

Efecto de la aplicación de cepas de micorrizas en el desarrollo morfoagronómico de *Glycine max* L.**Effect of the application of mycorrhizal strains on the morphoagronomic development of *Glycine max* L.**

Aracelis Romero-Arias <https://orcid.org/0000-0002-0331-6954>, Raquel María Ruz-Reyes <https://orcid.org/0000-0001-9382-1622>, María Caridad Nápoles-García <https://orcid.org/0000-0003-1413-1717>, Santa Laura Leyva-Rodríguez <https://orcid.org/0000>, Jorge Ernesto Baez-González <https://orcid.org/0000-0002-2642-4210>

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

Resumen

Objetivo: Evaluar la efectividad de la aplicación de tres cepas de hongos micorrízicos arbusculares en el rendimiento de *Glycine max* L., cultivar Incasoy 27, en un suelo fersialítico pardo rojizo, típico de la provincia Las Tunas.

Materiales y Métodos: Se desarrolló la investigación en condiciones de campo, de septiembre a diciembre de 2018. Para el montaje del experimento se aplicó un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos y cuatro réplicas. La distancia entre réplicas fue de 1 m. La semilla utilizada provenía del INCA, con 98 % de germinación. Se establecieron cinco tratamientos: un control absoluto, fertilización con NPK e inoculación con cepas de micorrizas INCAM4, INCAM11 e INCAM2. Durante el ciclo 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: Se observó que el menor número de vainas por planta correspondió al tratamiento control, que difirió del resto ($p < 0,05$). Los mayores valores se registraron en los tratamientos inoculados, que no difirieron entre sí (51,4; 60,0 y 62,2 para INCAM 4, INCAM 11 y INCAM 2, respectivamente). En cuanto al rendimiento, los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento fertilizado con NPK y la inoculación con micorrizas, con valores de 2,0; 2,5; 2,7 y 2,6 para NPK, INCAM 4, INCAM 11 y INCAM 2, respectivamente. Todos los tratamientos fueron económicamente rentables. Se destacaron los inoculados.

Conclusiones: La aplicación de cepas de hongos micorrizógenos arbusculares influyó positivamente en los indicadores morfoagronómicos evaluados en *G. max*, lo que permite disminuir el uso de los fertilizantes minerales en este cultivo.

Palabras clave: *G.max*, inoculación, rendimiento

Abstract

Objective: To evaluate the effectiveness of the application of three strains of arbuscular mycorrhizal fungi on the yield of *Glycine max* L., cultivar Incasoy 27, on a reddish brown fersialitic soil, typical of Las Tunas province.

Materials and Methods: The research was conducted under field conditions, from September to December, 2018. For setting up the experiment a randomized block design was used, with five treatments and four replicas. The distance between replicas was 1 m. The seed used was from INCA, with 98 % germination. Five treatments were established: an absolute control, fertilization with NPK and inoculation with mycorrhizal strains INCAM4, INCAM11 and INCAM2. During the crop cycle the variables number of pods per plant, number of grains per plant, weight of 100 grains, yield in t ha⁻¹, were evaluated.

Results: It was observed that the lower number of pods per plant corresponded to the control treatment, which differed from the others ($p < 0,05$). The highest values were recorded in the inoculated treatments, which did not differ among them (51,4; 60,0 and 62,2 for INCAM 4, INCAM 11 and INCAM 2, respectively). Regarding yield, the best results were obtained in the treatment fertilized with NPK and the inoculation with mycorrhizae, with values of 2,0; 2,5; 2,7 and 2,6 for NPK, INCAM 4, INCAM 11 and INCAM 2, respectively. All the treatments were economically profitable. The inoculated ones stood out.

Conclusions: The application of arbuscular mycorrhizal fungi strains influenced positively the morphoagronomic indicators evaluated in *G. max*, which allows to decrease the use of mineral fertilizers in this crop.

