

La sequía meteorológica 2014-2017, características e impactos en la provincia Cienfuegos

Meteorological drought in 2014-2017, characteristics and impacts in Cienfuegos province



<http://opn.to/a/rSC7K>

Sinaí Barcia-Sardiñas ^{1*}, Marilin Fontes-Leandro ¹, Marlene Ramírez-González ¹, Endris Yoel Viera-González ¹

¹Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba

RESUMEN: Uno de los eventos meteorológicos más nocivos en el planeta es la sequía. Este fenómeno, si bien constituye una afectación climática que la sociedad ha enfrentado históricamente, ha visto acrecentada su influencia en los últimos decenios, lo que ha dado lugar a que se le considere como uno de los mayores desastres por causas naturales en el mundo. Este trabajo tiene como objetivo: Caracterizar el evento de sequía meteorológica 2014-2017 y sus impactos en la provincia Cienfuegos. Como principales resultados se obtuvo que este evento de sequía meteorológica tuvo una duración de seis períodos estacionales consecutivos generando un déficit en el territorio provincial de más de 600 mm. Los principales impactos de la sequía meteorológica en la provincia se hicieron visibles en la ganadería, la caña de azúcar, el arroz, el abasto de agua y en el aumento de condiciones favorables para la ocurrencia de incendios en la vegetación. Estos resultados, ponen de manifiesto la urgente necesidad de que en la provincia se preste cuidadosa atención a los reiterados y nocivos eventos de sequía, que combinados con altas tasas de evaporación originan el agotamiento de los suelos y la disminución de las reservas de agua subterráneas.

Palabras Clave: sequía meteorológica, ganadería, caña de azúcar, arroz, focos de calor.

ABSTRACT: One of the most damaging weather events on the planet is drought. This phenomenon, it is a climatic affectation that society has faced historically, has seen increased its influence in the last decades, which has led to being considered as one of the biggest natural disasters in the world. The objective of this work is to characterize the 2014-2017 meteorological drought event and its impacts on the Cienfuegos province. The main results were that this meteorological drought event lasted six consecutive seasonal periods, generating a deficit in the provincial territory of more than 600 mm. The main impacts of the meteorological drought in the province became visible in livestock, sugar cane, rice, water supply and in the increase of favorable conditions for the occurrence of forest fires. These results highlight the urgent need for careful attention in the province to the repeated and harmful drought events, which, combined with high evaporation rates, lead to the depletion of soils and the reduction of groundwater reserves.

Key words: meteorological drought, livestock, sugar cane, rice, hot spots.

INTRODUCCIÓN

Como es bien conocido, el hombre desde sus propios orígenes, ha tenido que luchar contra los efectos de la sequía, la cual es un fenómeno extremo dentro de la variabilidad natural del clima. Con frecuencia, producto de los graves daños que

produce sobre la población, la economía y el medio ambiente, unidos a la restringida capacidad de respuesta de dicha población para enfrentarlos acertadamente y recuperarse, los mismos llegan a alcanzar la categoría de desastre, incluso de dramáticas dimensiones (Lapinel *et al.*, 2009).

*Autor para correspondencia: Sinaí Barcia-Sardiñas. E-mail: sinai@cfg.insmet.cu

Recibido: 01/02/2019

Aceptado: 15/04/2019

Según el Vocabulario Meteorológico Internacional (OMM, No. 82, 1990) expresa que la sequía, en su acepción más común, se define como: “Un período de condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitaciones cause un grave desequilibrio hidrológico”.

Se ha demostrado que el déficit de agua provocado por la sequía es cada vez más recurrente y persistente y afecta severamente a las regiones en las que esta se presenta. Las consecuencias económicas, sociales y ecológicas son más graves en la medida en que se está menos preparado para afrontarlas. Por ello, la mejor estrategia es la prevención, lo que disminuye la vulnerabilidad ([Velasco y Collado, 1998](#)).

En los últimos años, en la región de América Latina se han registrado cambios constantes en los patrones climáticos, reduciéndose o concentrándose días y volúmenes de lluvias, lo que conlleva a recurrentes períodos de sequía y efectos devastadores en la seguridad alimentaria y nutricional, así como en el acceso al agua de las poblaciones más vulnerables que viven en zonas muy expuestas ([ECHO, 2014](#)).

En Cuba según [Lapinel et al. \(1993\)](#) y [Centella et al. \(1997\)](#), los eventos moderados y severos de sequía se duplicaron 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 uno de los más intensos para el período abril-mayo-junio registrado en las estadísticas del Centro del Clima disponibles desde el año 1941. Los estudios más recientes de variabilidad y cambios del clima en Cuba han demostrado que los procesos de sequía en nuestro país se han hecho más frecuentes, intensos y extensos tanto temporal como espacialmente ([Planos et al., 2013](#)). Ejemplo de esto se tiene que en el presente siglo el país y en particular la provincia Cienfuegos ha sido afectado por tres eventos de sequía meteorológica de significación: 2003-2005, 2009-2010 y 2014-2017.

Estos elementos han conllevado a que el estudio de la sequía y sus impactos sea una de las

principales líneas de investigación que se llevan a cabo en el país, desde el punto de vista climatológico y agrometeorológico, desde hace varios años. En la provincia de Cienfuegos también se sigue esta línea de trabajo y desde el año 2000 se realizan estudios relacionados con el comportamiento de las lluvias y la sequía en áreas muy específicas, como el realizado en la cuenca Hanabanilla por [Barcia \(2009\)](#). Entre los años 2010 y 2012 el Centro Meteorológico Provincial (CMPCF) desarrolló un proyecto de investigación sobre este tema y como principal resultado se pudo conocer el comportamiento espacio-temporal de la sequía meteorológica en el territorio. Además, desde el 2009 se incorporó el monitoreo de la sequía meteorológica en los Boletines Mensuales de la Vigilancia del Clima con las salidas del Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía Meteorológica (SNVSM). En el 2016 se culminó, como parte de la Directiva 01/2005, el estudio de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo por Sequía en la provincia Cienfuegos, en el cual se determinó el peligro integrado por sequía meteorológica y agrícola, así como las principales vulnerabilidades existentes para enfrentar este fenómeno climático extremo.

A mediados del 2014 el país comenzó a sufrir déficits de lluvias que se hicieron persistentes hasta el mes de junio del 2017 y se extendieron a todo el país. La provincia de Cienfuegos también estuvo afectada por este intenso y extenso evento de sequía meteorológica el cual produjo impactos en todas las actividades socio-económicas del territorio. El presente trabajo tiene como objetivo principal: caracterizar el evento de sequía meteorológica 2014-2017 y sus impactos en la provincia Cienfuegos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los parámetros con que se caracteriza la sequía son: severidad, magnitud, duración y extensión geográfica. Se han generado muchos índices para describir la sequía; sin embargo, la mayoría de ellos no siempre son adecuados y funcionales para todo tiempo y lugar, lo que es el reflejo de la complejidad y desconocimiento del fenómeno. En

este trabajo se ha utilizado como indicador para el análisis de la sequía meteorológica el Índice de Precipitación Estandarizada o SPI (por sus siglas en inglés), teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas en la conferencia Internacional sobre Sistemas de Alerta Temprana e Índices de Sequía, desarrollada en Nebraska, Estados Unidos en diciembre de 2009 y publicadas por la OMM.

