

Influencia de altas densidades de plantas en la productividad de la soya

Influence of high-plant densities on soybean productivity

Autores: Lesly Analay Yanes Simón¹

<https://orcid.org/0000-0003-2512-6681>

Alexander Calero Hurtado²

<https://orcid.org/0000-0001-6536-2908>

Wilfredo Bárbaro Valdivia Pérez³

<https://orcid.org/0000-0002-2009-445X>

Leonardo Bianco de Carvalho¹

<https://orcid.org/0000-0001-8110-3471>

Institución: ¹ Universidade Estadual de São Paulo Júlio de Mesquita Filho (UNESP).
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), São Paulo, Brasil.

²Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez (UNISS). Centro Universitario
Municipal de Taguasco Enrique José Varona, Cuba.

³Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez (UNISS). Facultad de Ciencias
Agropecuarias, Cuba

Correo electrónico: lesly.yanes@unesp.br

Correo electrónico: alexcalero34@gmail.com

Correo electrónico: wilfredov@uniss.edu.cu

Correo electrónico: leonardo.carvalho@unesp.br

RESUMEN

El aumento de las densidades de plantas en el cultivo de la soya [*Glycine max* (L.) Merr], puede ser una alternativa importante para el manejo y el incremento de la productividad. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de altas densidades de plantas en el aumento del rendimiento del cultivo de la soya variedad 'Cubasoy 23'. Este estudio de campo se desarrolló entre los meses de noviembre 2021 a febrero 2022. El diseño experimental adoptado fue bloques al azar con cuatro densidades 6, 12, 18 y 24 plantas/m² y cinco réplicas. Los parámetros evaluados fueron el número de ramas por planta, número de vainas por ramificaciones, número de vainas por planta, número de granos por planta, masa de 100 granos (g) y el rendimiento (kg/ha). Los resultados mostraron un efecto positivo de las densidades de siembra sobre los componentes productivos y el rendimiento de la soya. Adicionalmente, la densidad de 24 plantas/m² incrementó el rendimiento en 80

%, 48 % y 27 %, respectivamente, comparadas con las demás densidades evaluadas.

Colectivamente, los resultados de este estudio indican que la densidad de 24 plantas/m² fue la más promisoría para esta época de siembra y sistema de cultivo.

Palabras clave: Distancia de siembra, Época de siembra, *Glycine max*, Rendimiento, Suelo.

ABSTRACT

Increasing planting densities in soybean crop [*Glycine max* (L.) Merr], can be an efficient alternative to get information about the parameters that affect your performance. Therefore, the objective of this investigation was to evaluate the influence of high-plant densities on the yield increase of soybean crop variety 'Cubasoy 23'. This field study was developed between the months of November 2021 and February 2022. The experimental design adopted was randomized blocks with four densities 6, 12, 18, and 24 plant/m² and five replications. The parameters evaluated were the number of branches per plant, number of pods per branch, number of pods per plant, number of grains per plant, mass of 100 grains (g), and yield (kg/ha). The results showed a positive effect on the productive components and yield of soybean crop. Additionally, plant density of 24 plants/m² increased the yield by 80 %, 48 % y 27 %, respectively, compared to the others plant densities assessed. Collectively, the results of this study indicate that the density of 24 plants/m² was the most promising for this sowing season and crop system.

Keywords: *Glycine max*, Planting distance, Planting season, Soil, Yield.

INTRODUCCIÓN

La soya o soja es una fuente importante de proteína vegetal y aceite comestible de alta calidad. Con su capacidad biológica de fijación de nitrógeno (BFN), la soja es un cultivo importante para disminuir la aplicación de fertilizantes de N y mantener un alto rendimiento en el sistema de rotación de cultivos (Cheng-Zhi *et al.* 2021). El aumento en la producción de soja coincidió con una evolución del uso de la tierra, el agua y los fertilizantes, pero también con un cambio en el principal destino de exportación en la década de 2000 de Europa a China (Liu *et al.* 2020).

El rendimiento total actual de la soja es de aproximadamente 363 millones de toneladas a nivel mundial, con un rendimiento promedio de 2782 kg ha⁻¹ (FAO 2021), pero aún no puede satisfacer la necesidad de una población en crecimiento. Los factores que influyen en el alto rendimiento de la soja están las condiciones climáticas,

características del suelo, variedades de soja, manejo de nutrientes y las prácticas de cultivo (Cattelan y Dall'agnol 2018).