Keywords: *G. max*, inoculation, yield

Introducción

Los biofertilizantes constituyen una alternativa económica y ecológica sustentable en el manejo integrado de los cultivos. Permiten reducir los

insumos externos, mejorar la cantidad y la calidad de los recursos internos, así como garantizar mayor eficiencia de los fertilizantes minerales (García-León *et al.*, 2016). Estos últimos han pasado a ser,

Recibido: 13 de enero de 2021

Aceptado: 02 de marzo de 2021

Como citar este artículo: 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:eE03, 2021.

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.

junto a los bioplaguicidas, insumos agrícolas clave en la producción agrícola sustentable (González-Ramírez y Pupo-Feria, 2017). Entre ellos, los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) se utilizan ampliamente a nivel mundial. En Cuba se aplican en la fertilización de cultivos de importancia económica (Mujica-Pérez y Molina-Delgado, 2017).

La producción mundial de *Glycine max* L. se ha incrementado considerablemente, debido a la demanda de la industria alimentaria. De acuerdo con los datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Karr-Lilienthal *et al.*, 2004), en el ciclo productivo 2017-2018, este país fue líder de la producción global, con más de 123 millones de toneladas, seguido de Brasil, con 118. El continente americano se destaca en este ranking, con cinco países entre los diez productores principales.

El uso equilibrado de abonos orgánicos y fertilizantes inorgánicos es un factor relevante en la economía agrícola y en la calidad de la producción de las fincas. Los diferentes regímenes de fertilizantes influyen en la biomasa, y los fitotipos de micorrizas en los suelos de importancia agrícola (Qin *et al.*, 2015).

En el municipio Amancio, los rendimientos agrícolas de *G. max* son bajos y varían, aproximadamente, de 0,9 a 1,5 t ha⁻¹. En los últimos tiempos, para contrarrestar el efecto negativo de la fertilización química se incrementa el uso de los biofertilizantes, que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés ante las condiciones adversas del medio. Ello favorece su crecimiento, desarrollo y rendimiento, y se contribuye así a la disminución del uso de sustancias químicas.

Esta investigación proveerá de resultados que confirman los beneficios del uso de recursos orgánicos, como estrategia para aportar nutrientes, mantener o mejorar la materia orgánica del suelo y favorecer la economía del cultivo, al permitir la expresión de recursos microbiológicos que coevolucionaron con las plantas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de tres cepas de HMA en el desarrollo morfoagronómico de *G.max*, cultivar Incasoy 27, en el municipio Amancio Rodríguez, provincia Las Tunas.

Materiales y Métodos

Localización. La investigación se desarrolló en condiciones de campo, en un suelo Fersialítico Pardo

rojizo típico (Hernández-Jiménez *et al.*, 2015), en la Cooperativa de Crédito y Servicio Mártires de Pino III, del municipio Amancio Rodríguez, en la provincia Las Tunas, entre septiembre y diciembre de 2018. Esta cooperativa se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 24°47'55,1" de latitud norte y los 77°35'23,5" de longitud oeste.

Características del suelo en el área experimental. Se tomaron muestras a 20 cm de profundidad mediante la técnica experimental de muestreo en forma cuadrículada (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, la materia orgánica por Walkley y Black (1934) y el fósforo disponible según Olsen *et al.* (1954) con espectrofotometría molecular (EDULST01-13). La capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes de cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺) y capacidad de cambio de bases (CCB) se hallaron según Mehlich (1984), modificado por NC-65:2000 (ONN, 2000) (tabla 1).

Diseño experimental y tratamientos. Para el montaje del experimento se aplicó un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos y cuatro réplicas. Se utilizaron parcelas con una superficie de 11,2 m² (2,8 x 4,0 m), con cuatro surcos. De estos, se tomaron los dos centrales (5,6 m²) como área de muestreo. La distancia entre réplicas fue de 1 m y se usó el cultivar INCASoy-27, proveniente del INCA, con germinación de 98 %. Los tratamientos consistieron en un control absoluto, NPK y tres cepas de micorrizas: INCAM 4, INCAM 11 y INCAM 2.

Procedimiento experimental. La fitotecnia aplicada se llevó a cabo según lo establecido por el instructivo técnico del cultivo (Hernández y Bello, 2010).

La siembra se realizó el 6 de septiembre del 2018, de forma manual, a 4 cm de profundidad. Se colocaron dos semillas por nido, con distancia entre surcos de 0,70 m y 0,10 m entre plantas.

