

# Una aproximación al Conocimiento de la Sequía en Cuba y sus efectos en la Producción Agropecuaria

OSCAR J. SOLANO<sup>1,2,3\*</sup>, RANSÉS J. VÁZQUEZ<sup>1,2</sup>, ABEL CENTELLA<sup>1</sup>, BRAULIO P. LAPINEL<sup>1</sup>

<sup>①</sup>INSTITUTO DE METEOROLOGÍA, CUBA

<sup>②</sup>UNIVERSIDAD DE LA HABANA, CUBA

<sup>③</sup>INSTITUTO SUPERIOR DE TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS APLICADAS, CUBA

(\*)Email: oscar.solano@insmet.cu

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es mostrar algunos conocimientos adquiridos sobre el diagnóstico de la sequía en Cuba, evidencias e impactos de este evento climático adverso en el sector agropecuario y algunos elementos esenciales del sistema para la vigilancia, el pronóstico y el aviso temprano de la sequía en Cuba. Para ese fin se muestran el diagnóstico de la duración, el año de mayor afectación, las regiones más afectadas, la extensión superficial y la intensidad de los 14 procesos de sequía agrícola de carácter nacional identificados. Los cambios observados en el comportamiento de la sequía evidencian su incremento desde la segunda mitad del siglo pasado y también son expuestos los incrementos del área recorrida por los incendios forestales y de las tierras secas como impactos de la sequía en el medio natural cubano. Se exponen las componentes fundamentales del sistema nacional para la vigilancia, que son el diagnóstico, el pronóstico, el aviso temprano y el sistema informativo de la sequía en Cuba, cuyas salidas posibilitan a los tomadores de decisión la adopción de medidas anticipadas, las cuales son llamadas estrategias de gestión para reducir el impacto de este evento climático extremo conducente a la aridez.

Palabras clave: Sequía agrícola, sistema de vigilancia, avisos tempranos de alerta, Cuba.

## ABSTRACT

*The objective of the present work was to show some acquired knowledge on the diagnosis of the drought in Cuba, evidences and impacts of this adverse climatic event in the agricultural sector and some essential elements of the surveillance system, the forecast and the early warning of the drought in Cuba. For that purpose the diagnosis of the duration, the year mostly affected, the affected regions, the superficial extension and the intensity of the 14 identified agricultural drought processes with national character are shown. The changes observed in the behavior of the drought, evidence their increment since the second half of last century and are also exposed in the increments of the forest fires and the dry lands area as impacts of the drought in the Cuban natural environments. The fundamental components of the national surveillance system are exposed.*

*They are: the diagnosis, the forecast, the early warning and the informative system of the drought in Cuba, whose outputs facilitate the adoption of premature measures by decision makers. They are called administration strategies to reduce the impact of this extreme climatic event that can generate aridity.*

*Key words: Agricultural drought, surveillance system, early warnings of alert, Cuba.*

Las sequías, las inundaciones, las tormentas tropicales y otros eventos naturales adversos han estado siempre presentes en la naturaleza y en la historia de la humanidad. Sin embargo, la sequía es considerada como “uno de los mayores desastres naturales del mundo, el más frecuente y persistente, de mayores efectos negativos para la producción agrícola, como también de impactos adversos reales sobre el medio ambiente,” (World Meteorological Organization, 1994).

El comportamiento del clima, sobre todo lo relacionado a la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, reviste vital interés para la vida social del hombre. Sus consecuencias se reflejan en diferentes esferas de la economía, pero muy especialmente, en la agricultura, pues ésta puede ser considerada como una gran fábrica a la intemperie, en la cual todas las actividades que en ella se realizan son dependientes del tiempo atmosférico y del clima.

La Revista Bohemia (1971a), muestra algunas de las sequías más importantes que han afectado a Cuba, señaladas en los años 1870-1871, 1875-1876, 1879-1880, 1897-1898, 1906-1907, 1922-1923, 1944-1945, 1955-1956 y 1961-1962.

Actualmente la definición más universal de sequía ha sido expresada de la siguiente forma: Por “sequía” se entiende el fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras (Convención de las Naciones Unidas Lucha contra la Desertificación, 1995).

La sequía suele evaluarse desde dos puntos de vista diferentes, ya sea por sus condicionantes climáticas, es decir el carácter de la circulación atmosférica, las precipitaciones, la temperatura, evaporación, etc., o por sus consecuencias o impactos de tipo agrícola, hidrológico o económico. Wilhite & Glantz (1987) han agrupado las definiciones de sequía, ya sea por su origen o bien por el tipo de impacto que éstas producen, del siguiente modo: meteorológica, agrícola, hidrológica y socio-económica.

En el contexto de agricultura, la sequía “no comienza cuando cesa la lluvia, sino cuando las raíces de las plantas no pueden obtener más humedad del suelo” y puede ser definida sobre la base de la humedad del suelo más que sobre alguna interpretación indirecta de los registros de precipitación. Dado que la reserva de humedad productiva del suelo depende del suelo y del cultivo (especie, variedad, fase de desarrollo), existe sequía agrícola, cuando la humedad del suelo en la rizosfera se encuentra en un nivel tal que limita el crecimiento y la producción del cultivo. El resultado de ello es la disminución de los rendimientos agrícolas, condiciones inadecuadas de pastoreo, una baja rentabilidad de los trabajos y de las inversiones agrícolas, una menor disponibilidad de madera para la combustión, un incremento del peligro potencial

de ocurrencia de incendios en la vegetación, un alto riesgo de desertificación y la ocurrencia de impactos socio económicos negativos ligados a la sequía, incluida la inseguridad en los suministros alimentarios.

