



# RESPUESTA DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE CUATRO CULTIVARES DE SOYA *Glycine max.* (L.) Merrill) DURANTE LA ÉPOCA DE FRÍO EN LA LOCALIDAD DE LOS PALACIOS

Response of the growth and yield of four soybean (*Glycine max.* L.) during the cold season in Los Palacios town

Lázaro A. Maqueira López<sup>1</sup>✉, Walfredo Torres de la Noval<sup>2</sup>, Osmany Roján Herrera<sup>1</sup>, Samuel A. Pérez Mesa<sup>1</sup> y Daysbel Toledo<sup>3</sup>

**ABSTRACT.** In the Technological Unit Scientist of Base belonging to the National Institute of Agricultural Sciences of Cuba four soybean cultivation were sowed, in three sowing dates with the objective of evaluating the behavior of their growth and yield. The experimental design was random of blocks with four repetitions and they were evaluated the agricultural yield, number of grains for sheaths, number of grains plant, number of sheaths for plant, dry mass of the sheaths, dry mass of the grains, dry mass of the air part, dry mass of the stems and the crop index, The results showed the cultivars DT-20 and DT-26 with the best behavior and it was evident the influence of the sowing date in the obtaining yield in spite of being carried out these in the same period.

**Key words:** dry matter content, cultivate, grains, crop index

**RESUMEN.** En la Unidad Científico Tecnológica de Base, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba, se sembraron cuatro cultivares de soya, en tres fechas de siembra, durante la época de frío, con el objetivo de evaluar el comportamiento de su crecimiento y rendimiento. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas y se evaluaron el rendimiento agrícola, el número de granos por vainas, el número de granos planta, el número de vainas por planta, la masa seca de las vainas, la masa seca de los granos, la masa seca de la parte aérea, la masa seca de los tallos y el índice de cosecha. Los resultados mostraron a los cultivares DT-20 y DT-26 como los de mejor crecimiento y rendimiento en las condiciones de estudio. También resultó evidente la influencia de la fecha de siembra en la obtención del rendimiento, a pesar de realizarse estas dentro de una misma época.

**Palabras clave:** contenido de materia seca, cultivar, granos, índice de cosecha

## INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* L.) es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad y constituye, en la actualidad, la fuente de aceite y proteína vegetal de mayor importancia en el mundo. El contenido de sus granos es de entre 18 y 21 % de aceite y de 38 a

40 % de proteína vegetal (1). En Cuba se conoce la soya desde el año 1904; sin embargo, el país no ha estabilizado su producción. En los últimos 10 años se ha importado desde Brasil, Argentina y países de Asia, lo que obliga a destinar cuantiosos recursos para adquirir el grano, que resulta un componente importante en la producción intensiva de carne de aves y cerdos, producción de leche, yogur, aceite y otros alimentos (2, 3).

La respuesta de la soya en condiciones ambientales diferentes, es un aspecto a considerar en la elección de los cultivares con mayor adaptación a las regiones de producción y en el ajuste de las prácticas de manejo del cultivo (4). Este presenta

<sup>1</sup> UCTB Los Palacios. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones de Granos, Cuba

✉ lalberto@inca.edu.cu

características fisiológicas, condicionantes de su manejo y utilización, que la diferencian del resto de los cultivos más difundidos, dentro de las que se pueden mencionar: una importante respuesta fotoperiódica, alta plasticidad reproductiva y la producción de semillas, con elevados contenidos de proteína y aceite (5). Por tanto, para alcanzar rendimientos estables en el tiempo o bien incrementarlos, es necesario analizar cuáles son los principales factores que contribuyen a determinar el rendimiento final del cultivo. Conocer la influencia de estos y realizar un manejo adecuado de los mismos, permitirán generar un ambiente de alta producción y hacer sostenible el cultivo de soya.