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

Se aplicó NPK, a razón de 10- 8- 8, en el fondo del surco antes de la siembra. Las cepas de hongos

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

Profundidad cm	MO %	pH KCL	CE dSm ⁻¹	Cmol(+)kg ⁻¹				ppm P ₂ O ₅
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
0-20	2,25	6,43	0,40	26,77	3,50	3,50	0,39	6,26

micorrizógenos arbusculares (*Glomus manioti* sp) se aplicaron en forma de mezcla. Se recubrió la semilla dos horas antes de la siembra, con proporción 2:1 de inóculo/agua. Se sometió a un secado natural, a la sombra.

Mediciones. Posterior a la cosecha, se evaluó el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso de 100 granos (g). Se utilizó una balanza analítica (SARTORIUS, modelo BS 2202S) y el rendimiento se expresó en $t\ ha^{-1}$. Se consideró el rendimiento obtenido en cada parcela, y posteriormente se calcularon los rendimientos en toneladas por hectárea.

Análisis estadístico. Los datos de las diferentes mediciones se procesaron mediante un 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 determinar el análisis estadístico paramétrico se realizó la prueba de homogeneidad de varianza mediante Test de Barttle. Se comprobó si los datos se ajustaban a una distribución normal mediante el Test de Shapiro-Wilks.

Análisis económico. Para el análisis económico se tuvieron en cuenta los valores obtenidos en el rendimiento en $t\ ha^{-1}$ de la semilla seca (14 % de humedad). Se consideró como precio de un bolso de inoculante \$ 25,00. En tanto, el coste de la tonelada de urea en el mercado es de \$ 300,00¹. Se tomó como base el valor de la tonelada de soya en el mercado nacional, correspondiente a \$ 10 600 (Tamayo-León, 2020). Se determinó el costo de la producción, (CP), el valor de la producción (VP), la ganancia (G), el beneficio económico (BE) y el costo relativo del tratamiento (CRT), de acuerdo con lo planteado por Recompenza y Angarica (2010).

1. VP (\$ ha^{-1}): rendimiento del cultivo multiplicado por el precio de venta de una tonelada de grano seco, a 14 % de humedad
2. CP (\$ ha^{-1}): sumatoria de los gastos incurridos por la aplicación del fertilizante o los inóculos microbianos según correspondió, más el costo del resto de las labores
3. G (\$ ha^{-1}): diferencia entre el valor de la producción y los costos de producción
4. C/P (\$): cociente obtenido de dividir el costo de producción y el valor de la producción

Resultados y Discusión

Con respecto al comportamiento de los componentes del rendimiento (tabla 2), el menor número

de vainas por planta correspondió al tratamiento control, que difirió del resto para $p > 0,05$. Los mejores valores fueron para los tratamientos inoculados, que no mostraron diferencias entre sí (51,4; 60,0 y 62,2 para INCAM 4, INCAM 11 y INCAM 2, respectivamente). El tratamiento con NPK dejó ver valores intermedios.

Vega (2013) obtuvo resultados similares a estos, en lo que respecta al número de vainas por planta en este cultivar (INCAsoy-27) en suelos similares de la provincia Granma. Sin embargo, son inferiores a los obtenidos por Zamora y Abdou (2007), quienes en un estudio realizado en la época de frío en la provincia Granma señalaron valores entre 21,4 y 64 vainas por planta.

La colonización por HMA promueve el aumento de la concentración de hidratos de carbono solubles y de clorofila en las hojas y, por consiguiente, el aumento de la capacidad fotosintética (Keshavarz *et al.*, 2020), lo que pudo favorecer el incremento de la cantidad de vainas por planta.

El efecto positivo de los HMA en las producciones agrícolas es ampliamente reconocido. Medina-García (2016) plantean que las micorrizas mejoran la capacidad de absorción del agua y nutrientes del suelo, ya que sus hifas, al explorar el suelo, llegan a los lugares donde difícilmente pueden llegar las raíces de las plantas por sí solas. Además, los HMA incrementan la conductividad hidráulica de las raíces y favorecen la adaptación del balance osmótico (Ley-Rivas *et al.*, 2015).

