



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Respuesta fisiológica y productiva de cuatro cultivares de *Glycine max*

### Physiological and productive response of four *Glycine max* cultivars

Yudith Cintra Flores , Arahis Cruz Limonte , Claribel Suárez Pérez ,  
Ubaldo Acelio Alvarez Hernández 

Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, carretera a Camajuaní km 5,5, Santa Clara 54830, Cuba

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 24/02/2022  
Aceptado: 14/09/2022

#### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflicto de intereses.

#### CORRESPONDENCIA

Ubaldo Acelio Alvarez-Hernández  
[ubaldoah@uclv.edu.cu](mailto:ubaldoah@uclv.edu.cu)



cag044222382

#### RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la respuesta fisiológica y productiva de cuatro cultivares de soja, se desarrolló una investigación en condiciones de campo en la Empresa de Semillas Villa Clara, en el período comprendido de enero a abril de 2020. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco réplicas. Se evaluaron los cultivares de soja 'Conquista', 'Vencedora', 'Luziania' y 'BRS-284', en un suelo Pardo Mullido medianamente lavado. La siembra fue manual con una distancia de 0,90 m x 0,05 m, se depositó una semilla por nido, a una profundidad de 3 cm aproximadamente. En las fases fenológicas V4 y R3, se determinaron los indicadores fisiológicos índice de eficiencia foliar y tasa de asimilación neta, además de los componentes del rendimiento, número de semillas por plantas y peso de 100 semillas, incluyendo rendimiento biológico y agrícola. El cultivar 'BRS-284' presentó el mayor índice de eficiencia foliar con diferencias significativas con respecto a los otros cultivares. Los componentes del rendimiento mostraron diferencias significativas entre los cultivares; el mayor rendimiento agrícola y biológico se alcanzó en el cultivar 'Luziania' con 1,6 t ha<sup>-1</sup> y 6,7 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Palabras clave:** crecimiento, indicadores fisiológicos, rendimiento, soja

#### ABSTRACT

In order to evaluate the physiological and productive response of four soybean cultivars, an investigation was carried out under field conditions at the Empresa de Semillas Villa Clara, from January to April 2020. A randomized block design with four

treatments and five replications was used. The soybean cultivars ‘Conquista’, ‘Vencedora’, ‘Luziania’ and ‘BRS-284’ were evaluated in a moderately washed Padded Brown soil. Sowing was manual with a distance of 0.90 m x 0.05 m, one seed was deposited per nest, at a depth of approximately 3 cm. In phenological stages V4 and R3, the physiological indicators leaf efficiency index and net assimilation rate were determined, as well as yield components, number of seeds per plant and weight of 100 seeds, including biological and agricultural yield. The cultivar ‘BRS-284’ presented the highest leaf efficiency index with significant differences with respect to the other cultivars. Yield components showed significant differences among the cultivars; the highest agricultural and biological yield was achieved in the cultivar ‘Luziania’ with 1.6 t ha<sup>-1</sup> and 6.7 t ha<sup>-1</sup>, respectively.

**Keywords:** growth, physiological indicators, yield, soybean

## INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* (L.) Merr.), es una planta originaria de China y fue la leguminosa más importante de esta civilización. Es un cultivo económicamente significativo que se siembra en una amplia gama de condiciones ambientales en todo el mundo (Hernández *et al.*, 2015a). Entre los principales países proveedores de soya se encuentran Brasil, Estados Unidos de América y Argentina. D’Angelo *et al.* (2020) señalan que Brasil lideró el mercado en la campaña 2019-2020, con el 56 % de las exportaciones, lo que lo convierte en el principal productor a escala global.

En Cuba, a pesar de que desde 1904 se siembra soya, no es hasta la década del 90 que los productores y directivos toman conciencia de su extraordinaria importancia, especialmente por su alto contenido de proteína y grasa (Molinet *et al.*, 2017). Según Cruz *et al.* (2017), en los últimos cinco años hubo un incremento notable de las áreas para la producción de soya y de la tecnificación del cultivo en el país, con rendimientos superiores a 2 t ha<sup>-1</sup>.

La producción de este grano requiere de nuevos cultivares adaptados a las condiciones del clima tropical, con ciclos cortos, posibilidades de corte mecanizado y alto potencial de rendimiento (Toledo *et al.*, 2020). El estudio del comportamiento de diferentes genotipos de soya, es de suma importancia (Maqueira *et al.*, 2016). Un cultivar será mejor cuando mayor sea su plasticidad, es decir, su capacidad para producir buenas cosechas, tanto

en diversos ambientes como en suelos con características diferentes (Díaz *et al.*, 2019). Al respecto, Saryoko *et al.* (2018) refieren que cuando las condiciones ambientales cambian, la capacidad de respuesta de la planta es diferente y puede tener efectos considerables en los rendimientos.