Es por todo lo antes expuesto, que resulta de suma importancia el estudio del comportamiento del rendimiento de diferentes cultivares de soya, para determinadas condiciones ambientales, ya que en la mayoría de los casos no se tiene en cuenta los factores fisiológicos que limitan el rendimiento y su relación con el comportamiento del clima, por lo que este trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el crecimiento y el rendimiento de cultivares de soya en la localidad de Los Palacios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en áreas de la Unidad Científica Tecnológica de Base (UCTB) Los Palacios, Pinar del Río, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Para ello, se utilizaron cuatro cultivares de soya (DT-20, DT-26, DVN-5, DVN-6), procedentes de la República Socialista de Vietnam, que forman parte del banco de germoplasma del Instituto de Investigaciones de Granos de Cuba. Estos materiales se sembraron en diferentes fechas (diciembre 2011, enero 2012, diciembre 2012), correspondientes a la época de frío, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférrico (6). Algunas de las características del suelo se describen en la Tabla I.

**Tabla I. Algunas propiedades de la capa arable (0-20 cm) que caracterizan la fertilidad del suelo donde se desarrollaron los experimentos**

pH	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MO
H <sub>2</sub> O	cmol kg <sup>-1</sup> Suelo				mg 100 g <sup>-1</sup> de suelo	(%)
6,49	7,01	3,13	0,16	0,23	20,47	2,72

Se empleó la tecnología de siembra directa a las distancias de 0,70 m entre surco y 0,07 m entre plantas, con una norma de 50 kg ha<sup>-1</sup> de semillas, se depositó alrededor de 24 semillas por metro lineal para asegurar al menos 40 plantas por metro cuadrado.

Las actividades fitotécnicas se desarrollaron según lo recomendado por el Manual Técnico del Cultivo de la soya<sup>A</sup>. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro tratamientos (los cultivares) y cuatro réplicas, con parcelas experimentales de 25 m<sup>2</sup>. El comportamiento del clima de la localidad, durante el período que duraron los experimentos en cada fecha de siembra, aparecen en la Figura 1. Estos datos fueron informados por la Estación Agrometeorológica de Paso Real de San Diego en Los Palacios.

