIC) calculado para cada par de cebadores AFLP utilizado en el análisis varió de 0,20 para el par EcoRI-AC + MseI-CTT a 0,34 para los cebadores EcoRI-AG + MseI-CTG. La mayoría de las combinaciones mostraron un valor de PIC cercano a 0,30, lo que puede interpretarse como una buena capacidad discriminadora de los marcadores AFLP generados por los cebadores

utilizados en este estudio.

3.4.2.2. Análisis de varianza molecular (AMOVA)

El análisis AMOVA realizado con el uso de datos de la matriz AFLP permitió dividir la variabilidad genética entre grupos de accesiones de canihua (Tabla 3.30). Se examinó la importancia de las diferencias entre los lugares de origen de las variedades locales de canihua. De la variación genética total, la mayor proporción (87,05%) fue atribuible a diferencias genéticas individuales entre las muestras (Cuadro 3.30). Las diferencias genéticas individuales entre provincias representaron el 11,66% de la variación genética, mientras

que la variación entre departamentos (1,28%) no fue significativa.

Los componentes de la varianza entre accesiones y entre provincias fueron altamente significativos en el nivel de $p < 0,001$.

Coefficiente de similitud

La similitud genética entre variedades locales de canihua se analizó en relación con el lugar de origen mediante la comparación por pares de accesiones dentro y entre provincias. Se excluyeron del estudio las provincias donde sólo se recolectó una variedad local. La media y el rango de las similitudes de Dice calculadas entre pares de accesiones se muestran en

Tabla 3.29. Tasa de polimorfismo entre 36 accesiones de canihua y valores PIC para marcadores AFLP utilizados en el análisis

Primer combination	No. of bands	Polymorphic bands		PIC
		No.	(%)	
EcoRI-TG + MseI-CAG	81	39	48.1	0.25
EcoRI-TG + MseI-CAC	70	23	32.9	0.33
EcoRI-AG + MseI-CTG	52	8	15.4	0.34
EcoRI-AG + MseI-CAG	52	15	28.8	0.27
EcoRI-AC + MseI-CTT	68	20	29.4	0.20
EcoRI-AC + MseI-CTA	65	19	29.2	0.28
EcoRI-TG + MseI-CTG	72	28	38.9	0.30
Total	460	152		
Mean	65.7	21.7	33.0	0.28

la Tabla 3.31.

Las similitudes genéticas entre las accesiones de cañihua variaron, con valores de similitud por pares que oscilaron entre 0,888 y 0,988. Las accesiones de Melgar mostraron la mayor variabilidad (coeficiente medio de Dices 0,946, rango 0,917-0,988) mientras que las accesiones de Espinar (departamento de Cuzco) mostraron la mayor similitud (hombres 0,960, rango 0,947-0,970). Cuando se compararon grupos de accesiones de cañihuas de diferentes provincias, las variedades locales de Melgar parecieron ser las más distantes de las accesiones recolectadas en Putina (similitud media 0,941, rango 0,888-0,963). Las adhesiones de Espinar y Puno revelaron la mayor similitud, pero la diferencia entre los valores medios del coeficiente de Dice

entre estas y otras provincias fue pequeña (Cuadro 3.31).

Análisis multivariado

Análisis de conglomerados

Se analizó un conjunto de datos que consta de los 460 loci AFLP mediante agrupación UPGMA. Se construyó un dendrograma basado en el coeficiente de similitud de Dice utilizando el método UPGMA para ilustrar las relaciones genéticas entre 36 accesiones de cañihua recolectadas en Puno y Cuzco (Fig. 3.21). El valor cofenético que muestra la aproximación del dendrograma construido a la matriz de similitud fue 0,75. No se observó una separación clara de las accesiones de cañihuas en cuanto a su origen. Seis accesiones formando dos pequeños clusters: uno con Ca14 (Putina) y Ca24 (Puno), y el

segundo con Ca28 (El Collao), Ca25 (Chucuito), Ca39 y Ca23 (Melgar) fueron las más alejadas del resto de muestras (separación en el nivel de similitud 0,88-0,89). Las 30 muestras restantes formaron dos grandes grupos separados entre sí con un nivel de similitud de aproximadamente 0,90. La mayoría de las variedades locales de Melgar se unieron en un pequeño subgrupo, con dos accesiones (Ca18 y Ca17). También se encontraron estrechas relaciones entre 7 accesiones de Espinar y 7 variedades locales de Puno; sin embargo, algunas variedades locales de Puno, por ejemplo, Ca01 y Ca07, estaban más estrechamente relacionadas con las muestras de Putina.

Cuadro 3.31. Media y rango de similitudes genéticas dentro y entre grupos de variedades locales de cañihua recolectadas en las provincias de los departamentos de Puno (Puno, Putina, Melgar) y Cuzco (Espinar), estimadas mediante el coeficiente de similitud de Dice

Province	Puno	Putina	Melgar	Espinar
Puno	0.953 0.920 – 0.971			
Putina	0.946 0.915 – 0.977	0.950 0.941 – 0.966		
Melgar	0.947 0.907 – 0.977	0.941 0.888 – 0.963	0.946 0.917 – 0.988	
Espinar	0.954 0.929 – 0.975	0.937 0.916 – 0.952	0.946 0.931 – 0.962	0.960 0.947 – 0.970

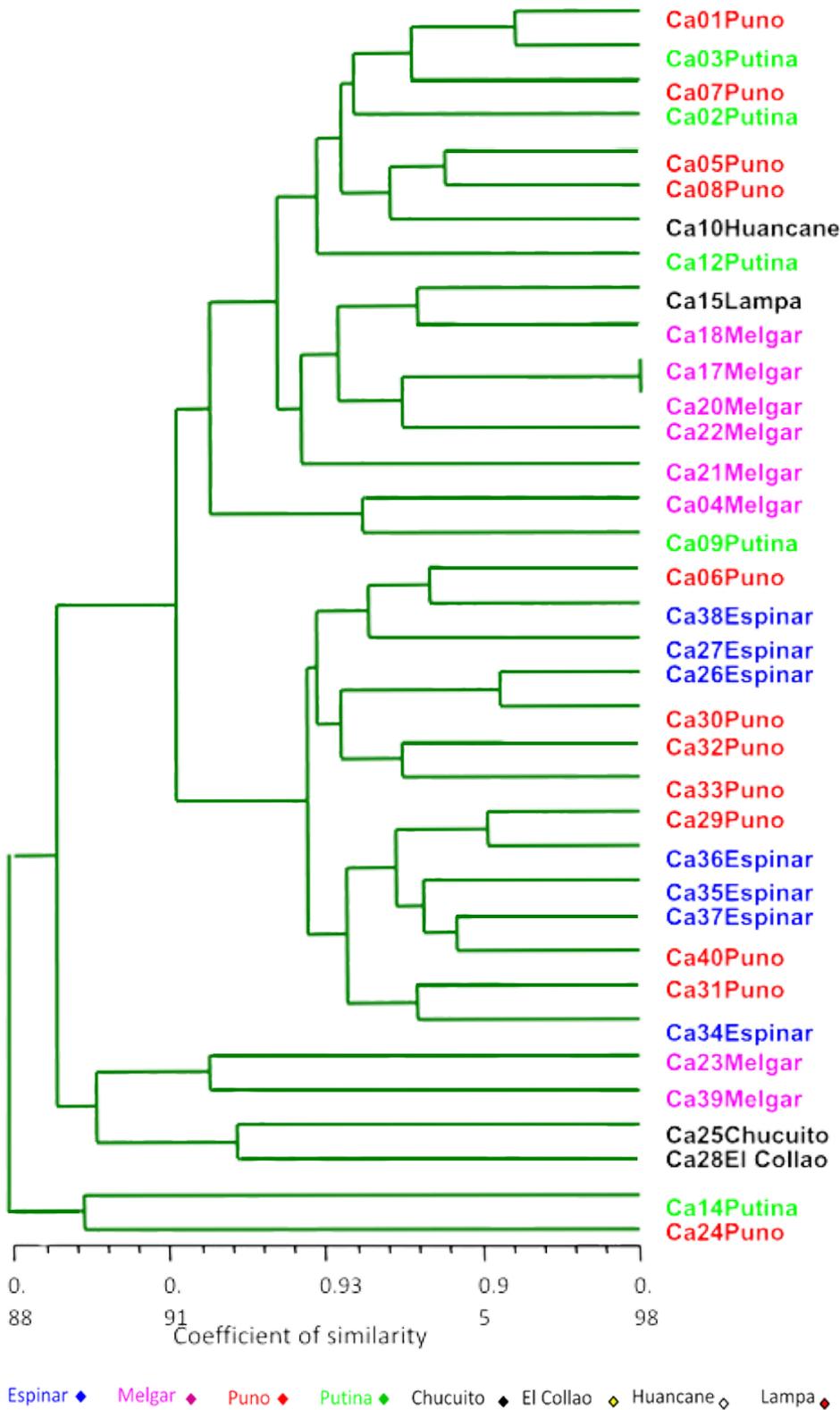


Figura 3.21. Dendrograma de 36 accesiones de *Chenopodium pallidicaule* construidas con el análisis de conglomerados de UPGMA basado en el coeficiente de similitud de Dice para datos de AFLP. Los colores indican el departamento donde se colectó la variedad autóctona: Puno (rojo), Putina (verde), Melgar (violeta), Espinar (azul) y Lampa, El Collao, Chucuito y Huancane (negro).

Análisis de coordenadas principales (PCO)

El análisis de coordenadas principales se realizó sobre la base del coeficiente de disimilitud de Dice entre las muestras analizadas (Fig. 3.22). Los primeros tres componentes principales explicaron más del 31% de la varianza total en las distancias genéticas estimadas. En general, el análisis PCO separó las accesiones de cañihua mejor que el agrupamiento UPGMA. En total, las dos primeras coordenadas principales revelaron cinco grupos diferentes. Todas las accesiones de Espinar (7) se agruparon junto con 6 accesiones de Puno y una de cada Melgar y Chucuito en el grupo 4. Este grupo estaba claramente separado de otros tres (grupo 1, 2 y 3) con respecto al PC1. La mayoría de las accesiones de Melgar (4) se unieron junto con 3 accesiones, una de cada provincia de Huancane, Lampa y Puno en el grupo 3. El grupo 2, separado del grupo 3 con respecto al PC2, incluyó accesiones de tres provincias: Puno (4), Putina (3) y Melgar (2). Dos grupos pequeños; el grupo 1 y 5 fueron los más distantes entre sí con respecto al PC1. Esta vez, los análisis de UPGMA y PCO no arrojaron resultados completamente similares: las accesiones Ca02 y Ca14, las accesiones de Putina más distantes en el dendrograma UPGMA, se unieron en el gráfico de PCO en el grupo 1.

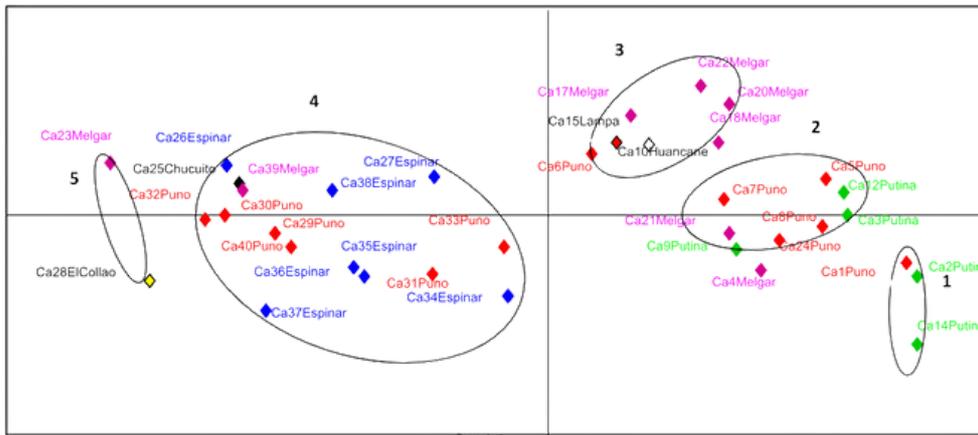


Figura 3.22. Relaciones genéticas entre 36 accesiones de canihua reveladas por el Análisis de Coordenadas Principales realizado con el coeficiente de disimilitud de Dice para los datos del AFLP. Los colores indican el departamento donde se colectó la variedad autóctona: Espinar (azul), Melgar (violeta), Puno (rojo), Putina (verde), Chucuito (negro), El Collao (amarillo y negro), Huancane (blanco y negro). y Lampa (rojo y negro).

varió de 48 a 72, el número de bandas polimórficas de 6 a 20. Los valores de PIC fueron relativamente altos (0,27-035), lo que indica una proporción relativamente igual de ambos alelos AFLP en cada locus polimórfico. La tasa de polimorfismo promedio calculada para todas las combinaciones de cebadores osciló entre 17,7% para Ca34 y 27,5% para Ca07. Estos datos indican claramente la presencia de un nivel muy alto de variación intra-adhesión en las muestras analizadas. El polimorfismo AFLP detectado dentro de las muestras fue sólo ligeramente menor que la tasa de polimorfismo entre muestras observada entre las variedades locales de canihua analizadas (33,0%, Tabla 3.29). Se observó un nivel similar de variación genética en el lupino (Tabla 3.18). Un

3.4.2.5. Variación intragenotípica

Se eligieron al azar tres muestras de cañihua: Ca07 y Ca40 (de Puno) y Ca34 (de Espinar) para estimar el nivel de variación genética dentro de las muestras. El análisis AFLP con cinco

combinaciones de cebadores generó en total 323, 311 y 305 bandas puntuables para muestras de Ca07, Ca34 y Ca40 respectivamente con 89, 55 y 61 bandas polimórficas en cada accesión respectiva (Tabla 3.32). El número de bandas amplificadas por cada combinación de cebadores

Tabla 3.32. Tasa de polimorfismo intracesión y valores de PIC para marcadores AFLP evaluados para plantas individuales de tres variedades locales de canihua

Selective nucleotides for EcoRI-MseI primers	Ca07				Ca34				Ca40			
	No. of bands	Polymorphic bands		PIC	No. of bands	Polymorphic bands		PIC	No. of bands	Polymorphic bands		PIC
		No.	%			No.	%			No.	%	
TG-CAC	71	20	28.2	0.37	70	16	22.9	0.30	69	17	24.6	0.30
AC-CTA	66	17	25.8	0.35	65	10	15.4	0.26	65	15	23.1	0.31
AC-CTT	72	16	22.2	0.35	69	11	15.9	0.21	64	6	9.4	0.35
AG-CAG	49	12	24.5	0.43	49	8	16.3	0.32	48	8	16.7	0.39
TG-CTG	65	24	36.9	0.30	58	10	17.2	0.28	59	15	25.4	0.31
Total	323	89			311	55			305	61		
Mean	64.6	17.8	27.6	0.35	62.2	11.0	17.7	0.27	61.0	12.2	20.0	0.32

nivel tan alto de variación dentro de una accesión puede deberse a la polinización cruzada, ya que ambos cultivos son especies de polinización cruzada, y a la heterogeneidad presente dentro de las variedades locales.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En términos de biodiversidad, la región andina es muy rica y ninguna zona está más amenazada por desastres naturales (terremotos, inundaciones, avalanchas, actividad volcánica y sequías) y/o impactos provocados por el hombre como la deforestación, la agricultura provocó la erosión del suelo, el terrorismo, producción de drogas y violencia social (CIP, 1992). La mayor parte de la biodiversidad andina, así como el conocimiento indígena asociado, se están perdiendo. Más de un tercio de los cultivos del mundo se originaron en esta región (como papa, variedades de maíz, camote, frijoles, pimientos y tomate). Poco conocidos fuera de los Andes, muchos de los cultivos andinos subutilizados están desapareciendo rápidamente debido al desorden social y el daño ambiental. Pueden llegar a tener un papel importante en todo el mundo como alimento, así como para usos medicinales e industriales (Izquierdo y Roca, 1998); sin embargo, la investigación sobre los cultivos alimentarios

andinos subutilizados es muy deficiente. En cañihua, hasta este trabajo son muy pocos estudios sobre la evaluación de la diversidad genética en el germoplasma andino. El chocho (*L. mutabilis*) y el cañihua (*Ch. pallidicaule*) pertenecen a los cultivos andinos más olvidados. Por su valor nutricional y adaptación a las condiciones adversas del altiplano, ambas especies han sido cultivadas desde la época preincaica en la región andina central. Si bien *L. mutabilis* se ha cultivado en valles andinos y altiplanos (2.000-3.850 metros sobre el nivel del mar) desde Colombia hasta Chile, el cultivo de *Ch. pallidicaule* se ha restringido a la región del Altiplano. La cañihua se considera un cultivo endémico cuya estrecha adaptabilidad limita su cultivo únicamente al altiplano andino (Altiplano) en el sur de Perú y Bolivia (Woods y Eyzaguirre, 2004).

Se obtuvieron resultados similares en el análisis molecular de cañihua (polimorfismo AFLP medio entre las muestras del 33% con una variación intragenotípica de hasta el 27%). Esto indica claramente una alta tasa de cruzamiento en las accesiones de cañihua examinadas en este estudio, aunque algunos investigadores informaron que *Ch. pallidicaule* como especie autopolinizada (Woods y Eyzaguirre, 2004).

Las 36 accesiones de canihua estudiadas, las accesiones de

Puno fueron las más variables en todos los descriptores morfológicos evaluados. El rendimiento relativamente bajo observado en la mayoría de las variedades locales podría deberse a condiciones ambientales desfavorables. El rendimiento más alto obtenido en este estudio fue de 875 kg/ha, cuando 1.200 kg/ha es un rendimiento promedio reportado por la FAO, 2004. La evaluación de las accesiones se realizó en la sierra central peruana a 3.300 metros sobre el nivel del mar, mientras que la zona cultivada de canihua se sitúa entre los 3.800 y 4.300 metros sobre el nivel del mar. La cañihua requiere pocos cuidados en el campo, pero su cosecha y procesamiento es laborioso, estos factores impiden que aumente su cultivo.

El intercambio de semillas entre agricultores a través de las llamadas “vías de semillas” probablemente haya desempeñado un papel importante en la creación de variabilidad de especies. Los agricultores del altiplano peruano buscan nuevos cultivares cuando la producción de sus cultivos disminuye. El agricultor intenta encontrar semillas de una nueva forma, primero en su comunidad, es decir, en el área geográfica de uso común que pertenece a un grupo de personas. En las tierras altas andinas estas áreas son grandes. Luego, buscan en las

comunidades vecinas, y así sucesivamente, a veces simplemente llevando pequeñas cantidades de semillas en su bolsillo y multiplicándolas en su propia finca. Con frecuencia, las semillas se intercambian en los mercados locales. Para los cañihuas, el intercambio de semillas está centralizado en dos mercados principales del departamento de Puno, en los municipios de Juliaca y Puno. Debido a las limitaciones geográficas y la falta de conexión directa por carretera, los agricultores de algunas provincias (por ejemplo, Espinar) tienen pocas posibilidades de llegar a estas ciudades y las posibilidades de obtener nuevas semillas son muy bajas.

CONCLUSIONES

1. Las variedades locales y los cultivares de *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) mostraron diferencias fenotípicas y variabilidad genética.
2. El nivel medio de variación genética entre las accesiones medido por el polimorfismo del marcador AFLP varió del 21 % y 33 % para las razas de maíz.
3. El contenido de información polimórfica (PIC) que mide las posibilidades de que dos muestras seleccionadas al azar tuvieran diferentes alelos AFLP fue similar en los cultivos analizados y osciló entre 0,20 y 0,34. Como el

valor PIC máximo para el marcador bialélico es igual a 0,5, estos resultados muestran una buena capacidad discriminatoria de los marcadores AFLP utilizados en el estudio.

4. También se detectó la presencia de variación a nivel de ADN entre plantas individuales dentro de muestras seleccionadas al azar de tres especies investigadas a este respecto. El nivel medio de polimorfismo AFLP dentro de las accesiones fue de 21,8%. El alto nivel de variación intragenotípica puede estar relacionado con la etapa temprana de domesticación y polinización cruzada de esta especie.

5. El análisis de la varianza molecular (AMOVA) reveló que la mayor proporción de la variabilidad genética total (87.5 %) era atribuible a diferencias genéticas individuales entre las muestras.

6. Los análisis de UPGMA y PCO basados en los coeficientes de similitud/disimilaridad de Dice para los datos del AFLP revelaron relaciones genéticas entre las muestras.

7. En otras especies no siempre se observó una separación clara de las accesiones con respecto a su origen geográfico, probablemente debido al nivel muy alto de polimorfismo AFLP dentro de las poblaciones analizadas. Las estrechas relaciones genéticas detectadas entre algunas variedades locales de diferentes provincias o departamentos

podrían explicarse por el intercambio de semillas entre agricultores.

8. Se observó un nivel muy alto de variación morfológica entre las muestras de cada especie. Los descriptores morfológicos responsables del 75% de la variabilidad fenotípica se identificaron mediante el PCA. El color del tallo fue el descriptor cualitativo más común para discriminar las accesiones de cañihua.