El SPI es un indicador basado en la probabilidad de lluvias, en cualquier período de tiempo. Fue desarrollado por [McKee et al. \(1993\)](#), para cuantificar el déficit de precipitaciones durante múltiples escalas temporales (1 mes, 3, 6, 9 y hasta 24 meses). Estas escalas temporales reflejan el impacto de la sequía sobre la disponibilidad de los diferentes recursos hídricos.

El cálculo del SPI requiere únicamente el uso de series históricas de precipitación mensual y la ventaja de manipular diversas escalas de tiempo, hace posible identificar los impactos de la sequía en períodos de corto, mediano y largo plazo. Además, permite identificar y describir convenientemente el fenómeno, precisando su inicio, intensidad, duración, magnitud y cobertura espacial. Este método admite que la lluvia es el principal factor que define si un período o área determinados son o no deficientes de agua.

Técnicamente, el SPI es calculado ajustando la distribución de frecuencia de la precipitación de un lugar dado, en la escala de tiempo de interés, con una función teórica de densidad de probabilidad. De acuerdo a varios autores ([Thorn, 1966](#); [Young, 1992](#); [Lloyd-Hughes, 2002](#), entre otros), la función más apropiada para este ajuste es la gamma. La función de densidad es luego transformada a una distribución normal estandarizada (con media igual a 0 y varianza igual a 1), siendo el SPI el valor resultante de esta transformación. Este índice representa el número de desviaciones estándar en que el valor transformado de la precipitación se desvía del promedio histórico (el cual queda representado por 0). Los valores negativos del SPI representan déficit de precipitación y,

contrariamente, los valores positivos indican que la precipitación ocurrida ha sido superior al promedio histórico. En la [Tabla 1](#) se muestra la clasificación del SPI.

Tabla 1. Clasificación del SPI.

Escala SPI	Categoría	
≥ 2	Extrema	EXCESO
$\geq 1.5 < 2$	Severa	
$\geq 1 < 1.5$	Moderada	
$\geq 0.5 < 1$	Débil	DÉFICIT
$> -0.5 < 0.5$	Normal	
$\leq -0.5 > -1$	Débil	
$\leq -1 > -1.5$	Moderada	
$\leq -1.5 > -2$	Severa	
< -2	Extrema	

El análisis del SPI en el período estudiado se realizó a partir de las salidas del SNVSM para la provincia Cienfuegos. Los mapas fueron realizados en Surfer 10.0.

Los efectos de la sequía pueden ser sentidos a corto y a largo plazo, afectando no sólo las actividades productivas del campo, como la agricultura y la ganadería; sino también, a actividades industriales básicas y al bienestar y la salud de los habitantes de las comunidades rurales y urbanas. Tales efectos de la sequía están relacionados principalmente con la falta de agua, los cuales se ven agravados por otros factores asociados con la escasez de humedad, que cuando ocurren, hace más crítica la situación.

A modo de resumen, los efectos de la sequía en la producción agrícola, la ganadería, la silvicultura y la pesca, que tienen una repercusión económica, se resalta en los indicadores siguientes ([Vázquez, 2011](#)):

Pérdidas agrícolas: pérdidas de cosechas anuales y perennes, daño a la calidad de las cosechas, pérdida de ingresos para los agricultores debido a la reducción de las cosechas, productividad reducida de las tierras de cultivo (erosión del viento, pérdida de materia orgánica, etc.), plagas de insectos, enfermedades de las plantas, daño de la fauna salvaje a las cosechas, incremento en los costos de irrigación y costos del

desarrollo de los recursos hídricos nuevos o suplementarios.

Pérdidas de los ganaderos: disminución de la producción de leche, reducción del ganado, limitación o cierre de las tierras públicas para el pastoreo, costo elevado o no disponibilidad de agua para la ganadería, costo del desarrollo de los recursos hídricos nuevos o suplementarios, costo elevado o no disponibilidad de comida para el ganado, aumento de los costos del transporte de los alimentos, tasas elevadas de mortalidad del ganado, interrupción de los ciclos de reproducción y disminución del peso del ganado.

Pérdida de la producción de madera: incendios forestales, enfermedades de los árboles, plagas de insectos, disminución de la productividad forestal y pérdida directa de árboles, especialmente jóvenes.

Pérdida de la producción pesquera: daño al hábitat de los peces, pérdida de peces y otros organismos acuáticos debido a la disminución de los flujos de agua.

Entre los efectos económicos generales destacan: pérdida en las industrias directamente relacionadas con la producción agrícola, pérdida de ingresos en las empresas, reducción del desarrollo económico y reducción de la población rural.

En cuanto a los efectos relacionados con la energía: reducción en el suministro debido a las restricciones de energía relacionadas con la sequía e incrementos de los costos debido a la sustitución por combustibles más caros.

Los impactos relacionados con el suministro de agua: costo del transporte de agua y costo en el desarrollo de recursos hídricos suplementarios o nuevos.

Sobre la reducción de la producción de alimentos, destacan los impactos: aumento en los precios de los alimentos e importación incrementada de alimentos (costos mayores).

En cuanto a la afectación en la actividad turística: produce afectaciones importantes, debido a que los impactos negativos de la sequía pueden causar un rápido descenso del turismo nacional e internacional que puede traducirse en grandes pérdidas para aquellos países en los que este sector es de gran importancia.

Sobre la afectación en el comercio: la reducción de la producción de materias primas básicas y las pérdidas de almacenamiento de productos causados por la sequía afecta, por lo general, de forma negativa, al comercio, especialmente en las relaciones de exportación e importación.

En sentido general, los efectos más perjudiciales y peligrosos de la sequía se reflejan en el medio ambiente, en los recursos naturales, en el hábitat de las especies y en los ecosistemas. Tales problemas requieren una gran atención, porque la sociedad puede hacer muy poco para reparar los daños causados en los ecosistemas que ya han sido perjudicados o que, incluso, están muertos. Por lo tanto, la única medida eficaz para estos casos es la debida protección de los recursos naturales, especialmente en áreas sensibles desde el punto de vista medioambiental ([Vázquez et al., 2007](#), [Vázquez, 2011](#), [ONU 1998](#)).

Para evaluar los impactos de la sequía meteorológica en la actividad agrícola de la provincia Cienfuegos se analizaron los siguientes indicadores y criterios:

- Producción de leche: Los datos se obtuvieron de la Subdelegación de Ganadería de la Delegación Provincial de la Agricultura en la provincia.
- Afectaciones en el desarrollo fenológico de la caña de azúcar: Se evalúa la influencia de la sequía meteorológica en el desarrollo fenológico de la caña de azúcar a partir de las observaciones realizadas en los campos de observación de este cultivo en la estación agrometeorológica de Aguada de Pasajeros.
- Afectaciones en el cultivo del arroz: Se evalúa la influencia de la sequía meteorológica, agrícola e hidrológica en el cultivo de arroz del municipio Aguada de Pasajeros. La información se tomó de las observaciones de los productores integrados al Régimen Agrometeorológico y de la Empresa de Seguros Nacionales (ESEN) del municipio.
- Focos de calor: se relacionó el comportamiento de las precipitaciones con la detección de focos de calor a través satélites meteorológicos como indicador de condiciones favorables para la ocurrencia de incendios en la vegetación. Para

ello se utilizó la base de datos de focos de calor del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales de Brasil (INPE) en el período 2001-2017. La misma se obtuvo a partir de las informaciones existentes en el banco de datos SIG-Quemas referentes a Cuba que se encuentran disponibles en la página Web “BD Queimadas”: <https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas/>.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del evento de sequía meteorológica 2014-2017 en la provincia Cienfuegos

En la [Figura 1](#) se muestra la evolución del evento de sequía meteorológica que afectó al país en el período 2014-2017 a través del comportamiento del SPI 12 en tres años hidrológicos y el SPI 6 en los seis períodos estacionales correspondientes desde mayo de 2014 hasta abril de 2017. Como se observa, a partir del

mayo del 2014 se comenzó a registrar en el país un aumento de los déficits de lluvia en varios meses. De hecho, dos de los meses del período estacional lluvioso de este año (julio y septiembre) presentaron déficits en más de un 35 % del territorio nacional. A este período le continuó un período seco muy desfavorable con déficits en un 67 % del territorio.