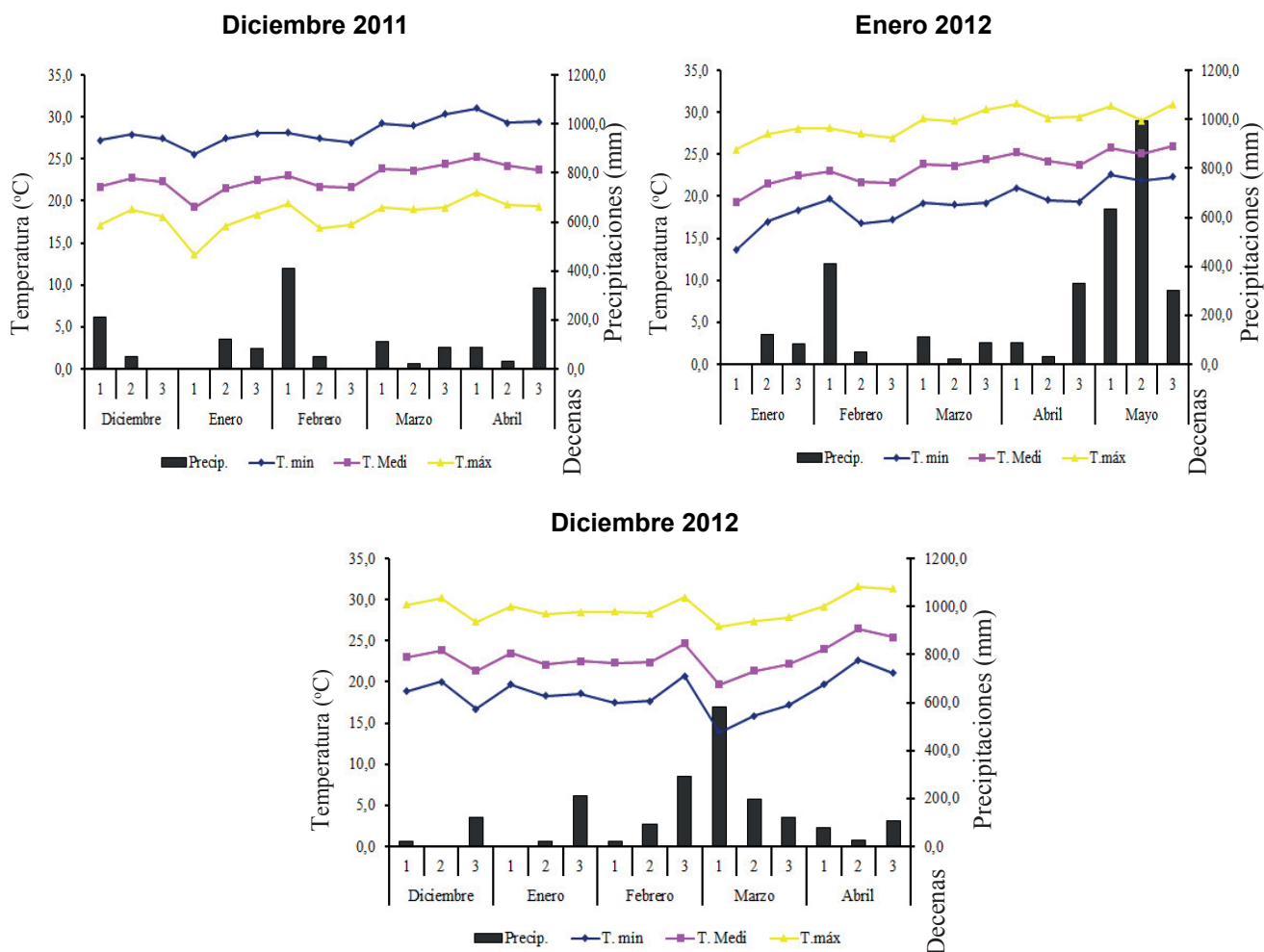
En el momento de la cosecha en cada parcela experimental se determinó el rendimiento agrícola (t ha<sup>-1</sup>) al 14 % de humedad del grano (Rto P) en un área de 6 m<sup>2</sup>. Además se tomaron diez plantas representativas al azar, siempre se tuvo en cuenta el área de borde y en cada planta se evaluaron las siguientes variables:

- ◆ Masa seca de las vainas (M Vainas)
- ◆ Masa seca de granos (M Granos)
- ◆ Masa seca total de la parte aérea (M total)
- ◆ Masa seca de los tallos (M Tallos (tallos y hojas secas))
- ◆ Número de granos por vaina (No Gr Vai)
- ◆ Número de granos por planta (No Granos)
- ◆ Número de vainas por planta (No Vainas)
- ◆ Masa de 100 granos (M mil)
- ◆ Índice de cosecha (IC)

Para determinar el rendimiento agrícola se cosecharon 8 m<sup>2</sup> del centro en cada parcela, se trillaron las plantas y se secaron los granos hasta el 14 % de humedad. En cuanto al número de granos y el número de vainas, se contabilizó el valor de cada variable por planta y para la cantidad de granos por vaina se dividió el total de granos entre el total de vainas por planta. Para la masa seca de las partes de la planta (M vainas, M granos, M tallos y hoja), se separaron cada una de las partes y se mantuvieron en estufa durante 72 horas, a una temperatura de 70 °C hasta peso constante.

La masa total (M total), se calculó por sumatoria de la masa seca de cada órgano individual. El IC, se determinó como el cociente de la masa seca de granos, entre la masa seca de la parte aérea de la planta en el momento de la cosecha (masa seca de tallos y hojas secas, masa seca de vainas). Para una misma fecha de siembra, a cada variable se le realizó un análisis de varianza y las diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos (cultivares) se compararon por la prueba de Tukey al 95 % (7). Para el caso del rendimiento y sus componentes y el Índice de Cosecha se determinó el intervalo de confianza, teniendo en cuenta el error experimental del análisis de varianza y se utilizó el paquete estadístico Statgraphics 5.0 (8).

<sup>A</sup>Esquivel, M. A. *El cultivo de la soya en Cuba. Manual Técnico*, 1997.