9. El análisis de conglomerados de UPGMA realizado para los principales descriptores morfológicos reveló grupos de muestras con fenotipos similares. En la mayoría de los casos, las asociaciones fenéticas entre las muestras diferían de las relaciones genéticas reveladas por los marcadores de ADN. Esto puede indicar que la selección de rasgos morfológicos similares se llevó a cabo de forma independiente en muchos lugares durante la domesticación de las plantas.

10. La detección de correlaciones entre caracteres morfológicos y la identificación de grupos de muestras con fenotipos definidos proporciona a los fitomejoradores información importante que puede utilizarse en futuros programas de mejoramiento.

DINÁMICA DE LOS SISTEMAS DE SEMILLAS EN EL PERÚ

Dynamics of seed systems in Peru

AUTOR:

Rember Pinedo-Taco¹

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía, Departamento Académico de Fitotecnia. Lima, Perú.

RESUMEN

La semilla es el insumo principal para el establecimiento y desarrollo de los cultivos, y de su disponibilidad, acceso y uso de semillas de calidad depende la sostenibilidad de los sistemas de producción de un país. El objetivo del estudio fue analizar la dinámica y las características, componentes institucionales, normativos, humanos y tecnológicos de los sistemas de semillas en el Perú. El 90% de los productores y usuarios de semillas corresponden a sistemas informales, mientras que el 10% involucra a sistemas formales supervisados por la Autoridad en Semillas. Los sistemas formales priorizan la producción, comercialización y uso de variedades mejoradas, aunque gradualmente han ido incorporando cultivares nativos. Existe escasa apropiación de la semilla de calidad declarada donde la calidad es garantizada por los propios agricultores. Se cuenta con un renovado marco jurídico, sin embargo, requiere ser revisado para establecer relaciones dinámicas de semillas entre el sector formal e informal y políticas públicas en semillas permitiendo el acceso a semillas de calidad mediante la adopción de semilla de calidad declarada.

Palabras clave: seguridad en semillas, semilla certificada, semilla tradicional, semilla de calidad, sistemas de semillas

ABSTRACT

Seed is the main input for the establishment and development of crops, and the profitability of a country's agricultural production systems depends on its availability, access and use of quality seeds. The aim was to analyze the dynamics and characteristics, its institutional, regulatory, human and technological components of the seed systems in Peru. 90% of seed producers and users correspond to informal systems, while 10% involve formal systems supervised by the seed authority. Formal systems prioritize the production, marketing and use of improved varieties, although they have gradually incorporated native cultivars. There is little appropriation of declared quality seed where quality is guaranteed by the farmers themselves. There is a renewed legal framework, however, it requires reviewing the regulations that allow establishing dynamic seed relationships between the formal and informal sectors and public seed policies allowing access to quality seeds through the adoption of declared quality seed.

Keywords: certified seed, quality seed, seed safety, seed systems, traditional seed

INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para el año 2050 la población mundial alcanzará a 9300 millones de habitantes aproximadamente. Por lo tanto, se tendrá que incrementar la producción de alimentos en un 60% (FAO, 2011). En la mayoría de los países tanto desarrollados como en vías de desarrollo no existen posibilidades de aumentar la superficie agrícola con nuevas tierras. Por consiguiente, la única alternativa es promover la intensificación sostenible de la producción agrícola (ISPA) con un enfoque ecosistémico, lo cual involucra lograr mayor rendimiento, empleando menor cantidad de insumos externos (fertilizantes, plaguicidas agrícolas, mecanización agrícola), y basado en el uso de semillas adaptadas de alto rendimiento (FAO, 2011, FAO, 2016; FAO/Africa Seeds, 2019; Pinedo et al., 2020).

La semilla de calidad es un insumo estratégico para la ISPA. Además de ser el principal insumo en la actividad agrícola, es considerado un vehículo de transferencia de tecnologías para el desarrollo de la agricultura (Lapeña, 2012; Pinedo, 2019; Tejada et al., 2015). Por consiguiente, la disponibilidad de semillas de calidad de una amplia gama

de variedades de cultivos adaptados es fundamental para alcanzar la seguridad alimentaria (FAO, 2016). En los países en desarrollo, uno de los factores que inciden en los bajos rendimientos y la calidad de las cosechas es el uso de semillas de baja calidad. Los pequeños productores por lo general no acceden a semillas de calidad debido a la escasa disponibilidad y alto costo de este insumo (Pinedo, 2019).

Las semillas de diversos cultivos agrícolas han evolucionado conjuntamente con las actividades humanas, estableciéndose sistemas de producción, distribución y uso de semillas típicos para cada región en particular (Almekinders, 2019). Los sistemas de cultivos en América Latina pueden variar en función de las condiciones climáticas, modelos de producción, cultivos, factores económicos, políticos, sociales y culturales (Almekinders, 2019; Peske et al., 2012; Pinedo et al., 2019).

La industria de semillas de alta calidad a gran escala se encuentra a cargo de empresas de gran poder económico, con personal técnico especializado y el empleo de tecnologías de última generación que garantizan el abastecimiento de semillas (Hruska, 2015; FAO, 2016; Peske et al., 2012). Los sistemas de semillas de pequeña escala son gestionados por pequeños agricultores que mantienen sus

variedades locales o tradicionales (FAO, 2016; Pinedo, 2019). En este entorno, el análisis y propuestas de mejora de las políticas y marcos regulatorios para el sector semillas debe considerar esta coexistencia de sistemas en toda su dimensión.

Desde los inicios de la agricultura se han establecido relaciones de intercambio de semillas entre los agricultores, lo que ahora se conoce como sistemas. En el Perú, desde hace miles de años los agricultores han definido dinámicas para el flujo de semillas en forma vertical (desde el nivel del mar hasta las zonas altas del altiplano peruano) y en forma horizontal con el movimiento de semillas entre comunidades y regiones aledañas (Pinedo, 2019). Actualmente la disponibilidad, acceso y uso de semillas de calidad depende de las fortalezas de los sistemas de semillas a nivel de los pequeños, medianos o grandes agricultores y sus respectivas relaciones. Cabe señalar que aproximadamente el 90% de la actividad agrícola es de agricultura familiar de pequeña escala (FAO, 2014). Los sistemas de semillas están relacionados con la investigación para el desarrollo de variedades, adopción y uso de semillas, producción y distribución, incluidas las ventas de

semilla hasta la utilización de esos insumos por los agricultores (FAO, 2016; Tejada et al., 2015; Santivañez et al., 2014). Funcionan como un conjunto o redes donde interactúan diversos actores representativos de instituciones públicas y privadas, organizaciones que incluyen prácticas y reglas que proporcionan semillas para la agricultura (FAO, 2000; Pinedo, 2019, Peske et al., 2012). El funcionamiento de los sistemas de semillas, promovidos por la aplicación de las leyes y políticas nacionales de semillas, así como sus estrategias, planes de acción y reglamentos, depende de la habilidad con que los agricultores pongan en práctica el conocimiento y las técnicas que se necesitan para la producción de semilla de calidad (FAO/Africa Seeds, 2019).

En el Perú, como en la mayoría de los países, coexisten más de dos sistemas de semillas. Uno de ellos son los sistemas tradicionales conocidos también como sistema informal, que se caracterizan por ser parte de una dinámica local de flujo de semillas prevalentemente con variedades nativas y en algunos casos de semillas mejoradas introducidas (Arenas et al., 2015; FAO, 2014, FAO, 2015; Peske, 2010, Tejada, 2013). Por otro lado, están los sistemas formales que son administrados por instituciones públicas,

públicas-privadas o privadas, que siguen las regulaciones aprobadas por el gobierno, generalmente basadas en estándares internacionales que certifican la calidad de la semilla (Pinedo, 2019; Tejada, 2013).

La semilla certificada o semilla del sector formal es acreditada por la autoridad oficial en semillas. Cumple todos los estándares de calidad durante todo el proceso de producción en campo y los respectivos análisis de calidad de semillas durante la etapa de acondicionamiento de semillas (FAO y África Seeds, 2019; Peske et al., 2012; Pinedo, 2019). Para el sector formal la semilla certificada es fundamental para incrementar la productividad de los cultivos. Se trata de semillas de alta calidad porque son variedades mejoradas, con alta calidad fisiológica y sanidad (FAO/Africa Seeds, 2019). En el Perú se produce semilla certificada de algodón, quinua, arroz, leguminosas de grano, maíz, papa y cereales (trigo, cebada y avena).

En el caso de los sistemas informales, las redes de intercambio de semillas hacen posible que los agricultores dispongan de diversidad de cultivos (FAO, 2019; Pinedo et al., 2020; Pinedo et al., 2021). Esta diversidad incluye el material de siembra y el germoplasma, que les confieren a los agricultores cierto nivel de autonomía,

debido a que provienen de sus propias cosechas (Lapeña, 2012; Pinedo *et al.*, 2020; Pinedo *et al.*, 2021).

Por otro lado, existe un componente intermedio en los sistemas de semillas como son las denominadas semillas de calidad declarada (QDS por sus siglas en inglés), promovidas por la FAO, las cuales intermedian el sistema de certificación y el sector formal sujeto a supervisión y certificación de acuerdo a su legislación vigente (FAO, 2014; Lapeña, 2012). El QDS promueve el uso de semilla de alta calidad sin estar sujetos a un proceso de certificación, ya que la garantía de la calidad es a cuenta del productor de semillas (FAO, 2005). Este sistema contrasta con el que se usa en muchos otros países, donde la garantía de calidad se hace conforme a la legislación concerniente a la veracidad en el etiquetado (FAO, 2019). La calidad percibida desde la perspectiva del productor se basa principalmente en la aparente confiabilidad de la empresa a ojos del consumidor.

Situación del sector semillas en el Perú

Según el cuarto censo nacional agropecuario (IV CENAGRO 2012), el Perú cuenta con un área agrícola de 7.125.008 hectáreas (INEI, 2016). En los últimos años la propiedad de la tierra se ha

fragmentado y se evidencia el abandono de la agricultura. Del total de superficie agrícola, solo el 58,3% se registró como área cubierta de cultivos (MINAGRI, 2020). Dentro del grupo de los pequeños y medianos productores, aproximadamente el 30% de los productores desarrollan su actividad en menos de 0,5 hectáreas de superficie agrícola (INEI, 2016).

Coexisten dos realidades: por un lado, la agricultura de pequeña escala localizada en la zona Andina, donde aproximadamente el 85% de las fincas tienen menos de 10 ha con prevalencia de cultivos de subsistencia, mientras que en la costa del país se presenta una explotación intensiva en su mayoría tecnificada de cultivos orientados para la agroindustria y la exportación, especialmente en las zonas favorables con disponibilidad de agua permanente (Arenas et al., 2015).

En la producción de semilla certificada no solo participan productores que disponen de recursos, capacidad técnica y económica, sino también pequeños productores de sistemas de agricultura familiar. Entre los años 2011 y 2015, la FAO y el MINAGRI ejecutaron el proyecto Semillas Andinas en los departamentos de Ayacucho, Huánuco y Puno, con el objetivo de fortalecer el

sistema nacional de semillas en los cultivos de papa y quinua. Las organizaciones agrarias y productores individuales que eligieron usar semilla certificada lograron incrementar 64% en papa, 56% en quinua y 31% en maíz amiláceo, hecho que ha contribuido a mejorar la seguridad alimentaria de la zona altoandina (Pinedo, 2019). En relación con el mercado, el agricultor demandante en la mayoría de las ocasiones no está en condiciones de adquirir semilla certificada. A veces las variedades mejoradas de alto rendimiento no satisfacen las expectativas de los agricultores. Por consiguiente, el agricultor tiene poca confianza debido al alto nivel de adulteración existente. Por otro lado, desde la perspectiva de la oferta, la provisión de semillas de calidad por parte de las instituciones públicas es insuficiente para cubrir la demanda de los agricultores. No se dispone de suficiente semilla, sobre todo de aquellas variedades adaptadas a las condiciones agroclimáticas de costa, sierra y selva (Pinedo, 2019; Pinedo et al., 2021). Las estaciones del INIA producen semillas, pero por razones de costo y otros aspectos de tipo burocrático no pueden abastecer con semillas en su ámbito de acción (Lapeña et al., 2010).

Los sistemas de semillas a nivel de algunos países latinoamericanos

Los sistemas nacionales de semillas a nivel de Latinoamérica difieren por su nivel de desarrollo institucional. Chile, Argentina, Uruguay y México cuentan con un Instituto Nacional de Semillas (INASE), caracterizado por tener una fuerte vinculación pública-privada en la gestión institucional. En cambio, en países como Perú, Bolivia, Paraguay, Ecuador, Venezuela y Colombia los sistemas son manejados a través de sus Ministerios de Agricultura (MINAGRI). La aplicación de la Ley General de Semillas se realiza a través de la Autoridad en Semillas, que son organismos adscritos al sector o son delegados por el Ministerio de Agricultura.

Según un estudio sobre la dinámica de los sistemas de semillas en Brasil, Perú, Guatemala y Colombia, coexisten los sectores formal e informal, dependiendo del cultivo y el país. En el caso de Brasil la asociatividad entre empresas privadas y consorcios públicos-privados garantiza el fortalecimiento de la investigación, la capacitación y el desarrollo de la industria de semillas, mientras que en Guatemala los sistemas de producción de semillas se encuentran en estado de desarrollo emergente (Arenas et al., 2015). Los sistemas formales funcionan bien para clientes tradicionales: grandes empresas de semillas

(nacionales o transnacionales). Producen un número limitado de variedades de un número limitado de cultivos, sin embargo, sus aportes para las pequeñas empresas locales de semillas o los agricultores familiares son limitados (Hruska, 2015).

En Bolivia, Perú y Ecuador los sistemas informales de semilla de papa son mucho más importantes que los sistemas formales. Sin embargo, se reconocen las complementariedades entre los dos sistemas y buscan vincularlos (Thiele, 1999). Indudablemente solo el sector formal no estaría en condiciones ni capacidad para atender la demanda de semillas (Arenas *et al.*, 2015). La participación activa tanto del sector público como del sector privado, estableciendo condiciones favorables para el desarrollo equitativo de ambos, es un aspecto muy importante.

En los últimos años se ha observado una tendencia hacia una mayor privatización de los sistemas de semillas, lo que privilegia a los grandes agricultores y a las agroindustrias dedicadas a la explotación en monocultivo (La Peña, 2007). Esta tendencia puede derivar en el desplazamiento de semillas locales, incluidos sus modos de producción (Pinedo *et al.*, 2020).

Características del Sistema Nacional de Semillas (SINASE) en el Perú

El SINASE está formado por elementos institucionales, normativos, humanos y técnicos que se encuentran relacionados entre sí en el tiempo y en el espacio respecto al sector semillas. Con relación al componente institucional, engloba a todas las instituciones públicas y privadas vinculadas a la investigación, desarrollo de variedades, capacitación, promoción y asistencia técnica, producción de semillas, conservación y manejo de bancos de germoplasma, entre otros ámbitos. El MINAGRI es el ente rector del sector agrario y principal gestor de las políticas públicas en semillas. El INIA y SENASA como órganos adscritos al MINAGRI cumplen un rol clave en la innovación y manejo fitosanitario de las semillas y por delegación

asumen el rol de Autoridad en Semillas. Las universidades, entre ellas la Universidad Nacional Agraria La Molina, cuentan con una plana docente de investigadores y especialistas en semillas para el desarrollo y producción de semillas.

Otros actores clave del SINASE son las instituciones privadas y empresas relacionadas con el rubro de semillas en la investigación, promoción, producción y comercialización. Los agricultores que producen y usan semillas tanto certificadas como no certificadas, que pueden estar organizados o trabajar individualmente, son considerados como el motor de todo el SINASE (Figura 1).

Los agentes dinamizadores de los sistemas de semillas involucran a agricultores conservacionistas,

Figura 1. Sistema Nacional de Semillas en el Perú.



Fuente: Elaboración propia.

productores de semillas, comerciantes, usuarios de semillas. Bajo la tutela del sector oficial (MINAGRI) coexisten los sectores formal e informal de semillas (Arenas et al., 2015; Domínguez-García et al., 2020; Pinedo, 2019; Pinedo et al., 2021).

Los sistemas formales priorizan la agricultura comercial y moderna. La semilla es certificada por entidades autorizadas por la Autoridad en Semillas (SENASA), mientras que los sistemas informales se enfocan en la agricultura familiar, donde los pequeños productores intercambian semillas denominadas “semilla artesanal”, “semilla local” o “semilla de uso propio” (Almekinders et al., 1994; Pinedo, 2019; Pinedo et al., 2021; Tejada et al., 2015).

Las principales diferencias

entre el sector formal e informal se basan en aspectos normativos, sistemas de control de calidad, uso de material genético, conservación de la agrobiodiversidad y mercados y precios de las semillas (Tabla 1).

En el sistema formal de semillas la investigación, producción y comercialización y fiscalización son reguladas por la Ley General de Semillas y su Reglamento de la Ley General de Semillas (INIA, 2013), orientadas a asegurar la calidad genética, física, fisiológica y sanitaria de las semillas (Arenas et al., 2015; Peske et al., 2012; Young, 1990). Sin embargo, la reglamentación de semillas carece de una visión inclusiva para sectores de pequeños y medianos productores para que puedan participar en

igualdad de condiciones en la industria de semillas (Lapeña, 2012).

En el sistema informal, las regulaciones del sector público no aplican e inclusive carecen de credibilidad. Comprenden métodos de selección, producción y difusión local de semillas, y funcionan en el ámbito comunal a través de mecanismos de intercambio (Lapeña, 2012; Almekinders et al., 2019). En el caso de semilla de papa en la zona altoandina, producen semillas de calidad relativamente aceptable (Forbes et al., 2020; Pinedo et al., 2021). Sin embargo, en general en países como Perú, Bolivia y Ecuador en los sistemas informales producen semillas de baja calidad, lo cual afecta la rentabilidad de los sistemas de producción

Tabla 1. Características de los sistemas formales e informales de semillas.

Descripción/característica	Sector formal	Sector informal
Legislación.	Ley General de Semillas 27262.	Sin legislación.
Desarrollo de variedades.	INIA, CIP, Universidades, Empresas privadas	Uso de material genético local
Fuente de abastecimiento de semillas.	Productores de semilla certificada, comerciantes de semillas.	Agricultores líderes, ferias comunales, intercambio de semillas
Control de calidad.	Control de certificación externa: SENASA.	Control interno de calidad: bajo responsabilidad del productor.
Costo de semillas.	Alto costo.	Bajo costo.
Calidad de semillas.	Depende de la calidad del servicio de certificación.	Basado en la experiencia y conocimiento de semillas del agricultor.
Negocio de semillas.	Toda la producción para el mercado	No es su principal objetivo, su semilla se separa de su lote de producción.

Fuente: Elaboración propia.

(Tejada et al., 2015; Pinedo, 2019). El escenario puede mejorar significativamente si se promueven programas de fortalecimiento de capacidades institucionales y formación de productores de semillas en sistemas de agricultura familiar con procesos de formalización gradual (Santivañez et al., 2014).

En algunos países desarrollados el sistema formal ha desplazado al sistema informal. En Canadá y Holanda más de 90% de la superficie de papa está sembrada con semilla certificada (Forbes et al., 2020; Santivañez et al., 2014; Young, 1990). En todos los países del Mercosur el sistema informal cubre el 95% de la demanda para semilla de papa (Arenas et al., 2015; Forbes et al., 2020; Peske et al., 2012).

En el Perú existe un núcleo creciente en la producción de semillas del sector informal, especialmente en cultivos de valor comercial (Arenas et al., 2015). Los cultivos andinos, muchos de ellos subexplotados, tienen potencial gracias al creciente interés mundial por sus cualidades nutricionales. Por lo tanto, para aprovechar estos recursos se requiere promover la producción y uso de semillas de calidad, capacitar a los agricultores en la producción, manejo y comercialización de semillas y fomentar la formación de

asociaciones o empresas de productores de semillas de cultivos andinos (Pinedo, 2019; Tejada et al., 2015; Santivañez et al., 2014). Según Lapeña (2012), el sistema de semillas del agricultor cubre aproximadamente un 90% del suministro de semilla en el país.

La Autoridad en Semillas

La Autoridad en Semillas es el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y delega esta función a sus organismos públicos descentralizados. Hasta finales del año 2020, el INIA realizaba esta función de normar y supervisar la producción, certificación y comercialización de semillas, además de detectar y sancionar las infracciones de conformidad con lo dispuesto en la Ley General de Semillas. Asimismo, verificar y homologar las categorías y calidad de las semillas importadas de acuerdo con lo establecido en la Ley y sus reglamentos, y finalmente promover en coordinación con instituciones públicas y privadas la utilización de semillas de buena calidad (INIA, 2013; Lapeña, 2012).

