

# DETERMINACIÓN DE ÍNDICES DE EFICIENCIA EN LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y SORGO ESTABLECIDOS EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA Y SU INFLUENCIA SOBRE EL RENDIMIENTO

## Determination efficiency index in crops of maize and sorghum established in different planting dates and its influence on performance

Naivy Hernández Córdova<sup>✉</sup> y Francisco Soto Carreño

**ABSTRACT.** In order to determine the influence of different planting dates on some indices of efficiency in maize and sorghum and their influence on performance, this study was developed at the National Institute of Agricultural Sciences, studied three planting dates: November-2008, June-2009 and July-2009, using a density of 50,000 plants.ha<sup>-1</sup>, for maize and sorghum cultivation used a dose of 15 kg.ha<sup>-1</sup>. Destructive samplings were performed every 15 days of emerged plants until harvest, we determined the total dry mass of the aerial and the leaf area index (LAI), adjusting to an exponential function of the second degree polynomial, where «x» was the day after emergence and «y» the variable in question. From the regression equations were calculated leaf area duration (DAF), we also calculated the efficiency of radiation, the sum of effective temperature and performance, where there was little variation between sowing dates on the temperature accumulated in both cultures obtained and that these differences could be given due to differences in the behavior of the radiation and the temperature during the cultivation cycle, thus obtaining a greater efficiency in the use of radiation and persistence leaf area, which leads to a greater accumulation of biomass at times close to physiological maturity and therefore higher yields.

**RESUMEN.** Con el objetivo de determinar la influencia de diferentes fechas de siembra sobre algunos índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo y su influencia sobre el rendimiento, se desarrolló el presente trabajo en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; se estudiaron tres fechas de siembra: noviembre-2008, junio-2009 y julio-2009, utilizándose una densidad de 50,000 plantas.ha<sup>-1</sup>, para el cultivo del maíz y para el cultivo del sorgo se empleó una dosis de 15 kg.ha<sup>-1</sup>. Se realizaron muestreos destructivos cada 15 días de emergidas las plantas hasta la cosecha, se determinó la masa seca total de la parte aérea y el índice de área foliar (IAF), ajustándose a una función exponencial polinómica de segundo grado, donde «x» fue los días después de la emergencia y «y» la variable en cuestión. A partir de las ecuaciones de regresión se calculó la duración del área foliar (DAF), también se calculó la eficiencia en el uso de la radiación, la suma de temperatura efectiva y el rendimiento, donde se encontró poca variación entre las fechas de siembra respecto al acumulado de temperatura obtenido en ambos cultivos y que estas diferencias pudieron estar dadas por el comportamiento de la radiación y la temperatura durante el ciclo de los cultivos, obteniéndose de esta forma una mayor eficiencia en el uso de la radiación y persistencia del área foliar, lo cual conlleva a una mayor acumulación de biomasa en momentos próximos a la madurez fisiológica y por tanto, a rendimientos más elevados.

*Key words:* maize, sorghum, planting dates, performance, efficiency ratios

*Palabras clave:* maíz, sorgo, fechas de siembra, rendimiento, índices de eficiencia

## INTRODUCCIÓN

La tasa fotosintética es un factor esencial en la producción de materia seca. Esta depende de las especies, e incluso de las variedades, así como del

estado de desarrollo de la hoja. Igualmente es muy afectada por la nutrición mineral y el régimen de radiación solar durante el período de crecimiento (1). Por otro lado, la temperatura es uno de los factores físicos de mayor importancia que influye directamente en el crecimiento y longitud de la planta durante su ciclo vegetativo (2, 3).

El análisis del crecimiento de las plantas se ha desarrollado durante las últimas décadas como una disciplina relacionada con la ecofisiología y la agronomía, con sus propios conceptos, términos y herramientas de

Naivy Hernández Córdova, Reserva Científica y Dr.C. Francisco Soto Carreño, Investigador Titular del departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700.