Teniendo en cuenta lo anterior y que la producción de soya es una prioridad para garantizar la soberanía y seguridad alimentaria en Cuba, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta fisiológica y productiva de cuatro cultivares de soya.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Empresa de Semillas, ubicada en carretera a Maleza km 5, en el municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara, Cuba, y en los Laboratorios del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara, Cuba. Los experimentos de campo se realizaron en un suelo pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 2015b), en el periodo comprendido de enero a abril de 2020.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco réplicas, se evaluaron los cultivares de soya ‘Conquista’, ‘Vencedora’, ‘Luziania’ y ‘BRS-284’, procedentes de la Empresa CUBASOY de Ciego de Ávila, Cuba. La siembra se realizó el 3 de enero de 2020, de forma manual, a una distancia de 0,90 x 0,05 m, con una profundidad de 3 cm, y una norma de siembra de 27 kg ha<sup>-1</sup>,

para obtener 222 222 plantas ha<sup>-1</sup>, aproximadamente. Se desarrollaron las atenciones culturales según lo recomendado por el Instructivo Técnico del cultivo (López y Esquivel, 1998).

### Determinación de índices de crecimiento

Se determinó el área foliar con el medidor digital (Nanbei, China), para lo cual se evaluaron cinco plantas por tratamiento a los 30 y 60 días en las fases fisiológicas V4 (trifolio del cuarto nudo) y R3 (comienzo de las legumbres) respectivamente, según la escala de Fehr *et al.* (1971). Se calculó el potencial fotosintético (PF) a partir de dos valores de áreas medidos mediante la fórmula de Cholaky *et al.* (1984):

$$PF = \sum \left( \frac{Af + Ai}{2} \right) * t$$

Con los valores de potencial fotosintético se determinó el Índice de Productividad Foliar, que es la relación del peso del grano (fruto agrícola) producido por unidad de área de limbo foliar por día (expresado en g dm<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>). Se calculó mediante la fórmula de Cholaky *et al.* (1984):

$$IPF = \frac{PSF}{PF}$$

Donde:

PSF: Peso seco del fruto agrícola (g)

PF: Potencial fotosintético

Las muestras de los diferentes órganos de las plantas se colocaron en una estufa (Broxum, China) a 60 °C de temperatura, hasta obtener peso constante y se pesaron en la balanza analítica (Radweg, China), de aproximación 0,001 g y máximo 220 g.

Se calculó la Tasa de Asimilación Neta como indicador de la eficiencia promedio, ya que mide la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo, mediante la fórmula de Torres y Rodríguez (2002):

$$TAN = \frac{2(PSf - PSi)}{(AFf + AFi)(Tf - Ti)}$$

Dónde:

PSf: Peso seco total de la planta en la segunda evaluación

PSi: Peso seco total de la planta en la primera evaluación

AFf: Área foliar en la segunda evaluación

AFi: Área foliar en la primera evaluación

Tf y Ti: Edades a las que se realizaron las evaluaciones, final e inicial, respectivamente

### Evaluación del rendimiento biológico y agrícola

Se seleccionaron cinco plantas en cinco puntos fijos para un total de 25 plantas en cada tratamiento para evaluar los principales componentes del rendimiento agrícola de la soya, *i.e.* número de semillas por planta y peso de 100 semillas. Además, se determinó el rendimiento biológico (materia seca total producida por la planta en un área vital determinada) a los 60 días (R7), momento máximo de producción vegetativa, debido a que la planta de soya comienza a defoliarse en su madurez fisiológica, a lo cual se le adicionó el peso de los órganos reproductivos al momento de la cosecha.

Para estimar el rendimiento agrícola (t ha<sup>-1</sup>), en el momento de la cosecha, se trillaron de forma manual, las plantas correspondientes a cada parcela, las semillas se beneficiaron con el uso de un tamiz para eliminar las impurezas. Posteriormente, se secaron a la sombra para lograr 12 % de humedad y después se pesaron en la balanza técnica (FerTon, China), 30 kg 5 g<sup>-1</sup>.

Las variables climáticas fueron registradas en la estación meteorológica 78343 ubicada en el "Valle del Yabú", Villa Clara, Cuba (Figura 1).