No todos los episodios de sequía agrícola afectan a la vegetación de igual forma, su efecto depende del estrés hídrico en que se encuentren las plantas (intensidad), del tiempo en que estas condiciones hayan estado influyendo sobre ellas (duración) y de la superficie afectada (extensión superficial).

Según Lapinel *et al.* (1993) y Centella *et al.* (1997), citados por Centella *et al.* (2001), “las evidencias observacionales indican que el clima de Cuba se ha hecho más cálido” y este incremento de la temperatura ha estado acompañado de una reducción del total de precipitaciones anuales de 10 a 20%, y de un aumento de la variabilidad interanual de 5 a 10%, con la característica de que las precipitaciones han disminuido en el período lluvioso del año (de mayo a octubre) y han aumentado en el período poco lluvioso. Los autores refieren que al estudiar el período 1961-1990 se observó una intensificación de la componente “Este” del viento y un incremento significativo en el número o en la intensidad de las sequías, éstas no sólo duplicaron su frecuencia de ocurrencia, sino que también registraron un aumento considerable en el número de casos extremos.

Para ilustrar la gravedad del problema, los resultados indicaron que en Cuba, los eventos moderados y severos de sequía se habían duplicado en el período normal 1961-1990, respecto al período anterior 1931-1960. En la década de los años 90 las afectaciones ocurridas en los veranos de 1993, 1994, 1998 y 2000 fueron muy notables, siendo el suceso de 1998 el más intenso para el período abril-mayo-junio registrado en las estadísticas del Centro del Clima disponibles desde el año 1941. Basta señalar que el evento de sequía de corto período ocurrido de abril a julio de 1998, se manifestó sensiblemente en todo el país y en algunos municipios de la región oriental (frecuentemente afectados por sequía), su nocivo impacto alcanzó la categoría de desastre, generando innumerables daños y molestias en la población local, que implicaron incluso, emigraciones temporales. Las pérdidas económicas sólo en estas áreas, en cifras oficiales, alcanzaron cerca de cuatrocientos millones de dólares norteamericanos y varios cientos de millones de pesos cubanos.

Anualmente el riesgo de sequía ha representado el mayor porcentaje del total de indemnizaciones por riesgos cubiertos por el ramo de los Seguros de Bienes Agropecuarios en Cuba. Estas cifras sólo corresponden a las indemnizaciones por los daños originados por la sequía a los agricultores asegurados a nivel nacional, no así a las pérdidas totales por este concepto en el país.

Los datos de los anuarios, expuestos en el Cuadro 1 muestran una diferencia sustancial entre los desembolsos realizados por el ramo de los seguros de bienes agropecuarios de la Empresa del Seguro Estatal Nacional por el riesgo de sequía. Ocho años anteriores a 1998 (1990-1997), aún contemplando el año 1997, en el cual se inició a finales de ese mismo año la intensa sequía agrícola que produjo grandes afectaciones en el sector agropecuario cubano, promedian un desembolso medio anual de 6,563 millones de pesos cubanos en indemnizaciones por el riesgo de sequía a sus asegurados. Los ocho años siguientes (1998-2005) promedian un desembolso medio anual, por el mismo concepto, de 44,238 millones

de pesos cubanos, o sea, el valor medio de los daños originados por el riesgo de sequía durante los últimos ocho años excede en casi siete veces al valor medio de los desembolsos por concepto de sequía en los ocho años anteriores. Desde finales de 1997 hasta 2007 la sequía se mantuvo afectando severamente a la región oriental del país.

Muchos de los resultados científicos obtenidos por los investigadores del Centro de Meteorología Agrícola se han aplicado hoy como herramientas importantes en el servicio agrometeorológico para elevar la eficiencia en la evaluación y el pronóstico de las condiciones agrometeorológicas y como base para acometer nuevas investigaciones y servicios, tales como la predicción de eventos extremos, por ejemplo, sequía agrícola e incendios en la vegetación. Algunos de los resultados del estudio de la sequía agrícola se encuentran hoy en proceso de generalización, por parte de la Empresa del Seguro Estatal Nacional, aplicados en la gestión de los riesgos al concertar los seguros de bienes agropecuarios en el ramo de cultivos agrícolas y por el Cuerpo de Guardabosques de Cuba, para la prevención de los incendios en la vegetación (Solano *et al.* 2006).

En Cuba, los trabajos relacionados con el cambio climático comenzaron a llevarse a cabo en 1991. Los resultados de las investigaciones indican un incremento de la temperatura (entre 1.6 y 2.5 °C para el 2100); un mayor incremento de la temperatura en el verano (mayor que la esperada para el invierno); el comportamiento incierto de las precipitaciones; un aumento de la evaporación debido a aumento de temperatura, el cual favorecerá la aridez; y el aumento del nivel del mar (Centella *et al.* 2001).

Para entender los impactos de la variabilidad climática actual y futura es necesario examinar como la sociedad está preparada para enfrentar sus efectos. Para reducir estos impactos se debe potenciar el desarrollo de los sistemas nacionales de vigilancia, cuyas salidas posibilitan a los tomadores de decisiones la adopción de medidas anticipadas, las cuales son llamadas estrategias de manejo de riesgos.

Por estas razones, durante los últimos años se rediseñó y actualizó el sistema nacional para la vigilancia, el pronóstico y el aviso temprano de la sequía, sobre la base de la experiencia acumulada mediante la aplicación de las versiones anteriores durante varios años, lográndose un nuevo producto de alta fiabilidad y capacidad para el diagnóstico, el seguimiento, el pronóstico y el aviso temprano de la sequía agrícola, el cual posee la peculiaridad de constituir el sistema que en los últimos años se ha estado introduciendo en la práctica operativa en el servicio agrometeorológico cubano.