El período lluvioso que le prosiguió (mayo-junio 2015) se caracterizó por presentar déficits notables en su primer trimestre, lo que hizo que al finalizar el mismo la mitad del territorio nacional estuviera afectado por la sequía meteorológica, siendo la región occidental y central las más afectadas. Siguiendo la secuencia de mapas que se muestran en la misma figura, se evidencia una cierta recuperación en los acumulados de lluvia en el período seco (noviembre 2015-abril 2016), debido al predominio de valores del SPI superiores a 1.0. El balance de precipitación en este caso fue

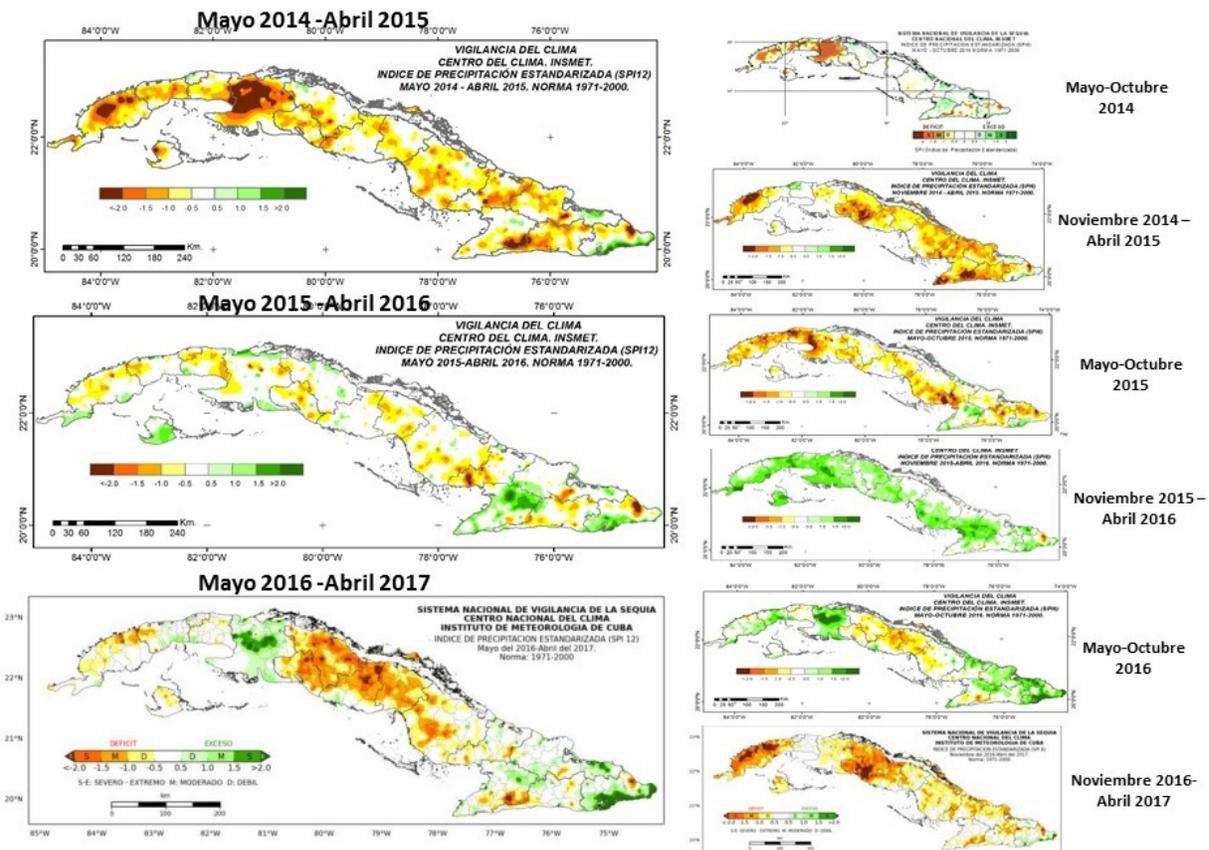


Figura 1. Evolución del evento de Sequía meteorológica 2014-2017 a través del comportamiento del SPI. (Fuente: BVC 2014-2017)

positivo y mostró acumulados que superaron los valores normales en la mayor parte del país. Esta situación fue debida a las lluvias ocurridas en el trimestre noviembre 2015 - enero 2016, que estuvieron influenciadas por el evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) que estuvo presente la mayor parte del año 2015 y principios del 2016. Cabe destacar, que a partir de febrero de 2016 esta situación cambió drásticamente y las lluvias comenzaron a disminuir nuevamente presentando déficits en más de la mitad del territorio nacional en el trimestre febrero-abril del 2016.

En el período estacional lluvioso del 2016 el comportamiento de las precipitaciones fue muy desigual en el país. El 18 % del territorio nacional presentó déficits que estuvieron concentrados en la región central, [Figura 1](#). El último período estacional poco lluvioso (2016-2017) de la serie analizada estuvo caracterizado por severos déficits de lluvias que cubrieron casi el 70 % del país siendo la región occidental y central las más afectadas.

En la provincia Cienfuegos este evento de sequía meteorológica presentó una evolución similar a la del país, permaneciendo durante seis períodos estacionales. Como se puede apreciar, los períodos poco lluviosos 2014-15 y 2016-17 fueron los más críticos en los que más del 80 % de la provincia estuvo afectado por déficits de lluvia, [Figura 2](#) y [Tabla 2](#).

En el caso del 2016-2017, se observó el 100 % del área provincial afectada por sequía meteorológica. Los déficits severos y extremos, en esta ocasión, cubrieron el 25 % del territorio siendo los municipios de Cumanayagua, Abreus, Cienfuegos y Rodas los más críticos. Se debe destacar, que la estación meteorológica de Cienfuegos registró 61 días consecutivos sin llover desde el 7 de noviembre de 2016 hasta el 6 de enero de 2017 rompiendo el récord existente, que era de 45 días (del 13 de enero al 26 de febrero del 2005).

Por su parte el período estacional lluvioso más desfavorable fue el del 2015, [Tabla 2](#) y [Figura 2](#). En este caso, el 50% de la provincia estuvo afectado por déficits, clasificados de moderados a

extremos en un 38%. Este comportamiento estuvo influenciado, fundamentalmente, por las escasas precipitaciones ocurridas en el bimestre mayo-junio del 2015. En estos dos meses, las zonas de la provincia con mayores afectaciones estuvieron localizadas hacia la mitad norte del territorio, principalmente hacia los municipios de Aguada de Pasajeros, Rodas y Lajas, [Figura 3](#).

