

Comportamiento agroproductivo de tres cultivares de *Glycine max* (L.) Merrill

Agroproductive performance of three cultivars of *Glycine max* (L.) Merrill

Aracelis Romero-Arias <https://orcid.org/0000-0002-0331-6954>, Raquel María Ruz-Reyes <https://orcid.org/0000-0001-9382-1622> y Santa Laura Leyva-Rodríguez <https://orcid.org/0000-0003-2890-6616>

Universidad de Las Tunas. Campus Vladimir Ilich Lenin. Avenida Carlos J. Finlay, Reparto Santos, Las Tunas, Cuba.
Correo electrónico: aracelisra@ult.edu.cu, raquel@ult.edu.cu, laural@ult.edu.cu

Resumen

Objetivo: Evaluar el comportamiento agroproductivo de tres cultivares de *Glycine max* (L.) Merrill en un suelo Pardo mullido sin carbonato.

Materiales y Métodos: La investigación se desarrolló en una finca en el municipio Las Tunas, provincia Las Tunas, en condiciones de campo. Se aplicó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y tres réplicas. Se utilizaron parcelas con un área de 11,2 m². La distancia entre réplicas fue de 1 m. La semilla tenía 98 % de germinación. Se estudiaron los cultivares Incasoy-1, Incasoy-26 e Incasoy-2. Durante el ciclo vegetativo del cultivo, se evaluaron las variables número de vainas por planta, número de granos por planta, peso de 100 granos, rendimiento en t ha⁻¹.

Resultados: El menor número de vainas por planta correspondió al cultivar Incasoy-2 y el mayor lo mostró Incasoy-1, que difirieron estadísticamente de Incasoy-26. El mayor rendimiento se obtuvo en el cultivar Incasoy-1 (1,75 t ha⁻¹) que se diferenció del resto, y el menor valor se registró en Incasoy-2 (0,60 t ha⁻¹). Todos los cultivares alcanzaron ganancias en su producción. El tratamiento que mayor ganancia proporcionó fue Incasoy-1, con resultados de 121 250.00 pesos por hectárea, y costo de \$0,10 por peso producido.

Conclusiones: El mayor rendimiento agrícola fue para el cultivar Incasoy-1 (por encima de 1 t/ha) y el menor rendimiento para Incasoy-2. A su vez, la mayor ganancia neta correspondió al cultivar Incasoy-1, así como el menor costo por peso.

Palabras clave: análisis económico, evaluación, rendimiento

Abstract

Objective: To evaluate the agroproductive performance of three cultivars of *Glycine max* (L.) Merrill on a loose brown soil without carbonate.

Materials and Methods: The research was conducted in a farm in the Las Tunas municipality, Las Tunas province, under field conditions. A randomized block design was applied with three treatments and three replicas. Plots with an area of 11,2 m² were used. The distance between replicas was 1 m. The seed had 98 % germination. The cultivars Incasoy-1, Incasoy-26 and Incasoy-2 were studied. During the vegetative cycle of the crop, the variables number of pods per plant, number of grains per plant, weight of 100 grains, yield in t ha⁻¹, were evaluated.

Results: The lowest number of pods per plant corresponded to cultivar Incasoy-2 and the highest one was shown by Incasoy-1, which differed statistically from Incasoy-26. The highest yield was obtained in cultivar Incasoy-1 (1,75 t ha⁻¹), which differed from the others, and the lowest value was recorded in Incasoy-2 (0,60 t ha⁻¹). All the cultivars reached profits in their production. The treatment that provided the highest profit was Incasoy-1, with results of 121 250.00 pesos per hectare, and cost of \$0,10 per produced peso.

Conclusions: The highest agricultural yield was for cultivar Incasoy-1 (over 1 t/ha) and the lowest yield for Incasoy-2. In turn, the highest net profit corresponded to Incasoy-1, as well as the lowest cost per peso.

Keywords: economic analysis, evaluation, yield

Introducción

De las oleaginosas que se producen a escala mundial, *Glycine max* (L.) Merrill ocupa el primer lugar en cuanto a la producción y el consumo, con más del 50 % en cada uno de esos conceptos, con relación al resto de las semillas oleaginosas. Ello se debe a su gran diversidad de usos, derivado de

su alto contenido de proteína y calidad del aceite. Como promedio, el grano seco contiene 20 % de aceite y 40 % de proteína (ASERCA, 2018).

