

Efecto estimulante termoterapéutico sobre semillas de *Glycine max* (L.) Merrill para su uso en siembras de invierno**Stimulant thermotherapeutic effect on *Glycine max* (L.) Merrill seeds for their use in winter sowing**Alejandro Mederos-Ramírez* <https://orcid.org/0000-0001-5460-1627> y Rodobaldo Ortiz-Pérez <https://orcid.org/0000-0002-5607-0580>Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700. *Correo electrónico: mralej@inca.edu.cu, rodo2110@yahoo.com.mx**Resumen**

Objetivo: Analizar el efecto del tratamiento térmico de cinco horas de exposición a 50 °C en siembras de invierno sobre caracteres morfológicos y componentes del rendimiento en semillas de siete cultivares de *Glycine max* (L.) Merrill.

Materiales y Métodos: El ensayo se desarrolló en parcelas experimentales del Departamento de Genética y Mejoramiento de las Plantas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas en la provincia de Mayabeque, Cuba. Se evaluaron variables relacionadas con la emergencia de plantas, como criterio principal para la evaluación del efecto del tratamiento a las semillas, a los diez días después de la siembra. Se determinó la altura de la planta, el número de ramas y la altura de la primera legumbre. Durante la madurez fisiológica, se evaluaron los componentes del rendimiento: número de vainas por plantas, número de granos por vainas y masa de los granos. A partir de estos componentes del rendimiento, se estimó el rendimiento en toneladas por hectárea. Todas las variables evaluadas se sometieron a análisis factorial y las medias de las interacciones y los tratamientos se compararon por la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados: El tratamiento termoterapéutico de cinco horas de exposición a 50 °C aumentó el número de la emergencia de las plantas por metro lineal (93,0 y 74,3 % de las plantas sembradas con semillas tratadas y semillas no tratadas, respectivamente). No afectó el crecimiento final de las plantas y el número de ramas, tampoco se observaron afectaciones en los componentes del rendimiento, y aumentó de forma significativa el rendimiento final por hectárea respecto al control (2,8 y 2,2 t/ha plantas).

Conclusiones: El tratamiento de cinco horas de exposición a 50 °C mejoró la emergencia de plantas por metro lineal de los cultivares en estudio en siembras de invierno, lo que garantizó mayor población potencialmente productiva por unidad de superficie. El tratamiento no afectó ninguno de los caracteres del desarrollo y crecimiento de las plantas; así como los componentes de los rendimientos evaluados en los diferentes cultivares de *G. max*, y aumentó el rendimiento de todos los cultivares estudiados.

Palabras clave: tratamiento térmico, emergencia, plantas

Abstract

Objective: To analyze the effect of the thermal treatment of five hours of exposure to 50 °C in winter sowing on morphological traits and yield components in seeds of seven cultivars of *Glycine max* (L.) Merrill.

Materials and Methods: The trial was carried out in experimental plots of the Department of Genetics and Plant Breeding of the National Institute of Agricultural Sciences in the Mayabeque province, Cuba. Variables related to plant emergence were evaluated as the main criterion for the evaluation of the effect of seed treatment ten days after sowing. Plant height, number of branches and height of the first pod were determined. During physiological maturity, yield components were evaluated: number of pods per plant, number of grains per pod and mass of grains. From these yield components, the yield in tons per hectare was estimated. All evaluated variables were subjected to factorial analysis and the means of the interactions and treatments were compared by Tukey's test ($p \leq 0,05$).

Results: The thermotherapeutic treatment of five hours of exposure to 50 °C increased the number of plant emergence per linear meter (93,0 and 74,3 % of plants planted with treated and untreated seeds, respectively). It did not affect final plant growth and number of branches, neither were yield components affected, and significantly increased final yield per hectare compared with the control (2,8 and 2,2 t/ha).

Conclusions: The treatment of five hours of exposure to 50 °C improved plant emergence per linear meter of the cultivars under study in winter sowing, which ensured higher potentially productive population per unit area. The treatment did not affect any of the characters of plant development and growth; as well as the yield components evaluated in the different cultivars of *G. max*, and increased the yield of all the studied cultivars.