La certificación de semillas es competencia de la Autoridad en Semillas, la cual la ejecuta preferentemente a través de las entidades públicas o privadas autorizadas. Asimismo, se determina que se puede delegar dichas funciones a los Comités Regionales o Departamentales

de Semillas, entes de derecho privado (INIA, 2013). Actualmente el SENASA, por delegación, es la Autoridad en Semillas desde el 19 de junio de 2020, mediante Resolución Ministerial N° 0142-2020-MINAGRI. El SENASA cuenta con 24 direcciones ejecutivas ubicadas en el mismo número de departamentos a través de los cuales realiza el servicio de certificación de semillas, siempre y cuando no exista un organismo público o privado que haga el mencionado servicio.

En el año 2014, la FAO en el marco del proyecto Semillas Andinas planteó la creación del INASE (Instituto Nacional de Semillas). Para tal fin se elaboró un documento sustentatorio y justificatorio de la necesidad de crear el mencionado organismo, con el objetivo de mejorar el Sistema Nacional de Semillas. El INASE es un instituto de derecho público no estatal que, mediante su vínculo con el Ministerio de Agricultura, asesora al Poder Ejecutivo (Ministerio de Agricultura) sobre la política nacional en materia de semillas. Actualmente Uruguay, Chile, Argentina y México cuentan con sus respectivos INASE. Las fuentes de financiación del instituto son ingresos por servicios prestados y un aporte anual del Estado. Las funciones de los INASE son

similares a las que realizan las denominadas Autoridades en Semillas, pero con mayor eficiencia en los siguientes rubros: fomentar la producción y el uso de la mejor semilla con identidad y calidad superior comprobada, estimulando el desarrollo de la industria semillera nacional; apoyar la obtención y el uso de nuevos materiales filogenéticos nacionales y extranjeros que se adecuen a las condiciones de cada país; proteger las creaciones y los descubrimientos filogenéticos, otorgando los títulos de propiedad que correspondan; proponer el dictado de normas sobre producción, certificación, comercialización, exportación e importación de semillas y la protección de las creaciones y los descubrimientos filogenéticos, y finalmente fiscalizar el cumplimiento de la normativa legal.

Marco jurídico del sector formal de semillas

El desarrollo del sector de semillas requiere de políticas en semillas, legislación y regulaciones claras, concisas y de fácil actualización, con una Autoridad en Semillas eficiente en el cumplimiento del marco legal (Lapeña, 2012). Las leyes de semillas se centran en los derechos de propiedad intelectual sobre material vegetal, como los derechos de obtentor y patentes y certificación en la etapa de producción,

acondicionamiento y comercialización (Hernández y Gutiérrez, 2019). En el Perú se han desarrollado normas legales para un control adecuado de la supervisión de las semillas dentro del territorio nacional (Figura 2). La supervisión y la ejecución de las normas legales están a cargo del Ministerio de Agricultura (MINAGRI). Cada una de las normas legales están para ser ejecutadas por los organismos según las Facultades que se les ha delegado, con el fin de que dentro del territorio el sistema de semillas pueda desarrollarse de forma adecuada (FAO, 2014).

La legislación vigente se sustenta en la Ley General de Semillas (LGS) 27262, modificada con Decreto Legislativo N° 1080. Asimismo, en el Reglamento General de la Ley General de

Semillas, aprobado con Decreto Supremo el año 2012. El MINAGRI, con apoyo y participación de expertos en semillas, promulgó el año 2005 mediante Decreto Supremo el Reglamento Técnico de Certificación de Semillas, con la finalidad de establecer los requisitos, procedimientos y estándares de campo y laboratorio que deben cumplirse para la producción y comercialización de semillas (Figura 2). El marco jurídico incluye las normas de certificación de semillas de algodón, maíz amarillo duro, maíz amiláceo, quinua, cereales (trigo, cebada, avena, centeno) y leguminosas de grano (haba, arveja, caupi, pallar). Recientemente se promulgaron con Decreto Supremo los Reglamentos Específicos de semillas para arroz en el año 2014 y para

Figura 2. Marco normativo de la legislación en semillas del Perú.



Fuente: Elaboración propia.

papa en el 2018, con el objetivo de regular y establecer normas que deben observarse en las actividades de investigación, producción, certificación y comercialización y fiscalización de semillas en concordancia con la LGS. En el Reglamento específico de semilla de papa se incluye la clase declarada en vez de la clase no certificada que comprende la semilla declarada y la semilla tradicional.

La legislación cumple, en primer lugar, la doble función de salvaguardar los intereses tanto de los productores como de los usuarios en una materia que, de por sí, se presta fácilmente para equívocos y falsificaciones. Por ello, se hace necesario el desarrollo de legislaciones que ayuden al sistema de semillas. Se observa que el Perú en comparación con otros países ha desarrollado sus legislaciones mucho después, por lo que la incorporación de estas al sistema hace que, están un país débil, a diferencia de otros que vienen aplicando normas desde mucho antes. Sin embargo, el avance que se tiene como país es significativo. Por ejemplo, México cuenta con el marco regulatorio suficiente en materia de producción, certificación, comercio de semillas y protección a la propiedad de los obtentores de variedades vegetales. No obstante, este marco está

diseñado para el denominado sistema formal de producción de semillas, lo que ha dejado desatendida la producción y comercio de semillas locales (Domínguez-García et al., 2019). En Latinoamérica, las leyes de semillas difieren considerablemente de un país a otro, pero el número de leyes ha aumentado en la última década debido al crecimiento del mercado de semillas. Durante el año 2000 los gobiernos impulsaron la actualización de la legislación de variedades vegetales que incluía la certificación de semillas y el registro de variedades, y en muchos casos como un sistema obligatorio. Al mismo tiempo, las agencias gubernamentales de semillas han fomentado la participación de la industria semillera, delegando algunas de las actividades oficiales relacionadas con la certificación de semillas.

Muchos países latinoamericanos han creado mecanismos de certificación de semillas (OCDE, 2012).

Con respecto a las políticas públicas, incluso en países con leyes y políticas explícitas que promueven la seguridad alimentaria y la agricultura familiar, las oficinas de semillas no tienen un mandato claro para impulsar los sistemas de semillas de la agricultura familiar a través del apoyo a las empresas locales de semillas o consideran a las pequeñas

empresas como clientes importantes (Hruska, 2015; Tejada *et al.*, 2015). Según Santivañez *et al.* (2014), las legislaciones pueden promover la formalización de los sistemas informales, eliminando algunos procesos burocráticos innecesarios, aligerando algunos de los requisitos de la formalidad sin poner en riesgo la calidad de las semillas e incentivando una mayor participación, principalmente de los productores pertenecientes a la agricultura familiar. Asimismo, se considera necesario que se contemplen medidas para incorporar al sistema formal a las variedades nativas (como es el caso de las legislaciones de Ecuador y Perú), criollas o locales.

Certificación de semillas

Existe una percepción generalizada de que el procedimiento de certificación y la etiqueta que tienen los envases de semillas son sinónimos de semilla de calidad, tácitamente indicando que la semilla del sector informal no es de calidad (Hruska, 2015). La semilla es un insumo cuya calidad solo puede juzgarse mucho después de haber sido comprada. Esto crea altos costos de transacción asociados con la obtención de información al respecto. Los altos costos de transacción reducen la demanda de semillas del

sistema formal independiente del cultivo (Thiele, 1999).

La certificación de semillas es el proceso de verificación de la identidad (Art. 21 del Decreto Legislativo N° 1080), la producción, el acondicionamiento y la calidad de las semillas, de conformidad con lo establecido en la legislación de semillas, con el propósito de asegurar a los usuarios tanto su pureza e identidad genética como adecuados niveles de calidad física, fisiológica y sanitaria (INIA, 2013). Las fases del proceso de certificación se inician con la inscripción del campo

semillero. Luego se realiza la inspección preliminar de campo, donde el inspector de semillas verifica el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos como el área mínima del campo semillero, aislamiento y número de plantas fuera de tipo (Tabla 2).

La Ley de semillas en el Perú contempla en general para los cultivos las clases genética, certificada y no certificada (para cultivos que se rigen por normas). En cambio, para cultivos que se rigen por reglamentos específicos como la papa y el arroz funcionan las clases genética, certificada y declarada. Sin embargo, en

el caso del arroz la ley establece solo dos clases: genética y certificada. Para fortalecer el sector de las semillas, los productores y compañías de semillas se deben amparar en políticas que garanticen estándares de calidad con normas adecuadas (Lapeña, 2012). Muchos países han adoptado leyes de semillas de otros contextos, los cuales ameritan ser revisados y adecuados a la realidad de cada país en particular (OCDE, 2012; Santivañez et al., 2014).

Los Sistemas de Semillas de la OCDE fomentan un marco internacional para la

Tabla 2. Parámetros de certificación de campos de producción de semilla de categoría certificada.

Cultivo	Área mínima (ha)	Polinización libre	Polinización cruzada	Híbridos	Entre cultivares iguales o distintos	Número de inspecciones	Número de plantas fuera de tipo
Maíz amiláceo	0,5	-	-	-	200	3	10/1000
MAD	3	-	-	200	-	3 a 5	2/1000
Papa	Sin restricción	-	-	-	1 m de campos semilleros 3 m de campos comerciales	3	0,50%
Algodón	3	20	-	-	-	3 a 4	6/10000
Quinoa	0,5	-	-	-	3 m del mismo cultivar 50 m de distinto cultivar	4	1/1000
Arroz	Sin restricción	-	-	-	3	3	5/10000
Frejol	2	100	3	-	-	2	5/1000
Trigo (Ceb.Acena)	2	-	3	-	-	2	2/1000

Fuente: Elaboración propia.

certificación de semillas, con el objetivo de facilitar el comercio de semillas con el menor número de barreras técnicas y disminuir los costes de las transacciones. En Estados Unidos, por ejemplo, la certificación de semillas no es obligatoria. Las semillas tienen un mecanismo de control interno de calidad y están bajo responsabilidad de las empresas productoras de semillas. Algunas de las semillas comerciales están certificadas por organismos de certificación independientes, como aquellos que son miembros de la Asociación de Agencias Oficiales de Certificación de Semillas (AOSCA, por sus siglas en inglés), y es un proceso voluntario. La AOSCA promueve y facilita la comercialización de semillas en los mercados locales, nacionales e internacionales, a través de la coordinación de los organismos oficiales de certificación de semillas, que evalúan, documentan y verifican que las semillas cumplen con ciertos estándares aceptados. La AOSCA cuenta con diversos organismos de certificación en América del Norte y América del Sur, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica (OCDE, 2012). En la Unión Europea (UE) la comercialización de semillas está regulada por las directivas acordadas por 27 estados miembros. Las directivas se basan en dos pilares principales: I) un registro de variedades y II) la

la certificación de semillas. Este sistema es obligatorio para las especies inscritas.

Situación de los registros de productores de semillas

La ley contempla que para la investigación, producción, certificación, procesamiento y comercialización se requiere contar con el registro correspondiente emitido por la Autoridad en Semillas. La inscripción en el Registro de Productores de Semillas tiene carácter obligatorio para las personas naturales o jurídicas dedicadas a la producción de semillas (INIA, 2013). El Registro de Productor de Semillas tiene una vigencia de tres años, contada a partir de la emisión del certificado de registro. El productor de semillas además de contar con su registro único de contribuyente (RUC) está obligado a demostrar la disponibilidad bajo propiedad u otra modalidad, de instalaciones y equipos de acondicionamiento y control de calidad. Asimismo, debe contar con el asesoramiento de un ingeniero agrónomo y pagar tasa por derecho de trámite. Actualmente, de 1.603 productores de semillas, solo 148 siguieron el proceso de certificación de sus semillas en la última campaña agrícola (2019/2020), observándose una disminución en la cantidad de productores que certifican semillas.

Tasa de uso de semilla certificada

La tasa de uso de semillas certificadas en el Perú es bajo y constituye un reflejo de lo que ocurre en la mayor parte de los países latinoamericanos (Arenas *et al.*, 2015; Pinedo, 2019; Pinedo *et al.*, 2020) (Tabla 3). El 90% de las semillas provienen de sistemas informales, los cuales son sostenidos por pequeños agricultores de sistemas de agricultura familiar que resguardan la diversidad genética del germoplasma en el país (Arenas *et al.*, 2015). De acuerdo al IV CENAGRO (2012), existen 272 mil 697 productores que usan semilla certificada o plántones mejorados, los cuales representan el 12,3% del total de unidades agropecuarias. Asimismo, 3,94 millones de hectáreas utilizan semilla certificada (MINAGRI, 2018). Entre los años 2009 y 2017, la producción nacional de semillas acumuló un crecimiento de 126,6%.

Durante los años 2011-2015 se implementaron proyectos de producción de semillas de papa (*Solanum tuberosum* L.), maíz (*Zea mays* L.) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), dando como resultado que agricultores familiares de Perú incrementen hasta en un 51% los rendimientos de sus cultivos de papa, maíz, quinua, frijol y haba, con el uso de semilla certificada

Tabla 3. Tasa de uso de semilla certificada en el sistema formal en función a la superficie cultivada.

Cultivo	Superficie cultivada (ha)	Cantidad semilla t/ha	Total (t)	Tasa de uso de SC	Demanda atendida (t)	Brecha en (t)
Papa	367,700	2	735,400	0,26	1912,04	733,49
Maíz A. duro	261,000	0,025	6525	9,65	629,66	5895
Maíz amiláceo	240,000	0,08	19,200	0,25	48	19,152
Arroz	167,000	0,05	8355	24,41	2039,45	6316
Cebada	45,400	0,08	3632	0,77	27,96	3604
Trigo	45,200	0,08	3616	0,77	27,84	3588
Frijol	44,300	0,06	2658	0,28	7,44	2651
Arveja grano	31,300	0,06	1878	0,28	5,25	1873
Algodón	27,100	0,025	677,5	32,7	221,54	456
Quinua	67,000	0,01	670	3	20,1	650

SC = Semilla Certificada

Fuente: (INEI, 2016). Elaboración propia.

(Pinedo, 2019). Estos resultados contribuyen a mejorar la calidad de vida de los agricultores, como lo ocurrido en el caso de las semillas de quinua que pasaron de costar 4,24 USD a 8,33 USD por ser semillas certificadas (FAO, 2015).

Durante los años 2011 y 2012 se registraron valores de 9,3% y 8,6% de tasa de uso de semilla certificada respectivamente. Como resultado de la implementación de una serie de reformas normativas y de gestión, que inciden en la Regulación de Actividades de Producción, Certificación y Comercialización de Semillas, como la aprobación e implementación del Reglamento de la Ley General de Semillas, la tendencia se mostró sin variaciones significativas. En el año 2018

se alcanzó 13,34% de tasa de uso de semilla certificada (MINAGRI, 2020).

En las últimas cinco campañas agrícolas, el área atendida con semilla certificada sigue siendo reducida. En la campaña 2019-2020, solo el 13,4% del área fue atendida con semilla certificada, es decir, 286 mil hectáreas (Figura 3). Asimismo, solo el arroz tiene la mayor tasa de uso de semilla certificada (53%), seguido del maíz amarillo duro (8,5%) y quinua (5,1%) principalmente (MINAGRI 2020). Para el cultivo del arroz, la tasa de uso de semilla certificada fue la más alta en la última campaña agrícola y se ubicó en 47%, con 227,7 mil hectáreas atendidas. El mercado de semillas de arroz es el más desarrollado de todos los cultivos y se localiza

principalmente en los departamentos de San Martín, Piura, Lambayeque, La Libertad, Amazonas y Arequipa.

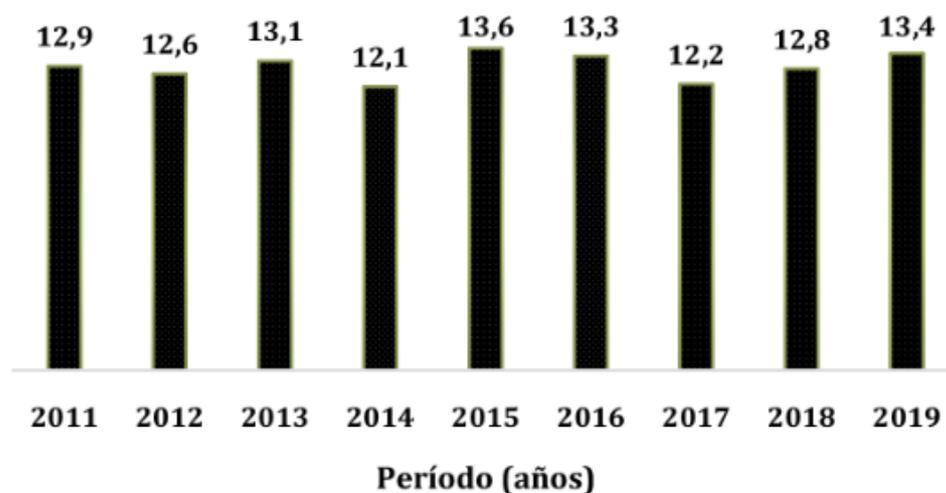
Por otro lado, el cultivo de la papa tiene una tasa de uso de semilla certificada de 0,3%, la cual es muy reducida. La tasa de uso de semilla certificada para el cultivo de maíz amarillo duro se mantuvo baja en las tres últimas campañas agrícolas, al situarse alrededor de 8% equivalente a 500 toneladas, lo que es insuficiente también para atender en promedio un requerimiento de cerca de 6 mil toneladas. Para complementar la demanda de semillas en las dos últimas campañas se importaron alrededor de 2,5 mil toneladas. De esta manera la tasa de uso por cultivos para

el año 2018 tiene las siguientes metas: algodón (26,61%), arroz (56,68%), maíz amarillo duro (9,92%), maíz amiláceo (0,21%), papa (0,26%), cereales (1,44%), leguminosas de grano (0,87%), quinua (5,96%) (MINAGRI, 2018). La tasa de uso de semilla certificada (TUS) es el indicador que expresa la adopción de la transferencia de tecnología en los campos de cultivo, específicamente de las semillas certificadas liberadas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA y comercializadas a través de su sede central y sus estaciones experimentales (MINAGRI, 2019).

Desarrollo de variedades

El desarrollo de variedades es el pilar fundamental en los planes estratégicos de semillas (Hruska, 2015; Peske, 2012). Este crecimiento de producción de semillas ha ido evolucionando, junto con los programas que se han puesto en marcha dentro del país. Al 2019 el 45% (235 cultivares) de cultivares comerciales que se han registrado en Perú fueron producidos por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y el 55% (286 cultivares) por otras instituciones. En la Figura 4 se puede apreciar el número de cultivares registrados en el Perú y cuál ha sido el aporte tanto del INIA como de la empresa privada.

Figura 3. Tasa de uso de semilla certificada en el Perú (%) en el periodo 2011-2019.



Fuente: Elaboración propia.

La tasa de uso de semilla certificada (TUS) es el indicador de la adopción de las semillas certificadas liberadas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA y comercializadas a través de su sede central y sus estaciones experimentales (MINAGRI, 2019). El INIA ha creado los programas nacionales de investigación (PNI) para el desarrollo y producción de semillas para satisfacer la necesidad de semillas de calidad.

Distintas iniciativas en el Perú han contribuido a un crecimiento significativo de la producción de semillas, de acuerdo al MINAGRI. Así, entre los años 2009 y 2017, la producción nacional de semillas acumuló un crecimiento de 126,6%, ya que en el 2009 se produjeron 10.541 toneladas de semillas y al cierre del 2017 se alcanzó a 23 891 toneladas. De modo que en el año 2017 hubo un

crecimiento de 38% con respecto a la semilla producida en el 2016 (MINAGRI, 2020).

Existe consenso respecto a que el poco uso de semillas certificadas se debe a un débil encadenamiento entre los agricultores, la industria y los centros de investigación nacionales, ya que la producción de semillas recae en un limitado sector formal. Por ello, tanto la disponibilidad (oferta) como la accesibilidad (demanda) de semilla formal son muy restringidas en el país (Hruska, 2015; Lapeña, 2012). En el Perú, la tasa de uso de semillas de los cultivos principales en los últimos años ha estado ubicada en un promedio de 13%, evidenciando el limitado uso de semillas certificadas (MINAGRI, 2019).

Sistemas de gestión de riesgos en semillas

En las zonas altoandinas es recurrente la ocurrencia de condiciones climáticas extremas (sequías, excesos de lluvias, heladas, granizadas), lo cual, dependiendo de la magnitud de los eventos y la vulnerabilidad de la actividad agrícola, puede tener efectos negativos en los cultivos y crianzas (Pinedo et al., 2017). Las adversidades climáticas pueden tener efectos más nefastos en los sistemas de semillas si no son sostenibles ni resilientes, es decir, si no son capaces de proporcionar seguridad en materia de semillas (Santivañez et al., 2014). A pesar de las adversidades agroclimáticas y algunas restricciones económicas y de acceso a determinados servicios, la agricultura familiar de la región altoandina tiene condiciones para producir semilla de alta calidad. Es altamente viable la participación de los agricultores familiares en la producción, acceso y utilización de las semillas de calidad, en los sistemas formales de semillas (Santivanez et al., 2014; Pinedo, 2019).