La disminución de las lluvias en el bimestre mayo-junio es una de las características más recurrentes de los eventos de sequía meteorológica más recientes en el país y en la provincia Cienfuegos ([Lapinel et al., 2003](#); [Barcia et al., 2011](#)). Las principales causas de dicha situación están relacionadas con que a partir de finales de la década del 70 del siglo XX los patrones de la circulación atmosférica más frecuentes sobre Cuba en el bimestre mayo-junio han tenido una tendencia marcada a la estabilidad, apreciándose un aumento de la influencia de las altas presiones, caracterizado por la estructuración de una celda anticiclónica o de una potente dorsal en los niveles medios de la atmósfera. Esto a su vez, se ha reflejado en una disminución de las precipitaciones asociadas a los procesos sinópticos más frecuentes de este período como son las vaguadas extendidas, hondonadas superficiales, ([Barcia, 2005](#) y [Durán, 2017](#)).

En cuanto al análisis por municipios como se aprecia en la [Tabla 3](#), los tres períodos estacionales con mayor área afectada son los mencionados anteriormente y prácticamente todos se vieron igualmente afectados. No obstante, vale la pena destacar el caso de Aguada de Pasajeros, que fue el municipio que comenzó con una situación más desfavorable desde el período lluvioso del 2014 con casi un 80 % de su territorio afectado por déficits de lluvias.

Este municipio presenta una alta vulnerabilidad económica y ecológica ante eventos de sequía meteorológica, hidrológica y agrícola ([Estupiñán et al., 2015](#)). La significativa sensibilidad ante este fenómeno extremo desde el punto de vista económico está dada por las actividades económicas que se desarrollan, en particular la agricultura (caña de azúcar, arroz y ganadería). La superficie con cultivos es la tercera más importante

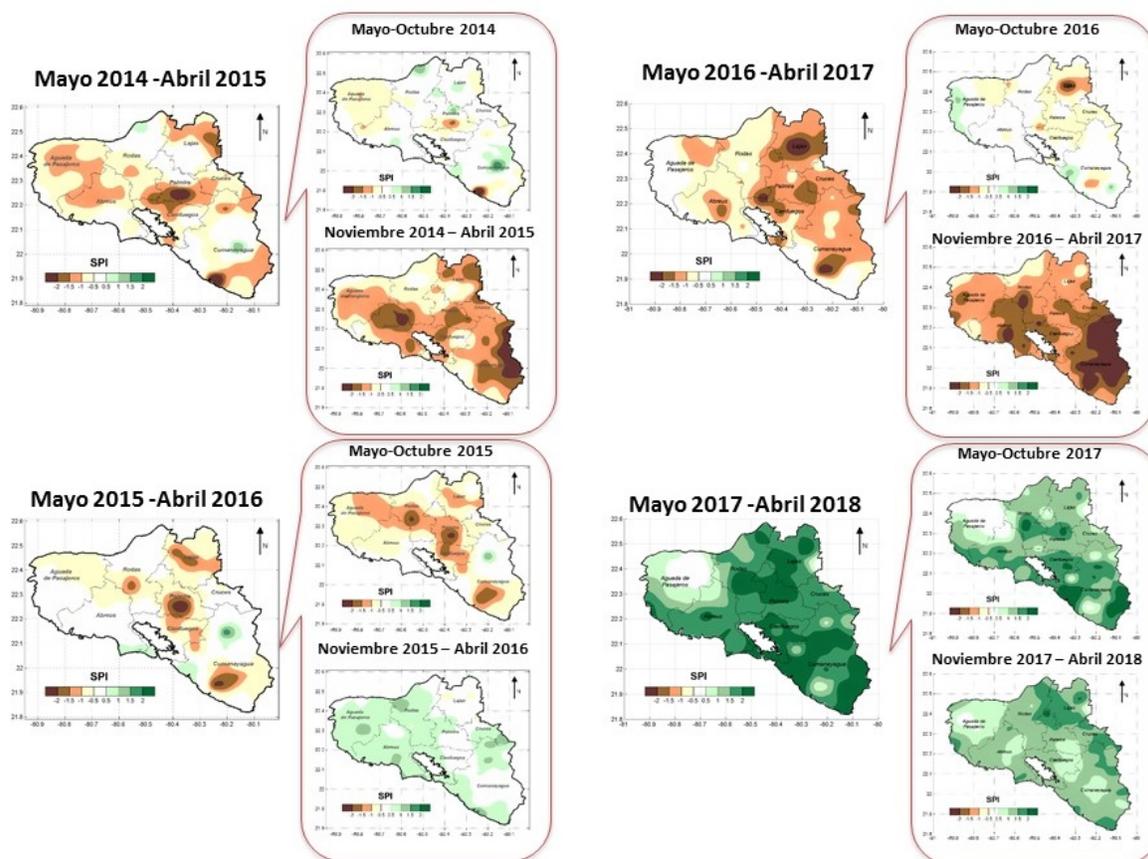


Figura 2. Evolución del evento de Sequía meteorológica 2014-2017 a través del comportamiento del SPI en la provincia Cienfuegos.

Tabla 2. Índice de precipitación estandarizada (SPI) para los períodos estacionales poco lluvioso y lluviosos desde 2014 hasta el 2017. Norma 1981-2010.

Período Lluvioso			Período Poco Lluvioso		
Año	SPI 6	Clasificación	Año	SPI 6	Clasificación
2014	-0.2	Normal	2014-15	-1.6	Severamente Seco
2015	-0.5	Débilmente Seco	2015-16	0.5	Débilmente Húmedo
2016	-0.4	Normal	2016-17	-1.6	Severamente Seco

de la provincia, además de tener el mayor por ciento de tierras cultivadas bajo riego permanente. Esta vulnerabilidad se acrecienta al presentar varias industrias y entidades altas consumidoras de agua; entre las que se destacan: UEB Antonio Sánchez, Destilería Antonio Sánchez, Fábrica de Conservas Covadonga, Fábrica de Conservas Galeón, Losa de Sacrificio y los Hospitales del territorio.

Desde mayo del 2014 hasta abril del 2017 hubo un predominio de meses con acumulados por debajo de sus valores normales, lo que conllevó a que en los 36 meses analizados el déficit acumulado en la provincia Cienfuegos fuera de 615

mm. En el bimestre mayo-junio del 2017 el déficit de lluvia en la provincia continuó y nuevamente en este período más de la mitad del territorio provincial presentó valores del SPI inferiores a -0.5, situación que hizo se incrementara el déficit acumulado hasta cerca de los 730 mm, [Figura 4](#).

