

Influencia de cepas de micorrizas en la altura y el diámetro de *Glycine max* (L.) Merr.**Influence of mycorrhizal strains on height and diameter of *Glycine max* (L.) Merr.**Aracelis Romero-Arias <https://orcid.org/0000-0002-0331-6954>, Sergio Rodríguez Rodríguez <https://orcid.org/0000-0003-2923-5092>Raquel María Ruz-Reyes <https://orcid.org/0000-0001-9382-1622>, Santa Laura Rodríguez Leyva <https://orcid.org/0000-0003-2890-6616>,Javier Francisco Hidalgo Estrada <https://orcid.org/0009-0000-7474-3593>

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; raquel@ult.edu.cu; srodriguezr@udg.co.cu; laural@ult.edu.cu; javierheagro@ult.rdu.cu**Resumen**

Objetivo: Evaluar la efectividad de la aplicación de tres cepas de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) en el desarrollo morfofisiológico de *Glycine max* (L.) Merr., cultivar Incasoy 27 en un suelo Fersialítico Pardo rojizo típico en el municipio Amancio Rodríguez, provincia Las Tunas, Cuba.

Materiales y Métodos: Sobre un suelo Fersialítico Pardo rojizo típico, se realizó un experimento en condiciones de campo. La investigación se desarrolló en el período de septiembre a diciembre de 2020. Para el montaje del experimento se empleó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro réplicas. Los tratamientos fueron control absoluto, NPK y cepas de micorrizas INCAM 4, INCAM 11 e INCAM 2. Durante el ciclo vegetativo del cultivo se evaluó la altura de las plantas y el diámetro del tallo.

Resultados: En la variable diámetro de los tallos se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Las plantas de *G. max* con los mayores diámetros correspondieron a los tratamientos con fertilización NPK y con la cepa de micorriza INCAM 11 sin diferencias significativas entre ellos, y con diámetros promedio por encima de los 4 cm. Los mayores intervalos de confianza entre las comparaciones de los tratamientos se presentaron al comparar el control respecto al tratamiento INCAM 11. Para la variable diámetro de los tallos, los intervalos de confianza a los 60 días después de la germinación (DDG) para cada uno de los tratamientos se ampliaron respecto a los intervalos en las evaluaciones realizadas a los 30 DDG. Ello evidenció incremento de la variabilidad fenotípica de ese carácter en las plantas de cada uno de los tratamientos a esa edad del cultivo.

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

Palabras clave: *Glycine max*, inoculación, micorrizas

Abstract

Objective: To evaluate the effectiveness of the application of three strains of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on the morphophysiological development of *Glycine max* (L.) Merr. cultivar Incasoy 27 in a typical reddish Brown Fersiallitic soil in the Amancio Rodriguez municipality, Las Tunas province, Cuba.

Materials and Methods: On a typical reddish Brown Fersiallitic soil, an experiment was carried out under field conditions. The research was developed in the period from September to December, 2020. A randomized block design with five treatments and four replicas was used to set up the experiment. The treatments were: absolute control, NPK and mycorrhizal strains INCAM 4, INCAM 11 and INCAM 2. Plant height and stem diameter were evaluated during the vegetative cycle of the crop.

Results: There were significant differences between treatments for the variable stem diameter. The *G. max* plants with the highest diameters corresponded to the treatments with NPK fertilization and with the mycorrhizal strain INCAM 11, with no significant differences between them, and with average diameters above 4 cm. The highest confidence intervals between the comparisons of the treatments appeared when comparing the control with regards to the treatment INCAM 11. For the variable stem diameter, the confidence intervals at 60 days after germination (DAG) for each of the treatments widened with respect to the intervals in the evaluations carried out at 30 DAG. This showed increased phenotypic variability of that trait in the plants of each of the treatments at that crop age.

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

Keywords: *Glycine max*, inoculation, mycorrhizae

Recibido: 17 de mayo de 2024

Aceptado: 2 de octubre de 2024

Como citar este artículo: Romero-Arias, Aracelis; Rodríguez-Rodríguez, Sergio; Ruz-Reyes, Raquel María; Rodríguez-Leyva Santa Laura & Hidalgo-Estrada, Javier Francisco. Influencia de cepas de micorrizas en la altura y el diámetro de *Glycine max* (L.) Merr. *Pastos y Forrajes*. 47:e14, 2024.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.