La producción de soja en Cuba es baja (1,5-2 t/ha) y se desarrollan grandes esfuerzos para incrementar su producción en el país, debido a la disminución de las importaciones, para la extracción de aceites comestibles, elaboración de concentrados (leche, yogurt), producción de proteína vegetal, entre otros usos alimenticios. El éxito de la producción de soja en regiones tropicales se debe en gran medida a la obtención de variedades muy productivas, adaptadas a determinadas condiciones (Marrero Puebla, Hechavarría Paneque y Santos Fuentes 2021).

Entre las prácticas que más influyen en los rendimientos de los cultivos se encuentra la utilización adecuada de densidades de siembras o plantas (Calero Hurtado *et al.* 2018; 2020). La aplicación de densidades adecuadas de siembra es esencial para aumentar el rendimiento de la soja, ya que mejora la utilización de la energía de la luz en las hojas, promueve la absorción de nutrientes y aumenta la acumulación de materia seca con el rendimiento (Cheng *et al.* 2020; Domínguez Baró, Robell y Olivera 2021).

El manejo de las densidades de plantas dependen de varios factores como: la fertilidad del suelo, la humedad (suelo y aire), el porcentaje de germinación y las características agronómicas de las variedades o cultivares (Carciochi *et al.* 2019; Calero Hurtado, Olivera Viciado y García 2015). El patrón espacial del cultivo es otro factor agronómico que puede afectar el rendimiento de la soja y la competitividad del cultivo frente a las malezas (Andrade *et al.* 2019). Sin embargo, es ampliamente reportado, que un patrón de siembra uniforme aumenta la uniformidad espacial y el índice de foliar de la hoja, reduce el sombreado mutuo y acelera el cierre de la hoja, todo lo cual resulta en una mayor intercepción de radiación por las hojas y aumento del crecimiento y rendimiento de los cultivos (Andrade *et al.* 2019; Carciochi *et al.* 2019).

Basado en los supuestos anteriores y los insuficientes conocimientos en el manejo del cultivo de la soja en la provincia de Sancti Spíritus, Cuba, es pertinente investigar la siguiente hipótesis, la aplicación de diferentes densidades de siembra pueden ser una alternativa eficiente para modificar los parámetros agroproductivos de la soja, con el consecuente incremento del rendimiento. En este estudio, el objetivo fue evaluar los efectos de la densidad de las plantas sobre la respuesta de los componentes agroproductivos de la soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones de cultivo y material vegetal

La investigación se realizó de noviembre 2020 a febrero 2021 en las áreas de la Cooperativa de Créditos y Servicios “Mártires de Taguasco”, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba. La variedad de soya *Glycine max* (L.) Merrill, ‘Cubasoy 23’, presenta un rendimiento potencial de 2-3 t/ha, un ciclo de 90-100 días y buen comportamiento frente a las enfermedades más comunes para este cultivo y al nematodo *Meloidogyne incógnita* (Marrero Puebla, Hechavarría Paneque y Santos Fuentes 2021), fue adquirida en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), mediante el Proyecto de Innovación Agrícola Local (PIAL), con un 99 % de germinación.

Las variables climáticas fueron registradas por la Estación Meteorológica Provincial de Sancti Spíritus, donde fueron registradas la temperatura media mensual (22,5 °C), la humedad relativa media mensual (71,5 %) y la precipitación pluvial acumulada mensualmente (129,8 mm).

Tratamientos y diseño experimental

La siembra de las semillas de la variedad ‘Cubasoy 23’ se realizó de forma manual y se depositaron tres semillas por hoyo. La distancia entre plantas se realizó con ayuda de una cinta métrica y a los 10 días posteriores de la emergencia (DPE, etapa vegetativa V2), se realizó un raleo de uniformización para poder establecer la precisión de 6, 12, 18 y 24 plantas/m², correspondientes a 60000, 120000, 180000 y 240000 plantas/ha. Las densidades de plantas/m² mencionadas anteriormente fueron dispuestas en un diseño en bloques al azar con cinco réplicas. El tamaño de las parcelas fue de 7,50 m² y el área útil para realizar los muestreos fue de 4,0 m².