Impactos de la sequía meteorológica 2014-2017 en la provincia Cienfuegos

La evolución del evento de sequía meteorológica que se inició a mediados del 2014 hizo que disminuyeran gradualmente las reservas de agua en

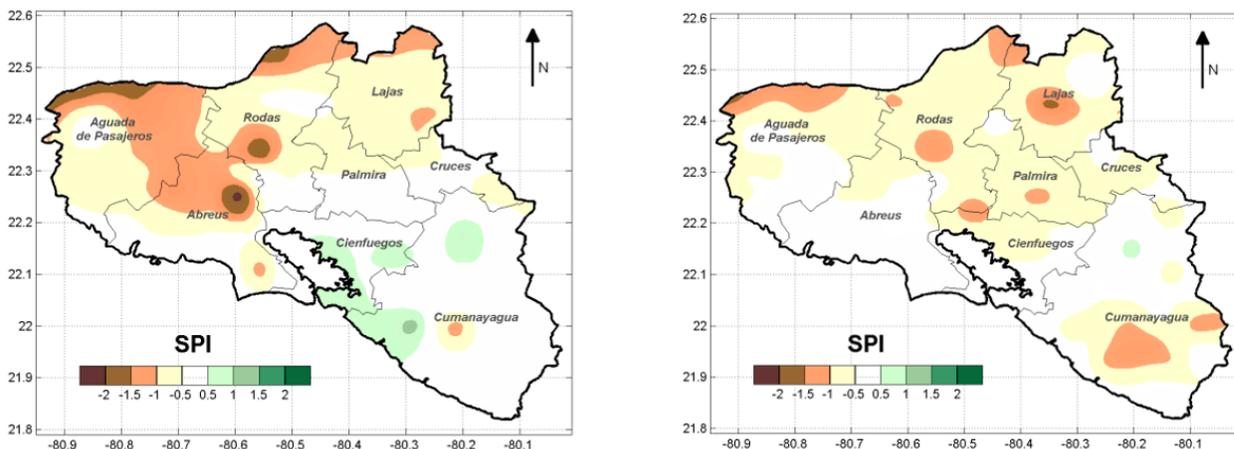


Figura 3. Comportamiento de las precipitaciones expresadas a través del SPI 1 en los meses de mayo (izquierda) y junio (derecha) del 2015 en la provincia Cienfuegos.

Tabla 3. Porcentaje de área afectada por la sequía meteorológica por municipios. Provincia Cienfuegos.

Municipios	Mayo- Octubre 2014	Noviembre 2014-Abril 2015	Mayo- Octubre 2015	Noviembre 2015-Abril 2016	Mayo- Octubre 2016	Noviembre 2016-Abril 2017	Mayo- Octubre 2017
Abreus	25.1	94.8	62.7	0	5.3	100	0
Aguada de Pasajeros	79.1	88.1	95.9	0	30.9	98	0
Cienfuegos	18.1	92.6	63.9	0	45.1	100	0
Cruces	17.7	100	55.2	3.5	76.9	100	0
Cumanayagua	18.4	95.5	50.1	0	17.9	100	0
Lajas	19.1	92.4	87.1	7.3	86.7	100	0
Palmira	40.0	97.5	94.8	0	78.8	100	0
Rodas	14.7	86.7	77.1	0	22.2	99.8	0

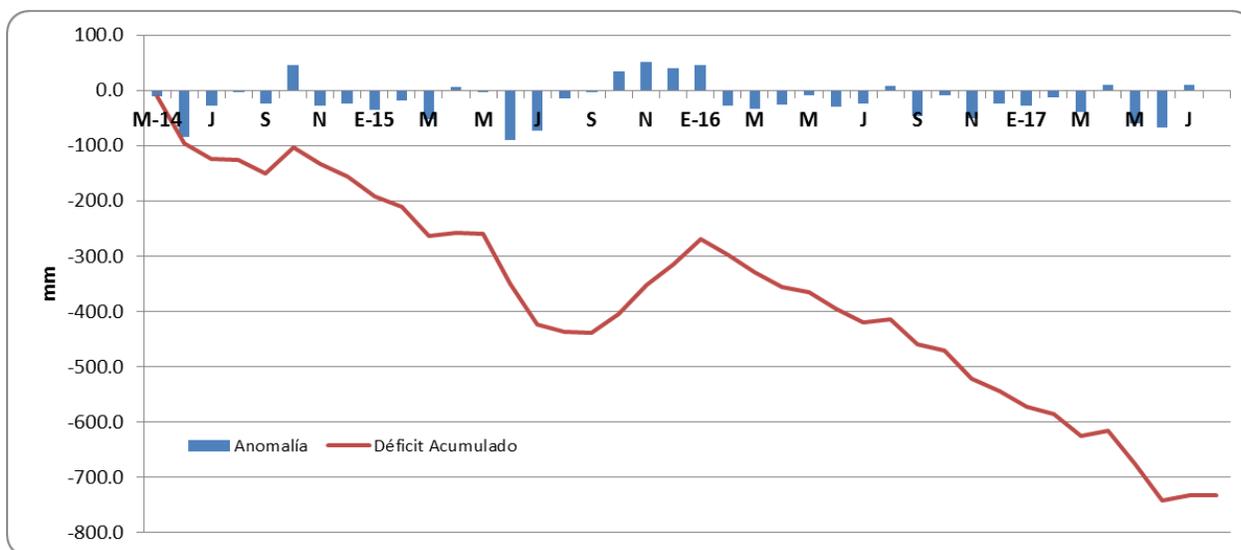


Figura 4. Anomalías reales (barras) y acumuladas (líneas) de precipitación desde mayo del 2014 hasta agosto del 2017. Provincia Cienfuegos.

el suelo en la provincia Cienfuegos produciendo una intensa y extensa sequía agrícola.

En el conjunto de las 108 decenas analizadas a partir de los Boletines Agrometeorológicos Decenales emitidos por el Centro Nacional de Meteorología Agrícola del Instituto de Meteorología (INSMET), se pudo comprobar el predominio de áreas sin sequía agrícola solo en los meses desde julio hasta noviembre del 2014, septiembre hasta diciembre del 2015 y junio hasta noviembre de 2016. En el resto de los meses del período analizado predominan las áreas con sequía agrícola, incluso en los meses más favorecidos por las lluvias, zonas del sur de los municipios de Aguada de Pasajeros y Cumanayagua permanecen con afectaciones por este tipo de sequía.

Producción de leche en la provincia Cienfuegos

Uno de los impactos más evidentes de la combinación de la sequía meteorológica y agrícola en la agricultura es el deterioro de los pastos y por ende la disminución de alimento para el ganado vacuno y la producción de leche.

En regiones con prolongado período de sequía los pastos se caracterizan por una marcada estacionalidad de su producción y calidad como resultado de las variaciones en la precipitación durante el año, con consecuencias negativas en la

ganancia de peso y la producción de leche. El estrés por sequía afecta el comportamiento fisiológico y morfológico de los pastos. El efecto sobre ellos depende de la intensidad de la sequía y el estado de crecimiento y desarrollo de los mismos. La falta prolongada de lluvias no solo limita el crecimiento, sino que ocasiona la muerte de una porción importante de la planta con efectos negativos sobre la calidad nutritiva de los forrajes que se manifiesta en: disminuciones importantes de proteína cruda y de algunos elementos minerales, en aumento de las fracciones fibrosas y reducción de la digestibilidad y del consumo (Fariá, 2006).

En el caso de Cuba este efecto se hace más evidente en el período seco del año y es normal que esta época del año disminuya notablemente la producción de leche en el país. No obstante, en la etapa que se analiza se pudo observar como en los dos períodos estacionales poco lluviosos con déficits de lluvias más significativos (2014-2015 y 2016-2017) en la provincia Cienfuegos, la producción de leche tuvo los mínimos más notables del período 2011-2017 con varios meses con valores por debajo de 1 millón de litros, [Figura 5](#).