Introducción

Glycine max (L.) Merr. en los últimos 10 años se importa desde Brasil, Argentina y países de Asia, lo que obliga a destinar cuantiosos recursos para adquirir el grano, que resulta un componente importante en la producción intensiva de carne de aves y cerdos, producción de leche, yogur, aceite y otros alimentos (D'Angelo *et al.*, 2019). Este grano está entre los más importantes en el mundo por su alto contenido de proteína y grasa.

Los insumos naturales como abonos orgánicos, compostas, biosólidos, hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y rizobacterias son una alternativa de fertilización biológica. En varias investigaciones se reporta que pueden mejorar la absorción de nutrientes en la rizosfera, producir hormonas vegetales, mejorar las propiedades físicas del suelo, favorecer la biodegradación de sustancias, reciclar nutrientes, favorecer sinergias microbianas, entre otros (Ceiro-Catasú *et al.*, 2023).

Los HMA tienen diferentes actividades simbióticas, entre ellas el crecimiento del micelio, aumentan la capacidad de exploración radicular y, como consecuencia, disminuyen los efectos de condiciones abióticas adversas para el cultivo, tales como la salinidad e inmovilidad del fósforo. Estos microorganismos sintetizan promotores del crecimiento vegetal, que favorecen la absorción de nutrientes tales como: N, P, Fe, Zn, Cu. Producen glomalina que adhiere las partículas del suelo e inducen acción protectora contra algunos fitopatógenos del suelo (Kumar y Verma, 2019).

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 a la disminución del uso de sustancias químicas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de la aplicación de tres cepas de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) en el desarrollo

morfofisiológico de *G. max*, cultivar Incasoy 27 en un suelo Fersialítico Pardo rojizo típico en el municipio Amancio Rodríguez, provincia Las Tunas, Cuba.

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 2020. 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 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). La capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes de cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺) y capacidad de cambio de bases (CCB) se determinaron según Mehlich (1984), modificado por NC-65:2000 (INN y 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 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 *et al.*, 2020). La siembra se realizó en septiembre del 2020, 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

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

Profundidad cm	MO	pH	CE	Cmol (+) kg ⁻¹				ppm
	%	H ₂ O	dSm-	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	P ₂ O ₅
0-20	2,25	6,43	10,40	26,77	3,50	3,50	0,39	6,26

periodos 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 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. Se midió altura de la planta y diámetro del tallo a los 30 y 60 días después de la germinación (DDG).

Análisis estadístico. Las variables altura y diámetro de las plantas a los 30 y 60 DDG se procesaron estadísticamente por un modelo lineal de medidas repetidas a través de un análisis de varianza factorial completo, cuyas premisas, la distribución normal de los datos por la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de las varianzas por la prueba de Levene no se cumplieron, en específico para la variable altura de la planta a los 60 DDG, por lo que la comparación múltiple de los tratamientos se realizó por la prueba no paramétrica T3 de Dunnett (1980), debido a que las muestras por tratamiento fueron menores de 50 (Shingala y Rajyaguru, 2015).

Se realizó, además, un análisis de correlación por Spearman debido al no cumplimiento de la distribución normal entre las variables altura y diámetro de las plantas a los 30 y 60 DDG, con la finalidad de establecer la presencia o no de relaciones entre esas variables en diferentes edades de las plantas. El procesamiento automatizado se realizó con el paquete estadístico SPSS 26 (IBM, 2019).

Resultados y Discusión

Altura de la planta a los 30 y 60 DDG. La comparación múltiple de los tratamientos (tabla 2) demostró que el control no se diferenció significativamente del resto de los tratamientos, excepto del tratamiento en que se aplicó fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. Las plantas del control presentaron como promedio altura menor con relación al tratamiento con NPK inferiores en 7,6 cm y con intervalos de confianza entre 5,0 y 10,2 cm inferiores. En esta comparación se encontraron los intervalos de confianza mayores.

En el resto de los tratamientos, INCAM 11, INCAM 2 e INCAM 4, al igual que en el control, las

alturas promedio de las plantas no se diferenciaron estadísticamente del tratamiento en que se aplicó fertilización con NPK, o sea que las plantas que se fertilizaron con nitrógeno, fósforo y potasio superaron significativamente al resto de los tratamientos como promedio a los 30 y 60 días de la germinación en conjunto.

El efecto positivo de los HMA en las producciones agrícolas es ampliamente reconocido. Corbera-Gorotiza y Nápoles-García (2023) 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.

Diámetro de los tallos a los 30 y 60 DDG. La comparación múltiple de las medias de los tratamientos por modelos lineales de medidas repetidas para la variable diámetro de los tallos (tabla 3), demostró que el control fue superado significativamente por los tratamientos INCAM 11, INCAM 2 y por la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, con valores promedios de 1,13; 0,83 y 0,70 cm respectivamente.