La seguridad de las semillas es clave para la seguridad alimentaria en sistemas de agricultura familiar (FAO, 2014; Mcguirre and Sperling, 2019). Los sistemas de semillas del sector informal son relativamente seguros en términos de garantizar semillas para la próxima temporada. Las posibilidades

de múltiples canales de distribución con nuevos mecanismos de intercambio de semillas son fundamentales para el suministro de semillas entre las comunidades, siempre y cuando exista una articulación de los sistemas de semillas formales e informales (Mcguirre and Sperling, 2019).

CONCLUSIONES

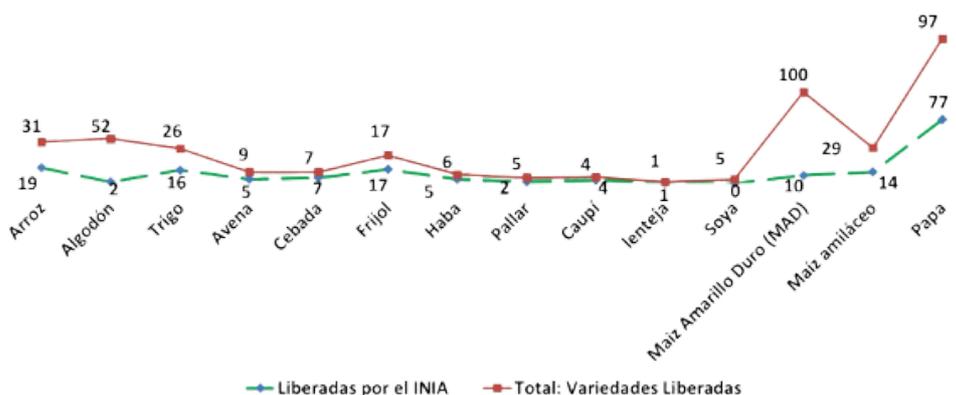
En los sistemas de producción de semillas coexisten los sectores formal e informal. El sistema informal representa aproximadamente el 90%, mientras que en el sector formal la tasa de uso de semilla certificada apenas alcanza el 13,4% de la demanda total de semillas. La baja tasa de uso de semilla certificada se debe a la escasa cultura de uso de semillas de calidad y al alto costo de la semilla, además de la baja tasa de renovación de semillas locales en los cultivos de papa, maíz amiláceo, cereales, leguminosas de grano. Los cultivos de mayor tasa de uso

de semilla certificada son el arroz, algodón y maíz amarillo.

La legislación de semillas se torna favorable al integrar semillas nativas o tradicionales mediante la adopción de la semilla de calidad declarada, que puede impulsar la producción local de semillas, mejorar el acceso a semillas de calidad y desarrollar empresas de semillas a pequeña escala. Sin embargo, las normas y reglamentos vigentes requieren ser revisados y adecuados a la realidad peruana.

En los sistemas de agricultura familiar, el uso de semillas certificadas no es prioritario ni condicionante para la actividad agrícola. Los agricultores mantienen estrategias de intercambio de semillas que garantizan el flujo de semillas. Sin embargo, la calidad de la semilla no siempre es la mejor, por los altos niveles de degeneración genética debido

Figura 4. Programa de desarrollo de variedades de semillas de los principales cultivos del Perú.



Fuente: Elaboración propia.

a la falta de suministro de semillas de calidad.

La semilla certificada no siempre es considerada por los usuarios de semillas como sinónimo de calidad. Factores de tipo normativo e institucional como el incumplimiento de los parámetros de calidad establecidos en la Ley General de Semillas y el Reglamento específico para cada clase y categoría de semillas, la adulteración de tarjetas de certificación, el tráfico ilícito de semillas y la falta de control interno en instituciones y empresas que se encargan de generar semillas de la clase genética y certificada debilitan la credibilidad del sistema formal de semillas generando desconfianza en los agricultores.

LITERATURA CITADA

- Almekinders, C.J.M.; Walsh, S.; Jacobsen, K.S.; Andrade-Piedra, J.K.; McEwan, M.A.; de Haan, S.; Kumar, L.; Staver, C. 2019. Why interventions in the seed systems of roots, tubers and bananas crops do not reach their full potential, *Food Sec.* 11: 23-42.
- Arenas, W.C.; Cardozo, C.I.C.; Baena, M. 2015. Análisis de los sistemas de semillas en países de América Latina. *Acta Agronómica*, 64(3): 239-245.
- Domínguez-García, I.A.; Altamirano-Cárdenas, J.; Barrientos-Priego, A.F.; Ayala-Garay, A.V. 2019. Análisis del sistema de producción y certificación de semillas en México. *Rev. Fitotecnia mexicana*, 42(4): 347-356.
- FAO y Africa Seeds. 2019. Materiales para capacitación en semillas - Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas. Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/ Africa Seeds. Roma, Italia. 105 p.
- FAO. 2011. Ahorrar para crecer. Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenible de la producción agrícola en pequeña escala (ISPA). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (IT). Roma, Italia. 102 p.
- FAO. 2014. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Santiago de Chile. 473 p.
- FAO. 2016. Evaluación de la Seguridad de Semillas. Una guía para profesionales. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 38 p.
- Forbes G.A.; Charkowski, A.; Andrade-Piedra, J.; Parker, M.L.; Schulte-Geldermann, E. 2020. Potato Seed Systems. In: Campos H., Ortiz O. (eds) *The Potato Crop*. Springer, Cham. pp. 431-447.
- Hernández, N.; Gutiérrez, L. 2019. Resistencias epistémico-políticas frente a la privatización de las semillas y los saberes colectivos, *Revista colombiana de antropología*, 55(2): 39-63.
- Hruska, A. 2015. Sustainable Seed Systems for Family Farming: Promoting More Inclusive Public Institutions - Lessons Learned from Mesoamerica. En: FAO y ICRISAT. Ojiewo CO, Kugbei S, Bishaw Z.; Rubyogo, J.C. (Eds). *Community Seed Production on Workshop Proceedings*, 9-11 December 2013. Roma, Italia. 176 p.
- INEI. 2016. Principales Resultados - Pequeñas, Medianas y Grandes Unidades Agropecuarias, 2014-2018. Instituto Nacional de Estadística e Informática Lima, Perú. 89 p.
- INIA. 2013. Ley General de Semillas (Ley N° 27262, modificada con Decreto Legislativo N° 1080). Reglamento General de la Ley General de Semillas (DS N° 006-2012-AG). Instituto

DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN PEDUNCULAR EN LA CANOPIA DE ARBOLES DE PALTO *cv.* 'Hass' EN DOS ÁREAS COSTERAS DEL PERÚ

AUTORES:

A.K. Llanos¹; W.E. Apaza¹

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía, Departamento Académico de Fitopatología. Lima, Perú.

RESUMEN

La pudrición peduncular del palto (SER por sus siglas en inglés) es causada por varias especies de hongos, y se presenta a nivel mundial. Esta enfermedad afecta actualmente a varias regiones productoras de palta en el Perú, causando la pudrición de la fruta, impactando negativamente a la industria. La investigación sobre la distribución del SER en la copa de los árboles de palta es escasa. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo comparar qué zonas de la copa son propensas a tener más SER en la fruta cosechada de palta 'Hass' en dos zonas costeras diferentes del Perú. El experimento se realizó en el norte (Barranca) y en el sur (Cañete) de Lima. Se recolectaron frutos de palta 'Hass' de ambas zonas productoras para identificar el agente causal; se aisló *Lasiodiplodia theobromae* de los frutos infectados. La identificación se realizó en base a las características morfológicas y a una secuencia parcial de ADN del gen del factor de elongación de tmducción 1-o (*tefI-a*). Los resultados mostraron que los frutos dentro de la copa del árbol fueron propensos a tener una mayor incidencia de la enfermedad que los frutos situados en la parte externa {P 0,001 }. Además, los frutos situados en el interior mostraron un mayor porcentaje de frutos infectados para cada grado de la enfermedad (P< 0,00s) que los frutos situados en el exterior, excepto para el grado 0 (frutos sin síntomas) y el grado 1. Finalmente, los resultados sugirieron que la altitud en la que se encuentra el fruto en la canopia podría influir en la incidencia del SER, donde los frutos situados en la parte alta revelaron menor incidencia que la sección baja. Estos resultados son valiosos para mejorar las estrategias de manejo y evitar la pérdida poscosecha de los frutos de aguacate en nuestra región.

Palabras clave: *Lasiodiplodia theobromae*, pudrición peduncular, aguacate, canopia, SER

ABSTRACT

Stem-end rot (SER) of avocado is caused by several fungal species, and it is presented worldwide. This plant disease currently affects several avocado producer regions in Peru, causing fruit rot, impacting the industry negatively. Research about SER distribution in the canopy of avocado trees is limited. Thus, the present study aimed to compare which areas in the canopy are prone to have more SER in 'Hass' avocado harvested fruit in two different coastal areas in Peru. The experiment was conducted in the northern (Barranca) and southern (Cañete) of Lima. 'Hass' Avocado fruits from both producer areas were collected to identify the causal agent; *Lasiodiplodia theobromae* was isolated from infected fruits. Identification was conducted based on morphological features and

a partial DNA sequence of the translation elongation factor 1- α gene (ef1a). The results showed that fruits inside the tree canopy were prone to have a higher disease incidence than the fruits located in the external site ($P < 0.001$). Besides, internal-site fruits displayed a higher percentage of infected fruit for each grade disease ($P < 0.001$) than external-site fruits, except for grade 0 (fruits without symptoms) and grade 1. Finally, the results suggested that the altitude where the fruit is positioned on the canopy could influence the incidence of SER, where fruits located in the high part revealed less incidence than the low section. The results are valuable for enhancing management strategies and avoiding postharvest loss of avocado fruits in our region.

Keywords: *Lasiodiplodia theobromae*, stem-end rot, avocado, canopy, SER

INTRODUCCIÓN

Palta (*Persea americana* Molino) es un cultivo de árboles frutales que se cultiva únicamente en áreas tropicales y subtropicales de todo el mundo debido a requisitos climáticos como la temperatura y las precipitaciones (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020; Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2008). Este cultivo ha experimentado el crecimiento de producción más rápido y actualmente, su producción global ascendió a 6,3 millones de toneladas en 2018 (Altendorf, 2019). Las Américas son los mayores productores a nivel mundial, donde más del 70,0% de la producción proviene de esta zona (FAO, 2020). En el Perú, el aguacate es una fruta de importancia económica y es considerado uno de los mayores productores a nivel mundial. Perú se ubica como el tercer productor mundial, seguido por México y República Dominicana, y el segundo exportador de

aguacate a nivel mundial (FAO, 2020; Altendorf, 2019; Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo [CIRAD], 2019). En 2019, Perú registró más de 500 mil toneladas en una expansión de 31 000 ha con un volumen mayorista de 720 millones de dólares (CIRAD, 2019).

Debido a un sistema de producción de alta tecnología y condiciones climáticas, la región costera es la zona más importante del Perú (CIRAD, 2019; MINAGRI, 2008). Como resultado, el área plantada en Perú ha ido aumentando rápidamente, convirtiéndose el aguacate en un cultivo valioso. Entre los cultivares existentes se encuentran Hass, Fuerte, Ettinger, Zutano y Bacon. Sin embargo, el cultivar Hass es el más ampliamente producido para el mercado internacional (CIRAD, 2019; MINAGRI, 2008).

Al igual que otros cultivos de gran extensión, el aguacate enfrenta factores limitantes en su producción; el aspecto

fitosanitario es considerado uno de los principales. Una de las enfermedades de las plantas que está afectando al aguacate es la pudrición del extremo del tallo (SER), que afecta a estos frutos después de la cosecha. SER es una enfermedad de postcosecha que infecta a esta fruta y a otras, incluidos el mango y los cítricos. (Diskin y otros, 2017; Zhang, 2014; Zhang y Swingle, 2005). Esta enfermedad de las plantas vive endofíticamente hasta que se presentan condiciones favorables con la maduración del fruto (Johnson y otros, 1992). Esta enfermedad de la planta comienza en el extremo del tallo, una sección adherida al fruto, que muestra un aspecto arrugado. Posteriormente, **una podredumbre** que aparece en esta zona produce una decoloración oscura y ablandamiento de la pulpa. Esta enfermedad avanza a través de límites vasculares, mostrándose en ocasiones de color oscuro a marrón. A medida que el aguacate madura, estas lesiones se expanden a toda la pulpa,

mostrando finalmente un fruto completamente podrido. Guarnaccia et al., 2016; Madhupani y Adikaram, 2017; Twizeyimana et al., 2013).

Muchas especies de la familia *Botryosphaeria* causan SER. Entre las especies reportadas se encuentra *Lasiodiplodia theobromae*, fitopatógeno distribuido en todo el mundo que infecta más en zonas tropicales y subtropicales (Punithalingam, 1976; Voorhees, 1942). *L. theobromae* ha sido identificado que infecta a más de 500 plantas hospedantes, incluidos árboles frutales, hortalizas y plantas ornamentales (Punithalingam, 1980).

Se ha informado que este hongo infecta otros árboles frutales como el durazno, el mango y la vid (Li et al., 1995; Khanzada et al., 2004; Úrbez-Torres et al., 2008). Asimismo, entre los síntomas descritos en las enfermedades de los cultivos frutales se encuentran lesiones necróticas hundidas, gomosis, defoliación más temprana, muerte regresiva de las ramitas, vigor reducido y como consecuencia una menor producción (Li et al., 1995; Khanzada et al., 2004). Debido a sus características de infección, *L. theobromae* rara vez ocurre cuando los frutos permanecen en el árbol. Este patógeno permanece latente en el tejido del fruto y

os síntomas se expresan hasta la cosecha; en este punto, el patógeno vegetal desarrolla la infección en este tejido vegetal.

Se han descrito algunos enfoques de manejo para controlar el SER para reducir la presencia de esta enfermedad de las plantas durante el tiempo de postcosecha. Entre ellos se encuentran el uso de inhibidores de maduración, prácticas de cosecha, control químico y biológico pre y postcosecha, aplicación de extractos de plantas y control físico (Galsurkerya1., 2018). Aunque varios artículos se han centrado en la biología y el manejo de esta enfermedad de las plantas, la información sobre la distribución de SER en la canopia de árboles de aguacate aún es escasa. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo comprender qué áreas de la canopia del árbol de aguacate 'Hass' son más prevalentes para esta enfermedad de la planta. Los resultados ayudarán a mejorar el manejo de este patógeno y a seleccionar qué áreas de la canopia deben estar completa y bien protegidas cuando se apliquen medidas estratégicas de manejo en el campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y recopilación de datos

Los experimentos se realizaron en dos parcelas comerciales diferentes de aguacate 'Hass', ubicadas en las regiones norte

(Barranca) y sur (Cañete) de Lima. Estos lugares estaban ubicados en la zona costera del Perú. Se registraron el máximo y el mínimo; Barranca presentó valores de 14 °C a 28 °C, y Cañete de 15 °C a 29 °C. Además, la humedad relativa (HR) para Barranca y Cañete presentó valores entre 85% a 100% y 80% a 98%, respectivamente. Las ubicaciones fueron elegidas debido a la presencia histórica de enfermedades.

Materiales vegetales y frutales

Los materiales vegetales evaluados fueron árboles de aguacate 'Hass' de 5 años de edad cultivar Hass sobre portainjerto Zutano con una altura entre 6 m a 7 m y mantillo de hojas naturales en ambas áreas. Además, ambos sitios se realizaron en condiciones exportables, con podas mecánicas (Barranca) y manuales (Cañete) realizadas anualmente después de la cosecha en agosto, los frutos de aguacate 'Hass' generalmente se cosecharon con pedicelo corto utilizando tijeras de podar. No se aplicaron aplicaciones de fungicidas directamente al SER manejado; sin embargo, durante la temporada se aplicaron fungicidas para el control de *Lasiodiplodia* (Tiabendazol y Sulfato de cobre pentahidratado) En la zona norte estudiada (Barranca), la distancia plantada fue de 2 mx 6 m con

una densidad de 1000 árboles por ha con sistema de riego por goteo. La parcela experimental en Cañete tuvo una distancia de siembra de 7 mx 3.5 m con una densidad de 400 árboles por ha regada por microaspersión. Los árboles de aguacate 'Hass' fueron seleccionados arbitrariamente en la parcela asignada. Los frutos de aguacate se recolectaron durante una temporada de cosecha comercial de junio a agosto.

Colección y aislamiento

Los frutos de aguacate 'Hass' se recolectaron en la zona evaluada (Barranca). Fueron trasladados inmediatamente a la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Los procedimientos de aislamiento se realizaron en la clínica de enfermedades vegetales del departamento de Fitopatología de la UNALM. El aislamiento del patógeno se realizó lavando con agua limpia del grifo y sumergiendo los frutos en hipoclorito de sodio a 1% durante un minuto y se secó al aire. Luego se enjuagaron en agua destilada durante dos minutos y secaron al aire para evitar contaminación. Los frutos se colocaron en una cámara húmeda a 25 °C. Se seleccionaron para aislamiento frutos con síntomas iniciales típicos de SER. Se cortaron trozos del extremo del tallo del fruto en secciones pequeñas (de 2 mm a 3 mm) con un bisturí estéril

Las piezas desinfectadas se colocaron en Agar Papa Dextrosa con Oxitetraciclina (PDA+) y se almacenaron a 25 °C durante cuatro días en condiciones de oscuridad. Una vez que el micelio fue visible, se transfirieron nuevamente a PDA+ para obtener un cultivo puro.

Caracterización morfológica y molecular

La identificación morfológica se realizó mediante claves taxonómicas de hongos elaboradas por Barnett y Hunter (2006). Además, se examinaron estructuras morfológicas como picnidios y conidios utilizando un microscopio compuesto (DL1000 LED LEICA, Wetzlar, Alemania).

Para la caracterización molecular, la extracción de ADN se realizó siguiendo el método descrito por Saitoh et al. (2006) y Balogun et al. (2008). Se utilizaron cultivos de tres días de antigüedad. Se colocó un tapón de 5 mm de diámetro de crecimiento de micelio activo extraído del cultivo en un tubo Eppendorf estéril de 1,5 ml. Un total de 500 µl de tampón de lisis (100 milímetro Tris-HCl, ácido etilendiaminotetraacético [EDTA] 50 mM, IM KCl; pH 8,0) fue añadido al tubo y el micelio se dispersó con un palillo estéril. Después de 10 minutos a temperatura ambiente, se añadieron 300 µL de fenol: cloroformo: alcohol isoamílico en la siguiente

proporción volumétrica 25:24:1. La mezcla se centrifugó durante 10 minutos a 1200 rpm. Se transfirió un sobrenadante de 300 µL a un tubo Eppendorf nuevo de 1,5 ml y se almacenó a 37 °C durante 30 minutos (Thermo Mixer Eppendorf). Se agregaron 300 µL de isopropanol y se almacenó a -20 °C durante 15 minutos. Finalmente se centrifugó a 1200 rpm durante 10 minutos a temperatura ambiente y se descartó el sobrenadante. El ADN fue lavado con 1mL de etanol al 70 % mediante centrifugación a 1200 rpm durante 5 minutos y se descartó el etanol. Los sedimentos de ADN se secaron al aire y se añadieron 30 µL de agua libre de nucleasas. La mezcla se almacenó a -30°C.

Para la identificación a nivel de especie, se utilizaron un par de cebadores previamente desarrollados (EF1-728F y EF1-986R) para amplificar el factor de elongación de traducción 1-alfa (*tef1-α*) (Carbone y Kohn, 1999) (Tabla 1). La amplificación de la *tef1-α* se llevó a cabo en una reacción de 25,0 µL, utilizando 15,4 µL de agua grado HPLC, 5 µL de tampón (5X), 2 µL de MgCl₂, 0,5 µL de dNTP, 0,5 µL para cada cebador (hacia adelante y hacia atrás), 0,1 µL de Taq-polimerasa y 1 µL de gDNA. Las reacciones de amplificación se realizaron

en un termociclador SimpliAmpMT (Thermo Fisher Scientific, Singapore) con el siguiente protocolo: 5 min a 94 °C; 40 ciclos de 1 min a 94 °C, 1 min a 58,1 °C, 1 min a 74 °C y una extensión final de 7 min a 74 °C. Los productos de PCR se enviaron para su secuenciación a la Universidad de California Riverside (UCR). Las secuencias genéticas aisladas *tefl-α* de *L. theobromae* de estudios previos se utilizaron para comparar la homología mediante el uso de BLAST (Altschup et al., 1990). Este procedimiento se utilizó para cada aislado para identificar el porcentaje de homología con *L. theobromae*. Finalmente, las secuencias del gen *tefl-α* de *Diplodia seriata*

y *Lasiodiplodia spp.* (Tabla 2) se obtuvieron de GenBank y se utilizaron para análisis filogenéticos. Los análisis de alineación y filogenéticos se realizaron mediante análisis de Genética Evolutiva Molecular (MEGA-X v 10.2,2) utilizando cinco aislados (Tabla 3). El análisis de máxima verosimilitud y los valores de Bootstrap se calcularon utilizando 1000 réplicas. El Modelo de evolución para el análisis fue T92: Tamura 3-Parameter.