Esta especie contiene vitaminas, como la tiamina, la riboflavina, el ácido nicotínico, E, K, A, D y C y minerales como el hierro, el fósforo, el magnesio, el

Recibido: 21 de febrero de 2023

Aceptado: 30 de junio de 2023

Como citar este artículo: Romero-Arias, Aracelis; Ruz-Reyes, Raquel María & Leyva-Rodríguez, Santa Laura. Comportamiento agroproductivo de tres cultivares de *Glycine max* (L.) Merrill. *Pastos y Forrajes*. 46:e12, 2023.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

zinc, el cobre y el calcio. Asimismo, contiene entre 1-5 % de lecitina y de aceite de calidad (15-25 %), por lo que constituye una fuente de proteína barata y de gran eficacia para la alimentación humana y animal y se puede utilizar el grano como la planta (Pérez, 2019).

Además, el aceite representa una opción para la producción de biodiesel. La proteína de *G. max* contiene todos los aminoácidos esenciales para los humanos, y es la única proteína de origen vegetal con una calidad valorada por la puntuación de sus aminoácidos (100 %), equiparable a las proteínas de origen animal, aunque es limitante en un aminoácido (metionina). Por ello es importante que se combine con un cereal o con proteína animal para poder formar una proteína de buena calidad (Rivera-de-la-Rosa y Ortiz-Pech, 2020).

En el contexto actual, con el impacto del cambio climático en la agricultura, se anticipa un estado de incertidumbre sobre cómo alimentar a la población del planeta y garantizar la disponibilidad de las especies domesticadas por los diferentes grupos humanos. Para promocionar un crecimiento sostenible de la productividad, se deben aplicar estrategias que garanticen el aumento en los rendimientos de cosecha, la conservación de los recursos genéticos y la adopción de prácticas innovadoras de manejo de los cultivos que generen valor agregado e incrementen los ingresos rurales (D'Angelo *et al.*, 2019).

En Cuba, en los últimos años, se potencia el cultivo de *G. max*, principalmente por la limitación de alimentos para el consumo humano y para la alimentación animal y porque se puede sembrar prácticamente durante todo el año (Pérez, 2019, Roján-Herrera *et al.*, 2020).

La búsqueda de altos rendimientos en el cultivo implica un buen manejo de los diferentes factores que lo pueden afectar, como la producción de semillas, el riego, la fertilización, los cultivares existentes y, sobre todo, contar con cultivares que resistan a la sequía como uno de los factores limitantes para lograr estos objetivos (Travieso-Torres *et al.*, 2018).

En las Tunas, es visible la necesidad de producir *G. max*, lo que se evidencia por su gran demanda

para la alimentación animal, fundamentalmente. En la actualidad, su producción aún es limitada por la falta de cultivares adaptados a las condiciones edafoclimáticas, problema que se solventa por las investigaciones llevadas a cabo mediante programas de mejoramiento genético y la selección de cultivares. Por todo lo anterior, este estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar el comportamiento agro-productivo de tres cultivares de *G. max* en un suelo pardo mullido sin carbonato.

Materiales y Métodos

Localización. La investigación se realizó en condiciones de campo, entre el 29 de mayo y el 10 de septiembre de 2022, en una finca del municipio Las Tunas, provincia Las Tunas, con un área total de 1 ha. Se localiza en las coordenadas 20° 92' 64" LN y 76° 55' 41" LW.

Características del suelo en el área experimental. Se tomaron muestras de los horizontes genéticos para la determinación de las variables físicas y químicas del suelo (tabla 1). Las muestras se recogieron a una profundidad de 20 cm a través de la técnica experimental de muestreo de forma cuadrícula (Almendros-Martín *et al.*, 2010) y se procedió al secado y tamizado con una malla de 2 mm. Se determinó el pH (H₂O) mediante el método potenciométrico y el contenido de materia orgánica por el método de Walkley y Black (1934). El fósforo disponible se calculó por el método de Olsen *et al.* (1954), espectrofotometría molecular (EDULST01-13) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes de cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺) y de la capacidad de cambio de bases (CCB), por el método de Mehlich (1984), modificado (Norma Cubana NC-65:2000). El suelo se clasifica como Pardo mullido sin carbonato (Hernández-Jiménez *et al.*, 2015).