En la variable diámetro de los tallos, se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Las plantas de *G. max* con los mayores diámetros correspondieron a los tratamientos con fertilización NPK y con la cepa de micorriza INCAM 11, sin diferencias significativas entre ellos, y con diámetros promedios por encima de los cuatro centímetros. Los tratamientos con micorrizas INCAM 2 e INCAM 4, sin diferencias significativas entre ellos, lograron diámetros promedios cercanos a los 3,5 cm, mientras que las plantas del control fueron superadas significativamente por el resto de los tratamientos con un diámetro promedio de aproximadamente 2,5 cm.

Por otra parte, los tres tratamientos con cepas de micorrizas no se diferenciaron estadísticamente del tratamiento con fertilización NPK, los valores fueron ligeramente superiores en los tratamientos INCAM 11 e INCAM 2. El control no se diferenció significativamente a esa edad del cultivo INCAM 2, INCAM 4 y fertilización con NPK. El único tratamiento que superó significativamente al control fue la aplicación de micorriza con la cepa INCAM 11.

Rodríguez (2019), al analizar el diámetro de la planta de *G. max* en el municipio Amancio, obtuvo un comportamiento de 5-7 mm, lo que coincide con

Tabla 2. Comparaciones múltiples de las medias de los tratamientos por modelos lineales de medidas repetidas (30 y 60 días) para la altura de las plantas.

(A) Tratamiento	(B) Tratamiento	(A-B)	Error ±	Significación	Intervalo de confianza al 95 %	
					Límite inferior	Límite superior
Control	INCAM 11	-1,687	0,6144	0,288	-4,327	0,952
	INCAM 2	0,038	0,5277	1,000	-2,382	2,457
	INCAM 4	-2,850	0,6769	0,058	-5,800	0,100
	NPK	-7,625*	0,4829	0,001	-10,161	-5,089
INCAM 11	Control	1,688	0,6144	0,288	-0,952	4,327
	INCAM 2	1,725	0,5258	0,183	-0,682	4,132
	INCAM 4	-1,163	0,6754	0,772	-4,109	1,784
	NPK	-5,938*	0,4808	0,002	-8,457	-3,418
INCAM 2	Control	-0,038	0,5277	1,000	-2,457	2,382
	INCAM 11	-1,725	0,5258	0,183	-4,132	0,682
	INCAM 4	-2,888	0,5977	0,052	-5,804	0,029
	NPK	-7,663*	0,3636	0,000	-9,318	-6,007
INCAM 4	Control	2,850	0,6769	0,058	-0,100	5,800
	INCAM 11	1,163	0,6754	0,772	-1,784	4,109
	INCAM 2	2,888	0,5977	0,052	-0,029	5,804
	NPK	-4,775*	0,5586	0,011	-7,916	-1,634
NPK	Control	7,625*	0,4829	0,001	5,089	10,161
	INCAM 11	5,938*	0,4808	0,002	3,418	8,457
	INCAM 2	7,663*	0,3636	0,000	6,007	9,318
	INCAM 4	4,775*	0,5586	0,011	1,634	7,916

Valores de $p < 0,05$ indican diferencias significativas entre los tratamientos con el empleo de la prueba T3 de Dunnett para varianzas heterogéneas

los resultados de la presente investigación. También Cedeño (2019) evaluó un cultivar de *G. max* bajo fertilización química e inoculado con tres cepas de EcoMic® y obtuvo resultados similares a los de esta investigación en el diámetro del tallo, los que variaron entre 5,44-7,60 mm.

Los mayores intervalos de confianza entre las comparaciones de los tratamientos se presentaron al comparar el control con INCAM 11. Para la variable diámetro de los tallos, los intervalos de confianza a los 60 días, después de la germinación para cada uno de los tratamientos, se ampliaron respecto a los intervalos en las evaluaciones realizadas a los 30 DDG. Esto denota incremento de la variabilidad fenotípica de ese carácter en las plantas de cada uno de los tratamientos a esa edad del cultivo.

La mejora en las variables altura y diámetro de las plantas de *G. max*, que fueron inoculadas con las cepas de los hongos arbusculares, puede ser consecuencia de los efectos que provoca esta simbiosis micorrícica. Esto se debe a que en la actualidad está

experimentalmente reconocido la combinación de efectos físicos, químicos y biológicos en el suelo, los que favorecen el desarrollo de las partes vegetativas de las plantas por mejoras en los procesos que regulan y modulan la absorción de agua y nutrientes (Igiehon *et al.*, 2021).