Distribución de la pudrición del extremo del tallo en el dosel del fruto del aguacate 'Hass'

Se realizaron dos experimentos en Barranca para analizar la distribución de SER en la parte interna y externa de la

canopia en frutos de aguacate 'Hass' después de ser cosechados. Se recolectaron un total de 400 frutos de aguacate de 40 árboles; para cada árbol se seleccionaron diez aguacates, cinco de cada parte de la canopia. Los frutos de aguacate recolectados tuvieron un tamaño de fruto exportable, categorizado como el número 16, cuyo valor de materia seca estuvo entre 23% y 24%. Los frutos de aguacate se colocaron en un recipiente de plástico (40 cm x 30 cm x 40 cm) como una cámara húmeda con una toalla de papel húmeda en el fondo, y cada fruta se colocó encima de una placa de Petri para evitar el contacto con la toalla de papel. Los frutos de

Tabla 1. Cebadores utilizados para amplificar el ADNg del gen EF-α de *Lasiodiplodia spp.*

Gen objetivo	Cebador	Dirección	Secuencia(5'M')	Cita
EF-α	<i>EFl- 728F</i>	<i>Forward</i>	CATCGAGAAGTTCGAGAAGG	(Carbone & Kohn, 1999)
	<i>EFl- 986R</i>	<i>Reverse</i>	TACTTGAAGGAACCCTTACC	

Tabla 2. Aislados utilizados en el presente

Aislado	Especies	Hospedante	Origen	Colector	GenBank accesion n° (EF1-a)
CMW9074	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	<i>Pinnus sp.</i>	Mexico	B. Slippers	AY236901
CMW10130	<i>L. theobromae</i>	<i>Vitis domiana</i>	Uganda	J. Roux	AY236900
CBS115812	<i>L. gonubiensis</i>	<i>Syzygium cordatum</i>	SouthAfrica	D. Pavlic	DQ458877
CF/UENF427	<i>L. theobromae</i>	<i>Persea americana</i>	Brazil	P. Santos	KY223707
CBS 164-96	<i>L. theobromae</i>	<i>Fuit on coral reef coast</i>	New Guinea	A. Aptroot	AY640258
CMW8230	<i>Diplodia seriata</i>	<i>Picea glauca</i>	Canada	I.Reid	DQ280418
CMW8230	<i>D. seriata</i>	<i>Malus domestica</i>	South Africa	W.A. Smith	DQ280419

Tabla 3. Lista de *Lasiodiplodia theobromae* aislados del fruto del aguacate 'Hass'

Aislado	Especies ^a	Hospedante (<i>Persea americana</i> Mill.)	Origen (Dep-Prov) ^b
1BAR EF	<i>L. theobromae</i>	'Hass'	Lima - Barranca
2BAR EF	<i>L. theobromae</i>	'Hass'	Lima - Barranca
3BAR EF	<i>L. theobromae</i>	'Hass'	Lima - Barranca
41BAR EF	<i>L. theobromae</i>	'Hass'	Lima - Barranca
5BAR EF	<i>L. theobromae</i>	'Hass'	Lima - Barranca

^a *L. theobromae* del árbol de aguacate se determinaron con base en análisis morfológicos y filogenéticos.

^b Dep = Departamento y Prov = Provincia

aguacate se almacenaron a 22 °C en condiciones de oscuridad y, después de 14 días, se analizaron cortándolos por la mitad a lo largo. Los síntomas típicos en el fruto del aguacate se contaron como infectados. La evaluación de la severidad de la enfermedad vegetal en fruto de aguacate se clasificó en cinco grados (G) dependiendo del porcentaje de daño: G0= 0 %, G1 = 1 % a 5 %, G2 = 6 % a 25 %, G3 = 26 % al 50 % y G4 = >50 %.

Además, se realizaron tres experimentos para comprender la influencia de la posición del fruto donde se dividió la copa en tres secciones en presencia de SER en Cañete. La copa del árbol de aguacate se dividió en tres secciones: alta (H), media (M) y baja (L). Se seleccionaron arbitrariamente cuatro árboles de aguacate para el experimento y se recolectaron cuatro frutos de aguacate para cada sección de cada árbol. El tamaño y almacenamiento de la fruta recolectada y la

evaluación de la incidencia de SER fue como se describió anteriormente.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de la evaluación del SER en 'Hass' los frutos del aguacate fueron registrados y tabulados en un documento de hoja de cálculo Excel. Estos datos fueron analizados por SAS (Statistical Analysis System versión 9.4, Cary, NC). El porcentaje de datos de pudrición del extremo del tallo del aguacate obtenidos en el experimento se probó mediante análisis unidireccional (ANOVA) con el comando PROC GLM. Además, las medias se compararon con el análisis de Tukey con un nivel significativo de 0,05. Se evaluó y satisfizo la homogeneidad y normalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de la pudrición del extremo del tallo del aguacate en frutos de aguacate 'Hass'

Una vez que la enfermedad de la planta comenzó a

desarrollarse en el fruto del aguacate 'Hass', se desarrolló una necrosis oscura en el área del pedúnculo. La colonización del hongo generalmente se iniciaba desde el extremo del tallo del fruto hasta el fruto entero, y era más rápida en el corazón que en la cáscara. SER fue capaz de desarrollar síntomas de pudrición de color marrón suave a negro en toda la fruta (Figura 1).

Caracterización morfológica y molecular

Se obtuvieron un total de 5 aislamientos de Barranca. Estos aislados se utilizaron para la caracterización morfológica. *Lasiodiplodia* fue identificada siguiendo una clave taxonómica realizada por Barnett y Hunter (2006). Además, el aislado tenía características similares a la descripción que hizo Punithalingam (1976) en cuanto a la apariencia de la colonia y los conidios. Además, comparamos los resultados con otros estudios previos (Pereira et al., 2009;

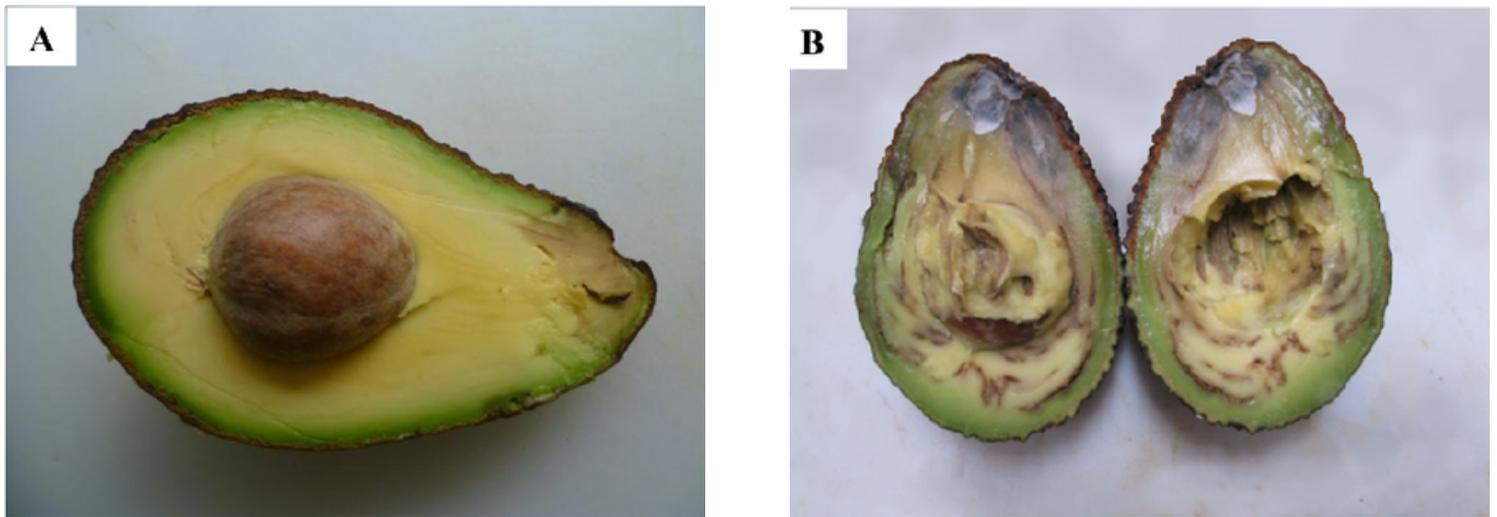


Figura 1. A. Síntomas iniciales y B. Infección avanzada de SER en frutos de aguacate 'Hass'.

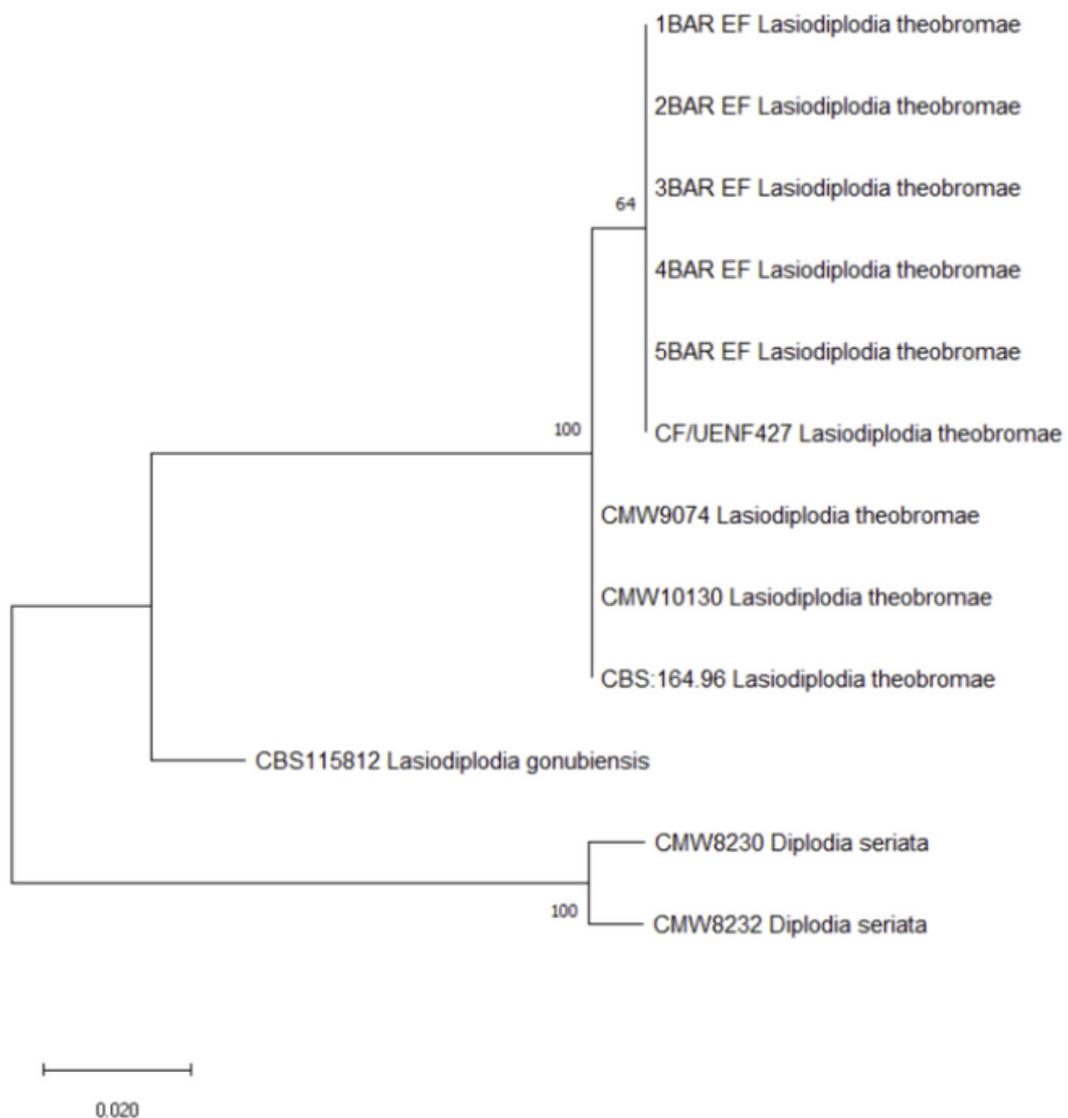


Figura 2. Filogenia de *Lasiodiplodia theobromae* basado en el análisis de secuencias parciales del factor de alargamiento de traducción 1-alfa (EF-1 α). Los valores de arranque de soporte se obtuvieron utilizando 1000 réplicas generadas en MEGA-X v.10.2.2. La filogenia se construyó utilizando el género *Diplodia* como grupo externo.

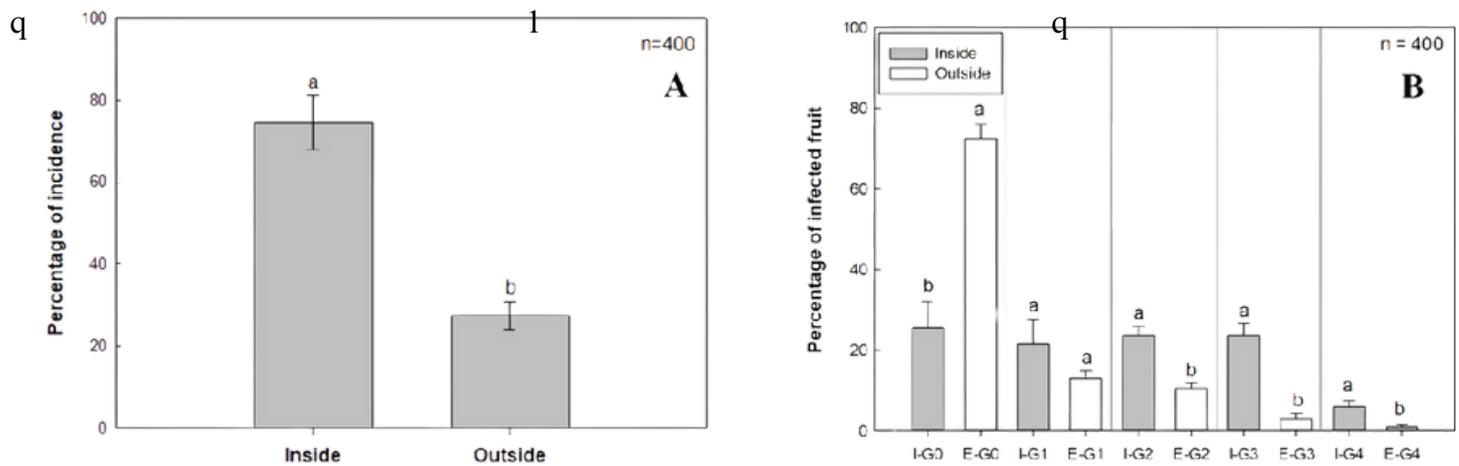


Figura 3. A. Efecto de la posición del fruto del aguacate 'Hass' en la incidencia y **B.** grado de severidad de SER en la copa del fruto de aguacate 'Hass'. I = Interno, E = Externo, G = Grado de gravedad del SER. Los experimentos se realizaron en la región norte de Lima (Barranca). Las líneas en los gráficos muestran desviaciones estándar.

Úrbez-Torres et al., 2006). Además, en este estudio se examinó el ADN genómico de cinco aislados. La secuencia se comparó en GenBank y estos aislados fueron asignados a *Lasiodiplodia theobromae*, coincidiendo con características morfológicas. El árbol filogenético incluía dos clados notoriamente diferentes (Figura 2). Los aislados de *L. theobromae* mostraron un valor de soporte de arranque del 100%. Los aislados de *Lasiodiplodia* recolectados en Barranca se agruparon en el mismo grupo con los aislados recolectados en México, Uganda, Brasil y Nueva Guinea. Se clasificaron *L. gomibiensis* y *Diplodia seriata* en un diferente grupo.

El SER de aguacate constituye un grave problema en la industria porque restringe su comercialización después de la cosecha. Esta enfermedad fue reportada causada por varias

especies de hongos, principalmente de la familia Botryosphaeriaceae (Twizeyimana et al., 2013; Wanjiku et al., 2020). Estudios de poblaciones de especies de hongos de esta enfermedad de las plantas en nuestra región es escasa y, hasta donde sabemos, este es el primer intento de identificar el agente causal. El aislamiento de *L. theobromae* a partir de frutos de aguacate en el estudio con síntomas de SER coincide con otros informes reportados (Darvas & Kotze, 1987; Menge & Ploetz, 2003). *L. theobromae*, un ascomiceto, es prevalente en zonas tropicales y subtropicales, infectando a más de 500 especies en todo el mundo (Punithalingam, 1976, 1980). Además, la presencia de este hongo en frutas coincide con otros reportes de *L. theobromae* como cítricos (Zhang, 2014), arándano (Xu et al., 2015), zapote mamey (Tovar-Pedraza et al., 2012) y mango (Munirah, 2017). La

explicación para la identificación de *L. theobromae* en los aislados estudiados podría ser que este hongo patógeno podría ser prevalente en nuestro país, como se informa en Israel (Menge & Ploetz, 2003). No obstante, *L. theobromae* podría estar ausente en otras regiones, incluidos los EE.UU. (Menge & Ploetz, 2003; Twizeyimana et al., 2013). Por lo tanto, es necesario análisis con un número significativo de aislados para identificar y comprender las especies de poblaciones fúngicas relacionadas con la pudrición del extremo del tallo en frutos de palta en condiciones peruanas.

Distribución de la pudrición del extremo del tallo en la copa de árboles de aguacate 'Hass'

La evaluación de la incidencia de SER en la canopia de frutos de aguacate

'Hass' mostró una diferencia entre las posiciones interna y externa ($P = <0.001$). La mayor incidencia se mostró en la zona interior, donde la incidencia media de SER fue de $37,25 \% \pm 6,5 \%$; un valor inferior se obtuvo en la zona externa, cuyo valor medio fue del $13,75 \% \pm 3,5 \%$ (Figura 3A). Estos resultados demostraron que la posición del fruto sobre la copa influye en la incidencia de este patógeno. Se realizó un análisis adicional donde se midió el grado del daño de este patógeno en el fruto (Figura 3B). El porcentaje de frutos con Grado 0 (Frutos sin síntomas) fue mayor en la parte externa que en la interna de la copa ($P = <0,001$). Por el contrario, la evaluación de la severidad del SER mostró que la frecuencia media fue mayor en todos los grados evaluados (G1, G2, G3, G4), mostrando diferencia estadística en todos ellos excepto en G1.

Además, tres experimentos fueron realizados para estudiar la influencia de la altura de posición del fruto en el porcentaje de incidencia de SER. En el primer y segundo experimento, el valor de incidencia más alto de SER se obtuvo en la sección baja de la copa (Figura 4A y 4B). Sin embargo, sólo un experimento mostró una diferencia estadística entre las secciones baja y alta ($P = 0,03$). Además, en ninguno de los casos las posiciones media y

baja mostraron diferencia estadística. El tercer experimento se realizó para evaluar el grado de severidad de este patógeno en diferentes secciones (Figura 4C). El porcentaje de frutos de aguacate sin síntomas (G0) disminuyó de mayor a menor sección. No se encontraron diferencias al evaluar el grado (G1, G2, G3 y G4) de la gravedad del SER en diferentes secciones. Curiosamente, el fruto del aguacate en la sección media y baja solo mostró un grado de severidad G3 y G4 para cada sección respectivamente.