Keywords: heat treatment, emergence, plants

Recibido: 30 de abril de 2024

Aceptado: 24 de agosto de 2024

Como citar este artículo: Mederos-Ramírez, Alejandro & Ortiz-Pérez Rodobaldo Efecto estimulante termoterapéutico sobre semillas de *Glycine max* (L.) Merrill para su uso en siembras de invierno. *Pastos y Forrajes*. 47:e12, 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

De las oleaginosas que se producen en el mundo, *Glycine max* (L.) Merrill ocupa el primer lugar en cuanto a producción y consumo, por su gran diversidad de usos, derivados de su alto contenido de proteína y calidad de su aceite (USDA, 2021). Todo esto ha provocado su expansión arrolladora. Hoy en día, *G. max* se cultiva en todas las regiones del planeta, y se estima que la demanda del grano y sus derivados internacionalmente tendrá un incremento importante en los próximos diez años (Soria-Acha, 2018).

En la actualidad, como parte de la política económica que desarrolla Cuba ante el panorama nacional e internacional, caracterizado por la crisis alimentaria, se han destinado los mayores esfuerzos a garantizar niveles superiores de eficiencia en el sector agroalimentario, como vía para disminuir la dependencia de las importaciones de *G. max* y avanzar hacia la consecución de la soberanía alimentaria (Mesa-León, 2017).

G. max ha ganado gran importancia en los últimos tiempos entre las importaciones cubanas, por sus características altamente nutritivas y sus múltiples usos. A partir de 2010, su importación tiene el rango de 250 a 400 millones de dólares (ONEI, 2020). En la industria cubana se obtienen los siguientes derivados: aceite comestible, harina para consumo humano y animal y concentrado para el ganado. Todo concentrado destinado a diversas especies de animales lleva porcentajes significativos de torta de *G. max* para lograr resultados satisfactorios en la alimentación, en la industria farmacéutica e industria láctea, entre otros.

La producción de *G. max* tiene como punto crítico el deterioro de su semilla durante el período de madurez fisiológica a la cosecha, las condiciones climáticas adversas relacionadas con períodos prolongados de lluvias, altas o bajas temperaturas y alta humedad en el ambiente (ISTA, 2022). La agricultura moderna tiene como principal insumo la semilla de alta calidad, que debe cumplir con diferentes atributos: la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria (Flórez-Gómez *et al.*, 2021). Las semillas como ente vivo requieren conservar su viabilidad, germinación y vigor para asegurar el desarrollo de una nueva planta (Pardo-Varela, 2016). La calidad fisiológica de la semilla abarca la suma de todas las propiedades o características que determinan su potencial del comportamiento y el establecimiento del cultivo (García-López *et al.*, 2016).

La agricultura está en constante evolución. El tema de tratamientos estimulativos, que promueven el desarrollo de plántulas y previenen o curan enfermedades, está a la orden del día con avances muy importantes para los agricultores (Alfonso-Crespo, 2015). Los tratamientos de semillas se basan generalmente en la aplicación de calor (termoterapia) o de productos químicos, aunque también se emplea el método físico de inducción de mutaciones, en el que las semillas se exponen a dosis diferentes de irradiación de Co^{60} , según la finalidad que se persiga (Lanna *et al.*, 2020). En el departamento de genética y mejoramiento en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas en Mayabeque, Cuba, se vienen realizando investigaciones termoterapéuticas basadas en la administración de calor seco a semillas de *G. max* para estimular su germinación y lograr semillas más vigorosas (Mederos-Ramírez, 2022; Mederos-Ramírez y Ortiz-Pérez, 2022).

En las investigaciones citadas se comprobó que el tratamiento térmico más efectivo para las variables estudiadas fue el resultante de cinco horas de exposición de las semillas a 50 °C, lo que aumentó su poder germinativo y rapidez. Además, la longitud de las radículas y su masa seca superó al control. En siembras de verano, se comprobó la alta efectividad del tratamiento previo a la siembra de los cultivares (Ortiz-Pérez y Mederos-Ramírez, 2024).

A partir de lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto del tratamiento térmico de cinco horas de exposición a 50 °C, en siembras de invierno, sobre caracteres morfológicos y componentes del rendimiento en semillas de siete cultivares de *G. max*.

Materiales y Métodos

Localización. Los ensayos experimentales se realizaron durante los meses de noviembre de 2020 a marzo de 2021 en áreas del departamento de Servicios Agrícolas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado 23.0015148719447, -82.14158683068848 en San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba.

Características del clima. El comportamiento de las variables climáticas, temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones mensuales durante el período experimental se observan en la figura 1.