✉ [naivy@inca.edu.cu](mailto:naivy@inca.edu.cu)

cálculo (4). Por lo que los índices de crecimiento son una buena medida para comparar el efecto de factores ambientales y nutricionales en el crecimiento del cultivo, así como la relación entre el aparato asimilatorio y la producción de biomasa (5).

La determinación del área foliar de las plantas, así como la duración de la misma, tienen gran importancia en los estudios relacionados con su crecimiento y desarrollo, dado que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que van a repartirse entre los diferentes órganos (6). Esas condiciones permiten una mayor tasa de crecimiento vegetativo, más, de manera especial, influyen en la tasa de llenado de granos, que se refleja en el aumento de rendimiento del cultivo (5).

Los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), son importantes cereales en la alimentación humana y animal. Además, por el uso que hacen del agua en diferentes condiciones de disponibilidad o déficit hídrico, ambos cultivos tienen particularidades importantes en el manejo tecnológico (7).

Son especies con un elevado potencial de rendimiento asociado con altos niveles de fotosíntesis. El comportamiento fotosintético de estos, difiere notablemente del resto de los cultivos templados. Todo ello es consecuencia de que son plantas  $C_4$ , al ser el producto primario de la fijación del carbono ácido dicarboxílico, con una estructura de cuatro carbonos. Lo cual tiene importantes efectos ecológicos y agronómico, entre ellos, la influencia de la temperatura y la intensidad luminosa, que son requeridas a altos niveles en estos cultivos (1, 8).

Sin embargo, existen diferencias entre estas especies en la eficiencia para producir materia seca; dado que esta es la resultante del balance entre la fotosíntesis y la respiración. Por lo que el objetivo del presente trabajo es determinar la influencia de diferentes fechas de siembra sobre algunos índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos, y su influencia sobre el rendimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el área experimental del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque. Se establecieron tres fechas de siembra para ambos cultivos: noviembre de 2008, junio de 2009 y julio de 2009. El maíz var. P79-28 se estableció a  $0.90 \times 0.30$  m, obteniéndose una densidad de siembra de  $50,000$  plantas. $ha^{-1}$ , mientras que para el sorgo var. ISIAP Dorado se utilizó una densidad de  $15$  kg. $ha^{-1}$  de semilla (9). Semanalmente y a partir de los 15 días de la emergencia se determinó mediante muestreos destructivos, los siguientes indicadores:

◆ Masa seca de la parte aérea, para la cual se separaron los diferentes órganos de las plantas y se secaron en una estufa de circulación forzada a  $80^{\circ}C$ , hasta peso constante.

◆ Índice de Área Foliar (IAF), para ello se estimó el área foliar por el método del disco en base a masa seca.

◆ Rendimiento en grano seco ( $t.ha^{-1}$ )

Los indicadores de crecimiento se ajustaron a una función exponencial polinómica de segundo grado, a partir de la cual se calculó la duración del área foliar (DAF).

La eficiencia en el uso de la radiación se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$EUR = \frac{ABM}{RFA}$$

donde:

EUR: eficiencia en el uso de la radiación

ABM: acumulado de biomasa a madurez fisiológica

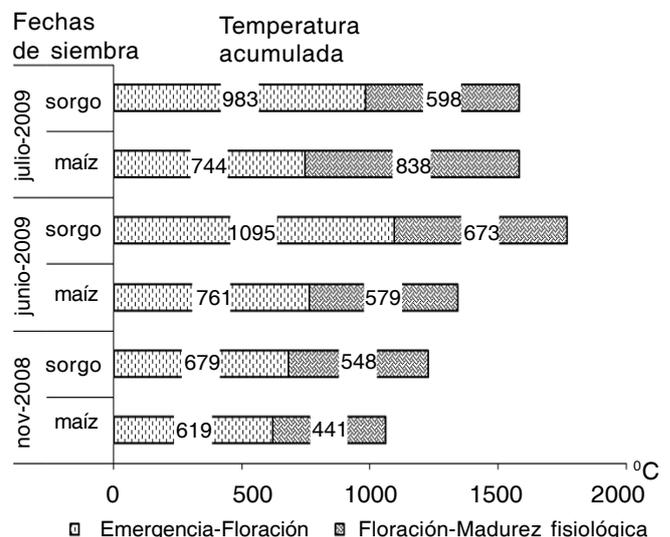
RAF: radiación fotosintéticamente activa.