En el estudio, los frutos de la parte interna del dosel mostraron diferencia estadística con los frutos que se ubican en el sitio externo. Además, el grado de gravedad del SER fue mayor en la parte interna que en la externa para todas las categorías, excepto el grado 0 (G0). Estos resultados podrían estar respaldados por un estudio previo donde se encontró que la firmeza en algunos cultivares fue mayor en frutos de aguacate expuestos al sol que en frutos de sombra (Woolf y otros, 2000). Además, la concentración de los compuestos dienos antifúngicos después de la cosecha podría afectar la infección del SER en la pulpa del fruto. Se informó que, aunque el contenido inicial de dieno fue similar en frutos de sombra y de sol, la

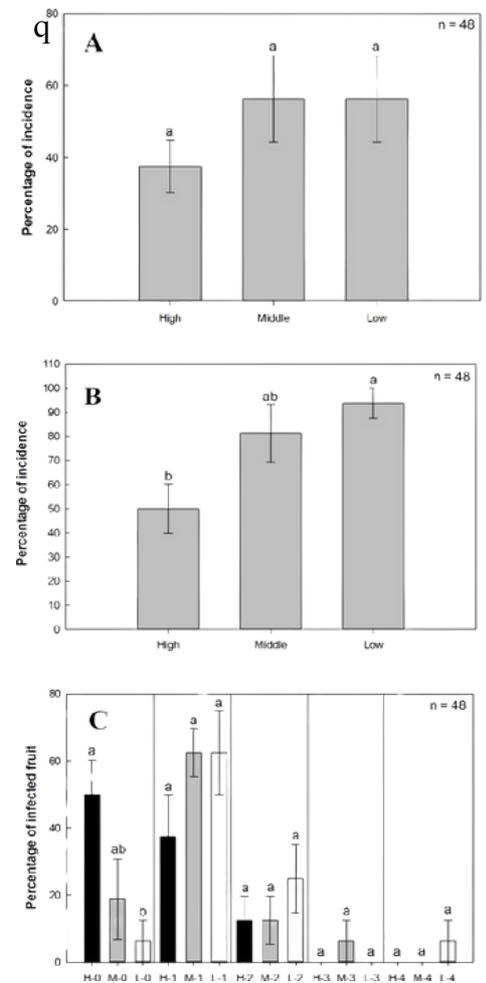


Figura 4. A. y B. Efecto de la posición del fruto del aguacate 'Hass' en la incidencia en dos experimentos y C. Grado de severidad de los frutos de aguacate 'Hass' en diferentes posiciones de altura del dosel. H=Alto; M=Medio y L=Bajo. El experimento se realizó en la región sur de Lima (Cañete). Las líneas en los gráficos muestran desviaciones estándar.

concentración de dieno en la pulpa del fruto disminuyó más rápidamente en frutos de sombra. que en la fruta expuesta al sol cuando se almacenaba a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sin embargo, la concentración de dieno en la piel de la fruta recolectada no varía siete

días después de su recolección. Después de este periodo de tiempo, sigue un patrón diferente; este compuesto aumenta en los frutos expuestos al sol a un ritmo doble que en los frutos a la sombra (Woolf et al., 2000). Además, resultados similares coinciden con un experimento realizado en mango en el que las frutas expuestas a la luz solar, cuyo nivel de antocianina era mayor, presentaban menor desarrollo fúngico que los frutos situados en la parte interna de la canopia (Diskin et al., 2017; Sivankalyani et al., 2016).

En cuanto a la influencia de la posición de los frutos en la incidencia de la SER, no se observaron diferencias estadísticas entre la sección media y baja de la canopia de la planta. Curiosamente, los frutos situados en la sección alta mostraron la menor incidencia de SER en comparación con la sección baja y media. Sin embargo, la sección alta sólo mostró diferencias estadísticas con la sección baja en un experimento. Debido a la logística, no pudimos recolectar más frutos por planta. Por ello, para futuras investigaciones, sugerimos aumentar el número de frutos de aguacate en futuros experimentos para obtener resultados estadísticos más sólidos para esta evaluación. Una explicación popular que podría explicar esto es que los

conidios de las ramas no pueden alcanzar la parte alta de la canopia. Se debería realizar un estudio adicional evaluando los conidios en diferentes secciones de la canopia para corroborar esta hipótesis. Como se ha mencionado anteriormente, la exposición de los frutos a la luz solar podría haber influido en los resultados; los frutos situados en la sección baja podrían haber recibido menos luz solar que las secciones media y alta, afectando a la presencia de SER. La poda se ha considerado una buena práctica para reducir el impacto de esta enfermedad en condiciones de cosecha (Galsurker et al., 2018). Como se ha descrito, la falta de una práctica de poda adecuada en las áreas experimentales de aguacate podría haber reducido la exposición de los frutos para las secciones internas y bajas de la canopia, desencadenando condiciones factibles para el SER. Consecuentemente, una poda inadecuada podría impactar negativamente en la efectividad de las aplicaciones químicas si esta práctica se quiere integrar para manejar este patógeno, ya que no se podría alcanzar una buena cobertura de aplicación bajo estas circunstancias. Una variación del árbol de aguacate podría haber influido en nuestros datos. Se ha reportado que la edad del árbol y el tiempo de mantenimiento influyen en la prevalencia de SER en otros

cultivos (Brown & Miller, 1999; Zhang, 2014).

CONCLUSIONES

Nuestro estudio identifica a *Lasiodiplodia theobromae* como patógenos potenciales causantes de SER en frutos de aguacate 'Hass'. Además, nuestros hallazgos demuestran que los frutos ubicados en la parte interna y baja de la canopia tuvieron menor presencia de SER que los frutos de aguacate Hass posicionados en las partes externa, media y alta, respectivamente. Estos hallazgos ayudan a entender la distribución del SER en la copa de los aguacates, proporcionando información valiosa para mejorar las estrategias de gestión, proporcionando información acerca de qué áreas de la copa deben ser completamente y bien protegidas. Estas futuras estrategias de manejo podrían disminuir los daños de este patógeno fúngico cuya infección afecta al producto comercial durante la poscosecha, causando importantes pérdidas económicas en la agricultura.

ORCID and e-mail

A. K. Llanos
allanos@lamolina.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-6032-4141>

W. E. Apaza
wapaza@lamolina.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-7510-8866>

ENTREVISTAS

FACULTAD DE AGRONOMIA

REFORZANDO CONOCIMIENTOS

Dra. Luz Gomez

Dra. Carmen Felipe

ENTREVISTAS ESPECIALES

Feria de Ornamentales

Feria de Horticultura

Día de la Extensión

Dr. Raúl Blas

LA IMPORTANCIA DEL FITOMEJORAMIENTO

Entrevista con la destacada experta Luz Gómez, ganadora del "Premio a la Mujer en el Fitomejoramiento por Inducción de Mutaciones" otorgado por el OIEA y la FAO

“Premio a la Mujer en el Fitomejoramiento por Inducción de Mutaciones”, otorgado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). ¿Cómo se usa la energía nuclear para mejorar las plantas?

El Organismo Internacional de Energía Atómica tiene una división conjunta con la FAO dedicada al Mejoramiento Genético de los Cultivos fue creada con el objetivo de promover el empleo de la energía atómica y técnicas biotecnológicas con fines pacíficos en la agricultura y entre las diversas aplicaciones esta el inducir mutaciones en las plantas para generar cambios en diversos caracteres de las plantas que permitan mejorar su capacidad productiva, su calidad y adaptación a ambientes diversos y sobre todo a aquellos adversos y limitantes para la agricultura actual originadas por el cambio climático. Las especies vegetales en el proceso de evolución en condiciones naturales tienen mutaciones diversas que generan nuevos genes para adaptarse a los cambios en el ambiente y a los requerimientos agrícolas pero estas mutaciones ocurren durante cientos de años y pocos de ellos son identificados. Para poder emplear las mutaciones benéficas y contribuir a la seguridad y calidad alimentaria en un mundo con una población creciente es que se promueve el empleo de la energía atómica para inducir mutaciones que generan nuevos genes útiles para enfrentar las limitaciones ambientales y no esperar que este proceso benéfico ocurra en cientos de años. A lo largo del tiempo la inducción de mutaciones ha permitido el desarrollo de más de 3300 variedades en más de 220 especies de plantas.



En el Perú a través del Programa de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina se desarrollaron variedades de cebada y kiwicha obtenidas mediante tratamientos con rayos gamma que se siembran en campos de agricultores de la sierra del Perú beneficiando a la agricultura de pequeña escala que se dedica a su cultivo.

Además, existen trabajos de investigación actuales en la UNALM empleando inducción de mutaciones con rayos gamma en arroz, quinua, café, estevia, plátano y otras especies buscando mejorar su capacidad de tolerar estreses abióticos y bióticos.

SOBRE EL 'PROYECTO DE VARIACIÓN FENOTÍPICA DE ACCESIONES DE QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD) PROVENIENTES DEL CUSCO EN CONDICIONES DE LA COSTA CENTRAL' QUE SE ESTÁ DESARROLLANDO ACTUALMENTE EN EL CÍRCULO LA ORDEN DEL AGRO, ¿CUÁL ES EL PRINCIPAL OBJETIVO Y MOTIVACIÓN PARA SU EJECUCIÓN?

El Circulo La Orden del Agro viene realizando investigaciones y actividades de diversa naturaleza para lograr un mejor conocimiento entre otros de prácticas agronómicas y cultivos ancestrales.

Entre ellos destaca la investigación en granos nativos como la quinua, con el objetivo de conocer la morfología, la fenología, la respuesta al estrés salino, el efecto de la saponina en el control de plagas y otros similares.

El proyecto en mención estuvo orientado a conocer el grado de variación fenotípica que existe en la colección realizada en Cusco con objeto de aplicarlo en el manejo agronómico y el mejoramiento genético. La variación fenotípica se realizó a través de la evaluación de caracteres morfológicos, fisiológicos y de calidad.

Esta evaluación al mismo tiempo permite mejorar la base de datos de la colección que tiene la UNALM y refrescar las accesiones para tener semillas de calidad para nuevas investigaciones.



SEGÚN SU APRECIACIÓN. ¿CÓMO SE VE EL FUTURO DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO EN EL PERÚ?

Creo que irá incrementándose el número de mejoradores de plantas y los programas de mejoramiento genético de plantas, considerando que existe interés en los jóvenes investigadores por las nuevas herramientas de la biotecnología y el conocimiento de la genética de las plantas.

El mejoramiento genético de plantas debe ser aplicado para lograr nuevas variedades mejoradas de cultivos, para reducir el tiempo de obtención de nuevas variedades, mejorar el empleo de los recursos genéticos vegetales y otros.

Las nuevas variedades mejoradas permitirán enfrentar los problemas graves que origina el cambio climático en la agricultura y la necesidad de producir alimentos en cantidad y calidad para la población peruana en pleno crecimiento.

Perú tiene un área agrícola relativamente pequeña si lo comparamos con otros países y muchas de estas áreas tienen diversos problemas de ambiente y están manejadas por agricultores de pequeña escala con pocos recursos para introducir técnicas modernas. En este contexto no tendríamos capacidad para producir suficientes alimentos para la población.

Entre las diversas medidas para superar esta limitación es desarrollar nuevas variedades de cultivos con mejor capacidad productiva conservando o mejorando su calidad alimenticia y para la industria y mejorando su resistencia a factores estresantes bióticos (plagas, enfermedades y otros) y su tolerancia a factores estresantes abióticos (clima y suelos adversos).

Además, el mejoramiento genético de plantas permitirá explotar la gran cantidad de especies nativas sub utilizadas que tiene el Perú y las cuales requieren mejoramiento de caracteres para incorporarse a la agricultura e incrementar su uso a nivel nacional y en el mundo de la agro exportación mejorando las oportunidades de los agricultores de pequeña escala.

Conociendo que la investigación es un proceso esencial en la adquisición y desarrollo del conocimiento, ¿Qué consejo o recomendación les daría a los estudiantes de agronomía?

Unirse a círculos de investigación existentes o emergentes, así como explorar oportunidades en programas de Investigación y Proyección Social, es esencial para que los estudiantes se sumerjan en el potencial agrícola del país.

Esta participación brinda una comprensión más profunda de los desafíos agrícolas, soluciones viables y la metodología de investigación científica.

Desde su primer año, involucrarse en proyectos de investigación dentro de su área de estudio enriquecerá la comprensión teórica de los temas cubiertos en los cursos.

Esto contribuirá a una identificación más sólida con la carrera profesional, facilitando la elección de temas para tesinas y tesis.

Participando en el desarrollo de una investigación en el área de estudio, desde su primer año de ingreso, hará que ellos entiendan aun mas los temas en los cursos teóricos y contribuirá a una mayor identificación con su carrera profesional, les ayudara a seleccionar el

tema de investigación para su tesina y tesis, a reconocer y respetar los conocimientos ancestrales, a valorar la diversidad de las plantas e incorporarlos a una agricultura moderna y de precisión.

UNA AGRICULTURA RESPECTUOSA DEL AMBIENTE

Sumérgete en el apasionante mundo de la agroecología con la entrevista exclusiva a Carmen Felipe-Morales, reconocida experta en este campo. Explora sus conocimientos, experiencias y perspectivas innovadoras que han marcado pauta en la intersección entre la agricultura sostenible y la ecología.

¿CÓMO DESCRIBIRÍA USTED LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA AGRONOMÍA Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA A LO LARGO DE LOS AÑOS?

Cuando ingresé a la universidad Nacional Agraria La Molina, en la carrera de agronomía, solo eran 4 mujeres y 120 varones. Por ejemplo, en la materia de manejo de suelo que nos enseñaba el profesor Amaro Zabaleta, el profesor nos hizo conocer campos de cultivos en Huaral, quiero decir que no solamente estábamos en la universidad, sino que salimos afuera para conocer más de la carrera. En esa época, no se hablaba de la agroecología, sino de un enfoque mucho más natural. Ahora, con la revolución tecnológica hay mucha información que se puede acceder rápidamente, sin embargo, yo creo que no hay nada que reemplace las experiencias “vivas”, es decir, en contacto con la naturaleza; y es eso uno de los valores de la carrera de Agronomía que yo espero que se mantenga.

Te comento algo, quizás como una experiencia ya más directa, personal. Cuando yo fui decana de la Facultad de Agronomía en el año 1990 - 1993, justamente revisamos el currículum de la carrera de Agronomía y es ahí que propuse invitar a egresados de la facultad que ocupaban cargos tanto en la Administración Pública, el Ministerio de Cultura, para justamente analizar qué tipo de agrónomo queríamos. Yo estoy de acuerdo de que el enfoque de la carrera tenía que ser más preocupado por el ambiente, y por supuesto, siempre van a haber profesionales que están un poco más orientados a lo que es el uso de los químicos, pero yo sí veo con optimismo desarrollar una agricultura mucho más respetuosa al ambiente.

¿PODRÍA PROPORCIONAR UNA VISIÓN GENERAL DE CÓMO HA EVOLUCIONADO LA AGRONOMÍA A LO LARGO DE LA HISTORIA Y CUÁLES CONSIDERAN QUE SON LOS MOMENTOS CLAVE EN SU DESARROLLO?

Te cuento que cuando comencé a estudiar en la universidad era llamada ‘Escuela Nacional de Agricultura’, había solo una carrera (Agronomía) y tenía un enfoque más holístico. Después se transformó en una Universidad, la que hoy conocemos (Universidad Nacional Agraria La Molina).



Yo llevé a estudiantes a Cajamarca, Junín, Ayacucho, etcétera y ellos podían tomar contacto más directo con la realidad del campo, eso a mi me pareció que debía continuar. Otro aspecto importante también es cuando se crearon los institutos regionales, no de la costa, sierra y selva, aunque la verdad siempre lo hemos planteado; como suele ocurrir por cuestiones de presupuesto, parece que ya no se está continuando esos planteamientos. Otro hito que podría mencionar es los posgrados, en el 2005 se inició una maestría y el primer doctorado de la Agraria en la Facultad de Agronomía, que fue la agricultura sustentable, que aún se mantiene, en este caso, con la orientación que yo tengo de hacer una agricultura que sea respetuosa al ambiente, sigo dando cursos ahí. Y te repito, la idea es justamente cómo lograrlo, sobre todo ahora que se habla tanto del cambio climático, del impacto de los pesticidas en la salud, no de las personas, porque lógicamente no es lo mismo comer una verdura limpia que comer una receta.

¿PODRÍA DESTACAR A ALGUNOS PERSONAJES CLAVE EN LA HISTORIA DE LA AGRONOMÍA Y EXPLICAR SUS CONTRIBUCIONES NOTABLES A LA DISCIPLINA?

Indudablemente, el rector Orlando Olcese que se encontraba ejerciendo su labor cuando ingresé a la universidad, fue impulsor del empresariado de la agricultura. Sin duda, el Dr. Jose Estrada, mi asesor de tesis con el tema 'química del suelo'. El Dr. Carlos Amar, ministro de agricultura en el periodo del ex presidente Valentin Paniagua, tiempo después se orientó al campo de la economía, fallecido actualmente. Hay otros investigadores, por ejemplo, el Dr. Antonio Bacilo Lupo, muy reconocido. El Dr. Carlos Ochoa, agrónomo, fundó el programa de investigación en papa, investigador que iba a los ecosistemas naturales la cual buscaba especies silvestres, para poder sacar híbridos. El Dr. Fausto Cistero, entomólogo reconocido de la sociedad entomológica del Perú, el investigador Cesar Medina. También incluir a docentes destacados de la UNALM:

el Ing. Jacobo Zender, al Biólogo Octavio Velarde y al Ing. Federico Anavitarte.

¿CÓMO HAN EVOLUCIONADO LOS MÉTODOS A LO LARGO DEL TIEMPO Y QUÉ TÉCNICAS HISTÓRICAS SIGUEN SIENDO RELEVANTES HOY EN DÍA?

Allá por el año 80, realice una investigación que no se llegó a publicar por motivos presupuestales, sobre los abonos orgánicos. En costa, la presencia de abono verde no supera a la gran diversidad que tiene la región selva, la cual estas plantas se pueden utilizar para rotación de cultivos. No se puede dar una receta, pero las tecnologías mejoradas, hacen dependiente al agricultor, si hacemos que un agricultor pequeño dependa de la compra de fertilizantes u otro compuesto químico, no sería rentable. Además, ahora debemos evitar la contaminación, sin embargo, estas tecnologías no pasarán de moda, así que debemos optimizarlas; por ejemplo, el biodigestor que tenemos en la finca permite aprovechar al máximo el residuo orgánico de todos los guanos, no solo genera abonos líquidos o sólidos, también brinda una fuente de energía que es el biogás. No siempre se cuenta con el apoyo del gobierno, solo abonos de parte del estado, la cual solo ha generado dependencia de pesticidas químicos, entre otros.

¿HAY ALGÚN MENSAJE O REFLEXIÓN FINAL QUE QUISIERA COMPARTIR CON LOS LECTORES DE LA REVISTA EN RELACIÓN CON LA HISTORIA DE LA AGRONOMÍA?

Con mucho gusto; creo que las universidades a través de la investigación pueden contribuir con el desarrollo del país; además estas investigaciones ayudan a salir adelante a los agricultores y a la población a través de la difusión de una alimentación sana.

Entonces, el gran reto que tenemos como universidad y carrera de agronomía es la formación del agrónomo con un enfoque agroecológico, la cual pueda contribuir en gran medida con el desarrollo sustentable de nuestro país que tiene una gran biodiversidad, pues hay que cuidarla y tenemos que transformarla en agrodiversidad, y difundirla más.

Esto, nos permitirá salir adelante con las crisis que nos avecinan. También evitar la migración del campo a la ciudad.

La agricultura sana debe ser valorada de manera justa por los consumidores ya que permitiría que se torne a una agricultura beneficiosa para la salud y el ambiente.



ENTREVISTAS ESPECIALES

2DA FERIA NACIONAL DE HORTICULTURA ORNAMENTAL

Entrevista al Ing. Agr. Mg. Sc. Juan Carlos Jaulis Cancho

¿HA NOTADO ALGUNA NOVEDAD O TENDENCIA EMERGENTE EN LA INDUSTRIA ORNAMENTAL GRACIAS A ESTA FERIA?

Tratamos de ver oportunidades en donde otros no lo ven, si quieres resultados diferentes, haz cosas diferentes. En esta edición lo que más ha llamado la atención de los asistentes son los jardines comestibles en mantas verticales, en sistemas hidropónicos y en geotextil, temas muy sonados luego de la pandemia. Estas actividades tienen un impacto en la economía familiar y sobre todo en la salud, seguridad y soberanía alimentaria.



¿HA NOTADO ALGUNA NOVEDAD O TENDENCIA EMERGENTE EN LA INDUSTRIA ORNAMENTAL GRACIAS A ESTA FERIA?

Sí, hemos pedido a la Escuela de Jardineros que contribuyan con nosotros en los talleres que se hacen en la feria, para que tengan la posibilidad de brindar charlas. Asimismo, el Grupo de Investigación en Plantas Ornamentales (GIO) para la próxima edición tienen que mostrar al menos 3 a 4 investigaciones, también incorporar a los tesis de pregrado y postgrado para que hagan exposiciones de los trabajos de investigación que

realizan en el rubro ornamental y que los los alumnos de los cursos de Propagación de plantas, Floricultura I, Floricultura II y Manejo de Viveros continúen dictando talleres.



FERIA INTERNACIONAL DE HORTICULTURA

Entrevista al Ing. Agr. Mg. Sc. Daniel Chávez Bocanegra

¿PODRÍA PROPORCIONAR UNA VISIÓN GENERAL DE LA FERIA DE HORTICULTURA Y QUÉ RESALTA DEL EVENTO?

La feria fue todo un reto, ya que hace años no se tenía una Feria de Horticultura. Nuestro referente fue la Feria de Horticultura Ornamental. Junto con la profesora Giovanna Rivera, Marlene Aguilar y mi persona

(Ing. Mg. Daniel Chávez), sacamos adelante este proyecto, dando buenos resultados. Se usaron tres áreas importantes del Departamento de Horticultura: el huerto, PIPS en plantas ornamentales y PIPS en frutales, siendo estas importantes líneas de desarrollo de trabajo, investigación y estudio.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LA FERIA DE HORTICULTURA EN TÉRMINOS DE PROMOVER LA INVESTIGACIÓN Y LA INNOVACIÓN EN HORTICULTURA?