### Procesamiento estadístico

Para el procesamiento estadístico se utilizaron los paquetes de programas STATGRAPHICS Centurión XVII, soportado sobre Microsoft Windows 10. Después de comprobar los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad, se realizó un análisis de

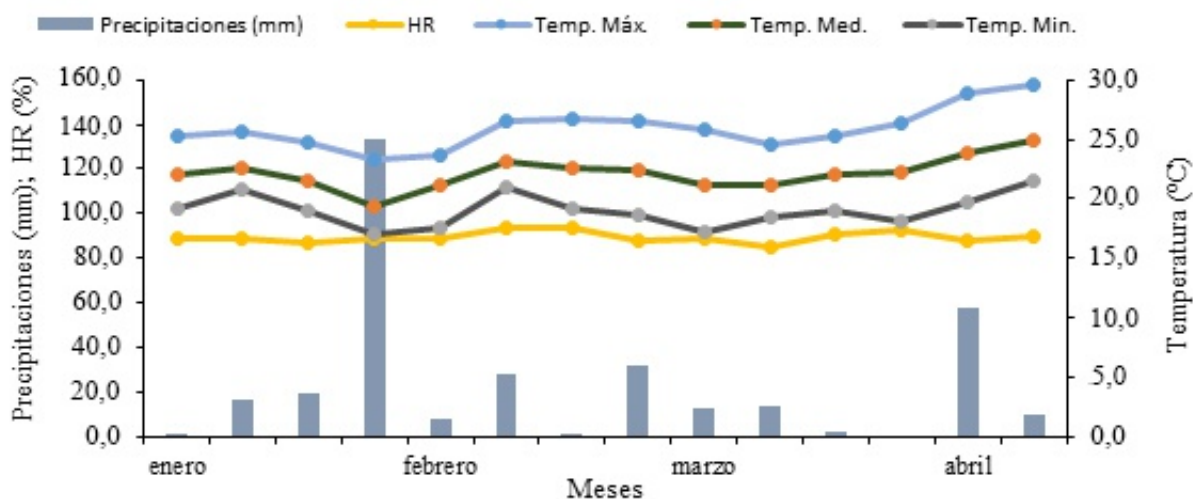


Figura 1. Variables climáticas durante el desarrollo de los experimentos, enero- abril de 2020

varianza simple, las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se verificaron por la prueba de Tukey HSD al 0,05 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuatro cultivares de soya se registraron diferencias significativas en los índices de crecimiento evaluados (Tabla 1).

El mayor valor de índice de productividad foliar (mayor peso de semillas por unidad de área de limbo foliar por día) lo presentó el cultivar 'BRS-284', con diferencias significativas respecto a los demás cultivares evaluados. Este valor es inferior al obtenido por Fernández (2010) en el cultivar 'Conquista' en igual época de siembra. Los valores de la tasa de asimilación neta oscilaron entre 0,04 y 0,067 g dm<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>, sin diferencias significativas entre los

cultivares. Estos resultados difieren de los obtenidos por Chacón *et al.* (2014) en el cultivar 'Conquista' en la misma época de siembra.

En el cultivar 'BRS-284' se obtuvo el mayor número de semillas, sin diferencias significativas con el cultivar 'Luziania' (Tabla 2), y a su vez ambos cultivares mostraron diferencias significativas con los cultivares 'Vencedora' y 'Conquista'.

El número de semillas por plantas (Tabla 2) fue inferior al obtenido por Cintra (2018) en los cultivares 'Vencedora', 'Conquista' y 'Luziania', con valores medios que oscilaron entre 124 y 136 semillas por plantas, lo cual estuvo dado por las condiciones edafoclimáticas durante el desarrollo del cultivo. Hernández *et al.* (2020) obtuvieron valores de 134 semillas por planta en el cultivar 'Luziania' en época de siembra de primavera.

Tabla 1. Índices de crecimiento de cuatro cultivares de soya

Cultivar	IPF (g dm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	TAN (g dm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )
'Vencedora'	0,023 c	0,067
'Conquista'	0,026 b	0,040
'BRS-284'	0,032 a	0,052
'Luziania'	0,023 c	0,060
EE ±	0,00006	0,0103
C.V. (%)	15,19	42,66

Letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente por Tukey HSD, para p≤0,05  
Leyenda: IPF- índice de eficiencia foliar TAN- tasa de asimilación neta

**Tabla 2.** Componentes del rendimiento de cuatro cultivares de soya

Cultivar	Número de semillas por planta	Masa de 100 semillas (g)
‘Vencedora’	47 b	10,93 c
‘Conquista’	34 b	13,48 a
‘BRS-284’	83 a	10,13 d
‘Luziania’	74 a	11,69 b
EE ±	5,0534	0,0087
C.V. (%)	11	52,78

Letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente por Tukey HSD, para  $p \leq 0,05$

El mayor valor cuantificado en el peso de 100 semillas, fue en el cultivar ‘Conquista’, con diferencias significativas con el resto de los cultivares y superior a los obtenidos por Cruz *et al.* (2016) en el cultivar ‘Incasoy-27’ con 10,6 g.