El objetivo de este trabajo es mostrar algunos conocimientos adquiridos sobre el diagnóstico de la sequía en Cuba, evidencias e impactos de este evento climático adverso en el sector agropecuario y algunos elementos esenciales del sistema para la vigilancia, el pronóstico y el aviso temprano de la sequía en Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones realizadas sobre el estudio de la sequía meteorológica y agrícola en Cuba permitieron obtener de forma continua, década a década, con una alta resolución y desde el año 1951 hasta la fecha, los componentes esenciales para describir la sequía en una localidad

o región determinada: inicio, presencia, cese y ausencia. Esta información constituyó la información básica para realizar estudios más complejos de otros componentes esenciales que describen la sequía agrícola en diferentes escalas espaciales y temporales como son la duración, la extensión superficial alcanzada por este fenómeno y la intensidad, así como para el estudio del período de referencia que constituyó la línea base para las investigaciones sobre el cambio climático.

La evaluación de los diferentes índices que permiten caracterizar la sequía agrícola requiere del conocimiento de información del sistema suelo-planta-atmósfera. Para ello se utilizaron en los modelos para el cálculo de los diferentes índices las siguientes variables de entrada:

- *del suelo*, textura, fracción volumétrica de agua aprovechable, capacidad de campo e inclinación de la pendiente del terreno;
- *de la vegetación*, el coeficiente de cultivo, que a su vez depende del tipo de cultivo y su fase de desarrollo y la profundidad de las raíces absorbentes;
- *de la atmósfera* (meteorológicas), altura de la lámina de precipitación caída, temperaturas máxima y mínima del aire, humedad del aire, déficit de saturación, radiación solar y velocidad del viento.

La información meteorológica utilizada provino de estaciones de superficie. La red de estaciones de observación empleada contó con 70 estaciones meteorológicas pertenecientes a la red del Instituto de Meteorología, las cuales aportaban información climática correspondiente al período 1975-2005, y 809 estaciones pluviométricas, pertenecientes a la red del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, de las cuales 565 de ellas aportaron información pluviométrica correspondiente al período 1951-1990, 244 al período 1961-1990 y 700 estaciones, al período 1991-2005. Los datos fueron validados.

La sequía agrícola en Cuba fue determinada de acuerdo al déficit de humedad resultante del balance hídrico del suelo en la rizosfera (Solano *et al.* 2005). Los métodos empleados se sustentan en la evaluación temporal y espacial de la sequía agrícola a partir del análisis de las condiciones secas del índice de humedecimiento y son descritos por Solano *et al.* (2000) y Solano *et al.* (2005). Ellos simulan el estado de la vegetación a partir del estrés hídrico producido por el déficit de humedad del suelo en la rizosfera. En la etapa experimental inicial (mediados de la década de los años 90') fueron simplificados y calibrados algunos de los algoritmos utilizados en los modelos, en los años 1998 y 99 se validaron los resultados obtenidos para la sequía agrícola y en el año 2001 los del modelo de peligro de incendios en la vegetación, con resultados muy buenos.

La intensidad severa de la sequía agrícola es condición suficiente para impedir rendimientos económicamente aceptables en condiciones de agricultura de secano.

Una síntesis del proceso seguido para diagnosticar la sequía agrícola mediante la combinación de herramientas disponibles en diferentes programas computacionales, tales como los Sistemas de Información Geográfica: SURFER 7.0, Mapinfo 6.5 y Vertical Mapper 3.0, se expone en el diagrama mostrado en la Figura 1. Por el carácter exploratorio de las investigaciones realizadas se generó un reticulado para el país de 7 626 puntos, cuyo pixel representa una resolución espacial de 4 km de lado.

Los modelos empleados en el análisis espacial de la sequía agrícola toman en cuenta el gradiente de variación por altitud de la evapotranspiración de referencia (potencial) y las pérdidas de agua por escorrentía a causa de la inclinación de las pendientes. En las zonas montañosas se incrementó la densidad pluviométrica utilizada. No obstante, las mayores incertidumbres existen en la zona montañosa.

## RESULTADOS

### La sequía agrícola

En el Cuadro 2 se exponen algunos indicadores de la sequía agrícola con los cuales pueden ser comparados los diferentes episodios identificados de carácter nacional. La primera columna indica los diferentes procesos de sequía agrícola diagnosticados.

La segunda columna indica la evaluación del fenómeno de la siguiente forma:

- Corto período. La extensión temporal total de la sequía agrícola es igual o mayor a cuatro décadas (40 días), pero no llega a abarcar un período estacional.
- Corto período estacional. La duración total de la sequía agrícola es igual o mayor a un período estacional, pero no llega a comprender dos períodos estacionales.
- Largo período. La extensión temporal total de la sequía agrícola abarca dos o más períodos estacionales, pero no llega a comprender dos años hidrológicos.
- Hiperanual. La extensión temporal total de la sequía agrícola abarca dos o más años hidrológicos.

La tercera columna indica el año de mayor afectación de un proceso específico de sequía agrícola.

La cuarta indica el porcentaje del área afectada por la sequía agrícola, respecto a la superficie del país, en el año de mayor afectación.

La quinta columna indica, de la superficie expresada en la columna anterior, aquella en la cual la sequía agrícola fue evaluada con intensidades severa (puede afectar desde impedir el crecimiento de las plantas hasta la pérdida de la turgencia en períodos diurno y nocturno) y muy severa (puede afectar desde la defoliación de las plantas, pérdidas de algunas de sus partes o hasta la muerte).

En la última columna se exponen las regiones más afectadas del país.

En la Figura 2 se muestra como ejemplo la representación espacial de la evaluación de la extensión superficial (a) y la intensidad (b) de la sequía agrícola en el año 1961, el cual resultó el proceso de mayor afectación del período estudiado.