Caracterización edáfica

El suelo predominante en el área del experimento son pardos sialíticos (Hernández *et al.* 2015), clasificado como Cambisol (IUSS-WRB 2022). Estos se caracterizan por una profundidad efectiva de hasta 30 – 35 cm en el horizonte A y B, con un contenido bajo de materia orgánica, medianamente erosionado, de textura arcillosa y relieve ligeramente llano. Además, buen drenaje natural e infiltración rápida en la superficie, condiciones físicas favorables como: la consistencia de moderada a ligera, estructura friable y fertilidad natural, mediana. Considerado de categoría agro-productiva II.

Sistema de cultivo empleado en el experimento

Antes de la siembra se realizó una fertilización orgánica-mineral, se aplicaron 6 t/ha de estiércol bovino descompuesto y fórmula completa N, P, K, Mg (11-11-11-5) a una dosis 100 kg ha⁻¹, además se realizó una fertilización de N a 30 kg ha⁻¹ en la etapa reproductiva (R6). El estiércol bovino descompuesto y el fertilizante químico fueron proporcionados por el campesino.

Las atenciones culturales realizadas durante el ciclo del cultivo fueron realizadas siguiendo las orientaciones del Instructivo técnico para el cultivo (Ministerio de la Agricultura [Minag] 2019), con las siguientes modificaciones: la eliminación de las plantas arvenses (manual). El control de plagas se realizó con bioproductos como: aplicación de *Beauveria bassiana* a 2 kg/ha (control de crisomélidos), *Bacillus thuringiensis* LBT 13 y 26 a 30 L/ha (control de nematodos, larvas de lepidópteros, etc.), Tabaquina a 7 kg/ha (control de mosca blanca y otras plagas). Cuando fue necesario se aplicaron riegos por infiltración en normas de 200-300 m³/ha para mantener la humedad del suelo. La cosecha se realizó de forma manual en la etapa R9.

Determinación de los parámetros morfoproductivos

Las observaciones de los parámetros morfoproductivos evaluados se realizó en el momento de la cosecha en 50 plantas al azar (10 plantas por tratamientos) en el área útil de las parcelas y se determinaron las siguientes variables:

- El número de ramas por planta (RP, unidad) y el número de vainas por ramificaciones (VR, unidad): se determinaron por conteo directo visual en las plantas seleccionadas.
- El número de legumbres por planta (LP, unidad): se determinó por conteo directo de la cantidad de legumbres entre la cantidad de plantas muestreadas.
- El número de granos por planta (GP, unidad): se determinó mediante la división del total de granos entre la cantidad total de legumbres en las plantas muestreadas.
- La masa de 100 granos (MG, g): se determinó pesando una muestra de 100 granos en cada replica en balanza digital (Sartorius, precisión de ± 0.01 g, Alemania).
- El rendimiento (RD, kg/ha): se determinó al cosechar todas las plantas del área útil de las parcelas.

Análisis estadísticos

El conjunto de datos obtenidos a partir de los parámetros morfológicos y productivos, fueron expuestos a la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y la homogeneidad de la

varianza por la prueba de Fisher (F) ($p < 0,05$). Estas pruebas fueron realizadas en el software SPSS versión 20.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Posteriormente, se realizó un análisis de regresión polinomial para determinar los efectos de las densidades sobre los parámetros morfológicos y productivos evaluados. Cuando la F fue significativa la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Todos los pruebas y análisis fueron realizados en el software R (R Core Team, 2019). Los datos que se muestran en las figuras están representados por la media de cinco replicas \pm desviación estándar (DE) de cada media.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un efecto significativo ($p < 0,001$) ocurrió en los parámetros RP y VR en plantas de soya (Figura 1a, b). La utilización de las diferentes densidades de plantas (DP), mostraron un efecto lineal decreciente en ambos parámetros (Figura 1a, b). La mayor producción de RP fue lograda en la menor densidad de 6 plantas/m² y mostró diferencias significativas en comparación a las otras densidades, con decrecimientos de 18 %, 40 % y 54 %, respectivamente (Figura 1a). El VR mostró efectos decrecientes significativos ($p < 0,001$) entre las DP evaluadas en las plantas de soya. Los mayores valores promedios del VR fueron alcanzados por la menor densidad 6 plantas/m² comparada con las otras densidades evaluadas y disminuciones significativas de 14 %, 28 % y 38 % respectivamente (Figura 1b).