Datos tomados de la Estación Agrometeorológica de Paso Real de San Diego

**Figura 1. Temperaturas (máxima, media, mínima) y precipitaciones durante el período que duraron los experimentos en el campo**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta del rendimiento agrícola y sus principales componentes aparece en la Tabla II. De manera general, estos indicadores variaron entre cultivares para una misma fecha de siembra y entre fechas. Dicha variabilidad puede estar relacionada a la respuesta de los cultivares ante el comportamiento de las variables meteorológicas, como las temperaturas y precipitaciones, las que juegan un papel fundamental en la productividad del cultivo. En la fecha de enero de 2012 las temperaturas, por lo general, se mantuvieron más estables durante el ciclo de los cultivares, que en las siembras de diciembre de 2011 y 2012 (Figura 1); algo similar ocurrió con las precipitaciones al comparar las fechas. Por tanto, resultó evidente la influencia de la fecha de siembra en el rendimiento y sus componentes, a pesar de realizarse las siembras dentro de una misma época.

En este sentido, en la literatura se destaca que la gran variabilidad de los rendimientos está muy relacionada, en los últimos, años al papel que juegan las condiciones meteorológicas en la definición de estos indicadores para un cultivar determinado, aspecto que permite explicar cómo unos cultivares responden mejor que otros a las condiciones edafoclimáticas de determinada localidad (9). También resultados de investigaciones desarrolladas indican la influencia de altas temperaturas (superior a 30 °C) en la disminución de los rendimientos de algunos cultivares de soya (10).

Para el rendimiento agrícola son los cultivares DT-20 y DT-26 los de mejores resultados, con respecto a los cultivares DVN-5 y DVN-6; generalmente, los mayores valores se alcanzan en la fecha de siembra de enero de 2012 (Tabla I). Una respuesta similar se observa en el número de vainas por planta; sin embargo, en el número de granos por vaina es el cultivar DT-26 el de mejor resultado.

**Tabla II. Intervalo de los componentes de rendimiento y del rendimiento agrícola (t ha<sup>-1</sup>) al 14 % de humedad del grano, de cultivares de soya (*Glicine max* L.) sembrados en la época de frío**

Cultivares	Número de vainas	Número de granos por vaina	Masa de 100 granos	Rendimiento agrícola
Diciembre 2011				
Dt-20	34,4-41,5	2,0-2,5	20,1-24,7	3,3-4,7
Dvn-5	24,4-31,2	1,1-1,6	12,9-17,6	0,5-1,9
Dt-26	29,1-35,7	1,8-2,1	22,3-26,9	2,3-4,1
Dvn-6	20,7-27,4	1,1-1,6	21,6-26,3	0,9-2,3
Esx	1,7*	0,13*	11,86*	0,35*
Enero 2012				
Dt-20	50,7-65,5	1,7-2,0	19,2-22,2	4,0-5,5
Dvn-5	22,4-37,2	1,4-1,7	12,8-15,3	0,7-2,2
Dt-26	42,3-57,1	2,1-2,5	18,2-21,3	3,2-4,7
Dvn-6	24,7-39,5	1,8-2,1	18,3-21,4	1,8-3,3
Esx	3,8*	0,09*	7,70*	0,38*
Diciembre 2012				
Dt-20	37,8-46,8	1,7-2,5	17,0-19,8	2,9-3,9
Dvn-5	26,7-35,7	1,2-2,1	14,3-17,1	1,2-2,2
Dt-26	20,3-29,3	2,6-3,4	19,0-21,9	2,6-3,6
Dvn-6	21,2-30,3	1,0-1,8	19,3-22,1	0,9-1,9
Esx	2,31*	0,21*	7,18*	0,26*

Intervalo de confianza al 95 % de probabilidad calculado a partir de la media teniendo en cuenta el error experimental del análisis de varianza

En cuanto a la masa de 100 granos, existen valores similares entre cultivares, excepto el cultivar DVN-5 que muestra los valores más bajos.