De igual forma se calculó la suma de temperaturas efectivas (10), tomándose como temperatura base  $10^{\circ}C$  para ambos cultivos, según lo establecido en estudios realizados con anterioridad (11, 12).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se plantea que el desarrollo morfológico de un cultivo se relaciona linealmente con la temperatura, por lo tanto, para cumplir con las distintas fases fenológicas y completar el ciclo, el cultivo responde a un rango térmico, donde la suma térmica puede ser útil como criterio para predecir la madurez fisiológica (13).

Como se puede observar en la Figura 1, para ambos cultivos en estudio, aunque existen diferencias entre la cantidad de temperatura acumulada respecto a las fechas de siembra, las mismas no son muy marcadas.



**Figura 1. Acumulado de temperaturas en los cultivos de maíz en sorgo durante tres fechas de siembra**

La fase, desde la emergencia hasta la floración, es el momento en que se evidencian las mayores diferencias entre las siembras, donde la fecha de noviembre de 2008 muestra los valores de acumulado de temperatura inferiores al resto de las siembras en ambos cultivos, precisando el cultivo del maíz para completar esta fase vegetativa entre 619 y 744°C y para el cultivo del sorgo entre 679 y 1 095°C. Sin embargo, en la fase desde la floración hasta madurez fisiológica no se observan grandes diferencias entre las tres fechas de siembra para el cultivo del sorgo, necesitando de un rango de temperatura acumulada para completar la fase reproductiva de entre 548 a 673°C. No obstante, para el cultivo del maíz, aunque muestra un rango más amplio (441 a 838°C) no es significativo con lo reportado con anterioridad (14). Por lo que se puede plantear que para las condiciones de Cuba, en las fechas de siembra en estudio, el cultivo del maíz requiere para completar el ciclo de un rango aproximado de temperatura acumulada de 1 000 a 1 600°C y el cultivo del sorgo demanda entre 1 200 y 1 800°C.

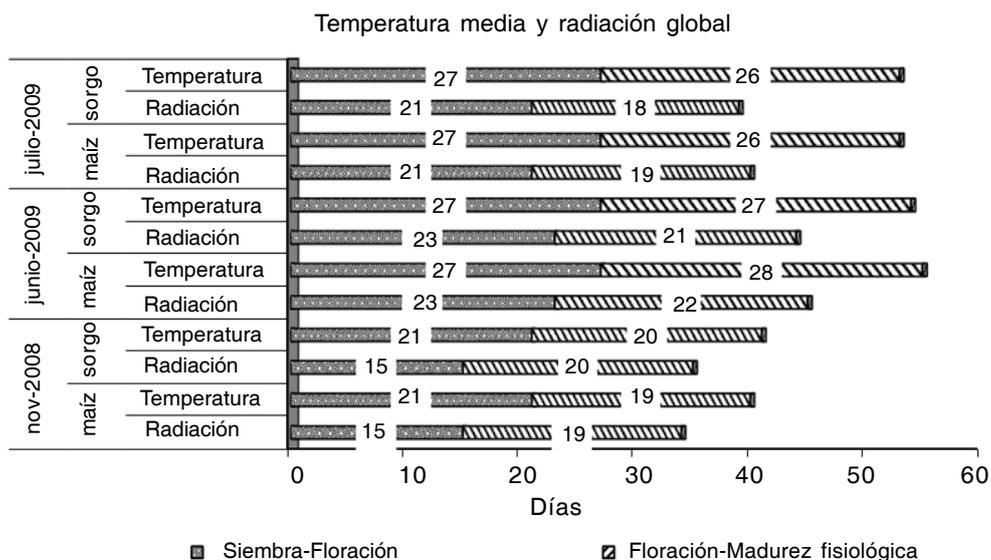
Los rangos de temperatura acumulada para el cultivo de maíz obtenidos en este trabajo son similares a los reportados con anterioridad (13, 15); sin embargo, la temperatura acumulada para el cultivo del sorgo en estos resultados es inferior a la alcanzada por otros autores bajo condiciones y genotipos diferentes (12).