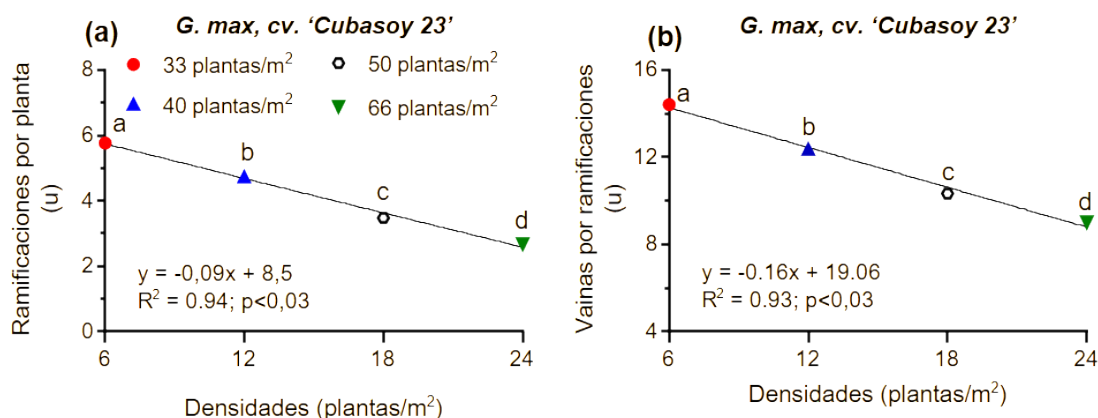


Figura 1. Número de ramificaciones por planta (a) y número de legumbres por ramificaciones (b) en las plantas de soya, variedad 'Cubasoy 23'. Letras diferentes difieren significativamente entre las densidades de siembras, de acuerdo con Tukey ($p < 0,05$). R^2 : coeficiente de determinación.

Los resultados de este estudio mostraron que la utilización de diferentes densidades de plantas modificó los parámetros RP y VR (Figuras 1a, b). En particular, la mayor

densidad de siembra (24 plantas/m²) mostró menor desarrollo estructural en la parte aérea de las plantas de soya. Esto presupone que las respuestas de las plantas de soya respondieron muy bien a esta densidad. Estos efectos pudieron deberse a que fue favorecida la uniformidad espacial, eliminándose la competencia por la intercepción de la radiación, agua y nutrientes, lo que corrobora los criterios relatados anteriormente (Ríos-Hilario *et al.* 2023). Estudios recientes indicaron que la respuesta de la soya a las altas DP puede ser que la intercepción de luz máxima ocurre más temprano (Andrade *et al.* 2019). Una posible explicación para los hallazgos reportados están basados en la variedades que presentan menor RP, tienen la capacidad de compensación del rendimiento por el efecto de menor cubrimiento de la superficie del suelo, lo que frena en gran medida el desarrollo de las arvenses (Cheţan *et al.* 2021). Estudios recientes indicaron además que existen correlaciones fenotípicas positivas entre las densidades de plantas para las condiciones climatológicas en Cuba (Mederos-Ramírez y Ortiz-Pérez 2021; Pérez Valdivia, León Orellana y Coca Rodríguez 2021).

En las plantas de soya fue observado un efecto significativo ($p < 0,001$) entre las densidades de plantas evaluadas para los parámetros productivos LP y GP (Figura 2a, b). El LP y GP mostraron un efecto creciente con el empleo crecientes de las densidades de plantas ($p < 0,001$). La LP en la densidad de 24 plantas/m² mostró un aumento de 23 %, 17 % y 10 %, respectivamente comparados con las demás densidades de plantas estudiadas, pero al mismo tiempo, las densidades de 12 y 18 plantas/m² fueron superiores a la menor densidad 6 plantas/m² y mostraron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre ellas para el número de LP (Figura 2a).