Esta variabilidad que existe en los cultivares que presentan mayores valores de un componente y menores valores en el otro, para una misma fecha de siembra, está dado por el carácter compensatorio que se establece entre los componentes en los cultivos, donde tienen un papel importante las características del cultivar, unido a las condiciones de cultivo, elementos que han sido resaltados también por otros autores (5, 11).

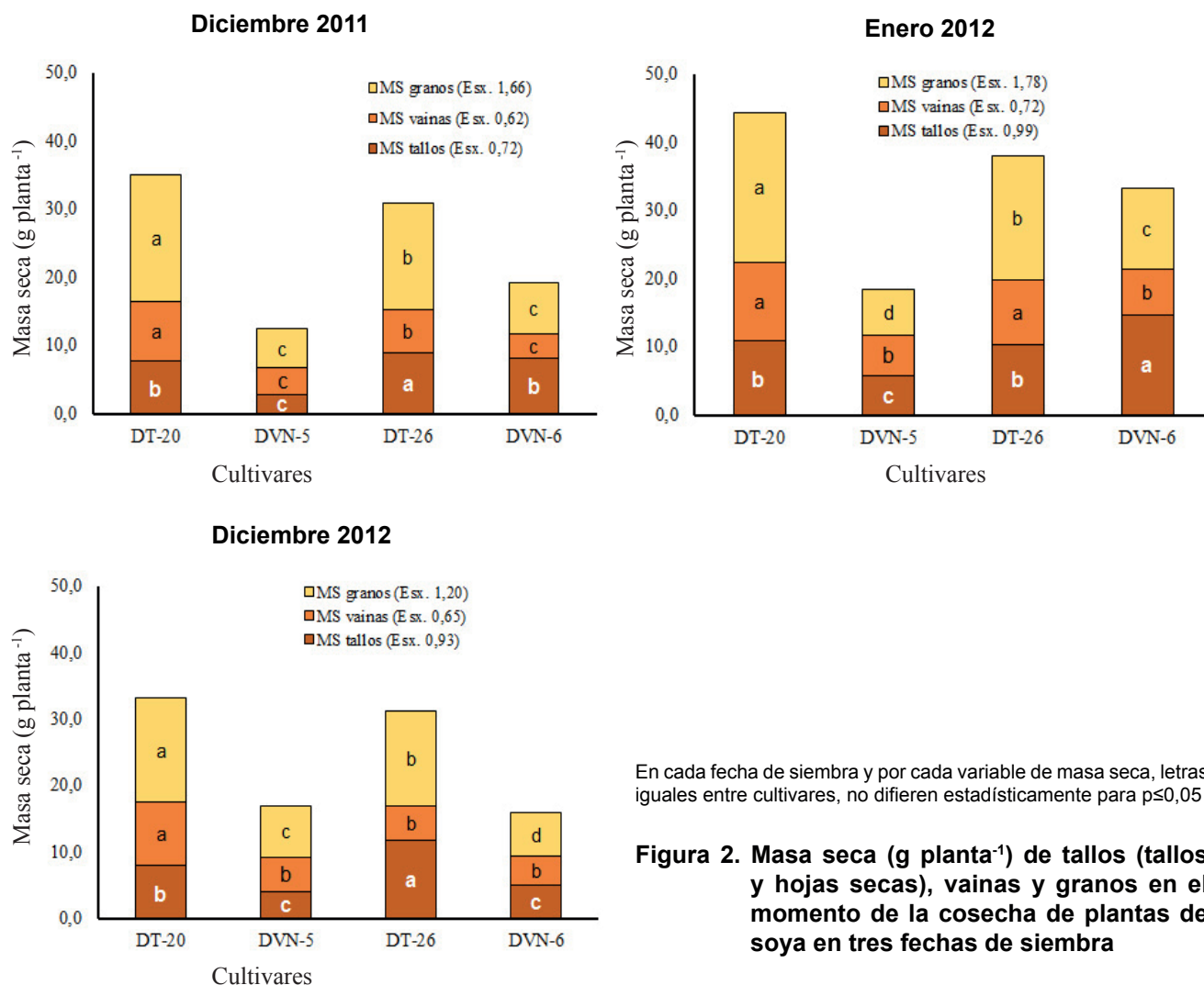
En la Figura 2 se aprecia la masa seca de tallos, vainas y granos en el momento de la cosecha. De manera general, se encontró una influencia de la fecha de siembra en los valores de masa seca que alcanzaron los cultivares, ya que es en enero de 2012 donde se pueden apreciar los mayores valores, aspecto que está en correspondencia con los resultados de rendimiento analizados anteriormente. También hay que destacar que en las tres fechas de siembra el cultivar DT-20 alcanza los mayores valores de masa seca de granos y vainas, seguido por el cultivar DT-26.