Para mostrar el alcance de los efectos de la sequía en la agricultura cubana se presenta un resumen del impacto de la sequía de 1998 (Solano, Vázquez & Pérez. 2000), que resultó la única sequía de corto período, de afectación nacional, de las que han asolado al país desde el año 1951.

La sequía de 1998 ocasionó cuantiosas pérdidas al sector agropecuario cubano y causó privaciones y tensiones severas en todo el país, fundamentalmente su región oriental, las cuales pueden ser resumidas de la siguiente forma:

- El sector agrícola de cultivos varios reportó pérdidas estimadas en 166 000 t de alimentos en las cinco provincias orientales.
- El sector agrícola cañero perdió cerca de 8 000 ha de caña de primavera en las cinco provincias anteriores y sólo en Granma, Las Tunas y Guantánamo, las pérdidas de caña de azúcar superaron la cifra de 700,000 t.
- El sector ganadero reportó 25,000 animales evacuados, el suministro de agua en vehículos cisternas a más de 225,000 cabezas de ganado, las cinco provincias orientales reportaron pérdidas de 5 millones de litros de leche, numerosos pastizales incendiados y cerca de 13,000 animales muertos por desnutrición en el sector estatal durante el período enero-abril.
- En el ramo de los seguros de bienes agropecuarios, el concepto de sequía fue el acápite de riesgo que mayor desembolso por indemnizaciones tuvo que realizar la Empresa del Seguro Estatal Nacional durante el año 1998 a sus asegurados, con un monto superior a 24,4 millones de pesos.
- En la producción de alimentos las pérdidas en las provincias orientales, durante el período abril-mayo-junio, estuvieron en el orden de los USD 270 millones.

Hoy se conoce que a partir de la segunda mitad del siglo XX, la sequía agrícola ha incrementado la extensión superficial, la intensidad y la duración. El conocimiento adquirido acerca de la sequía en Cuba permite expresar que la extensión superficial de la sequía agrícola ha incrementado con un avance medio anual, en áreas anteriormente no afectadas, de aproximadamente 8 000 ha, con la característica de un mayor incremento en extensión superficial en el período lluvioso y la disminución de estos índices en el período poco lluvioso (Solano, Vázquez & Martín. 2006).

Como evidencia del impacto de la sequía en el medio ambiente natural cubano hoy se conoce que el área recorrida por los incendios forestales en Cuba, desde 1980, ha incrementado con un avance medio anual en áreas anteriormente no afectadas, de aproximadamente 400 ha y que ha habido un incremento de las tierras secas (semiáridas y subhúmedas secas) en Cuba durante las últimas décadas.

### **Sistema de vigilancia de la sequía en Cuba. Ejemplo de una experiencia positiva**

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda en el inciso d del Artículo 10 (Programa de acción Nacional) para la aplicación de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (M/DES/CONV, ANEXO I, 1995), *“estimular e intensificar las actividades de investigación sobre las interacciones clima-sequía, y desarrollar la predicción del clima a medio y largo plazo”*, mientras que en el inciso e precisa *“preparar y mejorar estrategias a largo plazo que contengan actividades meteorológicas e hidrológicas tendientes a facilitar la vigilancia de la sequía y la gestión sostenible de los recursos naturales, con inclusión de planes para la adopción de medidas de emergencia a escalas local, nacional, subregional y regional”*. Así mismo, en las correspondientes al Artículo 16 del mismo documento, en el inciso b señala *“fomentar el desarrollo de otros sistemas de vigilancia y asegurar la coordinación de todos estos*

sistemas” y en el inciso f recomienda “participar en los sistemas de alerta inmediata haciendo aportes para contribuir a la estimación de los rendimientos agrícolas a niveles nacional o regional, lo antes posible durante la temporada de cultivo, a gran escala espacial”.

La vigilancia de la sequía en Cuba requirió del desarrollo, puesta a punto y entrada en servicio operacional de sistemas avanzados de evaluación y seguimiento de los datos climáticos provenientes de las estaciones meteorológicas, de la información proveniente de la evaluación de las condiciones de la circulación atmosférica y oceánica, así como de índices resultantes del balance hídrico del suelo en la rizosfera. La información anterior se integra dentro de un procedimiento de asimilación que permite realizar la vigilancia de las condiciones que favorecen o inhiben la ocurrencia de lluvia, así como las condiciones de la vegetación y la sequía agrícola. Con este método ha sido posible generar un eficiente sistema que incluye el aviso temprano de condiciones de peligro y el seguimiento de la evolución del mismo, desde distintos ángulos de aplicación, los cuales a su vez se complementan.

El sistema nacional para la vigilancia, el pronóstico y el aviso temprano de la sequía meteorológica y agrícola en Cuba fue concebido para funcionar en diferentes escalas temporales (período de diez días, mes, períodos lluvioso y poco lluvioso) y espaciales (nación, región, provincia, municipio y localidad). La Figura 3 muestra un esquema conceptual resumido del sistema, donde se destacan las cuatro componentes fundamentales que lo estructuran. Ellas son el diagnóstico, el pronóstico, el aviso temprano y el sistema informativo.

La información básica de entrada al sistema es la siguiente: información sobre el estado y variaciones de la circulación de la atmósfera y el océano; observaciones meteorológicas, características del suelo donde se encuentra la vegetación; y resultados de la vigilancia de eventos climáticos, de las condiciones agroclimáticas y de las características de la vegetación.