El número de semillas por plantas y el peso de 100 semillas guardan cierta independencia entre sí. Según Toledo (2018), cuando existe estrés, el número de granos por plantas es el componente que mejor explica las variaciones en la productividad del cultivo. En dependencia del momento de ocurrencia, este será el componente más afectado; si ocurriera durante R3-R6 afecta significativamente el número de granos, y si fuese luego de R6 afecta el peso de los granos.

El cultivar con mayor rendimiento biológico y agrícola estimado (Tabla 3) fue ‘Luziania’ con  $6,7 \text{ t ha}^{-1}$  y  $1,6 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente, dado por el peso de las semillas, ambos con diferencias significativas con el resto de los cultivares.

Este resultado estuvo dado por el carácter compensatorio que se establece entre los componentes en los cultivos, que confiere la variabilidad que existe en los cultivares que

presentan mayores valores de un componente y menores valores en el otro. En este sentido, las características del cultivar, unido a las condiciones de cultivo, tienen un papel importante (Maqueira *et al.*, 2016). Estos resultados son superiores a los obtenidos por Cintra (2018), que alcanzó un rendimiento agrícola máximo de  $0,94 \text{ t ha}^{-1}$ , en igual cultivar y época de siembra, y a la vez son similares a los referidos por Sansebastian y Ruiz (2020), en el cultivar ‘Conquista’ con  $1,16 \text{ t ha}^{-1}$ .

## CONCLUSIONES

El cultivar ‘BRS-284’ presenta el mayor índice de productividad foliar. Los indicadores fisiológicos y productivos en el cultivo de la soya resultan superiores en el cultivar ‘Luziania’.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

**Yudith Cintra Flores:** Conceptualizó y formuló los objetivos generales de la investigación. Interpretó los resultados del análisis estadístico y redactó el borrador del

**Tabla 3.** Rendimiento biológico y agrícola de cuatro cultivares de soya

Cultivar	Rendimiento biológico ( $\text{t ha}^{-1}$ )	Rendimiento agrícola ( $\text{t ha}^{-1}$ )
‘Vencedora’	3,81 c	1,25 c
‘Conquista’	2,92 d	1,1 d
‘BRS-284’	4,2 b	1,45 b
‘Luziania’	6,7 a	1,6 a
EE ±	0,00014	0,0215
C.V. (%)	32,66	14,83

Letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente por Tukey HSD, para  $p \leq 0,05$

manuscrito. Evaluó y recopiló los datos obtenidos en las pruebas de los experimentos. Responsable de la conservación de los datos y anotaciones tomadas en el transcurso de la investigación.

**Arahis Cruz Limonte:** Contribuyó en la preparación, creación y presentación del trabajo publicado. Hizo la revisión crítica del borrador y recomendó modificaciones, supresiones y adiciones en el mismo. Contribuyó en la aplicación de las técnicas estadísticas utilizadas para analizar o sintetizar los datos de estudio obtenidos. Tuvo la responsabilidad de supervisar y liderar la planificación y ejecución de las actividades de investigación, incluida la tutoría al equipo responsable de tomar los datos experimentales.

**Claribel Suárez Pérez:** Contribuyó en la preparación, creación y presentación del trabajo publicado. Hizo la revisión crítica del borrador y recomendó modificaciones, supresiones y adiciones en el mismo. Tuvo la responsabilidad de supervisar la ejecución de las actividades de investigación, incluida la tutoría al equipo responsable de tomar los datos experimentales.

**Ubaldo Acelio Alvarez Hernández:** Responsable de la adquisición de fondos necesarios para la ejecución del proyecto que condujo a esta publicación. Fue el responsable de la gestión, coordinación, planificación y ejecución de las actividades de investigación. Responsable de proveer los materiales y recursos necesarios para la ejecución de la investigación. Evaluó y recopiló los datos obtenidos en las pruebas de los experimentos.