En cuanto al número de granos por vaina, el control mostró los resultados más bajos y difirió del resto de los tratamientos. Los mayores valores se encontraron en los tratamientos inoculados con las cepas INCAM 2 y INCAM 1. El resto mostró valores intermedios.

Los resultados de esta investigación fueron superiores a los alcanzados por Lemes *et al.* (2017). En tanto que difieren de los obtenidos por Linares-Ramos (2006) en Guatemala, quien no encontró diferencias estadísticas en cuanto al número de granos por vaina.

Se pudo ver que los tratamientos que mostraron mayor peso del grano fueron los inoculados, sin diferir del fertilizado. Estos resultados se pueden corroborar con los informes de Romero (2012), quien refiere un peso elevado de 100 granos (entre 11,50 y 18,20 g) al evaluar siete cultivares de soya en el municipio Majibacoa. Esto indica que hubo

¹<https://www.indexmundi.com>

Tabla 2. Componentes de las variables relacionadas con el rendimiento.

Tratamiento	Número de vainas por planta	Granos por vaina	Peso de 100 granos, g	Rendimiento, t ha ⁻¹
Control	38,2 ^d	2,0 ^d	12,1 ^b	1,7 ^b
NPK	45,3 ^{bc}	2,3 ^c	14,8 ^{ab}	2,0 ^{ab}
INCAM 4	51,4 ^{ab}	2,7 ^b	15,2 ^a	2,5 ^a
INCAM 11	60,0 ^a	3,0 ^a	15,0 ^a	2,7 ^a
INCAM 2	62,2 ^{ab}	3,0 ^a	15,6 ^a	2,6 ^a
CV%	3,1	7,4	3,4	3,3
EE ±	0,02	0,02	0,07	0,02
Valor - P	0,3406	0,3384	0,3525	0,2854

Medias con una letra diferente en una misma columna difieren significativamente para $p < 0,05$

correspondencia entre los tratamientos inoculados, en cuanto al peso del grano y los rendimientos.

La literatura destaca que la gran variabilidad de los rendimientos se relaciona, en los últimos años, con la función que desempeñan las condiciones del clima y suelo en la definición de estos indicadores para un cultivar determinado. Este aspecto permite explicar cómo unos cultivares responden mejor que otros a las condiciones edafoclimáticas de determinada localidad (Villamar-Burgos, 2017). Los resultados de otras investigaciones indican también la influencia de las altas temperaturas (superior a 30 °C) en la disminución de los rendimientos de algunos cultivares de soja (Zonetti *et al.*, 2012).

Resultados inferiores a los de esta investigación informaron Molinet *et al.* (2015). Estos autores obtuvieron rendimientos por debajo de 1 t ha⁻¹ con el uso combinado de EcoMic[®] y Azotofos[®] y de EcoMic[®] de forma independiente, en un suelo fluvisol, poco diferenciado, en la provincia Granma, con el uso del mismo cultivar.

En cuanto a los componentes del rendimiento, se demostró que para las condiciones en que se desarrolló el experimento, los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento fertilizado con NPK y la inoculación con micorrizas. Esto se relaciona estrechamente con el resto de las variables analizadas. Los contenidos de materia orgánica y fósforo en el suelo fueron bajos. De ahí que haya mayor respuesta a la fertilización mineral.

García *et al.* (2017) coinciden en que el uso de micorrizas optimiza el proceso de absorción de elementos nutritivos. Por tanto, cuando se aplican se estimula el desarrollo vegetal y aumenta el potencial productivo de las plantas.

Se conoce y se ha demostrado la efectividad de la simbiosis entre diferentes microorganismos. Autores como Sotelo *et al.* (2016), al inocular semillas

de soja, variedad G7R-315, con la mezcla de la cepa de *Rhizobium japonicum* ICA 8001 y la cepa de HMA *Glomus clarum*, sin aplicación de fertilizante, observaron un efecto positivo en el desarrollo vegetativo, con incremento considerable del rendimiento del cultivo.