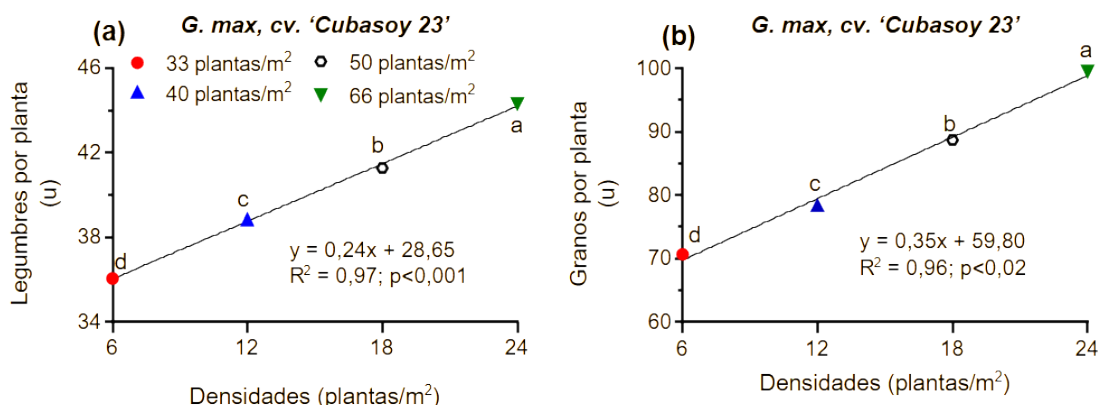


Figura 2. Número de legumbres por planta (a) y número de granos por planta (b) en las plantas de soya,

variedad 'Cubasoy 23'. Letras diferentes difieren significativamente entre las densidades de siembras, de acuerdo con Tukey ($p < 0,05$). R^2 : coeficiente de determinación.

El número de GP fue significativamente ($p < 0,001$) superior en la densidad de 24 plantas/m², con incrementos de 41 %, 27 % y 12 %, respectivamente, en relación a las otras densidades estudiadas. Además, la densidad de 18 plantas/m² mostró incrementos significativos ($p < 0,001$) de 25 % y 13 % comparado con las densidades de 6 y 12 plantas/m², respectivamente. Mientras que, la densidad de 12 plantas/m² mostró un aumento en los GP de 11 % en comparación a la densidad de densidades de 6 y plantas/m² (Figura 2b).

En este estudio se verificó que las densidades de plantas modificaron positivamente los parámetros LP y GP (Figura 2a, b). Estos efectos pudieron estar influenciados por las variaciones ocurridas en los parámetros RP y VR (Figura 1a, b). Una posible explicación para estos hallazgos es que las densidades de plantas adecuadas disminuyen el crecimiento de las malezas, tiene un mejor aprovechamiento de la luz, desarrollan un adecuado sistema radicular lo que favorece la absorción agua y nutrientes (Ríos-Hilario *et al.* 2023; Calero Hurtado *et al.* 2020). Un crecimiento mejorado en condiciones adecuadas de agua y fertilizantes es consistente con los hallazgos previamente informados para esta especie (Cheţan *et al.* 2021; Carciochi *et al.* 2019).

Fueron observados efectos significativos ($p < 0,001$) de las densidades de plantas en la MG y RD. Estos parámetros productivos mostraron un efecto lineal creciente con el incremento de las densidades de plantas (Figura 3a, b). En las plantas de soya la MG fue significativamente superior ($p < 0,0001$) en 52 %, 30 % y 13 % en la densidad de 24 plantas/m² comparados con las densidades de 6, 12 y 18 plantas/m², respectivamente. Similarmente, la densidad de 18 plantas/m² aumentó la MG en 35 % y 16 en relación a las densidades de 6, y 12 plantas/m², respectivamente; sin embargo, esta última densidad al mismo tiempo mostró un incremento en la MG de 17 % comparado con la densidad de 6 plantas/m² (Figura 3a).

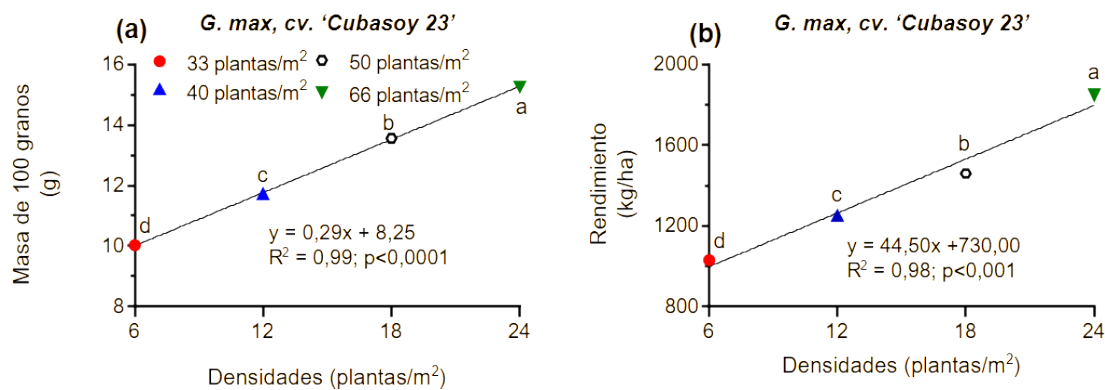


Figura 3. Masa de 100 granos (a) y rendimiento (b) de las plantas de soya, variedad 'Cubasoy 23'.