Material vegetal. Se utilizaron semillas originales, certificadas de seis cultivares comerciales, que se lograron y conservaron en el INCA: INCASoy-1, INCASoy-2, INCASoy-24, INCASoy-27, INCASoy-35 e INCASoy-36, obtenidos y conser-

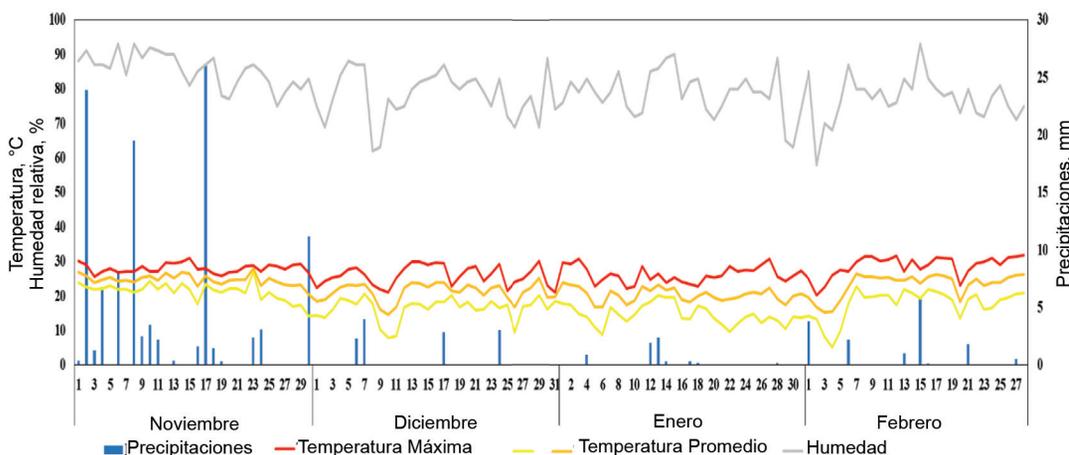


Figura 1. Comportamiento de las variables climáticas en la época de invierno 2021.

vados por el CIGB la CIGB CC6. Las semillas presentaron valores de 10 a 11 % de humedad con satisfactoria sanidad, relacionada con su categoría de original. Se analizaron previamente los granos, que expresaron satisfactoria germinación y desarrollo de plántulas normales, libres de hongos patógenos.

Diseño experimental y tratamientos. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con 14 tratamientos [siete cultivares x tratamiento (cinco horas) x temperatura de exposición (50 °C) y un control de cada cultivar no tratado y tres repeticiones]. Los bloques se constituyeron por siete parcelas, de 10 surcos de cinco metros (m) de longitud, separados por 0,75 m y un metro entre bloques. Las parcelas se conformaron por cinco surcos, sembrados con semillas tratadas y cinco surcos con semillas no tratadas de cada uno de los siete cultivares en estudio.

Procedimiento experimental. Para realizar el experimento, se tomaron al azar lotes de semillas de los siete cultivares de *G. max* con dos réplicas. Uno de dichos lotes de semillas de los siete cultivares de *G. max* se colocaron en sobres de papel, identificados por el cultivar y se expusieron durante cinco horas a 50 °C en la estufa Boxun. Después del tratamiento, se dejó reposar la semilla 24 h a temperatura ambiente (± 25 °C) y se procedió a la siembra del experimento en campo con las semillas tratadas y no tratadas.

La siembra se realizó en un suelo Ferralítico Rojo (Hernández-García *et al.*, 2021) con buenas propiedades físicas y de buen drenaje. Para la preparación del suelo se realizó una labor de aradura, un pase de grada de disco, un cruce, otra labor de mullido con grada de disco y, finalmente, el surcado a 0,75 m de distancia entre surcos. Las

semillas se sembraron de forma manual, a razón de 26 semillas por metro lineal.

Variables evaluadas. Se evaluaron variables relacionadas con la emergencia de las plantas como criterio principal para la evaluación del efecto del tratamiento a las semillas. A los diez días después de la siembra, se realizó el conteo por metro lineal del número de plantas. La altura de la planta y el número de ramas se analizaron en la etapa de floración (R1) (50 % de las plantas tienen, al menos, una legumbre). Se utilizó una cinta graduada en milímetros para la altura de la planta. Para la primera legumbre, la altura de corte se evaluó con la misma cinta (mm) en la etapa de formación de legumbre (R3) (50 % de las plantas tienen, al menos, una legumbre). Durante la madurez fisiológica (R8), se evaluaron los componentes del rendimiento de diez plantas en cada punto en un metro lineal y se determinó el número de legumbres por plantas, el número de granos por legumbre y la masa de los granos (g).