### **Diagnóstico**

En la componente de diagnóstico se evalúa, entre otros aspectos, el estado de diferentes condiciones relacionadas con la sequía meteorológica y agrícola. Un ejemplo de la aplicación de los índices de sequía agrícola se refleja en la Figura 4, la cual muestra la distribución espacial del estado de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación en Cuba durante la primera década de enero de 2006, que son las salidas del sistema de vigilancia para la sequía agrícola. Los resultados de esta evaluación se contrastan con las condiciones de peligro formadas a partir de las condiciones climáticas de los seis años más recientes y también para un período de 30 años.

### **Pronóstico**

Los pronósticos de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación constituyen las piezas claves de todo el sistema integrado. Si bien hasta hace poco tiempo no existían pronósticos objetivos de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación propiamente, la estimación de su posible ocurrencia, así como de su ulterior evolución una vez establecida la condición de peligro, se ha realizado sobre la base de los resultados



del diagnóstico y el empleo de los pronósticos agroclimáticos para períodos estacionales, mensuales y estacionales de condiciones de vegetación, de la sequía agrícola y de peligro de incendios en la vegetación.

Las características y complejidad de los pronósticos de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación hasta el momento se basan en el uso de los modelos de pronósticos de lluvia y temperaturas desarrollados por el Instituto de Meteorología, los cuales son los que han podido ser incorporados operativamente al sistema nacional de vigilancia, después que los mismos han sido debidamente evaluados para Cuba. Recientemente fueron incorporados los resultados de las investigaciones sobre la amenaza de la sequía agrícola.

Los pronósticos de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación para una década, o plazos superiores, se realizan al comienzo de los períodos hidrológicos lluvioso y poco lluvioso, una vez que esté disponible el pronóstico climático mensual y estacional. Es conveniente indicar que esta predicción agroclimática caracteriza la tendencia general de las condiciones esperadas para una región y no las de alguna localidad en específico.

La utilización de los índices agrometeorológicos de peligro generados, sobre la información proveniente de las predicciones climáticas, ha permitido elaborar avisos tempranos de alerta para plazos temporales mucho mayores a los avisos emitidos anteriormente por el sistema de vigilancia nacional, lo cual ha contribuido con los agricultores, guardabosques y otros actores a la gestión del riesgo climático en la toma de sus decisiones.

### **Aviso temprano**

La correcta integración de los diagnósticos, pronósticos y amenazas de la sequía y del peligro de incendios en la vegetación posibilita la preparación de distintos componentes informativos, los cuales se publican sistemáticamente a través de los siguientes productos informativos del sistema nacional de vigilancia: boletín agrometeorológico nacional, boletines agrometeorológicos provinciales, Internet a través de la página WEB del Instituto de Meteorología (<http://www.insmet.cu>)

### **DISCUSIÓN**

Los resultados expuestos en este trabajo respecto a las variaciones observadas en la frecuencia y tendencias de la sequía agrícola, la superficie afectada por ésta, su intensidad y duración y respecto a que la ocurrencia de la sequía agrícola ha disminuido en el período poco lluvioso del año (de mayo a octubre) y ha aumentado en el período lluvioso durante el período 1951-2005 son consistentes con las variaciones observadas en el clima actual presentados por Lapinel *et al.* (2006), y Centella *et al.* 1997 (citado por Centella *et al.* 2001).

El diagnóstico de los diferentes episodios de sequía de carácter nacional identificados desde la década de los años 1950 coincide con los impactos en el sector agropecuario expresados por autoridades científicas y políticas de la época en la prensa escrita. Esos planteamientos, incluidos en anexo a este trabajo, hacen referencia a la magnitud del impacto en el sector agropecuario cubano y su incremento con el decurso del tiempo.

El sistema de vigilancia de la sequía aporta una valiosa información para la gestión del riesgo

climático en la agricultura. El proceso de adaptación a los eventos climáticos extremos, en este caso, la sequía, ha resultado un ejercicio de preparación que puede contribuir sensiblemente a reducir los impactos futuros del cambio climático.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bohemia.** 1952. El agua problema nacional de Cuba. *Rev Bohemia*. La Habana. 44:33:48.
- Bohemia.** 1956. Funesto para nuestra economía el Ciclón de la Seca. *Rev Bohemia*. La Habana. 48:39:74.
- Bohemia.** 1967. Comparecencia del Dr. Mario Rodríguez Ramírez al programa El pueblo pregunta. Revista *Bohemia*. La Habana. 59:39:64.
- Bohemia.** 1971a. Sequías más importantes que ha sufrido Cuba. *Revista Bohemia*. 63:21:20.
- Bohemia.** 1971b: Discurso pronunciado por Fidel Castro en el acto por el Primero de Mayo de 1971. Revista *Bohemia*. La Habana. 63:19:65.
- Castro, F.** 1982. Discurso en el acto central por el XXIX Aniversario del ataque al cuartel **Moncada. Bayamo, Granma, 26 de julio de 1982.** Ediciones OR, julio-septiembre, 1982. Editora Política, La Habana, pp 31-61.
- Castro, F.** 1988. Discurso pronunciado en el acto central por el XXXV Aniversario del asalto al cuartel 'Moncada'. Santiago de Cuba, 26 de julio de 1988. Ediciones OR, julio – diciembre, 1988, pp. 14-27.
- Castro, F.** 1990. "Entrevista concedida a la periodista Susana Lee, del periódico Granma" Ciudad de La Habana, 23 de septiembre de 1990. Ediciones OR, No. 2, julio – diciembre, 1990, pp. 65-73.
- Centella, A., L. Naranjo, L. Paz, P. Cárdenas, B. Lapinel, M. Ballester, R. Pérez, A. Alfonso, C. González, M. Limia & M. Sosa.** 1997. Variaciones y cambios del clima en Cuba. Informe Técnico. Centro Nacional del Clima, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba, 58 p.
- Centella, A., J. Llanes, L. Paz, C. López, & M. Limia.** 2001. Primera Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Grupo Nacional de Cambio Climático. Instituto de Meteorología. La Habana, ISBN 959-02-0333-7. 169 p.
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación.** 1995. Secretaría Provisional de la CCD (DPCSD/CCD/95/2). Ginebra, 71 pp.
- Editora Política. La Habana.** 1996. Fidel Castro. La Agricultura en Cuba. Selección Temática 1959 - 1996. Tomo II. Agropecuaria y Ganadería, p 13-15.
- Granma.** 1965. Intensa Sequía. Periódico *Granma* del 8 de diciembre de 1965. P. 2.
- Granma.** 1971. Afectada por la sequía en Las Villas la cuarta parte de la producción del tabaco. Periódico *Granma* del jueves 15 de abril de 1971. P. 3.
- Granma.** 1975a. La sequía en Pinar del Río. Periódico Granma del miércoles 12 de febrero de 1975. P. 2.
- Granma.** 1975b. La sequía en Oriente. Periódico Granma del sábado 1ro de marzo de 1975. P. 2.