Afectaciones en el cultivo de caña de azúcar

El estrés por sequía constituye uno de los factores abióticos que mayores daños provoca en la productividad de muchos cultivos. Cuando la

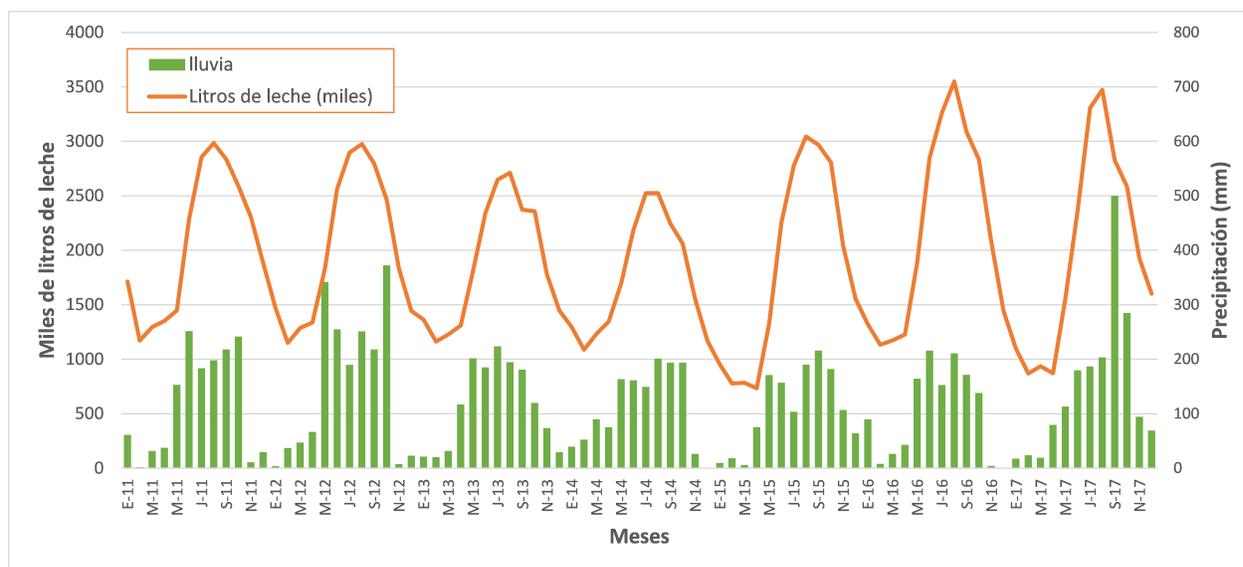


Figura 5. Comportamiento de la producción de leche y las precipitaciones en la provincia Cienfuegos. Período 2011-2017. Fuente: Delegación de la Agricultura en Cienfuegos.

sequía es severa se produce una intensa deshidratación de los tejidos, comienzan a fallar los mecanismos de retención y se debilita la capacidad de retener agua.

La caña de azúcar es un cultivo que responde mejor a los requerimientos de humedad que a la fertilización (Reinoso, 1862). Dillewijn (1951) coincide que aún sin aplicar fertilizantes el número de tallos por hectárea y la elongación de estos aumenta con la aplicación de agua, por lo que el crecimiento de la caña está regido principalmente por la cantidad y distribución de las precipitaciones (Cabrera *et al.*, 2009).

La planta de caña consume entre 250 y 300 Kg de agua por cada Kg de materia seca que produce por lo que este elemento es limitante en el crecimiento y sus funciones fisiológicas en general, tales como: la fotosíntesis, la respiración, absorción de nutrientes, circulación de sustancias elaboradas e hidrólisis de macromoléculas, Torres *et al.* (1984).

En Cuba, por ser un país tropical, la lluvia es el factor determinante en la ubicación y duración del período de crecimiento de la caña de azúcar, debido a esto se enmarca en la época lluviosa comprendida en los meses de mayo a septiembre (Sáens, 2004).

En la campaña 2015-2016, el déficit hídrico del período mayo-octubre del 2015 provocó estrés por sequía en las plantaciones de caña de azúcar en plena fase de crecimiento de las plantas, lo que trajo consigo la formación de entrenudos cortos en los campos observados en el municipio de Aguada de Pasajeros, Figura 6. Más adelante, el exceso de lluvias en los meses de noviembre y diciembre del propio año, unido a temperaturas muy por encima de lo normal, conllevaron a la formación de renuevos y al continuo crecimiento y engrosamiento sin llegar a la maduración total de los tallos. Esta situación repercutió de forma directa en la formación de materia seca y agua en

estos, pero poca producción de sacarosa conllevando a bajos rendimientos industriales. Esta fue una de las causas que provocó atraso de forma considerable en la zafra 2015-2016, pues los índices de madurez de la caña no alcanzaron los valores esperados para las variedades sembradas en este territorio y la época del año (CMPCF, 2016).



Figura 6. Entrenudos cortos producidos por el estrés hídrico. Municipio Aguada de Pasajeros

En la campaña 2016-2017 el mayor estrés hídrico de las plantaciones cañeras lo sufrieron en el período noviembre 2016- abril 2017 en el cual se intensificaron las condiciones de sequía meteorológica y agrícola en el territorio provincial. Los campos que se encontraban en fase de maduración se vieron muy afectados. Se conoce que el contenido de humedad en los tallos durante el período de maduración y cosecha es importante para asegurar una óptima concentración de azúcares. Cuando decrece el contenido de humedad en la planta, la deshidratación conduce a la conversión de los azúcares reductores en sacarosa, no obstante, la planta necesita de algún nivel de humedad para poder subsistir. En este período, el déficit hídrico en la provincia fue significativo, lo que trajo consigo que las plantaciones que se cortaron en los meses de marzo y abril del 2017 en la UBPC Victoria y la CPA Antero Regalado de Aguada de Pasajeros estaban prácticamente secas, Figura 7.



Figura 7. Campos afectado por la sequía meteorológica y agrícola en el municipio Aguada de Pasajeros. Febrero-marzo 2017.

Esta situación también produjo desfase en los ciclos de madurez de la caña según las distintas variedades, provocando afectaciones tanto a la parte agrícola como a la industrial pues influyó en el atraso en la zafra, así como a los bajos porcentajes de jugo en caña (CMPCE, 2017).

Afectaciones en el cultivo del arroz

En el cultivo del arroz el nivel recomendado de agua o de humedad en el suelo es esencial para mantener un adecuado manejo de los nutrientes, de las malezas y de las plagas y enfermedades. Bajo condiciones de secano la lluvia es un factor crítico, de lo contrario el cultivo sufre por falta o exceso de agua.

Los principales efectos del déficit de agua sobre el crecimiento y el rendimiento en este cultivo se aprecian en el enrollado de las hojas, las hojas reseca, el macollaje limitado, el raquitismo, el retraso de la floración, la esterilidad de las espiguillas y un llenado incompleto de los granos. La falta de agua en las etapas vegetativas reduce la altura, el macollaje y el área foliar. En la etapa de iniciación de la panoja hasta la espigazón, también es muy sensible a la sequía ya que reduce el rendimiento al aumentar la esterilidad de la espiguilla (Chaudhary *et al.*, 2003).

Según datos de la ESEN del municipio Aguada de Pasajeros, mayor productor de arroz en la provincia, las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) Jesús Sardiñas, Juan Manuel Márquez y Sergio González fueron las que presentaron las

mayores afectaciones por sequía en el cultivo del arroz. La principal fuente de abasto de agua de estas, el río Hanábana, se vio muy deprimida por la intensa sequía, [Figura 8](#). Debido a ello en la Campaña de Frío 2016-2017 se dejaron de sembrar muchas áreas de este cultivo por no disponer de suficiente agua para el riego.



Figura 8. Cauce del río Hanábana.

En los meses de marzo y abril del 2017 también se afectó significativamente la disponibilidad de agua para el riego de este cultivo debido a lo afectado que se encontraba el manto freático. Las áreas más afectadas se observaron en zonas de Diego, Guayabales y Mono Prieto en el municipio Aguada de Pasajeros.