En cuanto a la masa seca de los tallos el cultivar DT-26 alcanza los mayores valores en las fechas de diciembre 2011 y 2012; sin embargo, DVN-5 alcanza los menores valores con diferencia estadísticamente

significativas con el resto de los cultivares en cada fecha de siembra.

Las diferencias que se aprecian entre cultivares, en las fechas de siembra, pueden estar relacionadas con las características de cada cultivar, sobre todo por el crecimiento de las plantas bajo estas condiciones. Existen cultivares que en la época de frío o bajo determinadas circunstancias, alcanzan un menor tamaño, sus hojas son más pequeñas, entre otras características (10). Estos elementos, unido a una baja actividad fotosintética, puede traer consigo una menor producción de masa seca (11).

En este sentido, es válido destacar que la acumulación de biomasa en un cultivo está dada por el balance del metabolismo del carbono, atendiendo a que la soya es una planta de tipo C<sub>3</sub> donde existen pérdidas por respiración y fotorespiración, fundamentalmente, en las etapas donde aumenta la temperatura del aire (12). Además, si bien es importante la producción de masa seca total (productividad biológica) de la planta, también es necesario garantizar que parte de esa producción total está destinada a la económicamente útil de la planta (productividad agrícola) donde el IC es una variable que indica la diferencia entre estas dos producciones.

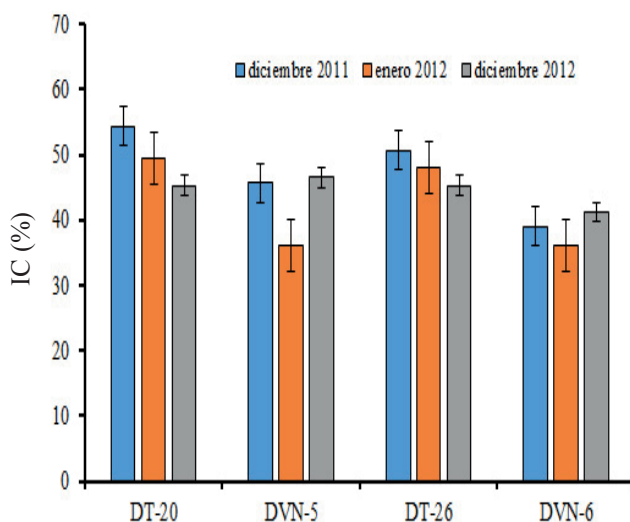


En cada fecha de siembra y por cada variable de masa seca, letras iguales entre cultivares, no difieren estadísticamente para  $p \leq 0,05$

**Figura 2. Masa seca ( $g\ planta^{-1}$ ) de tallos (tallos y hojas secas), vainas y granos en el momento de la cosecha de plantas de soya en tres fechas de siembra**

Al analizar el IC (Figura 3) se puede apreciar que por lo general existen diferencias entre cultivares y solo los VN-5 y DT-20 muestran diferencias entre fechas de siembra. Es en enero de 2012 donde DVN-5 alcanza los menores valores, sin diferencias con el cultivar DVN-6 en la misma fecha de siembra.