Al observar la Figura 2 se evidencia el comportamiento de la temperatura y la radiación, lo cual explica el comportamiento de la temperatura acumulada por ambos cultivos durante las tres fechas de siembra. En la misma se muestra como durante la siembra de noviembre de 2008 la temperatura y la radiación incidente mostraron valores inferiores durante el ciclo de ambos cultivos respecto a las otras dos fechas.

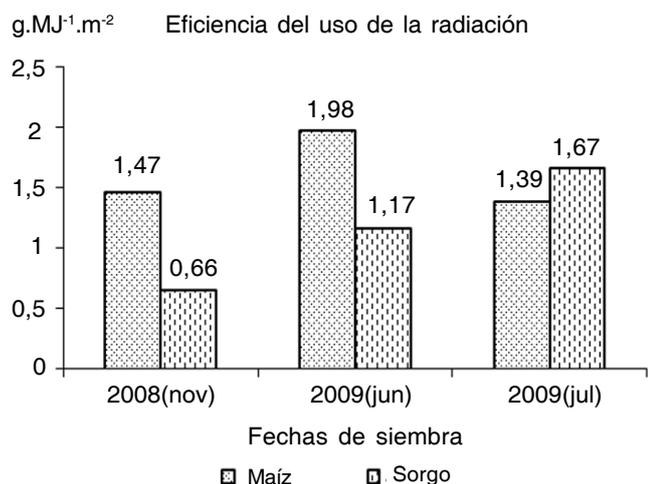
Ello trajo consigo un incremento de la duración del ciclo del cultivo en esta fecha y, a su vez, un menor acumulado de temperatura. Esto pudo deberse a que tanto el maíz como el sorgo son plantas C<sub>4</sub>, que requieren de niveles altos de temperatura e intensidad luminosa (1). De igual forma se puede observar que las mayores variaciones se presentan durante la fase vegetativa de ambos cultivos para esta primera fecha, mientras que para las fechas de junio y julio de 2009 no se muestran grandes variaciones de la temperatura y la radiación durante todo el ciclo.

Las variaciones en la fecha de siembra afectan de manera importante el crecimiento y desarrollo del cultivo, ya que colocan a las distintas etapas de generación del rendimiento bajo diferentes condiciones de radiación, temperatura y precipitaciones (11). Por otro lado, como es conocido, la temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos que requieren de la acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estado en su ciclo de vida a otro (15), por lo que se plantea que entre los factores que inciden en el potencial de producción, se destacan la radiación por su influencia sobre la tasa de crecimiento y a la temperatura, como condicionantes fundamentales del desarrollo (16), donde incluso la temperatura del suelo juega un rol importante, ya que el meristema apical se sitúa cercano a la superficie del suelo durante las fases vegetativas y reproductivas y que las tasas de iniciación y aparición están más asociadas con la temperatura existente cerca de la superficie del suelo que con la del aire (17).

En la Figura 3 se muestra el comportamiento de ambos cultivos con respecto a la eficiencia en el uso de la radiación. Como se puede apreciar la eficiencia obtenida en el cultivo del maíz durante las fechas de siembra en estudio fue de 1,39 a 1,98 g.MJ<sup>-1</sup>.m<sup>2</sup> y para el cultivo del sorgo de 0.66 a 1.39 g.MJ<sup>-1</sup>.m<sup>2</sup>.