Entre diciembre de 2016 y mayo de 2017 la ESEN desembolsó más de 300 mil pesos a los productores de arroz asegurados en el municipio por las pérdidas ocasionadas por la sequía. En la CCS Sergio González varios productores de arroz perdieron completamente los campos a causa del agotamiento de la principal fuente de abasto, [Figura 9](#).



Figura 9. Plantaciones de arroz afectadas por sequía CCS Sergio González. Municipio Aguada de Pasajeros. Marzo-abril 2017

Focos de calor detectados por satélites meteorológicos en la provincia Cienfuegos

La acumulación de condiciones secas en la provincia también se hizo visible en el comportamiento de los focos de calor detectados por los satélites meteorológicos como principal síntoma de la intensificación de condiciones favorables para la ocurrencia de incendios en la vegetación.

En la [Figura 10](#) se observa, como es normal, que el período de mayor detección de focos de calor en la provincia y el país se corresponde con el período poco lluvioso del año, exactamente en el cuatrimestre enero-abril ([Mejías, et al. 2009](#) y [Barcia et al., 2018](#)). En los tres períodos estacionales poco lluviosos analizados solo el del

2015-2016 presentó una cantidad de focos de calor muy inferior a la media climática. Esta situación estuvo dada por las lluvias ocurridas en los meses de noviembre de 2015 a enero de 2016 debido a la influencia del evento ENOS.

Sin embargo, en los años 2015 y 2017 la situación fue diferente y como puede verse en la [Figura 11](#), en el 1er trimestre del 2015 se detectaron focos de calor muy encima de los valores normales para este período del año. Se observa el mes de marzo con el máximo de reportes, superando los 180 focos cuando la media histórica es inferior a los 120 ([Barcia et al., 2018](#)).

En el caso del 2017 el escenario fue similar y ya desde finales del 2016 se divisó un aumento notable en la cantidad de focos de calor detectados en la provincia con respecto a sus valores medios. Este comportamiento estuvo asociado a la disminución notable de la actividad de precipitaciones desde el mes de octubre en la provincia Cienfuegos y la intensificación del evento de sequía meteorológica iniciado en el 2014. A partir de este mes, el déficit de lluvias en el territorio se acrecentó y permaneció durante todo el período poco lluvioso hasta el mes de abril de 2017. Como se aprecia en la [Figura 11](#) (derecha) los cuatro primeros meses del 2017 también presentaron reportes por encima de sus valores medios históricos.

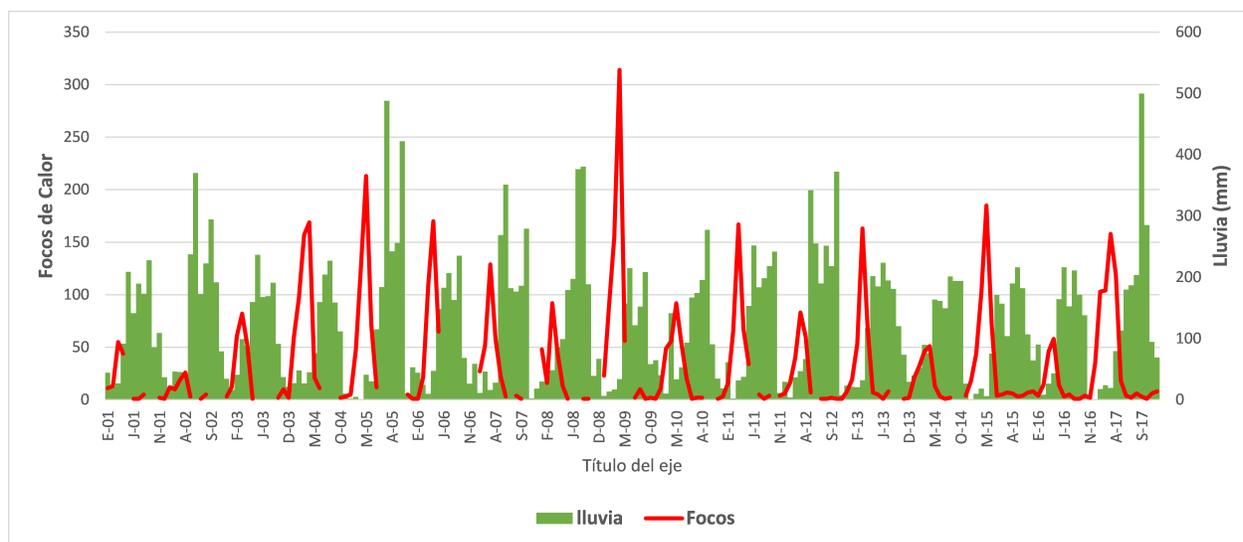


Figura 10. Comportamiento de los focos de calor detectados por los satélites meteorológicos y las precipitaciones en la provincia Cienfuegos. Período 2001-2017

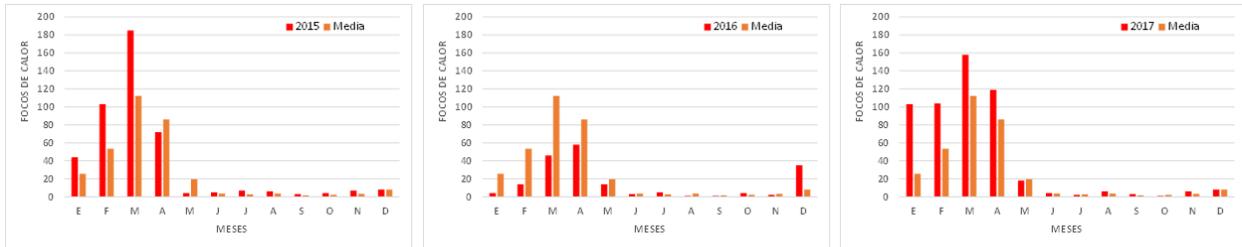


Figura 11. Comportamiento de los focos de calor detectados por los satélites meteorológicos en los años 2015 (izquierda), 2016 (centro) y 2017 (derecha) en comparación con la media histórica.

Según el análisis realizado por la [OMM \(2016\)](#) la sequía meteorológica también afectó a partes del Caribe, América Central y el noroeste de América del Sur en 2015 y principios de 2016. Numerosas islas del Caribe experimentaron su año más seco jamás registrado en 2015. En el caso de Puerto Rico, durante el 2015 y primeros meses del 2016 más de la mitad de la isla estuvo afectada por sequía meteorológica ([División Monitoreo del Plan de Agua \[DRNA\], 2016](#)).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El evento de sequía meteorológica 2014-2017 tuvo una duración de seis períodos estacionales consecutivos generando un déficit en la provincia de Cienfuegos de más de 600 mm. Los períodos estacionales con mayores déficits fueron el período seco 2014-2015, el período lluvioso del 2015 y el período seco 2016-2017.

Los principales impactos de la sequía meteorológica en Cienfuegos se hicieron visibles en la ganadería con la reducción notable de la producción de leche en los períodos estacionales poco lluviosos más afectados; en los cultivos de caña de azúcar y arroz y en el aumento de condiciones favorables para la ocurrencia de incendios en la vegetación.

Los resultados obtenidos en la investigación son elementos que implican la necesidad de utilizar prácticas de manejo sustentables, así como la construcción de estrategias que promuevan la construcción de resiliencia ante la sequía en la provincia.