- Lapinel B., R.E. Rivero, V. Cutié, R.R. Rivero, N. Varela y M. Sardinás. 1993.** Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía: Análisis del período 1931 – 1990. Informe Científico Técnico, Centro Meteorológico Provincial de Camagüey, Cuba, 45 p.
- Lapinel, B., A. Centella, C. Fonseca, V. Cutié & I. González. 2006.** Causas de la reciente sequía acaecida en la región oriental de Cuba. En *Climate Variability and Change—Hydrological Impacts* (Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference, held at Havana, Cuba, November 2006), Red Book IAHS Publ. 308, 2006. Pp 315-318.
- Solano, O., R. Vázquez, C. Menéndez & J.A. Menéndez. 2000.** Sistema agrometeorológico operativo para la detención y seguimiento de la sequía agrícola en Cuba. En Actas de la Reunión de Expertos de las Asociaciones Regionales III y IV sobre Fenómenos Agrometeorológicos Adversos. Caracas, Venezuela, 12-14 de julio de 1999. Organización Meteorológica Mundial (OMM), Ginebra, Suiza, 2000. 44-45 pp.
- Solano, O., R. Vázquez & E. Pérez. 2000.** “Evaluación de las sequías agrícolas de 1998 y 1999 en Cuba”. En Actas de la Reunión de Expertos de las Asociaciones Regionales III y IV Sobre Fenómenos Meteorológicos Adversos, Caracas, Venezuela, 12–14 de julio de 1999, pp 21–29.
- Solano, O., R. Vázquez, J.A. Menéndez, C. Menéndez & M. E. Martín. 2005.** Evaluación de la Sequía Agrícola en Cuba. *Rev. Cub. de Meteor.* La Habana. 11(1):3–14.
- Solano, O., R. Vázquez & M.E. Martín. 2006.** A study of the spatial extension of agricultural drought in Cuba and its hyper-annual trends. In *Climate Variability and Change—Hydrological Impacts* (Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference, held at Havana, Cuba, November 2006), IAHS Publ. 308, 2006. Pp 315-318.
- Solano, O., R. Vázquez, J.A. Menéndez, E. Pérez & M. Figueredo. 2006.** Monitoring and early warning systems for potentially dangerous vegetation fires in Cuba. In Strengthening Operational Agrometeorological Services at the National Level. Proceedings of the Inter-Regional Workshop. March 22-26, 2004, Manila Philippines. Raymond P. Motha, M.V.K. Sivakumar & Michele Bernardi (Eds.). Washington, D.C., USA: United States Department of Agriculture, Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization; Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Technical Bulletin WAOB-2006-1 and – AGM-9, WMO/TD No.1277, pp 9-17.
- Willhite, D. A. & M.H. Glantz. 1987.** Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definition, Planning for Drought. West View Press. pp 11-27.
- World Meteorological Organization. 1994.** A decadal against natural disasters. WMO - No. 799. 20 pp.

**Cuadro 1.** Indemnizaciones por el riesgo de sequía cubiertos por el ramo de los seguros de bienes agropecuarios de la Empresa del Seguro Estatal Nacional en Cuba, a nivel nacional.

Año	Indemnizaciones por sequía (Miles de pesos MN)	Porcentaje del total del riesgo (%)
1990	3610,8	22,5
1991	7754,7	45,6
1992	4962,3	43,9
1993	6228,5	39,4
1994	8115,3	43,3
1995	5906,5	27,0
1996	3722,7	9,9
1997	12,203,9	25,4
1998	24,402,8	29,1
1999	40,854,0	37,9
2000	56,154,6	50,3
2001	60,667,0	38,1
2002	30,425,0	25,4
2003	30,408,7	32,3
2004	42,602,1	34,3
2005	68,391,6	40,9

**Cuadro 2.** Indicadores correspondientes a los episodios de sequía agrícola de carácter nacional diagnosticados durante el periodo 1951-2005.

Sequía	Clasificación	Año de mayor afectación	Superficie afectada del país (%)	Con intensidades severa y muy severa	Regiones más afectadas
1951-1952	Largo Período	1951	66	92	Cen. y Ori.
1955-1956	Largo Período	1956	68	88	Cen. y Occ.
1961-1963	Hiperanual	1961	68	91	Cen. y Ori.
1965	Corto Per. Est.	1965	64	89	Ori. y Cen.
1967	Largo período	1967	63	86	Ori. y Cen.
1970-1971	Largo período	1971	63	87	Cen. y Ori.
1974-1976	Hiperanual	1975	82	84	Cen. y Ori.
1981	Largo período	1981	63	87	Cen. y Ori.
1984-1987	Hiperanual	1986	70	90	Ori. y Cen.
1989-1990	Hiperanual	1989	68	76	Ori. y Cen.
1993-1994	Corto Per. Est.	1994	42	86	Occidental
1998	Corto período	1998	53	87	Oriental
2000-2001	Largo período	2000	41	93	Ori. y Cen.
2003-2005	Hiperanual	2004	66	67	Ori. y Cen.