Respecto a la líneas de investigación, deberían salir en base a las necesidades y la demanda que nos pide el mercado, tanto nacional como internacional.

Debemos conectarnos con las personas, viéndonos con las empresas, así ellos decidirán respecto a la tendencia del mercado.



Respecto al área de Horticultura, nosotros estamos muy bien posicionados con distintos cultivos importantes, cultivos de exportación como arándano, uva de mesa, cítricos; en cultivos hortícolas, a los espárragos, pimientos, alcachofa, así como también la Floricultura. Antes exportábamos un buen rubro de flores y se busca volver a ello, ya que la población de Lima tiene una demanda brutal. Se debería enfocar a las líneas de propagación y mejoramiento, tomando en cuenta el rubro ornamental, imagina el rubro hortícola y frutal.



¿SE REALIZARÁ UN EVENTO SIMILAR EL PRÓXIMO AÑO?

Se espera realizar este evento anualmente, y se espera, a largo plazo, realizar la feria como Universidad.

¿ALGÚN MENSAJE QUE QUIERA COMENTAR A LA COMUNIDAD DE AGRONOMÍA?

Aprovechen las áreas que les brinda la Universidad, IRDs, los mismos profesores. Nosotros siempre estaremos para apoyarlos. Agronomía es uno solo.

¿CÓMO COMENZÓ EL "DÍA DE LA EXTENSIÓN" Y CUÁLES ERAN LOS OBJETIVOS INICIALES?

En 2016, al asumir la dirección de extensión, dimos inicio a la gestación de esta propuesta en colaboración con los estudiantes. La chispa de inspiración surgió de experiencias previas durante mi primera estancia en el año 2000, cuando ya estábamos inmersos en iniciativas similares. Nos sumergimos activamente en la interacción con los estudiantes, participando en diversas actividades, como albergues y cárceles.

Lamentablemente, tras dejar la dirección, la iniciativa se desvaneció con la llegada de nuevos administradores que no compartían la misma visión. A mi retorno, me encontré con personal que compartía el mismo interés, y juntos rescatamos la idea original. Inicé un diálogo sobre la importancia de trabajar con los estudiantes, retomando las líneas de cursos y actividades en comunidades, con la meta de que la universidad liderara estas valiosas iniciativas.

De esta manera, nos centramos en la extensión con los estudiantes, dando forma a los primeros proyectos sociales que más tarde denominamos proyectos de servicio comunitario.

DÍA DE LA EXTENSIÓN AGRARIA

Entrevista al Dr. Segundo Gamarra

Estos esfuerzos buscan no solo cumplir con las expectativas de la universidad, sino también contribuir de manera activa al bienestar de nuestras comunidades.

CIERTAMENTE, LA ESENCIA MISMA DEL DEPARTAMENTO DE EXTENSIÓN ¿NO ERA LLEVAR A CABO ESTAS LABORES SOCIALES?

El departamento de extensión es realizar labores sociales en colaboración con la comunidad, integrando a los estudiantes. La nueva ley refuerza este enfoque al señalar no solo la función de extensión, sino también la responsabilidad social de la universidad en sus acciones.

La responsabilidad social implica que todas las actividades universitarias deben ser socialmente responsables, incluido el trabajo de los estudiantes en la vinculación con la comunidad. A partir de esta premisa, adoptamos la idea de enfoques pedagógicos de aprendizaje y servicio para que los estudiantes realicen servicios a la comunidad y, a través de ello, continúen aprendiendo de manera disciplinaria. Esto implica salir de La Molina, donde estamos ubicados, y conectar con la realidad del país.

El objetivo es desarrollar competencias blandas, como solidaridad, ciudadanía, interculturalidad y trabajo en equipo, habilidades que a menudo no se abordan en los cursos regulares. Buscamos que los estudiantes se enfrenten a la realidad, comprendan los problemas de la sociedad y adquieran habilidades prácticas, algo que la universidad no siempre enseña de manera directa.

Así, en 2016, comenzamos a organizar proyectos de servicio comunitario. Durante este proceso, retomamos experiencias anteriores y trabajamos en colaboración con instituciones educativas y sociales, tanto estatales como privadas, en Lima Metropolitana. Por ejemplo, colaboramos con el Centro de Rehabilitación Juvenil "Maranguita", donde los estudiantes adquirieron sensibilidad hacia los problemas de los jóvenes recluidos y cambiaron su percepción sobre ellos. Estas experiencias han destacado la transformación positiva en la vida de los estudiantes que participaron en estos proyectos.

¿CÓMO INVOLUCRA A LOS ESTUDIANTES EN ESTOS PROYECTOS DE LABOR SOCIAL?

En los años previos a la pandemia, implementamos una colaboración con los círculos de investigación, grupos organizados con estructuras consolidadas, quienes nos buscan para llevar a cabo actividades de extensión, centradas principalmente en la investigación y distribución. Estos grupos son ahora los principales generadores de propuestas de proyectos, algunos ya con espacios definidos o continuando iniciativas previas.

Realizamos evaluaciones mediante encuestas a los estudiantes participantes para identificar el desarrollo de competencias a lo largo de estos proyectos.

Quedamos sorprendidos por la amplia gama de competencias adquiridas, como trabajo en equipo, solución de problemas, sensibilidad social, solidaridad e integración con la sociedad, incluyendo habilidades de comunicación oral. Estas competencias genéricas, a menudo mencionadas en perfiles de carreras, se destacaron en la práctica a través de informes y testimonios.

Los estudiantes, de manera voluntaria, ofrecen sus testimonios, resaltando lo que han desarrollado personal y profesionalmente durante su participación. Estos testimonios refuerzan nuestro compromiso, ya que evidencian que estamos cumpliendo con la formación integral exigida por la ley. Aunque la universidad aún tiende a ver las funciones de formación, investigación y extensión de manera aislada, buscamos integrarlas y que estas actividades sean parte del plan curricular.

Nuestro objetivo es que los proyectos sociales no solo inicien de manera independiente, sino que también se incorporen orgánicamente en el plan de estudios, posiblemente naciendo de algún curso específico.



¿CUÁLES HAN SIDO LOS MAYORES LOGROS EN TÉRMINOS DE IMPACTO POSITIVO EN LAS COMUNIDADES A LO LARGO DE LOS AÑOS?

En los últimos años, antes de la pandemia, trabajamos con círculos de investigación organizados, quienes se motivaron a seguir nuestras carreras, generando un impacto positivo.

Sin embargo, reconocemos que no es suficiente con el evento anual, el Día de la Extensión. Continuamos nuestro esfuerzo, ya que estos círculos se perciben como ejemplos a seguir, incentivando a otros a seguir aprendiendo y enseñando.

Un ejemplo notorio es un exalumno que, tras participar en proyectos, ahora lidera secciones en una escuela secundaria, capacitándose y manejando eficientemente el sistema.

Este impacto personal es el objetivo, ya que buscamos que los conocimientos adquiridos sean sostenibles y perduren en el tiempo.

También se destaca el papel de la docente de apoyo que, capacitada durante varios años, ahora maneja todo lo relacionado con la extensión.

En términos de enseñanzas y aprendizajes, inicialmente, no siempre somos recibidos de manera favorable en ciertas localidades.

La participación de los estudiantes no solo se limita al evento anual, ya que se les invita a charlas y talleres, facilitando su aprendizaje continuo. La capacitación y la investigación han resuelto problemas con los desechos del comedor, permitiendo la generación de productos comercializables y fomentando iniciativas empresariales.

En cuanto a la planificación del Día de la Extensión, esta actividad está incluida en nuestro programa operativo, lo que implica una cuidadosa planificación y ejecución. La evaluación de proyectos y la participación de la comunidad son aspectos clave, y se busca aumentar el tiempo dedicado a los estudiantes para que todos tengan la oportunidad de presentar sus proyectos. La intención es mostrar la utilidad práctica de las tesis y fomentar una sesión de intercambio entre la universidad y la comunidad.

En el proceso de planificación post-evento, seleccionamos cuidadosamente la fecha del Día de la Extensión y dividimos las tareas entre los diferentes grupos y unidades involucradas. La documentación se vuelve una herramienta esencial, abordando aspectos logísticos y ceremoniales. Los meses previos al evento son cruciales para garantizar una ejecución exitosa. La participación activa de los estudiantes en la comunicación oral y la presentación de proyectos es clave.

La dirección se organiza para asignar tareas específicas, como capacitación y registro, y se distribuyen responsabilidades para garantizar una ejecución eficiente.

Destacamos experiencias exitosas de exalumnos que han implementado lo aprendido en sus carreras.

Invitamos a aquellos que han tenido un impacto significativo en proyectos de extensión a compartir sus experiencias en el evento, brindando a los estudiantes un entendimiento más profundo del impacto y la utilidad práctica de sus esfuerzos.

A medida que el evento se acerca, involucramos a grupos multidisciplinarios, lo que permite abordar problemas de manera más efectiva. La planificación del Día de la Extensión se integra en el programa operativo, considerando aspectos logísticos y financieros.

Además, observamos un crecimiento en la creación de nuevos círculos y la formación de comunidades más amplias que desean integrarse en estas iniciativas. A pesar de los desafíos financieros, hemos logrado mantener estas actividades con el apoyo mínimo de la universidad.

Finalmente, reconocemos que el Día de la Extensión es más que un evento anual; es una expresión de nuestra responsabilidad como estudiantes hacia la sociedad. A pesar de la falta de reconocimiento formal, vemos el impacto positivo que hemos logrado en la formación de

estudiantes y la contribución a la comunidad.

En conclusión, estamos comprometidos con la continuación y expansión de estas iniciativas.



UNA CONVERSACIÓN CASUAL CON UN DESTACADO INVESTIGADOR

ENTREVISTA AL DR. RAÚL BLAS

Premio al investigador del año

ES UN PLACER TENER LA OPORTUNIDAD DE HABLAR CON USTED SOBRE ESTE RECONOCIMIENTO. ¿CÓMO SE SIENTE AL HABER SIDO NOMBRADO INVESTIGADOR DEL AÑO?

Para ser honesto, nunca imaginé recibir este reconocimiento. La noticia me llegó a través de un correo electrónico que me invitaba a un almuerzo organizado por ADEX, tras tres años de inactividad, en compañía de varios funcionarios. Durante este evento se iba a honrar al Investigador del Año, y se me solicitó confirmar mi asistencia. En un principio, no confirmé mi asistencia, como suele suceder debido a otras responsabilidades y compromisos diarios. Aproximadamente una semana, o quizás dos, antes del evento, aún no había dado una respuesta. Fue entonces cuando recibí una llamada tres días antes del

almuerzo, solicitándome que confirmara mi presencia. Para mi sorpresa, aún sin estar al tanto, ya había sido premiado. Esto lo comprendí al leer detenidamente la comunicación.

¿PODRÍA CONTARNOS UN POCO MÁS SOBRE EL PREMIO Y SU RELEVANCIA EN EL CAMPO DE LA AGRONOMÍA?

Este reconocimiento está directamente relacionado con el sector agrícola, ya que es promovido por ADEX. Durante este evento, no solo se otorga el premio al Investigador del Año, sino que también se reconocen a empresarios destacados, al Exportador del Año, funcionarios destacados del sector público, entre otros. En esencia, es un evento que reúne tanto al sector privado como al público. Sirve como un espacio de encuentro y reconocimiento para destacar los

logros y contribuciones tanto de empresas como de individuos en la industria agrícola.



Una jornada de emociones y agradecimientos

¿QUÉ SIGNIFICÓ PARA TI ESTE RECONOCIMIENTO Y CÓMO LO RELACIONAS CON TU TRABAJO Y LA UNIVERSIDAD?

Desde que llegué me hicieron sentir en una mesa cerca de donde iban a estar las autoridades, entre ellas el Ministro de Producción y otros ministerios. La sorpresa fue enorme, no me lo esperaba para nada. El anuncio se hizo durante un almuerzo organizado después de una serie de seminarios. Cuando nombraron a los nominados y luego al ganador, Raúl Blas, sentí una combinación de sorpresa y alegría genuina. Los aplausos y la presencia de profesionales destacados en el evento fueron un gran estímulo.

Este reconocimiento fue más que un premio personal; simbolizó el futuro y la esperanza por más logros en mi carrera. Además, fue un homenaje a la Universidad que ha sido el pilar de mi formación y proyectos. Cada logro ha sido posible gracias a su apoyo constante, así que este reconocimiento va dedicado a ella.

¿CÓMO VES EL FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN RELACIÓN CON ESTOS CULTIVOS MENOS CONOCIDOS?

Creo firmemente en seguir impulsando la investigación en estos cultivos menos comerciales. Son una parte esencial de nuestra herencia agrícola y ofrecen oportunidades para mejorar la sostenibilidad y la seguridad alimentaria. Considero que estos cultivos tienen un potencial significativo, especialmente en el consumo interno a nivel local y regional. Hay mucho por descubrir y trabajar en este sentido.

¿PODRÍA CONTARNOS SOBRE SU INVESTIGACIÓN INICIAL Y CÓMO EVOLUCIONÓ?

Comencé mi investigación estudiando la determinación del

número de cromosomas de la especie, un proceso que ha abierto muchas puertas. Esta tarea, detallada en mi tesis de pregrado, establecía la cuenta de cromosomas de Rh. Posteriormente, he continuado con trabajos sobre transporte y publicaciones, lo cual ha motivado proyectos ulteriores.

¿QUÉ PAPEL TUVIERON SUS INVESTIGACIONES AL RECIBIR EL PREMIO? ¿SE BASÓ EN ALGUNA INNOVACIÓN ESPECÍFICA?

El premio estuvo basado en el potencial de mis investigaciones, especialmente en proyectos como el "Perú HUB". Este proyecto busca llevar conocimiento a universidades y centros de investigación locales, financiado por el Gobierno estadounidense. Está fundamentado en operaciones ubicadas en San Martín de Tarapoto, trabajando en conjunto con socios nacionales e internacionales para desarrollar cadenas productivas alternativas, como la canela y la vainilla, ofreciendo rentabilidad a los agricultores y empresas.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE ESTE PROYECTO Y CÓMO IMPACTARÁ EN LOS AGRICULTORES LOCALES?

Buscamos ofrecer alternativas a los agricultores que puedan sustituir cultivos que requieren mayores extensiones para ser rentables, como arroz, maíz, cacao o café. Queremos evitar el retorno a cultivos de baja rentabilidad, como los ilegales, ofreciendo opciones más rentables y seguras. Nuestro objetivo es convertir el Fondo Pocayano de la Universidad en un centro de referencia en agricultura tropical, estableciendo cultivos de alta productividad con estándares de calidad. En la región, estamos trabajando en la mejora de la calidad y el manejo ambiental en la agricultura. La precisión es clave para aumentar la eficiencia. Buscamos automatizar o mecanizar ciertas tareas para reducir costos de producción,

especialmente la mano de obra en la Amazonía. Además, se plantea la robotización de algunas actividades para mejorar las condiciones económicas de los agricultores.

Un Recorrido a Través de Etapas de Investigación y Colaboración en la Agricultura

¿CÓMO SE ABORDAN LOS DESAFÍOS ECONÓMICOS PARA LOS AGRICULTORES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTAS TECNOLOGÍAS?

Los retos económicos son significativos. A pesar de las condiciones favorables para el cultivo, desde el punto de vista económico puede no ser tentador para los agricultores. Es fundamental ofrecer procesamiento y mejorar las condiciones de mercado y emprendimiento para hacer estas prácticas más atractivas.

¿QUÉ PAPEL JUEGAN LOS EMPRENDEDORES Y EMPRESARIOS EN ESTE PROCESO?

El apoyo y la participación de los empresarios son cruciales. Durante la premiación, mencionaron el proyecto y su importancia. Además, se ha generado interés, incluso ofreciendo becas para que los estudiantes desarrollen tesis relacionadas con estas prácticas.

¿CÓMO SE ESTÁ FOMENTANDO LA COLABORACIÓN Y EL TRABAJO EN EQUIPO PARA LOGRAR ESTOS OBJETIVOS?

Tenemos colaboraciones abiertas con diversas entidades y equipos. Es esencial rodearse de equipos que puedan rendir y ofrecer resultados. En la Universidad, estamos abiertos a propuestas de todas las áreas, desde riego hasta procesamiento alimentario, buscando involucrar a estudiantes de todas las facultades. La colaboración con diversas entidades ha sido esencial. Trabajamos en equipo, colaborando con entidades de diferentes áreas como riego,

sanidad, semillas y procesamiento alimentario. Esta colaboración multidisciplinaria es crucial para alcanzar nuestros objetivos de innovación en la agricultura sostenible.

COMENTA SOBRE EL PROCESO QUE HAS LLEVADO DESDE TUS INICIOS EN LA INVESTIGACIÓN HASTA AHORA. ¿PODRÍAS HABLAR SOBRE ESTAS ETAPAS?

Claro, el camino desde mis inicios ha sido un viaje emocionante. Comencé en el Centro Internacional de Las Palmas, donde trabajé con equipos consolidados en diversos trabajos de investigación. Luego, tras incorporarme a esta universidad, desarrollé trabajos de investigación en recursos genéticos, financiados por el gobierno belga.

¿PODRÍAS DESTACAR ALGUNA COLABORACIÓN ESPECÍFICA QUE HAYA SIDO FUNDAMENTAL EN TU TRAYECTORIA?

Definitivamente, el proyecto con el fondo canadiense IDRC fue crucial. En colaboración con la Universidad British Columbia, trabajamos en la valoración de cultivos alto andinos e introdujimos hortalizas para mejorar la seguridad alimentaria en zonas altas. Esta experiencia me llevó a interactuar con productores y estudiantes, profundizando en el trabajo de extensión y participación.

HA TRABAJADO CON DIVERSAS ENTIDADES Y EQUIPOS. ¿CÓMO HA SIDO ESA EXPERIENCIA?

Sí, he tenido la oportunidad de trabajar con colaboradores de diferentes áreas, desde nutrición hasta sociología. Aunque mi enfoque es la genética y mejoramiento de semillas, trabajar con equipos multidisciplinarios me ha permitido aprender y colaborar en áreas diversas.

¿PODRÍAS MENCIONAR OTRO PROYECTO RELEVANTE EN EL QUE HAYAS PARTICIPADO RECIENTEMENTE?

Claro, una colaboración valiosa fue con el fondo KWS alemán, enfocado en la diversidad de maíz y quinua en Perú. Esta colaboración entre la Universidad La Molina y la Universidad Nacional Agraria La Molina permitió avanzar en la investigación de cultivos como el maíz y la quinua.

¿CÓMO VES EL TRABAJO DESDE LA PERSPECTIVA DE LA EMPRESA Y LA UNIVERSIDAD EN CADA PROYECTO?

Cada colaboración tiene su propia dinámica. Desde la perspectiva de la empresa, se busca rentabilidad, eficiencia y rapidez. En cambio, desde la Universidad, buscamos no solo resultados, sino también aprendizaje y crecimiento en un

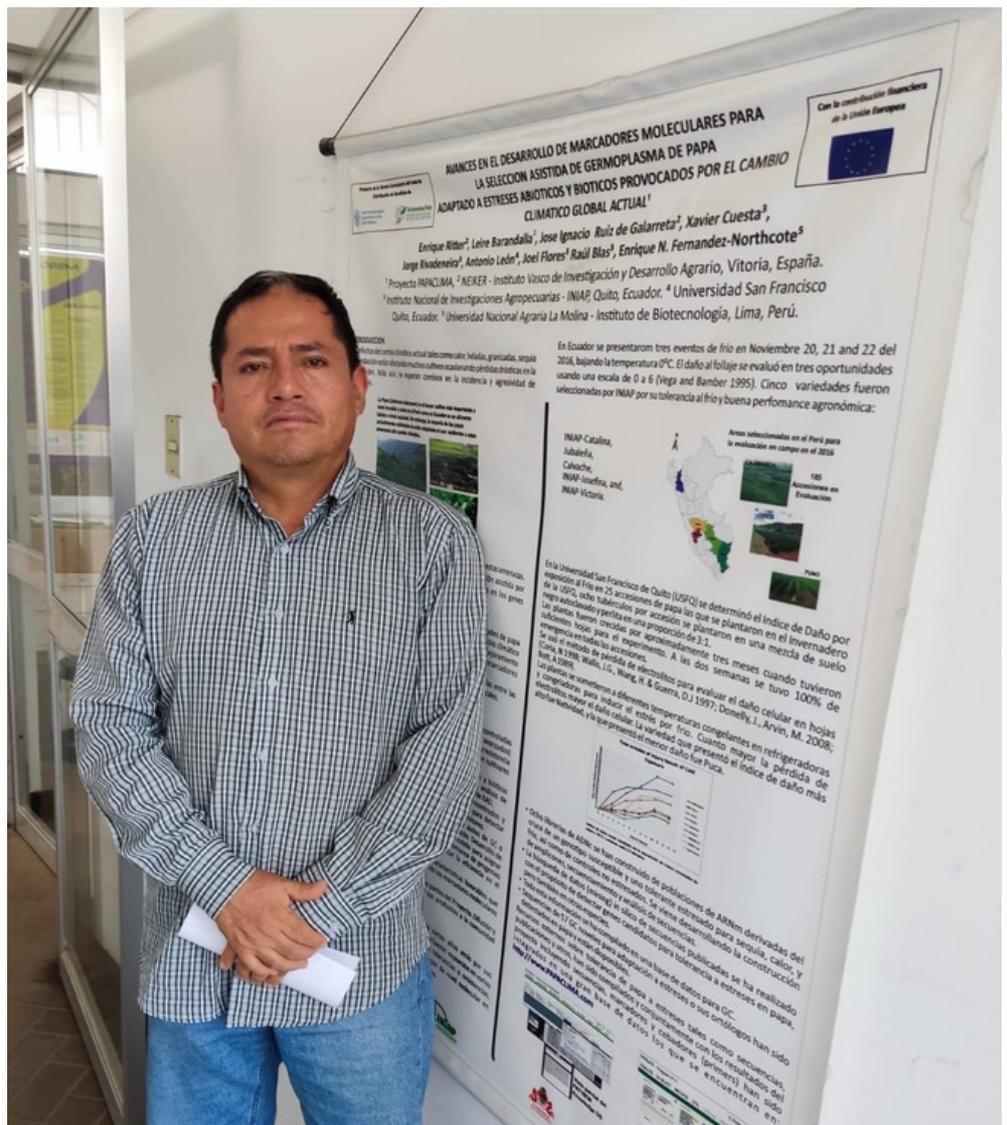
entorno diverso de personas y experiencias.