Las simbiosis tripartitas entre leguminosas, rizobios y mycos son muy comunes en los ecosistemas naturales. La simbiosis de fijación de nitrógeno es altamente exigente y, por lo tanto, requiere gran cantidad de fósforo. A menudo, las micorrizas suministran este último (Romagnoli *et al.*, 2017).

Mujica-Pérez y Molina-Delgado (2017) informaron resultados superiores a los que se lograron en esta investigación, cuando estudiaron la aplicación de la cepa de HMA *G. cubense* en un suelo ferralítico rojo lixiviado, en la provincia de Mayabeque. Estos autores obtuvieron los rendimientos más elevados con el uso de la cepa de micorriza combinada con Azofert[®], inoculante líquido basado en bacterias del género *Rhizobium*.

El cálculo económico del cultivo (tabla 3) permite su utilización como una alternativa para sustituir importaciones, ya que los resultados dejan ver ganancias que varían entre 17 380,00 y 27 966,00 pesos por hectárea.

Todos los tratamientos alcanzaron ganancias en su producción. El que mayor ganancia proporcionó fue el inoculado con la cepa INCAM 11, con resultados superiores a los \$ 27 000,00 pesos por hectárea, con un costo de \$ 0,02 por peso producido. Estos resultados son superiores a los hallados por Velásquez (2009), Turrulles (2012) y Romero (2012) para el cultivar INCASoy-27, en otros tipos de suelos de la provincia Las Tunas. La siembra del cultivo de soja con biofertilizantes constituye una alternativa viable para la producción del cultivo, en aras de incrementar el rendimiento agrícola y la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Tabla 3. Valoración económica de la aplicación de los tratamientos.

Indicador	Control	NPK	INCAM 4	INCAM 11	INCAM 2
Rendimiento, t ha ⁻¹	1,7	2,0	2,5	2,7	2,6
Valor de la producción, \$ ha ⁻¹	18020,0	21200,0	26500,0	28620,0	27560,0
Costo de la producción, \$ ha ⁻¹	640,0	760,0	654,0	654,0	654,0
Ganancia, \$	17380,0	20440,0	25846,0	27966,0	26906,0
Costo por peso, \$ ha ⁻¹	<0,03	0,04	0,02	0,02	0,02

Reyes-Tana *et al.* (2016) plantean que la inoculación de biofertilizantes que contienen bacterias rizosféricas provoca incrementos significativos en la productividad de los cultivos agrícolas.

Con respecto a la presente investigación, Turruelles (2012) y Romero (2012) lograron ganancias inferiores (\$ 6 166,97 y \$ 5 571,78 CUP; respectivamente) para el cultivar INCAsoy-27 en otros tipos de suelo de la provincia Las Tunas.

Las nuevas tecnologías se deben enfocar 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 (Grageda-Cabrera *et al.*, 2012). La inoculación y el manejo agronómico de los microorganismos con propiedades biofertilizantes constituyen tecnologías racionales, que surgen como prácticas innovadoras y promisorias para la actividad agrícola (Moreno-Re-séndez *et al.*, 2018).

Conclusiones

La aplicación de cepas de hongos micorrizógenos arbusculares influyó positivamente en los indicadores morfoagronómicos evaluados en *G. max*, lo que permite disminuir el uso de los fertilizantes minerales en este cultivo.

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).

Contribución de los autores

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

- María Caridad Nápoles-García. 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.
- Jorge Ernesto Baez-González. Concepción y diseño de la investigación, adquisición e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Almendros-Martín, G.; González-Vila, F. J.; González-Pérez, J. A.; Knicker, Heike & Rosa-Arranz, J. M. de la. *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/bitstream/10261/38289/1/Actualizaci%C3%B3n%20en%20m%C3%A9todos%20y%20t%C3%A9cnicas%20.pdf>, 2010.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, Mónica G.; González, Laura; Tablada, M. & Robledo, C. W. *InfoStat versión 2017*. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, 2017.
- García, O.; Andrade, I. & Escudero, H. *Manual del cultivo de soja*. Buenos Aires: International Plant Nutrition Institute, 2017.
- García-León, R. A.; Avendaño-Quintero, A. & Suarez-Castrillon, S. A. Diseño de un prototipo de sembradora mecánica de granos, alternativa agrícola. *Revista Ingenio*. 12 (1):33-40. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2122/2061>, 2016.
- González-Ramírez, Gladia & Pupo-Feria, C. Aplicación de micorrizas. Alternativa ecológica para la disminución o sustitución de fertilizantes químicos en el cultivo del maní. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*. 10 (29):14. <https://www.eumed.net/rev/delos/29/cultivo-mani-cuba.html>, 2017.
- Grageda-Cabrera, O. A.; Díaz-Franco, A.; Peña-Cabrera, J. J. & Vera-Nuñez, J. A. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 3 (6):1261-1274, 2012. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i6.1376>.