Comportamiento de las variables climáticas. Durante el período de desarrollo del experimento se tuvo en cuenta el comportamiento de las principales variables climáticas que pueden afectar la producción del cultivo. Los datos se tomaron de la estación de meteorología del municipio Las Tunas. Se midió la temperatura, humedad relativa y precipitaciones durante el período de desarrollo del experimento (mayo -septiembre). Los datos se muestran en la tabla 2.

Tabla 1. Algunos componentes de la fertilidad del suelo (0-20 cm).

MO	pH	CE	Cmol (+) kg ⁻¹				ppm
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
%	H ₂ O	dS m ⁻¹					P ₂ O ₅
3,22	6,43	0,40	26,2	8,38	1,11	1,35	6,26

Tabla 2. Comportamiento medio de la temperatura y la humedad relativa.

Variable	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Temperatura máxima media, °C	31,6	32,4	33	33,5	33,5
Temperatura mínima media, °C	22,1	22,9	23,5	23,1	23,4
Temperatura media, °C	25,8	26,5	27,2	27,2	27,5
Humedad relativa, %	79,0	79,0	77,0	78,0	76,0
Precipitaciones, mm	229,4	357,1	36,6	154,5	103,9

Tratamientos y diseño experimental. Para el montaje del experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos fueron T1-Incasoy-1, T2-Incasoy-26 y T3-Incasoy-2. Se utilizaron parcelas con una superficie de 11,2 m² (2,8 x 4,0 m) con cuatro surcos. Se tomaron los dos centrales (5,6 m²) como área de cálculo. La distancia entre réplicas fue de 1 m y los cultivares provenían del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) con 98 % de germinación. Para el análisis se tomaron 10 plantas por parcela, para un total de 30 plantas por tratamiento.

Procedimiento experimental. La fitotecnia aplicada se realizó según lo establecido por el instructivo técnico del cultivo (Hernández-Martínez *et al.*, 2013).

La siembra se realizó en mayo de 2022 de forma manual, a 4 cm de profundidad. Se colocaron dos semillas por nido, con una distancia entre surcos de 0,70 y 0,10 m entre plantas.

Durante el ciclo del cultivo se aplicaron siete riegos mediante la tecnología de aspersión en los periodos críticos de demanda hídrica, enmarcados en las etapas de prefloración, floración-formación de la vaina y llenado del grano, con un intervalo de riego de 7 a 8 días, en dependencia del período de lluvia.

Mediciones. Después de la cosecha, se evaluó el número de vainas por planta y el número de granos por vaina. Se pesaron 100 granos (g) con una balanza analítica (SARTORIUS, modelo BS 2202S). Además, se estimó el rendimiento obtenido en cada parcela. Los datos se expresaron en toneladas por hectárea.

Para el análisis económico, se consideraron los valores obtenidos en el rendimiento en t ha⁻¹ de la semilla seca (14 % de humedad) de las variantes experimentales y el costo necesario para establecer una hectárea de *G. max* en las condiciones adoptadas por los productores. Se tomó como base el valor de la tonelada de *G. max* en el mercado (\$77 000.00 CUP),

según la Unidad Empresarial de Base (UEB) Semilla. Se evaluaron los indicadores económicos valor de la producción (VP), costo de la producción (CP), ganancia (G) y costo por peso de producción (C/P):

- VP (\$ ha⁻¹): rendimiento del cultivo multiplicado por el precio de venta de una tonelada de grano seco a 14 % de humedad.
- CP (\$ ha⁻¹): sumatoria de los gastos incurridos en la preparación de suelo.
- G (\$ ha⁻¹): diferencia entre el valor de la producción y los costos de producción.
- C/P (\$): cociente obtenido de dividir el costo de producción y el valor de la producción.