Es importante que las plantas que producen granos como la soja, y que constituyen su producto comercial, alcancen un diámetro adecuado, aspecto que le induce fortaleza y resistencia al acamado de los tallos en el caso de la ocurrencia de fuertes vientos y daños mecánicos, y que por el contrario si sus tallos son débiles, puede provocar la caída hacia el suelo y elevar las pérdidas de la cosecha por dispersión de los granos.

Díaz-Franco *et al.* (2021) en la zona de Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Tamaulipas, México, obtuvieron resultados superiores en la altura de las plantas, que variaron entre 75 y 83 cm, al combinar los HMA con la fertilización química.

Tabla 3. Comparaciones múltiples de las medias de los tratamientos por modelos lineales de medidas repetidas (30 y 60 días) para el diámetro de los tallos.

(A) Tratamiento	(B) Tratamiento	(A-B)	Error ±	Significación	Intervalo de confianza al 95 %	
					Límite inferior	Límite superior
Control	INCAM 11	-1,125*	0,0907	0,000	-1,5272	-0,7228
	INCAM 2	-0,687*	0,0986	0,004	-1,1122	-0,2628
	INCAM 4	-0,375	,1131	0,158	-0,8704	0,1204
	NPK	-0,837*	0,12479	0,008	-1,4047	-0,02703
INCAM 11	Control	1,125*	0,0907	0,000	0,7228	1,5272
	INCAM 2	0,437*	0,0875	0,027	0,0544	0,8206
	INCAM 4	0,750*	0,1035	0,007	0,2626	1,2374
	NPK	0,2875	0,1161	0,462	-0,2920	0,8670
INCAM 2	Control	0,687*	0,098	0,004	0,2628	1,1122
	INCAM 11	-0,437*	0,0875	0,027	0-,8206	-0,0544
	INCAM 4	0,312	0,1106	0,280	0-,1777	0,8027
	NPK	-0,150	0,1224	0,959	-0,7172	0,4172
INCAM 4	Control	0,375	0,1131	0,158	-0,1204	0,8704
	INCAM 11	-0,750*	0,1035	0,007	-1,2374	-0,02626
	INCAM 2	-0,312	0,1106	0,280	-0,8027	0,1777
	NPK	-0,462	0,1344	0,134	-1,0466	0,1216
NPK	Control	0,837*	0,1247	0,008	0,2703	1,4047
	INCAM 11	-0,287	0,1161	0,462	0-,8670	0,2920
	INCAM 2	0,150	0,1224	0,959	-0,4172	0,7172
	INCAM 4	0,462	0,1344	0,134	-0,1216	1,0466

Valores de $p < 0,05$ indican diferencias significativas entre los tratamientos con la aplicación de la prueba T3 de Dunnett para varianzas heterogéneas

El análisis de los datos (tabla 4) demostró que a los 30 días después de la germinación existió correlación fenotípica entre la altura y el diámetro de las plantas, donde se incluyeron los valores de todos los tratamientos. Al arrojar diferencias significativas ($p < 0,05$) dicha correlación fue positiva y de mag-

nitud de media a alta, por lo que puede interpretarse que a los 30 DDG a medida que la planta crece en altura, en igual medida crece el grosor del tallo.

Esa relación directa y positiva no se observó cuando la edad de las plantas alcanzó los 60 DDG, ya que no hubo significación estadística entre esas

Tabla 4. Coeficientes de correlaciones por Spearman y valor de la probabilidad entre la altura de las plantas y el diámetro de los tallos a los 30 y 60 días después de la germinación (DDG).

A los 30 DDG		
	Altura planta, 30 DDG	Diámetro tallo, 30 DDG
Altura plantas, 30 DDG	-	$p = 0,0043$
Diámetro tallo, 30 DDG	$r = 0,61$	-
A los 60 DDG		
	Altura planta 60 DDG	Diámetro tallo 60 DDG
Altura plantas 60 DDG	-	$p = 0,81$
Diámetro tallo 60 DDG	$r = - 0,06$	-

Valores de $p < 0,05$ indican diferencias significativas en el análisis de correlaciones entre las variables

dos variables. Al parecer, debido a que esa edad del cultivo, las plantas han ralentizado su crecimiento para dar paso a otras fases del ciclo del cultivo como el inicio de la floración.