En este sentido, es posible destacar que existe una baja eficiencia en la conversión de masa seca económicamente útil de estos cultivares en dichas fechas de siembra; aspecto que puede estar relacionado con las características genéticas y la respuesta del cultivar a las condiciones imperantes, durante el desarrollo del mismo, sobre todo en las etapas finales de crecimiento, donde para la fecha de enero de 2012 aumentaron las precipitaciones (Figura 1). Al respecto, en la literatura se plantea que los valores de IC pueden variar entre fechas de siembra para un mismo cultivar y se destaca, además, que puede influir la densidad de siembra y las condiciones climáticas prevaletentes en las distintas fases de desarrollo del cultivo (13).



Las barras representan intervalos de confianza a  $p \leq 0,05$

**Figura 3. Índice de cosecha de cultivares de soya en tres fechas de siembra de la época de frío**



También se resalta la importancia del IC para tener una medida de la eficiencia de la planta ante determinadas condiciones climatológicas, sobre todo en el uso de luz, agua y nutrientes en función de producir granos (14). En estudios realizados en el cultivo del frijol, se evidencia las diferencias encontradas entre cultivares, en cuanto al índice de cosecha y como generalmente, donde se alcanzó mayor valor de esta variable se encontraron los mayores rendimientos (15); aspecto que es corroborado con el presente estudio en el cultivo de la soya donde, por lo general, los cultivares de menores rendimientos, como se aprecia en la Tabla II ( DVN-6 en todas las fechas y DVN-5, fundamentalmente en enero de 2012), presentan los menores valores de IC. Por otra parte, otros autores plantean que para una fecha determinada, el IC presenta una relación inversa con la longitud del ciclo de los cultivares (16–18).

## CONCLUSIONES

- ◆ A partir de todo lo antes expuesto podemos concluir que existen variaciones, fundamentalmente, en el comportamiento del rendimiento agrícola, entre cultivares y entre fechas de siembra para una misma época.
- ◆ Los mayores valores de Índice de Cosecha se corresponden con los mayores rendimientos, aspecto que puede variar entre cultivares y fechas de siembra. Además, los cultivares DT-20 y DT-26 son los de mejor crecimiento y rendimiento en las condiciones de estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Jauregui, L. M.; Chen, P.; Brye, K.; Oosterhuis, D.; Mauromoustakos, A. y Clark, J. R. "Potential Association between Soil and Leaf Chemical Properties, and Soybean Seed Composition". *Agricultural Sciences*, vol. 5, no. 6, 2014, pp. 560-570, ISSN 2156-8553, 2156-8561, DOI 10.4236/as.2014.56059.
2. Villalobos, E. y Camacho, F. "Desarrollo de variedades tropicales de soya para el consumo humano". *Agronomía Mesoamericana*, vol. 11, no. 2, 2000, pp. 1-6, ISSN 2215-3608.
3. Romero, A.; Ruz, R. y González, M. "Evaluación de siete cultivares de soya (*Glycine max*) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Majibacoa, Las Tunas". *Pastos y Forrajes*, vol. 36, no. 4, diciembre de 2013, pp. 459-463, ISSN 0864-0394.
4. Giménez, L. "Comportamiento fenológico de diferentes grupos de madurez de soja (*Glycine max*) en Uruguay. Ubicación temporal del período crítico". *Agrociencia*, vol. 11, no. 2, 2007, pp. 1-9, ISSN 2301-1548.
5. Chacón, I. A.; Pedraza, H. C.; Barreda, V. A.; Colás, S. A.; Alemán, P. R. y Rodríguez, V. G. "Caracterización agronómica del crecimiento en el cultivar de soya Incasoy-27 (*Glycine max* (L.) Merr.) en una época de siembra". *Centro Agrícola*, vol. 38, no. 3, 2011, pp. 29–36, ISSN 0253-5785.
6. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruíz, J.; Salgado, E. J.; Marsán, R.; Obregón, A.; Torres, J. M.; Gonzáles, J. E.; Orellana, R.; Paneque, J.; Ruiz, J. M.; Mesa, A.; Fuentes, E.; Durán, J. L.; Pena, J.; Cid, G.; Ponce de León, D.; Hernández, M.; Frómata, E.; Fernández, L.; Garcés, N.; Morales, M.; Suárez, E. y Martínez, E. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Ed. AGROINFOR, 1999, La Habana, Cuba, 64 p., ISBN 959-246-022-1.
7. Tukey, J. W. "Bias and confidence in not quite large samples". *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 29, no. 2, junio de 1958, pp. 614-623, ISSN 0003-4851, DOI 10.1214/aoms/1177706647.
8. Statistical Graphics Corp. *STATGRAPHICS® Plus* [en línea]. (ser. Profesional), versión 5.1, [Windows], 2000, Disponible en: <<http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>>.
9. Akinbile, C. O. "Assessment of the CERES-Rice model for rice production in Ibadan, Nigeria". *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, vol. 15, no. 1, 1 de abril de 2013, pp. 19-26, ISSN 1682-1130.
10. Zonetti, P. da C.; Suzuki, L. S.; Bonini, E. A.; Ferrarese, M. L. L. y Ferrarese, F. O. "Altas temperaturas, crecimiento y lignificación de soya transgénica resistente al glifosato". *Agrociencia*, vol. 46, no. 6, septiembre de 2012, pp. 557-565, ISSN 1405-3195.
11. Morejón, R.; Díaz, S. S. H. y Hernández, M. J. J. "Comportamiento de tres variedades comerciales de arroz en áreas del complejo agroindustrial arrocero Los Palacios". *Cultivos Tropicales*, vol. 33, no. 1, marzo de 2012, pp. 46-49, ISSN 0258-5936.
12. Evans, J. R. "Improving Photosynthesis". *Plant Physiology*, vol. 162, no. 4, 1 de agosto de 2013, pp. 1780-1793, ISSN 1532-2548, DOI 10.1104/pp.113.219006, PMID: 23812345.
13. Chacón, I. A.; Cardoso, R. S.; Barreda, V. A.; Colás, S. A.; Alemán, P. R. y Rodríguez, V. G. "El espaciamento entre surcos: efecto sobre el rendimiento agrícola, sus componentes y el peso de 100 semillas de dos cultivares de soya (*Glycine max* (L.) Merr.)". *Centro Agrícola*, vol. 38, no. 3, 2011, pp. 45–49, ISSN 0253-5785.
14. Hernández, C. N. y Soto, C. F. "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*, vol. 33, no. 2, junio de 2012, pp. 50-54, ISSN 0258-5936.