## ANEXO

Impactos de la sequía en el sector agropecuario cubano expresados en la prensa escrita:

1951-1952. La revista Bohemia (1952) describe la sequía, bajo el titular “El agua problema nacional de Cuba” de la siguiente forma: ... “Escasez de agua desde la provincia Las Villas hasta Oriente. De aquí el espectáculo desolador que presentan los grandes ríos orientales y camagüeyanos de orillas y barrancos rasos de vegetación, de aguas turbias, fangosas y escasas ...”

1955-1956. Bajo el titular “Funesto para nuestra economía el Ciclón de la Seca”, la revista Bohemia, (1956) describe “Desde hace días esta lloviendo... Hace mucho tiempo que los campos de Cuba no experimentaban una sequía tan espantosa como la que acaba de terminar..., ha dejado los campos malos, raquíticas las cañas, flaco el ganado. La seca comenzó a sentirse el año pasado (1955 no fue un año normal, habiendo entrado 1956 con un déficit que fue mayor...”.

1961-1963. Fidel Castro, (Imprenta Nacional de Cuba. 1962), citado por Editora Política (1996), señaló: “...uno de los problemas que nos han afectado seriamente es la sequía del año 1961. Ha sido una de las causas importante el bajo rendimiento de la caña. Ha afectado la producción agropecuaria, el peso de la res, la producción de viandas ...”

1965. El periódico Granma (Granma, 1965) publicó un artículo bajo el título “Intensa Sequía” haciendo referencia a que la baja producción de los cafetos “se atribuye en gran parte al menos en los dos últimos años, a la sequía que ha afectado extensas zonas de la provincia Oriente. La sequía ha sido particularmente aguda durante 7 meses del actual año. ... En la cosecha 1965-66 la escasez de lluvia se ha sentido en todas las zonas orientales ...”

1967. El Dr. Mario Rodríguez Ramírez (Bohemia, 1967), director del Instituto de Meteorología en aquel entonces, señalaba “Lo interesante de la sequía que ha venido azotando a nuestro territorio desde el 1967, es que ha sido la más intensa para las tres provincias orientales desde Las Villas hasta Oriente, en nuestro periodo revolucionario desde 1959 hasta la fecha. También es de interés el hecho de que las sequías en esas tres provincias han sido cada vez más intensas. La sequía de 1962, fue más intensa que la de 1961, la de 1965 resultó más intensa que la de 1962 y la de 1967 a su vez fue mas intensa que la de 1965.

1970-1971. Un artículo publicado bajo el titular “Afectada por la sequía en Las Villas la cuarta parte de la producción del tabaco” (Granma, 1971) señalaba que “Alrededor de 195 mil quintales netos han sido afectados por la sequía en Las Villas, una de las mas intensas sufridas aquí en los últimos tiempos”. Fidel Castro (Bohemia, 1971b) señaló “Ahora... hemos tenido en la región Occidental, Pinar del Río (región que produce 90% del tabaco) una sequía terrible. En la sequía de este año en la región occidental, nadie recuerda nada semejante ...”.

1974-1976. Bajo el titular “La sequía en Pinar del Río”, (Granma, 1975a) publicó un artículo en el que entonces señalaba ... “La provincia Pinar del Río sufre actualmente los efectos de la más intensa y prolongada sequía de los últimos años.” ... Otro artículo (Granma, 1975b) bajo el título “La sequía en Oriente”, refería:... “Desde hace mas de un año la mayor de nuestras provincias, productora de la tercera parte de la zafra azucarera, con numerosas producciones agrícolas, una gran masa ganadera, se halla azotada por la mayor de las sequías,

quizás la mas violenta que recuerde su historia.

1981. Fidel Castro (1982), señaló: "... las altas temperaturas y la sequía fueron adversas para la producción de viandas, vegetales y pastos. ..."

1984-1987. Fidel Castro, (1988), expresó:... "porque las sequías nos afectaron en más de 1,000,000 de toneladas y no sólo hemos tenido que estar disminuyendo nuestras exportaciones de azúcar en área convertible, casi reducir las a cero, sino adquiriendo 1,000,000 de toneladas de azúcar por año para cumplir nuestros compromisos con los países socialistas.