Letras diferentes difieren significativamente entre las densidades de siembras, de acuerdo con Tukey ($p < 0,05$). R^2 : coeficiente de determinación.

El RD de las plantas de soya fue significativo ($p < 0,001$) y mostró un efecto lineal creciente con el aumento de las densidades de plantas (Figura 3b). Fue observado que el RD en la densidad de 24 plantas/m² fue superior en 80 %, 48 % y 27 %, en comparación a las densidades de 6, 12 y 18 plantas/m², respectivamente. Adicionalmente, la densidad de 18 plantas/m² mostró aumentos significativos en el RD de 42 % y 17 % comparados con las densidades de 6 y 12 plantas/m²; aunque esta última densidad a la misma vez mostró incrementos en el RD de 22 % respecto a la menor densidad estudiada (Figura 3b).

Los resultados obtenidos en este estudio evidenciaron que existe una relación positiva entre las DP y en el crecimiento y productividad de la soya. Observaciones similares fueron informadas recientemente en este cultivo (Ríos-Hilario *et al.* 2023). Estos incrementos en la productividad de la soya con la mayor densidad (24 plantas/m²) probablemente fueron causadas por las variaciones ocurridas en los parámetros evaluados como RP, VR, VP, GP y MG (Figuras 1, 2 y 3). Estos efectos de las densidades de siembra en el incremento de los indicadores productivos de la soya fueron observados anteriormente (Andrade *et al.* 2019; Mederos-Ramírez y Ortiz-Pérez 2021). Estudios similares reportaron que el crecimiento vegetativo de la soya fue mayor en las DP más altas y estimularon un desarrollo más rápido del área foliar y el cierre temprano del dosel, y mejoraron la producción total de biomasa (Ríos-Hilario *et al.* 2023; Cheřan *et al.* 2021). Los resultados obtenidos en este estudio son

consistentes con hallazgos anteriores reportados en la soya con el aumento de las DP (Haramoto 2019; Randelović *et al.* 2020).

Sin embargo, la productividad (1850 kg/ha) alcanzada por la mayor densidad (24 plantas/m²) comparada con la media mundial es relativamente baja (~2782 kg ha⁻¹) (FAO 2021) o comparados con los países más productores como Estados Unidos, Brasil, China, entre otros (Randelović *et al.* 2020). En contraste, resultados superiores a los obtenidos en este estudio con mayores densidades fueron reportados anteriormente en plantas de soya (Pérez Valdivia, León Orellana y Coca Rodríguez 2021).

Finalmente, nuestra hipótesis fue verificada indicando que el incremento de las DP de soya favorece la productividad del cultivo. Estos resultados revelan que nuevas investigaciones son necesarias para especialmente con el uso de fertilizantes, dosis y momentos de aplicación, así como, mayores densidades de siembras para continuar desarrollando este cultivo, en estas condiciones.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indicaron que la utilización de altas densidades de plantas influye positivamente en los parámetros morfoproductivos y el rendimiento de la soya. El mayor rendimiento fue logrado por la densidad de 24 plantas/m² porque superó a las otras tres densidades estudiadas. Los resultados de este estudio sugirieron que las altas densidades de plantas son un factor económico e importante para aumentar la producción sostenible de la soya, sobre un manejo agroecológico de plagas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, José ... [et al.] (2019). Assessing the influence of row spacing on soybean yield using experimental and producer survey data. *Field Crops Research*. Estados Unidos. Vol. 230, pp. 98-106.
- CALERO HURTADO, Alexander ... [et al.] (2018). Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias*. Colombia. Vol. 7, No. 1, pp. 88-100.
- CALERO HURTADO, Alexander ... [et al.] (2020). Management of different planting densities and application of efficient microorganisms increase rice productivity. *IDESIA*. Chile. Vol. 38, No. 2, pp. 109-117.