- Hernández, G. & Bello, R. Generalidades sobre el manejo del cultivo de la soya (*Glycine max* L. Merr.). *Boletín Técnico Porcino*. 14:11-13. <http://www.iip.co.cu/BTP/BTP%2014%20manejo%20agrotecnico%20encultivos%201%20digital%20.pdf>, 2010.
- 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.
- Karr-Lilienthal, Lisa K.; Grieshop, Christine M.; Merchen, N. R.; Mahan, D. C. & Fahey, G. C. Chemical and protein quality comparisons of soybeans and soybean meals from five leading soybean-producing countries. *J. Agric. Food Chem.* 52 (20):6193-6199, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf049795>.
- Keshavarz, Y.; Alizadeh, O.; Sharfzade, S.; Zare, M. & Bazrafshan, F. The effect of mycorrhizal and salicylic acid on rich and poor soils of phosphorus in Fars province: statistical analysis. *Eurasia J. Biosci.* 14:1739-1744. <http://www.ejobios.org/download/the-effect-of-mycorrhizal-and-salicylic-acid-on-rich-and-poor-soils-of-phosphorus-in-fars-province-7693.pdf>, 2020.
- Lemes, Elisa S.; Deuner, Cristiane; Borges, Carolina T.; Oliveira, S. de; Bohn, A.; Castellanos, C. I. S. et al. Aplicación de nutrientes vía foliar y tratamiento de semillas: efecto sobre el rendimiento y la calidad fisiológica de semillas de soja. *Revista de Ciências Agrárias*. 40 (1):205-212. <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16443/13396>, 2017.
- Ley-Rivas, J. F.; Sánchez, J. A.; Ricardo, Nancy E. & Collazo, Esther. Efecto de cuatro especies de hongos micorrizógenos arbusculares en la producción de frutos de tomate. *Agron. Costarricense*. 39 (1):47-59. http://www.mag.go.cr/rev_agr/v39n01_047.pdf, 2015.
- Linares-Ramos, R. A. *Evaluación de la adaptabilidad y potencial del rendimiento de 6 cultivares de soya Glycine max L., para la producción de semilla, en época de invierno (agosto a septiembre) en tres localidades del departamento de Chiquimula*. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Chiquimula, Guatemala: Centro Universitario de Oriente, Universidad de San Carlos, 2006.
- Medina-García, Laura R. La agricultura, la salinidad y los hongos micorrizógenos arbusculares: una necesidad, un problema y una alternativa. *Cultivos Tropicales*. 37 (3):42-49, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1117.9765>.
- Mehlich, A. Mehlich-3. Soil test extractant. A modification of Mehlich-2 extractant. *Comm. Soil Sci. Plant.* 15 (12):1409-1416, 1984. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103628409367568>.
- Molinet, D.; Santiesteban, R. & Fonseca, R. Evaluación de algunos componentes del rendimiento en variedades de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en suelo Fluvisol de la provincia Granma. *Granma Ciencia*. 19 (2), 2015.
- Moreno-Reséndez, A.; Carda-Mendoza, Verónica; Reyes-Carrillo, J. L.; Vásquez-Arroyo, J. & Cano-Ríos, P. Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Rev. colomb. biotecnol.* 20 (1):68-83, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>.
- Mujica-Pérez, Y. & Molina-Delgado, L. Influencia de hongos micorrizicos arbusculares (*Rhizogloium intraradices*) y un estimulador del crecimiento vegetal en *Pennisetum purpureum* Sch. cv. Cuba CT-115. *Cultivos Tropicales*. 38 (1):131-137. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000100017&lng=es&tln-g=es, 2017.
- Olsen, S. R.; Cole, C. V.; Watanabe, F. S. & Dean, L. A. *Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate*. Washington: USDA, 1954.
- ONN. Calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes cambiables del suelo. Norma Cubana 65:000. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2000.
- Qin, H.; Lu, K.; Strong, P. J.; Xu, Q.; Wu, Q.; Xu, Z. et al. Long-term fertilizer application effects on the soil, root arbuscular mycorrhizal fungi and community composition in rotation agriculture. *Appl. Soil Ecol.* 89:35-43, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.01.008>.
- Recompensa-Joseph, C. & Angarica-Ferrer, Lydia. *Introducción a la economía agrícola*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2010.
- Reyes-Tena, A.; López, L.; Quiñones, E. & Rincón-Enríquez, G. *Evaluación de consorcios micorrizicos arbusculares en el crecimiento vegetal de plantas de maíz, chile y frijol*. Guadalajara, México: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C, 2016.
- Romagnoli, M. V.; Denoia, J.; Osso, M. & Estancich, E. Evaluación de la micorrización y parámetros de rendimiento en un cultivo de soja de segunda, fertilizado e inoculado. p. 10-12. https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2017/09/Art03_Agromensajes48_agosto2017.pdf, 2017.
- Romero, Aracelis. *Evaluación de nuevos cultivares de soya (Glycine max, (L) Merril) en un suelo Fersialítico Pardo Rojizo lixiviado en la CCS Waldemar Díaz del municipio Majibacoa*. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias en Producción Animal para la Zona Tropical. San José de las Lajas: Instituto de Ciencia Animal, 2012.
- Sotelo, Cristina E.; Leconte, Maria C. & Iglesias, Maria C. Efecto de la inoculación al cultivo antecesor