Análisis estadístico. Los datos de las diferentes mediciones se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación doble y comparación de medias por la prueba de Tukey para 5 % de probabilidad de error. La información se procesó con el programa estadístico InfoStat® versión 2017 (Di-Rienzo *et al.*, 2017). Para el análisis de estadística paramétrica, se realizó la prueba de homogeneidad de varianza a través del test de Bartlett y se comprobó si los datos se ajustaban a una distribución normal mediante el test de *Shapiro-Wilks*.

Resultados y Discusión

La tabla 3 muestra los indicadores del rendimiento. El menor número de vainas por plantas correspondió al tratamiento Incasoy-2 y el mayor lo mostró Incasoy-1, que difirió estadísticamente de Incasoy-26. En este componente influyen varios factores de orden reproductivo, que pueden variar según las condiciones ambientales. Existen investigaciones que muestran que las temperaturas altas incrementan la producción de yemas y flores, pero también la abscisión de los botones florales, las flores y las vainas (González-Osorio *et al.*, 2020). Si se cultiva *G. max* en condiciones ambientales adversas, se puede afectar el desarrollo de las vainas y, por consiguiente, provocar malformaciones. También se puede afectar el desarrollo del grano, lo

Tabla 3. Variables morfoagronómicas de tres cultivares de *G. max*.

Tratamiento	Número de vainas por planta	Granos por vaina	Peso de 100 granos, g	Rendimiento, t ha ⁻¹
Incasoy-1	50,8 ^a	3,0 ^a	14,7 ^a	1,8 ^b
Incasoy-26	43,0 ^b	2,3	11,6 ^b	1,1 ^b
Incasoy-2	37,3 ^c	2,2 ^b	8,6 ^c	0,6 ^c
CV %	3,9	1,0	1,4	9,2
Valor -P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
EE ±	0,04	0,01	0,01	0,05

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

que trae como consecuencia lo que se conoce en la literatura como vainas vanas.

Según Jiménez-Zúñiga (2020), las variaciones en los rendimientos se pueden explicar a partir de los efectos del genotipo, el ambiente, el manejo y la interacción entre estos factores. Generalmente, el efecto ambiental explica la mayor parte de las variaciones del rendimiento. Las propiedades físicas y químicas del suelo en interacción con las variables climáticas, disponibilidad de radiación y agua, así como también de los diferentes regímenes térmicos, determinan diferentes ambientes para el cultivo de *G. max*.

En la época en que se desarrolló el experimento, las precipitaciones mensuales mostraron un comportamiento aceptable en las etapas críticas del cultivo. Las temperaturas medias variaron entre 25 y 27 °C. Este comportamiento condicionó la estabilidad de las variables durante el experimento. En los meses de desarrollo de la investigación, las precipitaciones tuvieron una tendencia a disminuir, lo que pudo provocar disminución en los rendimientos de los cultivares evaluados.

En una investigación realizada por Roján-Herrera *et al.* (2020) se destaca que el número de vainas es el primer componente a definirse en la etapa de prefloración e inicio de la floración (R1-R5), lo que queda sujeto a las fluctuaciones en el ambiente. De ahí la importancia de hacer coincidir la etapa en la que se deciden estos componentes con las mejores condiciones ambientales, aunque sea difícil de manejar en la práctica. Además, *G. max* tiene capacidad para fijar estructuras reproductivas por un largo período. Se demuestra en este estudio que una eventual disminución en el número de vainas puede ser parcialmente compensada por el aumento en la masa de los granos. Esto es importante, siempre y cuando se señale que cada componente se afecta con distinta intensidad por el ambiente en cada etapa de desarrollo.

No se encontraron diferencias significativas en el número de granos por vaina entre los cultivares Incasoy-26 y 3 Incasoy-2, pero difirieron de Incasoy-1, que mostró los resultados más altos. Estos resultados coinciden con los informados por Hernández-Tecol *et al.* (2022) en México, quienes no encontraron diferencias estadísticas en cuanto al número de granos por vaina. Según informa Albuquerque *et al.* (2022), esta especie tiene en sus vainas de 2 a 4 semillas.