- CALERO HURTADO, Alexander, OLIVERA, Dilier y GARCIA, Víctor (2015). Influencia de cuatro distancias de trasplante sobre el rendimiento agrícola del cultivar de arroz Amistad-82. *InfoCiencia*. Cuba. Vol. 19, No. 2, pp. 13-23.
- CARCIOCHI, Walter ... [et al.] (2019). Soybean seed yield response to plant density by yield environment in North America. *Agronomy Journal*. Estados Unidos. Vol. 111, No. 4, pp. 1923-1932.
- CATTELAN, Alexandre José y DALL'AGNOL, Amélio (2018). The rapid soybean growth in Brazil. *Oilseeds & fats Crops and Lipids*. Francia. Vol. 15, No. 1, pp. 1-12.
- CHENG, Bin ... [et al.] (2020). Effects of multiple planting densities on lignin metabolism and lodging resistance of the strip intercropped soybean stem. *Agronomy*. España. Vol. 10, No. 8, pp. 1177.
- CHENG-ZHI, Cai ... [et al.] (2021). Global warming and world soybean yields. *Journal of Agrometeorology*. India. Vol. 23, No. 4, pp. 367–374.
- CHEȚAN, Felicia ... [et al.] (2021). The Effects of management (tillage, fertilization, plant density) on soybean yield and quality in a three-year experiment under Transylvanian plain climate conditions. *Land*. Suiza. Vol. 10, No. 2, pp. 200.
- DOMÍNGUEZ BARÓ, Geider, MARTÍNEZ ROBELL, Yoana y VILLALOBOS OLIVERA, Ariel. (2021). Evaluación agro-productiva del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en dos sistemas de producción. *Universidad & ciencia*. Cuba. Vol. 10, No. 3, pp. 24-40.
- FAO, (2021). Faostat. [en línea]. S.I.: Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Visitado: 23 de enero de 2023.
- HARAMOTO, Erin (2019). Species, seeding rate, and planting method influence cover crop services prior to soybean. *Agronomy Journal*. Estados Unidos. Vol. 111, No. 3, pp. 1068-1078.
- HERNÁNDEZ, Alberto ... [et al.] (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. 2da ed. Cuba. Ed. Ediciones Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), 93 p.
- IUSS-WRB (2022). *World Reference Base for soil resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. 4ta ed. Vienna, Austria. Ed. FAO, 234 p.
- LIU, Shulin ... [et al.] (2020). Toward a “Green Revolution” for soybean. *Molecular Plant*. Estados Unidos. Vol. 13, No. 5, pp. 688-697.

- MARRERO PUEBLA, Odalis, HECHAVARRÍA PANEQUE, Yolennis y SANTOS FUENTES, Elizabet (2021). Respuesta morfoagronómica en variedades de Soya en suelo Fluvisol del municipio de Cauto Cristo (Original). *Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local*. Cuba. Vol. 5, No. 2, pp. 348-358.
- MEDEROS-RAMÍREZ, Alejandro y ORTIZ-PÉREZ, Rodobaldo (2021). INCASoy-2, nuevo cultivar de soya (*Glycine max* L.). *Cultivos Tropicales*. Cuba. Vol. 42, No. 4, pp. e08.
- MINISTERIO DE LA AGRICULTURA [MINAG] (2019). Instructivo técnico para la producción de frijol y maíz. 1ra ed. La Habana, Cuba. Ed. Ministerio de la Agricultura. 42 p.
- PÉREZ VALDIVIA, Wilfredo Bárbaro, LEÓN ORELLANA, Nelson Antonio y COCA RODRÍGUEZ, Liuder Isidoro (2021). Comportamiento agroproductivo del cultivo de la soya (*Glycine max* L.) con diferentes marcos de siembra. *InfoCiencia*. Cuba. Vol. 25, No. 2, pp. 36-45.
- R CORE TEAM, (2019). R: A language and environment for statistical computing; 2015. Disponible en: <http://www.r-project.org/>. Visitado: 12 de febrero de 2023.
- RANDELOVIĆ, Predrag ... [et al.] (2020). Prediction of soybean plant density using a machine learning model and vegetation indices extracted from RGB images taken with a UAV. *Agronomy*. España. Vol. 10, No. 8, pp. 1108.
- RÍOS-HILARIO, Josué Jonathan ... [et al.] (2023). Comportamiento productivo del cultivo de soya variedad salcer a diferentes densidades de población y momentos de cosecha. *Revista Fitotecnia Mexicana*. México. Vol. 46, No. 1, pp. 3-3.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de los contenidos y no realice modificación de la misma.