15. Morales, R. E. J.; Escalante, E. J. S. y López, S. J. A. "Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo y asociado con girasol (*Helianthus annuus* L.)". *Universidad y Ciencia*, vol. 24, no. 1, 2008, pp. 1-10, ISSN 0186-2979.
16. Chacón, A.; Cardoso, S.; Barreda, A.; Colás, A.; Alemán, R. y Rodríguez, G. "Acumulación de materia seca, rendimiento biológico, económico e índice de cosecha de dos cultivares de soya (*Glycinemax* (L.) Merr.), en diferentes espaciamientos entre surcos". *Centro Agrícola*, vol. 38, no. 2, 2011, pp. 5-10, ISSN 0253-5785.
17. Foulkes, M. J.; Slafer, G. A.; Davies, W. J.; Berry, P. M.; Sylvester-Bradley, R.; Martre, P.; Calderini, D. F.; Griffiths, S. y Reynolds, M. P. "Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance". *Journal of Experimental Botany*, vol. 62, no. 2, 1 de enero de 2011, pp. 469-486, ISSN 0022-0957, 1460-2431, DOI 10.1093/jxb/erq300.
18. Parry, M. A. J.; Reynolds, M.; Salvucci, M. E.; Raines, C.; Andralojc, P. J.; Zhu, X. G.; Price, G. D.; Condon, A. G. y Furbank, R. T. "Raising yield potential of wheat. II. Increasing photosynthetic capacity and efficiency". *Journal of Experimental Botany*, vol. 62, no. 2, 1 de enero de 2011, pp. 453-467, ISSN 0022-0957, 1460-2431, DOI 10.1093/jxb/erq304.

Recibido: 28 de julio de 2015

Aceptado: 16 de marzo de 2016