En este sentido, para producir *G. max*, en la mayoría de las regiones productoras a nivel mundial, es necesario que se preste especial atención a la nutrición del cultivo, porque de ella depende, en gran medida, la respuesta productiva que se quiere obtener. La nutrición tiene repercusión en la calidad de las cosechas e influye en la altura de la base del suelo a la primera vaina, la masa de mil granos y el rendimiento (Duran-Mera *et al.*, 2021).

Conclusiones

La aplicación de cepas de hongos micorrizógenos arbusculares influyó positivamente en los indicadores morfofisiológicos 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.

Conflictos de intereses

No existe conflicto de intereses entre los autores.

Contribución de los autores

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

Referencias bibliográficas

Cedeño, A. G. *Inoculación de la soya (Glycine max, (L.) Merrill) con cepas de micorrizas en el municipio Amancio*. Cuba: Universidad de Las Tunas, 2019.

Ceiro-Catasú, W. G.; Gaibor-Fernández, R. R.; Vargas-Gálvez, C. A.; Botello-Guevara, H.; Bonilla-Landaverry, G. & Sosa-Sánchez, O. Microorganismos autóctonos como alternativa para la biofertilización de *Glycine max* (L.) Merrill. *Agron. Mesoam*. 34 (2):51686, 2023. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v34i2.51686>.

Corbera-Gorotiza, J. & Nápoles-García, María C. Evaluación del efecto de rizobios y de un HMA en soya (*Glycine max* (L.) Merrill). *Cultivos Tropicales*. 44:1-6. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1723/3506>, 2023.

D'Angelo, S.; Scafuro, M. & Meccariello, R. BPA and nutraceuticals, simultaneous effects on endocrine functions. *Endocr. Metab. Immune Disord. Drug Targets*. 19 (5):594-604, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2174/1871530319666190101120119>.

Díaz-Franco, A.; Alejandro-Allende, Florencia; Cisneros-López, Ma. Eugenia; Espinosa-Ramírez, M. & Ortiz-Cháirez, Flor E. Fertilización biológica, orgánica y mineral reducida en soya (*Glycine max* L.). *Terra Latinoam*. 39:e725, 2021. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.725>.

Dunnett, C. W. Pairwise multiple comparisons in the unequal variance case. *J. Am. Stat. Assoc.* 75 (372):796-800, 1980. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1980.10477552>.

Duran-Mera, C. A.; Carrillo-Zenteno, M. D.; López-Bosquez, J. B. & Balseca-Castañeda, M. A. Evaluación morfológica y rendimiento de la variedad de soya (*Glycine max* L. Merrill) Iniap 307 en respuesta a la fertilización orgánica y mineral *ECOCIENCIA*. 8 (6):64-76, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21855/ecociencia.86.615>.

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, A. J.; Tobía, C. M. & Zocco, J. L. Nuevo enfoque en la producción de la soya (*Glycine max* L. Merr.) en Venezuela. En: H. E. Laurentin, ed. *Producción de semillas en Venezuela*. Maracaibo, Venezuela: Ediciones Astro Data, S.A. p. 274, 2020.

IBM. *SPSS for windows. Release 26*. Chicago, USA: SPSS Inc., 2019.

Igiehon, N. O.; Babalola, O. O.; Cheseto, X. & Torto, B. Effects of rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, size distribution and fatty acid of soybean seeds grown under drought stress. *Microbiol Res*. 242:126640, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126640>.

INN & ONN. *Calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes cambiables del suelo. Norma Cubana 65:000*. Ciudad de La Habana: Instituto Nacional de Normalización, 2000.

Kumar, A. & Verma, J. P. The role of microbes to improve crop productivity and soil health. In: V. Achal and A. Mukherjee, eds. *Ecological wisdom inspired restorative engineering*. Singapore: Springer. p. 249-265, 2019.

- Mehlich, A. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 15 (12):1409-1416, 1984. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103628409367568>.
- Rodríguez, R. Y. *Inoculación de la soya (Glycine max, (L.) Merrill) con cepas de Bradyrhizobium en el municipio Amancio Rodríguez*. Cuba: Universidad de Las Tunas, 2019.
- Shingala, M. C. & Rajyaguru, A. Comparison of post hoc tests for unequal variance. *IJNTSE*. 2 (5):22-33. <https://www.ijntse.com/upload/1443547778Comparison%20of%20Post%20Hoc%20Tests%20for%20Unequal%20Variance.pdf>, 2015.
- 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. https://journals.lww.com/soilsci/citation/1934/01000/an_examination_of_the_degtjareff_method_for.3.aspx, 1934.