**Figura 2. Temperatura media y radiación global durante el ciclo de Ips cultivos de maíz y sorgo en tres fechas de siembra**



**Figura 3. Eficiencia en el uso de la radiación en los cultivos de maíz y sorgo durante tres fechas de siembra**

De forma general, se puede observar que las fechas de junio de 2009 y noviembre de 2008 mostraron los valores más altos de eficiencia en el cultivo del maíz, sin muchas diferencias con la siembra de julio de 2009. En relación con el cultivo del sorgo las plantas manifestaron una mayor eficiencia en el uso de la radiación en la siembra de julio de 2009, seguida de junio de 2009, sin muchas diferencias con noviembre de 2008.

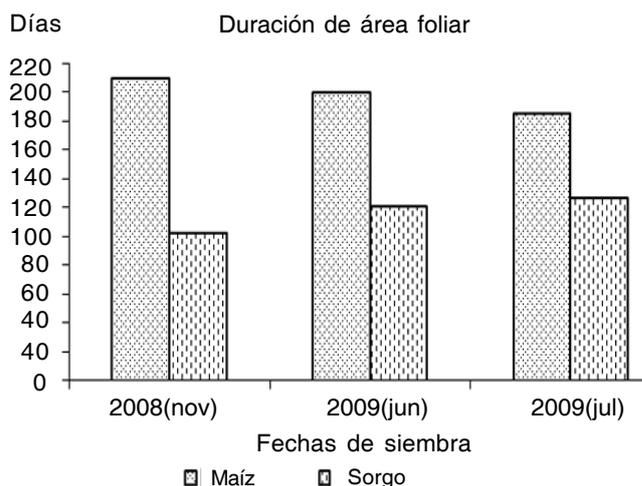
Según se plantea la tasa de crecimiento es altamente dependiente de la radiación que el follaje pueda interceptar y de la eficiencia de conversión de esta en materia seca (que a su vez depende de los recursos disponibles y del genotipo) (11) y que el dosel de plantas que reciben la mayor proporción de energía radiante incidente tendrán una eficiencia fotosintética aumentada<sup>1</sup>.

Como es conocido, la producción de materia seca total es el resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la interceptación y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento. Sin embargo, esta eficiencia puede ser influenciada por la cantidad de radiación solar, la habilidad de las hojas para fotosintetizar, el IAF, la arquitectura de la planta, la respiración, entre otros, lo que se resume en factores internos de crecimiento relacionados con el genotipo y factores externos relacionados con el ambiente y las prácticas de manejo utilizadas durante el ciclo (19).

El comportamiento anterior pudo deberse a que en los meses de junio y julio, para ambos cultivos, las plantas estuvieron sometidas a una mayor radiación que las que se sembraron en noviembre de 2008, por lo que para el caso del sorgo en esta primera fecha fue donde se mostraron los valores más bajos de eficiencia en el uso de la radiación y aunque el cultivo del maíz no se comporta

exactamente igual, se pudo mostrar que no se observan grandes diferencias entre las fechas de siembra y estas pequeñas diferencias pudieron ser debido a la incidencia de plagas o enfermedades dañando de esta forma el aparato fotosintético.

Por otro lado, como un índice para determinar el tiempo que el follaje persiste, se tiene la duración de área foliar (DAF) que representa la producción de hojas en el período de crecimiento del cultivo (20). Como se muestra en la Figura 4, la duración del área foliar durante las tres fechas de siembra en ambos cultivos muestra un comportamiento similar, donde se puede observar que las plantas sembradas en la fecha de noviembre de 2008 presentaron una mayor duración del área foliar para el cultivo del maíz (210 días), lo cual concuerda con trabajos donde se emplea una densidad de siembra de 55 000 plantas.ha<sup>-1</sup> y mantiene una persistencia del área foliar de hasta 250 días (1), y para el cultivo del sorgo en esta misma fecha las plantas mantienen una (DAF) de 130 días. Sin muchas diferencias para ambos cultivos, en el otro extremo se sitúa la fecha de julio de 2009 con 185 días de DAF para el cultivo del maíz y para el cultivo del sorgo la fecha de junio de 2009 con 112 días de DAF.