La producción de granos de *G. max* está ligada a la capacidad del cultivo de capturar los recursos que estén disponibles (agua, nutrientes, radiación, CO₂). La temperatura regula la intensidad de captura de dichos recursos. El momento durante el ciclo del cultivo en que esos recursos estén disponibles determinará las variaciones en el rendimiento de dicha oleaginosa, dado que afectará de diferente manera la definición de los dos principales componentes del rendimiento del cultivo: el número de semillas y el peso de las mismas (Lescay-Batista *et al.*, 2018).

El tratamiento que mostró el mayor peso fue Incasoy-1, que difirió estadísticamente del resto. Incasoy-2 obtuvo el menor peso. Estos resultados se corroboran con los informados por Romero-Arias *et al.* (2019). Estos autores refirieron un peso elevado de 100 granos (entre 11,5 y 18,2 g), al evaluar siete cultivares de *G. max* en el municipio Majibacoa. Este resultado indica que hay una correspondencia entre los tratamientos, en cuanto al peso del grano y los rendimientos.

El mayor rendimiento lo mostró el cultivar Incasoy-1, que difirió del resto. Asimismo, el menor valor correspondió a Incasoy-2. El rendimiento por planta se determinó, en primer lugar, por el número de vainas por planta y por el peso de las semillas. En la selección para alto rendimiento puede servir el número de vainas como el componente de selección directa. Sin embargo, con el número de flores formadas, el rendimiento no se correlaciona

con seguridad porque el cultivo pierde una gran parte de sus flores. El peso de las semillas está en relación estrecha con el número de semillas por vaina (Romero-Arias *et al.*, 2021).

Estos resultados no coinciden con lo planteado por Hernández-Tecol *et al.* (2022), quienes informaron rendimientos de 2,2 hasta 3 t ha⁻¹. Se considera que los rendimientos de estos cultivares fueron sostenibles, ya que la media nacional es de 0,87 t ha⁻¹. Si se empleara riego sería de 1,02 t ha⁻¹; dos de los cultivares evaluados estarían por encima de la media nacional.

Existen diversas investigaciones a nivel internacional que evalúan la incidencia del clima en relación con la fecha de siembra. Este aspecto es importante, debido a que la mayoría de las variables meteorológicas, como la temperatura y la radiación solar, afectan el crecimiento y el desarrollo de los cultivos de manera positiva o negativa. De igual forma, modifican su entorno y alteran la producción de materia seca como el rendimiento. Otros estudios realizados para explicar la variabilidad del rendimiento en el cultivo de *G. max* basan su principio en que las variaciones pueden ser consecuencia de la disponibilidad de radiación diferente (Roján-Herrera *et al.*, 2020).

Esto puede ser la causa de que el cultivar Incasoy-2 muestre los menores valores del rendimiento. En Cuba, los rendimientos agrícolas varían significativamente entre épocas y fechas de siembra. En este sentido, trabajos realizados en otros cultivos demuestran que el rendimiento se relaciona de manera positiva y lineal con la fecha de siembra, en dependencia del cultivar y el ambiente (Maqueira-López *et al.*, 2016).

Todos los tratamientos alcanzaron ganancias en su producción (tabla 4). El tratamiento que mayor ganancia proporcionó fue el Incasoy-1, con resultados de 121 250,00 pesos por hectárea y un costo de \$ 0,10 por peso producido. La siembra del cultivo de *G. max* constituye una alternativa viable para la producción del cultivo, en aras de incrementar el rendimiento agrícola y la sustentabilidad de los

agroecosistemas, así como sus potencialidades para la alimentación humana y animal.

Los gastos estuvieron relacionados con la preparación del suelo, la siembra, el riego, las labores agrotécnicas y la cosecha. La ganancia de realización se valoró a partir del precio de venta de la tonelada del grano de *G. max* (\$ 77 000,00 CUP), según UEB Semilla de Las Tunas.

Las nuevas tecnologías deben estar enfocadas en mantener y preservar la sostenibilidad del sistema de producción mediante la explotación racional de los recursos naturales y la aplicación de medidas pertinentes para preservar el ambiente. La producción de *G. max* contribuye a que la región mejore su inserción en el proceso de transformación de la economía cubana y, por tanto, genere alternativas para una posible sustitución de importaciones de la oleaginosa, no solo a escala territorial, sino nacional (Mesa-León, 2023).