- sobre la nodulación de la soja, en suelos de desmonte. *Agrotecnia, Argentina*. 20:13-17. <https://core.ac.uk/reader/230837840>, 2016.
- Tamayo-León, R. El mejor pienso lleva soja cubana. La Habana: MEP. <https://www.mep.gob.cu>, 2020.
- Turrueles, N. J. C. *Evaluación agroproductiva de siete cultivares de soja (Glycine max, (L) Merrill) en un suelo Fersialítico Pardo Rojizo lixiviado de la CCS "Waldemar Díaz" en el municipio de Majibacoa*. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Las Tunas, Cuba: Universidad de Las Tunas, 2012.
- Vega, P. A. *Caracterización morfo-agronómica en variedades de soja (Glycine max L. Merrill) en época de primavera en municipio Cauto Cristo*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Bayamo, Cuba. Universidad de Granma, 2013.
- Velásquez, I. V. *Comportamiento de siete cultivares de soja (Glycine max (L) Merrill) en condiciones edafoclimáticas en la CCS Waldemar Díaz de la Rosa, en el municipio Majibacoa*. Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo. Las Tunas, Cuba: Universidad de Las Tunas, 2009.
- Villamar-Burgos, J. R. *Evaluación morfo-agronómica de 10 segregantes y dos variedades de soja (Glycine max L. Merrill), en el recinto San José de Pijullo, cantón Urdaneta, provincia Los Ríos*. Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Guaranda, Ecuador: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Universidad Estatal de Bolívar, 2017.
- Walkley, A. & Black, A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38, 1934. DOI: <https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>.
- Zamora, A. & Abdou, S. Evaluación de variedades de soja en época de frío en dos tipos de suelos de la provincia Granma. *Revista Electrónica Granma Ciencia*. 11 (3). <http://grciencia.idict.cu/index.php/granmacien/article/view/178/532>, 2007.
- Zonetti, P. da C.; Suzuki, L. S.; Bonini, E. Aparecida; Ferrarese, M. L. L. & Ferrarese-Filho, O. Altas temperaturas, crecimiento y lignificación de soja transgénica resistente al glifosato. *Agrociencia*. 46 (6):557-565. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n6/v46n6a3.pdf>, 2012.