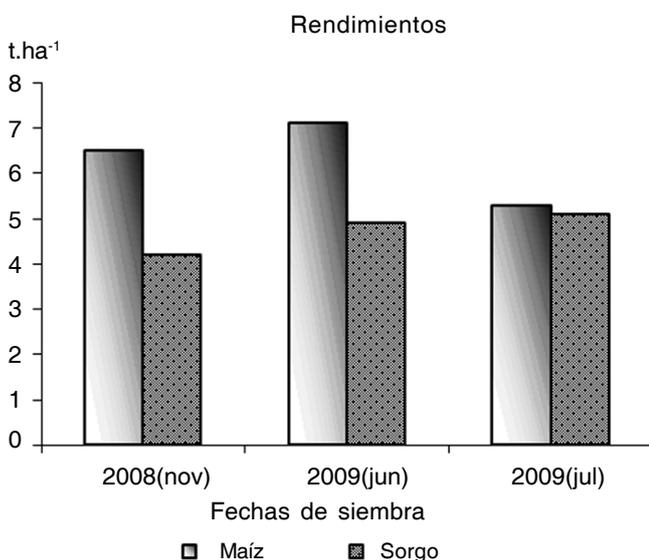


**Figura 4. Duración de área foliar en los cultivos de maíz y sorgo en tres fechas de siembra**

Estudios realizados muestran que una mayor duración del área foliar implica un mayor aprovechamiento de la radiación solar, lo cual se manifiesta en un mayor crecimiento general de las plantas, mayor acumulación de materia seca y mayor rendimiento total. Por otro lado, la capacidad para realizar fotosíntesis por parte de las hojas aumenta hasta la madurez, o un poco más, disminuyendo luego con la edad. En efecto, la senescencia reduce la capacidad fotosintética de la hoja, proceso que va acompañado de una aceleración en la degradación de las clorofilas. Tal vez, uno de los factores que más contribuye para el envejecimiento de las hojas es que el contenido de nutrientes se torna limitante y las hojas jóvenes se convierten en depósito preferencial, para donde serán exportados estos nutrientes (21).

<sup>1</sup> Maturano, Maritza. Estudio del uso del agua y del nitrógeno dentro del marco de una agricultura sostenible en las regiones maiceras Castellano-Manchega y Argentina. [Tesis de Doctorado]. Universidad de Castilla La Mancha. Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 2002. 245 p.

En la Figura 5 se aprecia que para el cultivo del maíz el mayor rendimiento ocurrió en la fecha de siembra de junio de 2009 y para el cultivo del sorgo en julio de 2009, momento en el cual se muestran los valores más elevados de eficiencia en el uso de la radiación y una gran persistencia de área foliar, además, en estas fechas se obtuvieron los mayores acumulados de masa seca y un mayor IAF en estadios más próximos a la cosecha implicando una mayor eficiencia del cultivo y por ende, un mayor rendimiento (22). El menor rendimiento para el cultivo del maíz se obtuvo en la siembra de julio de 2009 y para el cultivo del sorgo en la fecha de noviembre de 2008, en las cuales se alcanzó los valores más bajos de eficiencia en el uso de la radiación y menor persistencia del área foliar y aunque estos resultados no difieren grandemente de las otras dos fechas de siembra, en este caso también se mostraron los menores valores de masa seca y su máximo incremento (TAC) que ocurrió en un estadio más temprano (formación de la mazorca) en comparación con las otras dos fechas.



**Figura 5. Rendimiento agrícola alcanzado por los cultivos de maíz y sorgo en las tres fechas de siembra evaluadas**

Estos resultados se explican, ya que en condiciones naturales de cultivo, las plantas están expuestas a las variaciones térmicas del medio físico y tienen gran influencia en los diferentes procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos conducentes a su crecimiento y desarrollo. Por tanto, el estudio de la respuesta de las plantas a la temperatura es importante para determinar su influencia en el desarrollo del área foliar y la acumulación de materia seca durante el ciclo biológico de la planta (23) y este índice relaciona el IAF con el tiempo y representa la capacidad de producción de hojas en el período de crecimiento del cultivo<sup>1</sup>.