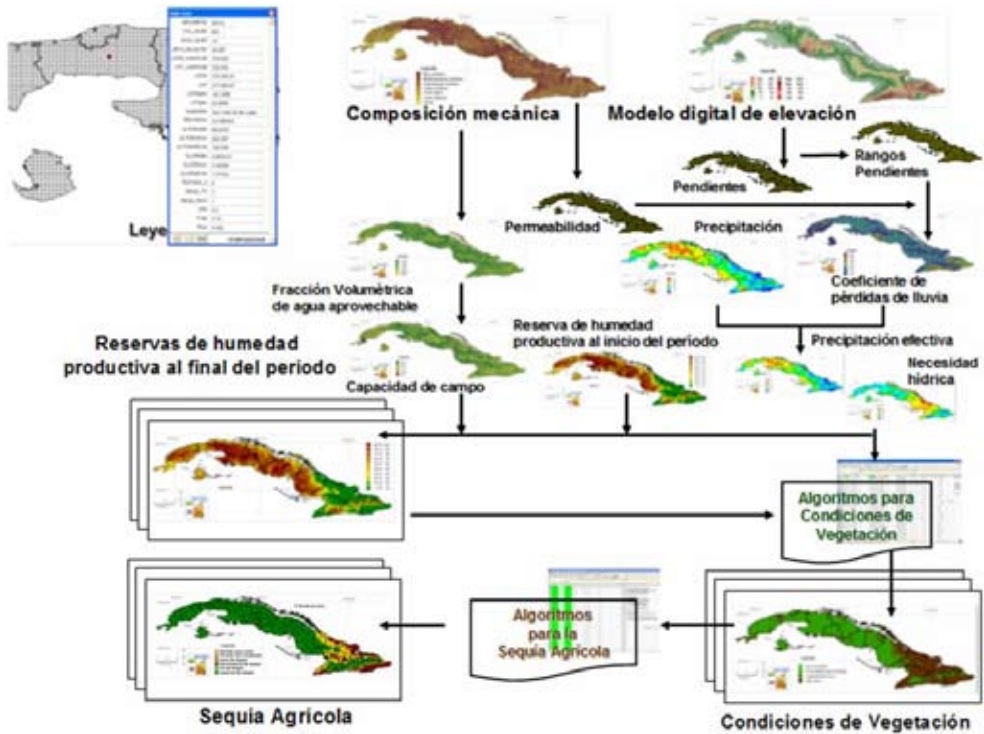
1989-1990. Fidel Castro (1990), señaló: ... "La sequía en determinadas zonas del país, sobre todo en las regiones del centro y del norte, ha creado la necesidad de suministrar agua con pipas [vehículos cisternas] a cientos de miles de cabezas [de ganado] en plena primavera...."

1993-1994. Nótese del Cuadro 1 que los montos desembolsados por la Empresa del Seguro Estatal Nacional a sus asegurados por reclamaciones dentro del concepto de indemnizaciones por el riesgo de sequía cubierto por el ramo de los seguros de bienes agropecuarios en Cuba, a nivel nacional se encuentran entre seis y ocho millones de pesos cubanos, este último (año 1994), el máximo valor alcanzado en los registros de la empresa hasta esa fecha.

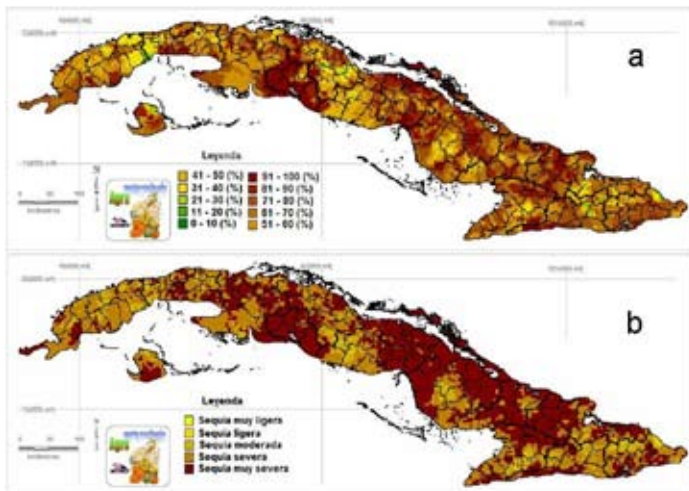
1998. El impacto de esta sequía fue expuesto con anterioridad.

2000-2001. Nótese del Cuadro 2 que los montos desembolsados durante esos dos años son los mayores de toda la historia de registros del ramo de seguros agropecuarios.

2003-2005. Los daños de esta sequía fueron cuantiosos para el país. Nótese que en el año 2005 los daños ocasionados por la sequía, sólo a los agricultores cubiertos por el ramo de seguros de bienes agropecuarios, resultó unas diez veces mayor al valor medio de los desembolsos del período 1991-1997.



**Figura 1.** Una síntesis del proceso seguido para diagnosticar la sequía agrícola mediante la combinación de herramientas disponibles en diferentes programas computacionales.



**Figura 2.** representación espacial de la evaluación de la extensión superficial (a) y la intensidad (b) de la sequía agrícola en el año 1961.



Figura 3. Esquema conceptual resumido del sistema.

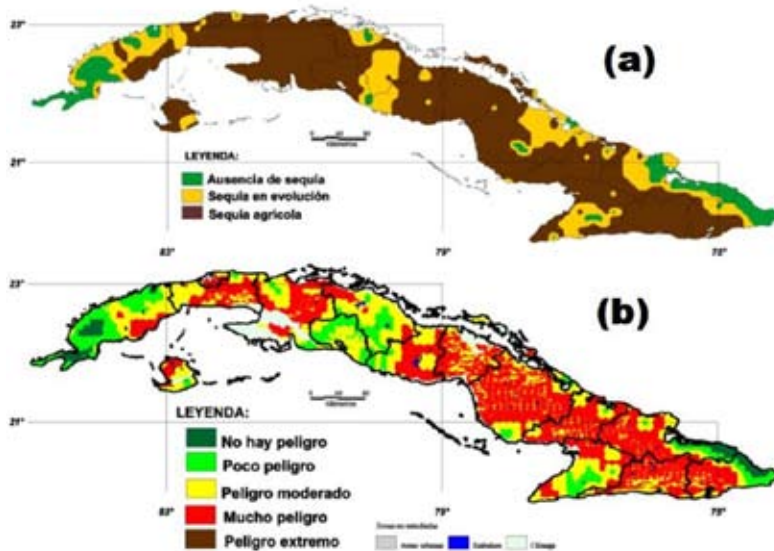


Figura 4. Distribución espacial del estado de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación en Cuba durante la primera década de enero de 2006.