Conclusiones

El mayor rendimiento agrícola correspondió al cultivar Incasoy-1 (por encima de una tonelada por hectárea) y el menor rendimiento lo mostró el cultivar Incasoy-2. A su vez, la mayor ganancia neta correspondió al cultivar Incasoy-1, así como el menor costo por peso.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto Sistema de Innovación Agropecuaria en el Desarrollo Local (SIAL) Fortalecimiento de los sistemas locales de innovación e incremento de la seguridad de semillas a nivel local, financiado por la Agencia Suiza de Cooperación para el Desarrollo (COSUDE).

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

- Aracelis Romero-Arias. Concepción y diseño de la investigación, adquisición e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.

Tabla 4. Valoración económica de los cultivares de *G. max* estudiados.

Indicador	Incasoy-1	Incasoy-26	Incasoy-2
Rendimiento, t ha ⁻¹	1,75	1,06	0,60
Valor de la producción, \$ ha ⁻¹	134 750,00	81 620,00	46 200,00
Costo de la producción, \$ ha ⁻¹	13 500,00	13 500,00	13 500,00
Ganancia, \$	121 250,00	68 120,00	32 700,00
Costo por peso, \$ ha ⁻¹	0,10	0,17	0,29

- Raquel María Ruz-Reyes. Concepción y diseño de la investigación, adquisición e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.
- Santa Laura Leyva-Rodríguez. Concepción y diseño de la investigación, adquisición e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Albuquerque, J. R. T. de; Lins, H. A.; Santos, M. G. dos; Freitas, M. A. M. de; Oliveira, F. S. de; Souza, A. R. E. de *et al.* Influence of genotype-environment interaction on soybean (*Glycine max* L.) genetic divergence under semiarid conditions. *Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. UNCuyo*. 54 (1):1-12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.48162/rev.39.060>.
- Almendros-Martín, G.; González-Vila, F. J.; González-Pérez, J. A.; Knicker, Heike & Arranz, J. M. de la Rosa. *Actualización en métodos y técnicas para el estudio de los suelos afectados por incendios forestales*. Valencia, España: Cátedra de Divulgación de la Ciencia. <https://digital.csic.es/handle/10261/38289>, 2010.
- ASERCA. *La soya oleaginosa de importancia mundial. Tofu, leche, salsas o alimento para ganado*. México: Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios. <https://www.gob.mx/aserca/articulos/la-soya-oleaginosa-de-importancia-mundial?idiom=es>, 2018.
- D'Angelo, Stefania; Scafuro, Marika & Meccariello, Rosaria. BPA and nutraceuticals, simultaneous effects on endocrine functions. *Endocr. Metab. Immune Disord. Drug Targets*. 19 (5):594-604, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2174/187153031966190101120119>.
- Di-Rienzo, J. A.; Balzarini, Mónica; Gonzalez, Laura; Casanoves, F.; Tablada, Margot & Robledo, C. W. *InfoStat versión 2017*. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <https://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=15>, 2017.
- González-Osorio, Betty; Barragan-Monrroy, R.; Simba-Ochoa, L. & Rivero-Herrada, Marisol. Influencia de las variables climáticas en el rendimiento de cultivos transitorios en la provincia Los Ríos, Ecuador. *Ctro. Agr.* 47 (4):54-64, http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V47-Numero_4/cag07420.pdf, 2020.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.
- Hernández-Martínez, M.; Borodanenko, A.; Montes-Hernández, S.; Pecina-Quintero, V.; Montoya-Coronado, L.; Acosta-Navarrete, María S. *et al. Manual técnico de producción de cultivos bioenergéticos*. Folleto Técnico Núm. 2. México: INIFAP-CIRCE Campo Experimental Bajío. https://www.researchgate.net/profile/Maria-Acosta-Navarrete/publication/283459638_Manual_Tecnico_de_biocombustibles/links/5638c38608ae78d01d3a0065/Manual-Tecnico-de-biocombustibles.pdf, 2013.
- Hernández-Tecol, Karla; Guerrero-Rodríguez, J. de D.; Aceves-Ruíz, E.; Olvera-Hernández, J. I.; Martínez-Trejo, Guillermina & Díaz-Ruíz, R. Potencial de producción de grano del cultivo de soya en el Valle de Puebla. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 13 (5):853-862, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3229>.
- Jiménez-Zúñiga, Ninfa M. *Importancia de los factores climáticos en el desarrollo agronómico de los principales cultivos de ciclo corto en la provincia de Los Ríos*. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8467>, 2020.
- Lescay-Batista, E.; Vázquez-Ramírez, Yadira & Ceileiro-Rodríguez, F. Características fenológicas y productivas de cinco cultivares de soya en época lluviosa. *Ctro. Agr.* 45 (2), <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n2/cag05218.pdf>, 2018.
- Maqueira-López, L. A.; Torres-de-la-Noval, W.; Rojón-Herrera, O.; Pérez-Mesa, S. A. & Toledo, D. . Respuesta del crecimiento y rendimiento de cuatro cultivares de soya *Glycine max* Merrill durante la época de frío en la localidad de Los Palacios *Cultivos Tropicales*. 37 (4):98-104, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362016000400009, 2016.
- Mehlich, A. Mehlich 3 soil test extractant. A modification of the Mehlich 2 Extractant. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 15:1409-1416, 1984. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00103628409367568>.
- Mesa-León, Carmen. ¿Puede contribuir la cadena de valor de soya al desarrollo local? El caso de Ciego de Ávila. *Economía y Desarrollo*. 150 (2):183-194, <https://revistas.uh.cu/econdesarrollo/article/view/3460>, 2023.
- Olsen, S. R.; Cole, C. V.; Watanabe, F. S. & Dean, L. A. *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. Washington: USDA. <https://ia803207.us.archive.org/21/items/estimationofavai939olse/estimationofavai939olse.pdf>, 1954.
- Pérez, E. Y. Inoculación de la soya con cepas de *Bradyrhizobium* en el municipio Puerto Padre. Las Tunas, Cuba: Universidad de Las Tunas, 2019.
- Rivera-de-la-Rosa, Alba R. & Ortiz-Pech, R. Agrobiotecnología y soya transgénica impactos y desafíos. *Rev. int. tecnol. cienc. soc.* 8 (2):79-85, 2020. DOI: <https://doi.org/10.37467/gka-revtechno.v8.2127>.