Además, un incremento del área foliar aumenta la intercepción de luz y esto, a su vez, resulta en un aumento de materia seca pero solo hasta el punto donde se encuentre el índice de área foliar óptimo (24). Sin embargo, alcanzar rendimientos máximos estará en relación directa con una máxima fotosíntesis neta y que esta ocurra en un tiempo bastante prolongado, por lo que una mayor área foliar y duración de la misma en la etapa reproductiva podría conducir a un rendimiento más alto<sup>2</sup> (24).

## CONCLUSIONES

- ❖ Como elemento fundamental de los resultados de este trabajo se puede concluir que para las condiciones de Cuba, en las fechas de siembra en estudio, el cultivo del maíz requiere de un rango aproximado de temperatura acumulada entre 1 000 a 1 600°C para completar el ciclo y el cultivo del sorgo demanda entre 1 200 y 1 800°C.
- ❖ A valores más elevados de eficiencia en el uso de la radiación y persistencia de área foliar, además de mayores acumulados de masa seca e IAF en estadios más próximos a la cosecha, implican una mayor eficiencia del cultivo y por ende, un mayor rendimiento.

## REFERENCIAS

1. López, L. Cultivos Herbáceos. Volumen I Cereales. 28001. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. 539 p. ISBN: 84-7114-324-0.
2. Ruiz, F. H.; Marrero, P.; Cruz, O.; Murillo, B. y García, J. L. Agroclimatic factor influences in the basil productivity (*Ocimum basilicum* L.) in an arid area of Baja California Sur, Mexico. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 2008, vol. 17, no. 1, p. 44-47.
3. Noriega, L. A.; Preciado, R. E.; Andrio, E.; Terrón, A. D. y Covarrubias, J. Fenología, crecimiento y sincronía floral de los progenitores del híbrido de maíz qpm h-374c\*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2011, vol. 2, no. 4, p. 489-500.
4. Reffye, P.; Heuvelink, E. y Barthelemy, D. Plant Growth Models. *Encyclopedia of Ecology*, 2008. p. 2837.
5. Balardin, R. S.; Giordani, R. F. y Boligon, E. Tolerancia de cultivares às doenças foliares na cultura da soja. *Fitopatología brasileira*, 2001, vol. 26, p. 419-420.
6. Cuéllar, N. D. y Arrieta, J. M. Evaluación de respuestas fisiológicas de la planta arbórea *Hibiscus rosasinensis* L. (Cayeno) en condiciones de campo y vivero. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.*, 2010, vol. 11, no. 1, p. 61-72.

<sup>2</sup> Osorio, J. F. Evolución del crecimiento, rendimiento de grano y partición de fotosintatos en 14 variedades de arroz representantes de diversos ciclos de mejoramiento en Colombia. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2007, 196 p.