HAS MENCIONADO VARIAS ETAPAS DE TU CARRERA Y LAS COLABORACIONES QUE HAN SIDO IMPORTANTES. ¿SIGUES MANTENIENDO CONEXIONES CON ESTOS COLABORADORES?

Sí, es genial mantener conexiones a largo plazo con colegas y proyectos anteriores. En cada proyecto se busca durabilidad en el equipo y hay oportunidades constantes para proponer nuevas ideas y colaboraciones.

¿RECOMIENDAS ESTUDIAR EN EL EXTRANJERO PARA AMPLIAR HORIZONTES ACADÉMICOS?

Definitivamente. Estudiar fuera del país abre mentes y fomenta la colaboración. Además, aunque valoremos nuestro país, debemos buscar oportunidades y nuevas experiencias.



Diálogo sobre Retos y Logros en Investigación Agrícola

¿CÓMO HA LOGRADO REALIZAR PROYECTOS SIGNIFICATIVOS A PESAR DE LOS RECURSOS LIMITADOS DE LA UNIVERSIDAD?

Aunque nuestra institución tiene recursos limitados en comparación con otras, hemos sabido buscar financiamiento tanto a nivel nacional como extranjero, eso debido a la confianza que ha logrado generar la universidad, lo que permite hacer propuestas con éxito. Eso nos ha permitido impactar en la investigación agrícola, generando información vital sobre cultivos, especialmente los nativos que, a pesar de su menor relevancia comercial, son fundamentales para nuestro trabajo.

¿CUÁL ES EL MAYOR DESAFÍO AL TRABAJAR CON ESTOS CULTIVOS MENOS COMERCIALES?

El desafío principal radica en la menor visibilidad y financiamiento que reciben estos cultivos en comparación con otros más comerciales. Sin embargo, su importancia en la diversificación de la agricultura y la preservación de la biodiversidad es invaluable. Por ejemplo, en la investigación genómica en la Amazonía, hemos ganado premios para equipar nuestro laboratorio. La burocracia es un desafío. Los fondos nacionales pueden tardar debido a los procesos y la burocracia. Sin embargo, la Universidad ha sabido manejar esta situación.

EN RELACIÓN A LA DESNUTRICIÓN Y LA NECESIDAD DE ACTUAR, ¿CUÁL ES LA MOTIVACIÓN DETRÁS DE ABORDAR ESTOS DESAFÍOS ALIMENTICIOS Y CÓMO SE ABORDAN?

La desnutrición es un problema que no podemos ignorar. Es crucial tomar medidas y no solo hablar al respecto. Nuestro enfoque es encontrar soluciones para mejorar la alimentación y el bienestar, especialmente en las áreas rurales.

Diálogo sobre Proyectos y Sustentabilidad en la Universidad

¿PODRÍAS HABLAR DE ALGÚN PROYECTO ACTUAL O FUTURO RELACIONADO CON ESTE TEMA?

Durante años me he enfocado en la Sierra, pero ahora mi enfoque está en la selva, especialmente porque fui responsable de los centros en la zona. Estamos trabajando en un proyecto con una duración de 5 años, del cual quedan 3. Queremos que sea autosustentable y aporte a la infraestructura.

¿CÓMO SE LOGRA LA SUSTENTABILIDAD EN ESTOS PROYECTOS?

La idea es que, aunque los fondos puedan venir de diversas fuentes, la Universidad debe mantener la continuidad de los proyectos, independientemente de cambios en el gobierno. Queremos generar capacidades en profesionales y estudiantes, y convertir este centro en un ejemplo de soporte técnico para los productores.

¿CÓMO HA CAMBIADO EL FINANCIAMIENTO PARA LA INVESTIGACIÓN EN PERÚ A LO LARGO DE LOS AÑOS?

Han habido avances significativos en el financiamiento para la investigación. Los fondos concursables han crecido, pasando de miles a millones de soles. A pesar de vaivenes políticos, el país ha mantenido una base estable para el desarrollo.

¿QUÉ SERVICIOS OFRECERÍA ESTE CENTRO Y CUÁL SERÍA SU IMPACTO ?

Además de ofrecer soporte técnico a agricultores, brindaría servicios de procesamiento. Por ejemplo, estamos construyendo un centro de procesamiento para que los agricultores puedan llevar sus productos y obtener un procesamiento adecuado a un precio justo. Este centro garantizará que los productos procesados cumplan con

estándares de calidad y puedan acceder a los mercados a precios competitivos.

¿CÓMO SE RELACIONA ESTO CON TUS CLASES Y ENSEÑANZAS?

Mi experiencia en proyectos se refleja en mis clases, permitiendo a los estudiantes aprender a partir de casos reales y experiencias personales. Además, estamos incorporando técnicas de edición genética en nuestros programas de mejoramiento.

AL COMPARAR CON OTRAS UNIVERSIDADES, NOTASTE SIMILITUDES EN INFRAESTRUCTURA Y CAPACIDAD DE INNOVACIÓN. ¿CÓMO SE RELACIONA ESTO CON LA POSIBILIDAD DE COLABORACIÓN?

Hay universidades con una infraestructura que no difiere mucho de la nuestra. A pesar de que su espacio es más limitado, su enfoque en equipos innovadores les permite realizar predicciones genéticas sin necesidad de siembras directas. Si nos asociamos, podríamos aprovechar nuestra mayor diversidad para impulsar estos proyectos.

Promoción de Patentes y Apoyo a Estudiantes

¿QUÉ CARENCIAS IDENTIFICAS EN LA UNIVERSIDAD EN CUANTO A LA PROTECCIÓN Y GENERACIÓN DE VARIEDADES?

La Universidad ha creado múltiples variedades, pero ninguna ha sido protegida adecuadamente para asegurar su uso y generar regalías para la investigación. Creo que debemos trabajar en este aspecto, crear acuerdos con empresas para la comercialización de semillas y recibir regalías que reinvertirían en más investigación. Hasta hace cuatro años, la Universidad tenía tres patentes, pero ninguna se estaba utilizando para beneficiar a la sociedad. Es crucial seguir patentando y asegurarse de que estas patentes realmente contribuyan al bienestar social.

¿QUÉ INICIATIVAS EXISTEN PARA MOTIVAR A LOS ESTUDIANTES Y EXPONERLOS A LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LA SELVA?

Hay oportunidades abiertas para prácticas en la selva, financiadas por la Universidad. Los alumnos pueden aplicar a través de la página web de la Facultad de Agronomía. También se invita a presentar propuestas junto con profesores del área para colaborar en proyectos.

¿CUÁL ES LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RENTABILIDAD EN LOS SECTORES AGRICOLAS?

A pesar de los cambios climáticos, ciertos cultivos han mantenido prácticas obsoletas, sin mejorar su rentabilidad ni producción. Es crucial brindarles herramientas y tecnologías que aceleren sus procesos. La Universidad puede colaborar generando semillas mejoradas y ofreciendo asesoramiento sobre técnicas de manejo que permitan aumentar significativamente la producción y rentabilidad, optimizando tiempo y recursos.

¿CUÁL ES LA LÓGICA DETRÁS DE LA FALTA DE OPORTUNIDADES PARA LOS AGRICULTORES CAPACITADOS?

La responsabilidad directa recae en la capacidad de las instituciones gubernamentales, como el Ministerio de Agricultura, para tomar decisiones que aborden los problemas reales de los agricultores.

Consejos para Investigadores y Sustentabilidad en Proyectos

¿CÓMO SE DEBE ENLAZAR LA INVESTIGACIÓN CON LA SALIDA ECONÓMICA Y EL MERCADO?

Es vital investigar con un propósito claro y vincular la investigación con el mercado para asegurar su rentabilidad. Además, es esencial formar equipos multidisciplinarios para abordar problemas complejos.

¿CÓMO SE LOGRA EL RECONOCIMIENTO MERECIDO Y CÓMO SE PUEDE BENEFICIAR ECONÓMICAMENTE A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN?

La clave está en dedicarse a algo que genere un beneficio económico y mejore la realidad en ciertos sectores, especialmente en el desarrollo rural que ha sido olvidado.

¿QUÉ RECOMENDACIÓN DARÍAS A FUTUROS INVESTIGADORES Y ESTUDIANTES INTERESADOS EN EL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN?

La clave es la motivación. A pesar de los desafíos persistentes como la desnutrición vinculada a la producción alimentaria, involucrarse profundamente en un tema específico, como un cultivo en particular, te permite convertirte en un experto y ser reconocido en ese campo. Al concentrarte en un cultivo, te vuelves especialista y te destacas en esa área. Eso te lleva a ser llamado para charlas, revisión de artículos y más oportunidades. Después de lograr esa experiencia, puedes aplicar tus conocimientos en otros cultivos.



A close-up photograph of a person's hands typing on a silver laptop keyboard. The person is wearing a blue and white long-sleeved sweater. The background shows a desk with several documents, including a pie chart, a bar chart with months (Apr, May, Jun) labeled, and another bar chart with months (Apr, May, Jun, July, August, September, October) labeled. A green sticky note is also visible. The image is overlaid with a dark teal diagonal graphic element.

NOTICIAS

UNALM SEDE DEL LABICPE

El LABIC es un Proyecto de la Secretaría General Iberoamericana que tiene como objetivo promover la innovación ciudadana en los 22 países de Iberoamérica. Adicionalmente, se busca que los ciudadanos dejen de ser receptores pasivos de acciones y pasen a ser protagonistas y productores de las soluciones. El Laboratorio Iberoamericano de Innovación Ciudadana este 2023 realizó de forma presencial la fase de prototipado en Perú, exactamente en la Universidad Nacional Agraria La Molina bajo la temática “Seguridad Alimentaria”. Este evento estuvo organizado por la Innovación Ciudadana, la Secretaria General Iberoamericana, la Presidencia del Consejo de Ministros, la Secretaria de Gobierno y Transformación Digital, el Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, Cooperación Española, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego y la Universidad Nacional Agraria La Molina.

¿Por qué el LABICPE tuvo como eje la “Seguridad Alimentaria”?

Porque promover que en todo momento las personas puedan acceder de forma física y económica a suficientes alimentos inocuos y nutritivos es de importancia para desarrollar una vida saludable. En ese sentido la Agronomía como tal tiene gran relevancia para la búsqueda de soluciones y el aseguramiento de la Seguridad Alimentaria desde la producción eficiente de las frutas, verduras, legumbres y otros hasta la reducción de pérdidas postcosecha de los mismos.

LANZAMIENTO DE LA REVISTA AGRONOMÍA

Evento organizado por el Directorio de la revista Agronomía; premiación a docentes que colaboraron: Dr. Pinedo, Mg.Sc. LLanos, Mg.Sc. Daniel Chávez ; de la misma manera con la presencia de una ilustre invitada como: Dra. Carmen Felipe-Morales y comunidad molinera invitada.

Se realizó un sorteo gracias a los patrocinadores de la Edición 53 :Ecowax, Siempre verdes y Nativa Mycobotanicals, la presentación oficial de los nuevos miembros de la Revista y la nueva Biblioteca digital en donde se encuentran las distintas ediciones de la revista desde los inicios de su publicación .

Los invitamos a escanear el código QR .



En la clausura del evento que se dio en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas estuvo presente el rector de la UNALM, Américo Guevara quién enfatizó en el rol de los ciudadanos y jóvenes profesionales a seguir promoviendo soluciones conjuntas para alcanzar un bien común.



LANZAMIENTO DE LA EDICIÓN 53 REVISTA AGRONOMÍA





FLOR DE MARIA QUISPE

Directora general

Expresar mi agradecimiento a mis compañeras del Comité Editorial, Decanato y nuestras familias, quienes nos acompañaron en este proyecto. Asimismo agradecer a la Dra. Luz Gomez Pando, quien fue la inspiración para la reactivación.



ORIANNE BAJALQUE

Dirección en Redacción y publicidad

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento por el continuo apoyo y colaboración durante este periodo de gestión. La gestión realizada ha sido posible gracias al esfuerzo conjunto de un equipo comprometido y apasionado.



OLENKA KOCCHIU

Apoyo

Siento gratitud por la oportunidad que me dio el Directorio de pertenecer a este hermoso proyecto, un éxito gracias a la entrega y compromiso tanto de alumnos como de profesores, y deseo que este sentir continúe en el devenir de los años.



GIANELLA

Apoyo

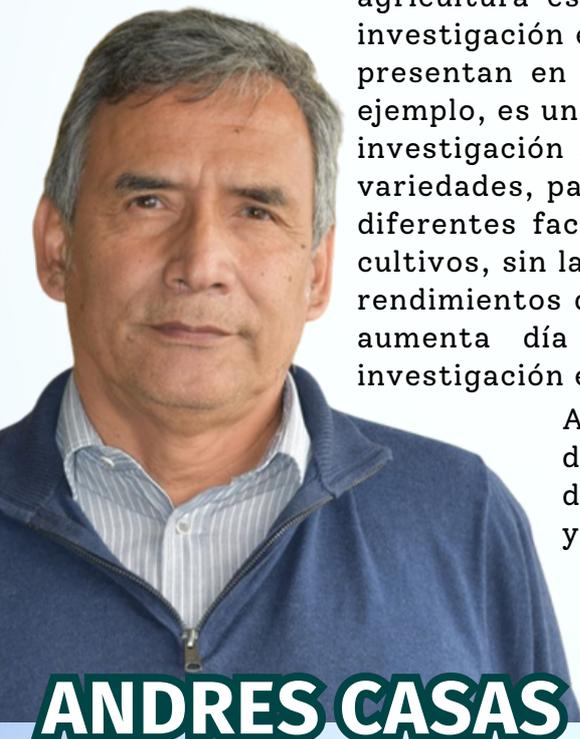
Durante mi tiempo en la revista, he aprendido y crecido de manera significativa, gracias al apoyo incondicional del equipo y a la valiosa experiencia de colaborar en proyectos tan enriquecedores.

DEDICATORIA A LA REVISTA AGRONOMÍA

DECANO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA GESTIÓN 2020-2023

Como bien es de conocimiento nuestra facultad cuenta con nueve programas de investigación relacionados a diferentes cultivos. Dado que la agricultura es una actividad en la que participan diferentes factores, la investigación es de suma importancia para solucionar diversos retos que se presentan en los procesos de producción de los diferentes cultivos. Por ejemplo, es un hecho que ya estamos en un proceso de cambio climático y la investigación es debe ser intensa para ir encontrando nuevos, cultivares, variedades, para las nuevas condiciones climáticas, así como ajustes en los diferentes factores que intervienen en los procesos de producción de los cultivos, sin la investigación constante no se aseguraría mantener los altos rendimientos de los cultivos necesarios para alimentar a una población que aumenta día a día. Nuestra facultad siempre estará liderando la investigación en temas relacionados a nuestra agricultura nacional.

Aprovecho esta oportunidad para agradecer a todos los docentes de nuestra facultad por el apoyo en mi período como decano, 2020 - 2023, así como también a los administrativos y alumnos que apoyaron la gestión para que nuestra facultad cumpla con su objetivo de formar ingenieros agrónomos para que apuntalen el desarrollo de nuestra agricultura. La mejora de nuestra facultad es tarea de todos.



ANDRES CASAS

DECANO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA GESTIÓN 2024-2027

Estimados miembros de la revista de Agronomía

Expreso mi reconocimiento sincero y gratitud por la dedicación y el arduo trabajo para continuar con la publicación de la revista que contribuye al desarrollo de nuestra facultad. En cada artículo, investigación o idea compartida en estas páginas serán de inspiración para seguir adelante. Muchas veces los desafíos y obstáculos nos impulsan a seguir caminando, les animo a continuar expandiendo el conocimiento a la comunidad universitaria y a la sociedad en general. Recuerden siempre que su trabajo es fomentar la investigación, el debate y el crecimiento intelectual.

Con gratitud y admiración



JORGE JIMENEZ

Promoción 2023 - I

“LABOR OMNIA VINCIT IMPROBUS”



Decano: Mg. Sc. Andrés Virgilio Casas Díaz

Padrinos: Dr. Erick Espinoza Nuñez

Mg. Sc. César Huaripata Zárate

1. Alca Ayaque, Ana Teresa
2. Anapan Ccorimanya, Noemi Nathaly
3. Angeles Alvarado, Allisson Mirella
4. Aranda García, Elver Limber
5. Bajalque Calero, Oriante Elisabeth
6. Blanco Ramos, Jazmin Paola
7. Bojorquez Alccacontor, Wilder Guido
8. Bravo García, Flavio Antonio
9. Cabrera Espinoza, Lucero
10. Castromonte Rumay, Sandra Paola
11. Ccori Puma Thania Sandra
12. Chara Díaz, José Armando
13. Chavarría Varillas, Alicia Milagros
14. Corpus Apolinario, Kevin Aldair
15. Cuno Barreto, Miguel Alcides
16. De La Torre Reyes José Eduardo
17. Diaz Bellido Carolay Victoria
18. Dominguez Marin, David Daniel
19. Encarnación Palacios, Saúl Yuliano
20. Espinoza Aco, Andrea Ysabel
21. Eusebio Garcia, Jose Leopoldo
22. Evangelista Chulluncuy, Natalia Elena
23. Felix Vasquez, Yovana
24. Flores Álvarez, David Masias
25. Flores Espinoza, Liliana
26. Galantini Chiroque, Gabriela María
27. Gómez Ramos, Luis Ángel
28. Guillén Guevara, María Delia
29. Herrera Herrera, Rafael Alejandro
30. Horna Taipe, Daniela Silvana
31. Huahuala Auqui, Bruno Fernando
32. Huallullo Artica, Rafael Eduardo
33. Jorge Jorge, Rocio Carmen
34. León Aldave, Jonathan Jonny
35. Leon Tupac Yupanqui, Rodrigo Dante
36. Limascca Bautista, Fiorela Luisa
37. Lolay Puicon, Helen Sofia
38. Loli Salcedo, Sullay Jazmin
39. Loli Salcedo, Tamia Azucena
40. López Huamán, Esther Graciela
41. Mallma Palomino, Jesús Manuel
42. Mendoza Ibara, Erik Luis
43. Morales Márquez, Walter Piero
44. Olavarría Salinas, Pamela
45. Oscco Laura, Persing
46. Paredes Guevara, Melanie Duane
47. Penado Moriano, Marco Antonio
48. Peñafiel Achulla, Ivett Sara
49. Perez Gonzales, Carolina
50. Quispe Arapa, Flor de María
51. Quispe Avalos, Mirtha Alondra
52. Rafaile Garcia, Maricela Paola
53. Requena Sulca, Isabel del Carmen
54. Reyes Samaniego, Jose Manuel
55. Reza Carlin, Luis Joel
56. Rivadeneyra Zamudio, Giuseppe Isaac
57. Saldaña Sotelo, Gianella
58. García García, Selevy Ifedy
59. Sihues Huamaní, Javier Angel
60. Soplá Vargas, Derly
61. Suarez Rosas, Cesar Gabriel
62. Tello Alarcón, Abraham Remy
63. Tolay Espinoza, Jorge André
64. Tong Rojas, Jimena Adriana
65. Torre Garay, Andrea Beatriz
66. Torres Gutierrez, María Paula
67. Valladolid Sandioma, Maria De Los Angeles
68. Veramendi Fernández, Caroline Geraldine
69. Vilchez León, Chavely del Rosario
70. Villantoy Velazco, Jahiry Yeraldine



SIGUENOS EN :



[Revista Agronomía](#)



[revistaagronomia](#)



[Revista Agronomía](#)



revista.agronomia@lamolina.edu.pe