REFERENCIAS

- Barcia, S. 2005. *Tendencia de los patrones de circulación y su influencia en las precipitaciones en Cienfuegos en el bimestre mayo-junio*. Tesis de Maestría, La Habana, Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas, 87 p.
- Barcia, S. 2009. “Caracterización de la Sequía Meteorológica en la subcuenca Hanabanilla”. *VII Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, I Congreso Internacional de Cambio Climático*, La Habana, Cuba: Palacio de Convenciones, pp. 17, ISBN: 978-959-304-003-7
- Barcia, S.; Orbe, G.; López, R.; Regueira, V.; Millán, J.; Ceballo, R.; Sánchez, R. y Angulo, R. 2011. *Variabilidad y tendencias del clima en la provincia Cienfuegos*. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba, 47 p.
- Barcia, S.; Fontes, M. y Viera, E. Y. 2018. “Comportamiento temporal de los focos de calor detectados por satélites en la provincia de Cienfuegos”. *Revista Cubana de Meteorología*, 24(3): 324-334, ISSN: 0864-151X.
- Cabrera, R.; Luis, A. y Hernández, I. 1996. “Evapotranspiración de la caña de azúcar en clima semiárido”. *Caña de Azúcar*, 14 (2): 81-89.
- Centella, A.; Naranjo, L. y Paz, L. R. 1997. *Variaciones y cambios del clima en Cuba*. Centro Nacional del Clima, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba, 45 p.
- Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos (CMPCF), 2016. *Informe de Fin de Campaña de*

- la Estación Agrometeorológica de Aguada de Pasajeros. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba, 16 p.
- Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos (CMPCF), 2017. *Informe de Fin de Campaña de la Estación Agrometeorológica de Aguada de Pasajeros*. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba, 15 p.
- Chaudhary, R. C.; Nanda, J. S. y Tran, D.V. 2003. *Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz*. Comisión internacional del arroz organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), Roma, Italia, 73 p.
- Dillewijn, V. C. 1951. *Botánica de la caña de azúcar*. Ediciones Revolucionarias, Instituto de libro, La Habana, 105 p.
- División Monitoreo del Plan de Agua (DRNA). 2016. *Informe sobre la sequía 2014-16 en Puerto Rico*. División Monitoreo del Plan de Aguas, San Juan, Puerto Rico, 100 p.
- Durán, I. 2017. "Circulación atmosférica y días con lluvia durante eventos significativos de sequía en el occidente de Cuba". *Revista Cubana de Meteorología*, 23(3): 349-362, ISSN: 0864-151X.
- Estupiñán, L.; Boza, M.; Barcia, S. y Soto, Y. 2015. *Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos por sequía. Provincia Cienfuegos*. Delegación Provincial del CITMA, Cienfuegos, Cuba, 100 p.
- ECHO, 2014. *Lecciones aprendidas y buenas prácticas para la reducción de riesgos frente a la sequía en américa central y del sur*. Programa de resiliencia frente la sequía en comunidades de América Central y del Sur. Dirección de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea, 20 p.
- Faría, J. 2006. "Manejo de pastos y forrajes en la ganadería con doble propósito". X Seminario de Pastos y Forrajes. pp. 9.
- Lapinel, P. B.; Rivero, R.; Cutié, V.; Rivero, R.; Varela, N. y Sardiñas, M. 1993. *Sistema para la Vigilancia de la Sequía. Análisis para el período 1931-1990*. Centro Meteorológico Provincial de Camagüey, Camagüey, Cuba, 50 p.
- Lapinel, B.; Pérez, R.; Aroche, R.; Cutié, V.; Pérez, D.; Báez, A.; Rivero, I.; Roque, A. y Hechavarría, E. 2003. "La sequía de corto período durante los meses de abril, mayo y junio de 1998 en Cuba". *Revista Brasileira de Meteorología*, 18(2):131-138, ISSN 1982-4351.
- Lloyd-Hughes, B. & Saunders, M. A. 2002. "A drought climatology for Europe". *International Journal of Climatology*, 22: 1571-1592.
- McKee, T. B., Doesken, N. J. & Kleist, J. 1993. "The relationship of drought frequency and duration to time scales". *American Meteorological Society, 8th Conference on Applied Climatology*, Anaheim, CA, pp.179-184.
- Mejías, E.; Vásquez, R.; Labastida, L.; Sánchez, L. y Stable, Y. 2009. *Estudio del comportamiento temporal y espacial de la ocurrencia de incendios en la vegetación a partir de datos generados por el satélite GOES para Cuba*. Informe Científico Técnico Proyecto No. 4092: Estudio de la ocurrencia de incendios en la vegetación y su relación con el comportamiento de las condiciones agrometeorológicas en Cuba, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. 44 p.
- Oficina de las Naciones Unidas en Cuba. 1998. *Situación de emergencia en la República de Cuba. Llamado consolidado de las Naciones Unidas* [en línea]. Ed. Organización de Naciones Unidas (ONU), 1998, La Habana, Cuba, 75 p., [Consultado: 19 de mayo de 2016], Available: Available: <http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/7AFB55ABD5EE16C12566DE002B4193-cuba.pdf>.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). 2016. *Estado del Clima Mundial 2011-2015*. OMM-Nº 1179.
- Planos, E.; Rivero, R.; y Guevara, V. 2013. *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. Instituto de Meteorología,

- Agencia de Medio Ambiente, CITMA: AMA. p. 430
- Reinoso, A. 1862. *Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar*. Ed. Nacional de Cuba, Sa Edición. La Habana, Cuba. 462 p.
- Sáens, M. A. 2004. “Determinación del periodo de crecimiento de la caña de azúcar en el CAI José Martí”. *Revista Avances* (CIGET Pinar del Río), 6(2). ISSN 1562-3297
- Thorn, H. C. S. 1966. *Some Methods of Climatological Analysis*. WMO Technical Note Number 81, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, 53 p.
- Torres, J. C.; Pérez, E.; Ortega, R.; 1984. *Manual de fundamentos de Agronomía*. Facultad de Agronomía, Ministerio de Educación Superior, Instituto Superior de ciencia Animal de la Habana, La Habana, Cuba.
- Vázquez, L. L. 2011. “Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes” [en línea]. En: Ríos L. H., Vargas B. D., y Funes M. F. R., *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático*, Ed. Ediciones INCA, 2011, pp. 75-101, ISBN 978-959-7023-53-1, [Consultado: 19 de mayo de 2016], Available: Available: <http://www.redagres.org/Innovacion%20Agroecologica.pdf>.
- Vázquez, R.; Fernández, A.; Solano, O.; Lapinel, P.B. y Rodríguez, F. 2007. “Mapa de aridez de Cuba”. *Zonas Áridas*, 1(11): 101-109, ISSN 1013-445X.
- Velasco I. y Collado J. 1998. “Elementos de planeación para afrontar sequías”. *XV Congreso Nacional de Hidráulica*, Oaxaca, México, pp. 19-24.
- Young, K. C. 1992. “A Three-Way Model for Interpolating for Monthly Precipitation Values”. *Monthly Weather Review*, 120: 2561-2569.

Sinaí Barcia Sardiñas. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba. E-mail: sinai@cfg.insmet.cu

Marilyn Fontes Leandro. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba. E-mail: marilyn@cfg.insmet.cu

Marlene Ramírez González. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba. E-mail: marlene@cfg.insmet.cu

Endris Yoel Viera González. Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba. E-mail: endris@cfg.insmet.cu

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)