7. Balbi, C. N.; García, P. A. y Ferrero, A. R. Intercepción de la y radiación y materia seca acumulada en maíz y sorgo en la provincia de Corrientes. Universidad del Nordeste. Comunicaciones científicas y Tecnológicas. [Consultado: feb. 2010]. Disponible en: <<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-023.pdf>>.
8. Rincón, A.; Ligarreto, G. y Sanjuanelo, D. Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria sp.*) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. *Agron. Colomb.*, 2007, vol. 25, no. 2, p. 264-272.
9. Soto, F. y Hernández, N. Influencia de tres fechas de siembra en el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivadas en condiciones tropicales. Parte II. Cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench var. ISIAP Dorado). *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 2, p. 50-55.
10. Melchiori, R. J. M.; Barbagelata, P. A.; Albarenque, S. M. y Faccendini, N. Momentos de aplicación y fuentes de N en maíz. *Actualización Técnica de Maíz, Girasol y Sorgo. INTA-EEA Paraná. Serie de Extensión*, 2007, no. 44, p. 74-79.
11. Pedrol, H. M.; Castellarin, J. M.; Ferraguti, F. J. y Rosso, O. J. Fechas de siembra y rendimientos de maíz en Oliveros (Santa Fe), campaña 2008/2009. Manejo de cultivos. *Revista Maíz. Para mejorar la producción*, 2009, no. 41. [Consultado: jun.2011]. Disponible en: <<http://inta.gob.ar/documentos/fechas-de-siembra-y-rendimientos-de-maiz-en-oliveros-santa-fe-campana-2008-09/>>.
12. Romero, E.; Casen, S. D.; Tonatto, J.; Fernández, P.; Sánchez, A. y Boeck, G. El sorgo azucarado: un cultivo energético promisorio. Argentina. *Avance agroindustrial Tucumán*, 2010, vol. 31, no.3, p. 26-30.
13. Rivetti, A. R. Maize production under different complementary irrigation regimes in Río Cuarto. Córdoba, Argentina. II. Yield of dry matter. *Rev. FCA UN Cuyo*. Tomo XXXIX, 2007, no. 1, p. 29-39.
14. García, A. D. y López, C. Temperatura base y extinción de área foliar en maíz. *Revista fitotecnica mexicana*, 2002, vol. 25, no. 004, p. 381-386.
15. Valdez, J. B.; Soto, F.; Osuna, T. y Báez, M. A. Phenological prediction models for white corn (*Zea mays* L.) and fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). *Agrociencia*, 2012, vol. 46, no. 4, p. 399-410.
16. Xiao, G.; Zhang, Q.; Yao, Y.; Yang, S.; Wang, R.; Xiong, Y. y Sun, Z. Effects of temperatura increase on use and crop yields in a pea-spring wheat-potato rotation. *Agricultural Water Management*, 2007, vol. 91, p. 86-91.
17. Tinoco, C. A.; Ramírez, A.; Villarreal, E. y Ruiz, A. Arreglo espacial de híbridos de maíz, índice de área foliar y rendimiento. *Agric. Téc. Méx.*, 2008, vol. 34, no. 3, p. 271-240.
18. Camacho, R. G.; Garrido, O. y Lima, M. G. Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. *Sci. Agri., Piracicaba*, 1995, vol. 52, no. 2, p. 294-298.
19. Díaz, E.; Morales, E. J.; Franco, O. y Domínguez, A. Atenuación de luz, radiación interceptada y rendimiento de maíz en función del fósforo. *Terra Latinoamericana*, 2010, vol. 29, no.1, p. 65-72.
20. Santos, Marcela; Segura, Mariela y Nústez., C. E. Growth analysis and source-sink relationship of four potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) in the Zipaquira Town (Cundinamarca, Colombia). *Rev.Fac.Nal.Agr. Medellín*, 2010, vol. 63, no. 1, p. 5253-5266.
21. Barraza, F. V.; Fischer, G. y Cardona, C. E. Studying the process of tomato crop (*Lycopersicon esculentum* Mill.) growth in the Middle Sinu Valley, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 2004, vol. 22, no. 1, p. 81-90.
22. Hernández, N. y Soto, F. Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivadas en condiciones tropicales. Parte I. Cultivo del maíz (*Zea mayz* L.). *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 2, p. 44-49.
23. Barrios, E. J. y López, C. Temperatura base y tasa de extensión foliar en frijol. *Agrociencia*, 2009, vol. 43, no. 1.
24. Soto, F.; Plana, R. y Hernández, N. Influencia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas del trigo harinero (*Triticum aestivum* ssp. *Aestivum*) y triticale (*X Triticum secale Wittmack*) y su relación con el rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 2, p. 32-36.

Recibido: 14 de julio de 2011

Aceptado: 4 de octubre de 2012

#### ¿Cómo citar?

Hernández Córdoba, Naivy; Soto Carreño, Francisco. Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 2, p. 24-29.