## BIBLIOGRAFÍA

CHACÓN, A., DOMÍNGUEZ, I., BARREDA, A., *et al.* 2014. Respuesta fisiológica y agronómica del cultivar de soya 'Conquista' [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Centro Agrícola*, 41 (3): 61-69.

CHOLAKY, L., GIAYETTO, O. y CLAUDIOMEINA, E. 1984. Tamaño del capítulo. Relaciones con componentes del rendimiento y calidad de la semilla en girasol. *Revistas de la Universidad Nacional de Río Cuarto*, 4: 5-11.

CINTRA, Y. 2018. Plagas asociadas al cultivo de *Glycine max* (L.) Merrill. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 35 p.

CRUZ, A., ALVAREZ, U., GRILLO, H., *et al.* 2016. Entomofauna asociada a la soya (*Glycine max* (L.) Merr.) en sistemas de siembra directa y convencional. *Centro Agrícola*, 43 (1): 77-84.

CRUZ, A., RIVERO, D., MARTÍNEZ, B., *et al.* 2017. Evaluación de la actividad antifúngica de *Trichoderma asperellum* Samuels ante patógenos fúngicos que afectan al cultivo de la soya (*Glycine max* L.). *Cultivos Tropicales*, 38 (4): 15-21.

D'ANGELO, G., RODRIGUEZ, T. y SIGAUDDO, D. 2020. Soja 2020/21: Panorama mundial para la oleaginosa y sus productos derivados- Informativo Semanal. Disponible: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/soja-202021>. Consultado 20/07/2019.

DÍAZ, S. H., MOREJÓN, R., MAQUEIRA, L. A., *et al.* 2019. Selección participativa de cultivares de soya (*Glycine max* (L.) Merr.) en Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 40 (4): e02.

FEHR, W. R., CAVINESS, C. E., BURMOOD, D. T., *et al.* 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science*, 11 (6): 929-931.

- FERNÁNDEZ, K. 2010. Influencia de la variabilidad climática interanual sobre el crecimiento y rendimiento del cultivar de soya 'Conquista' (*Glycine max* L. Merrill). Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 32 p.
- HERNÁNDEZ, J. A., PÉREZ, J. J. M., BOSCH, I. D., *et al.* 2015b. *Clasificación de los Suelos de Cuba 2015*. Ediciones INCA, La Habana, Cuba, 91 p.
- HERNÁNDEZ, M., SOTO, J. M., AVILA, M. A., *et al.* 2020. Rendimiento de variedades de soya evaluadas en diferente fecha de siembra en Campeche, México. *Fitotecnia Mexicana*, 43 (4-A): 549-549.
- HERNÁNDEZ, Y., SOTO, N., FLORIDO, M., *et al.* 2015a. Evaluación de la tolerancia a la salinidad bajo condiciones controladas de nueve cultivares cubanos de soya (*Glycine max* (L.) Merrill). *Cultivos Tropicales*, 36 (4): 120-125.
- LÓPEZ, R. Y. y ESQUIVEL, M. P. 1998. *Cultivo y utilización de la soya en Cuba*. Manual Técnico, Holguín, Cuba, 56 p.
- MAQUEIRA, L. A, TORRE, W., ROJÁN, O., *et al.* 2016. 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. *Cultivos Tropicales*, 37 (4): 98-104.
- MOLINET D., SANTIESTEBAN R., y FONSECA R. 2017. Evaluación de algunos componentes del rendimiento en variedades de soya (*Glycine max* L. Merrill). *Granma Ciencia*, 19 (2): 1-7.
- SANSEBASTIAN, I. V. y RUIZ, A. V. 2020. Evaluación agroproductiva de cultivares de soya (*Glycine max*. (L.) Merrill) en periodo de invierno. *Revista Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica*, 1 (5): 1-10.
- SARYOKO, A., FUKUDA, Y., LUBIS, I., *et al.* 2018. Physiological activity and biomass production in crop canopy under a tropical environment in soybean cultivars with temperate and tropical origins. *Field Crops Research*, 216: 209-216.
- TOLEDO, D., OSA, Y., GONZALES, T., *et al.* 2020. SOYIG-20 y SOYIG-22: nuevas variedades de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) introducidas para las condiciones climáticas de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 41 (1): 1819-4087.
- TOLEDO, R. E. 2018. Ecofisiología, rendimiento y calidad de soja. Cereales y Oleaginosa, FCA-UNC. Disponible en: <http://toledoruben.wixsite.com/cultivodesoja>. Consultado 12/02/2022.
- TORRES, T. y RODRÍGUEZ, M. 2002. *Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal*. Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 92 p.