- Roján-Herrera, O.; Maqueira-López, L. A.; Solaño-Flores, Joselín; Núñez-Vázquez, Miriam & Robaina-Gil, H. C. Variabilidad del rendimiento en cultivares de soya (*Glycine max* L. Merrill). Parte II. Época de primavera. *Cultivos Tropicales*. 41 (3), <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1558/html>, 2020.
- Roján-Herrera, O.; Maqueira-López, L. A.; Santana-Ges, Iracely de los M.; Miranda-Sierra, C. A. & Núñez-Vázquez, Miriam. Productividad de cultivares de soya en dos épocas de siembra. *Cultivos Tropicales*. 43 (1), <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1641>, 2022.
- Romero-Arias, Aracelis; Ruz-Reyes, Raquel M.; Nápoles-García, María C.; Gómez-Padilla, E. J. & Rodríguez-Rodríguez, S. Efecto de la aplicación de tres cepas de *Bradyrhizobium* en el desarrollo morfoagronómico de *Glycine max* L. *Pastos y Forrajes*. 42 (4):290-295, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000400290, 2019.
- Romero-Arias, Aracelis; Ruz-Reyes, Raquel M.; Nápoles-García, María C.; Leyva-Rodríguez, Santa L. & Baez-González, J. E. Efecto de la aplicación de cepas de micorrizas en el desarrollo morfoagronómico de *Glycine max* L. *Pastos y Forrajes*. 44:e03, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942021000100003, 2021.
- Travieso-Torres, Martha G.; Lambert-García, Tania; Pupo-Blanco, Yoannia G.; Tamayo-López, L. A.; Gómez-Machado, R.; Galindo-Jaguaco, W. R. *et al.* Respuesta productiva de *Glycine max* a diferentes dosis de abonos orgánicos en suelo Pardo Sialítico. *Ctro. Agr.* 45 (3):37-43, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000300037&lng=es&tlng=es, 2018.
- Walkley, A. & Black, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37 (1):29-38, 1934. DOI: <https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>.