En la cosecha se recolectaron las plantas de cada área experimental de las plantas tratadas y no tratadas, las que se trillaron y pesaron diferenciadamente.

Análisis estadístico. Todas las variables estudiadas se sometieron a análisis factorial (siete cultivares x tratamiento cinco horas de exposición a 50 °C y un control de cada cultivar no tratado) y las medias de las interacciones y los tratamientos se compararon por la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) con la aplicación del paquete estadístico IBM SPSS versión 22.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestran los resultados del análisis factorial de las plantas emergidas por metro lineal de los cultivares en estudio. Como se

Tabla 1. Análisis factorial para la variable emergencia de las plantas por metro lineal en la época de invierno, evaluación a los 10 días después de la siembra.

Época de invierno		
Origen	Media cuadrática	Valor - P
Modelo corregido	60,9	0,000
Intersección	568 806,6	0,000
Cultivar	1,2	0,881
Tratamiento	7105,3	0,000
Réplica	2,4	0,679
Cultivar x tratamiento	2,1	0,675
Cultivar x réplica	0,9	1,000
Tratamiento x réplica	1,6	0,878
Cultivar x tratamiento x réplica	1,3	1,000
Error ±	3,276	

$R^2 = 0,672$ (R^2 corregida = 0,636)

puede observar, el tratamiento muestra diferencias altamente significativas en cuanto a plantas emergidas por metro lineal. Los demás factores y sus interacciones no dejaron ver diferencias significativas respecto a la variable en cuestión.

En la figura 2 se ilustra la diferencia en la respuesta del factor tratamiento para la emergencia de plantas por metro lineal. Es evidente que el tratamiento de cinco horas de exposición a 50 °C, aplicado a las semillas de siete cultivares de *G. max*, influyó de manera positiva en la época de invierno respecto a las semillas no tratadas. En esta época, logró emerger 93,0 % de las plantas sembradas con semillas tratadas y de las no tratadas emergió 74,3 %, lo que refleja un estimado de 64 771 plantas más por hectárea.

Los resultados coinciden con los informados por Magallanes-Estala *et al.* (2014), quienes indicaron que para la campaña de invierno la densidad de siembra óptima recomendada es de 20 a 25 plantas por metro lineal.

Variables relacionadas con el crecimiento y desarrollo de las plantas. La tabla 2 muestra las interacciones de los factores en estudio respecto a las variables relacionadas con el crecimiento y el desarrollo de las plantas de los siete cultivares de *G. max* en estado de inicio de floración (R1) en las diferentes épocas de evaluación. El tratamiento a la semilla no afectó el crecimiento final de las plantas emergidas porque no hubo significación entre los tratamientos para la altura de las plantas, el número de ramas y la altura de corte.

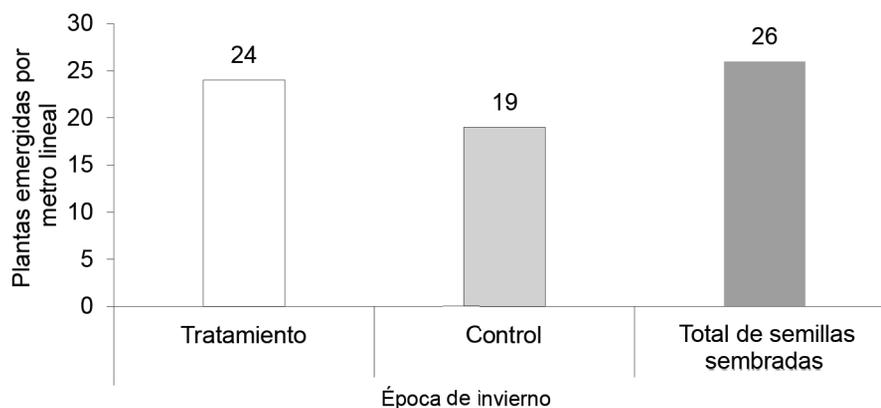


Figura 2. Análisis de las plantas emergidas por metro lineal.

Como evidencia la tabla 2, los tratamientos a la semilla no afectaron a las variables de crecimiento y desarrollo evaluadas. Esto es positivo porque se benefició, en gran medida, la brotación de las plantas; cada cultivar presentó sus características propias y aparecieron diferencias significativas para los cultivares. Resultados similares publicaron Ortiz-Pérez y Mederos-Ramírez (2022) en siembras de verano, quienes concluyeron que el tratamiento térmico no afectó el desarrollo de las plantas, y sí mejoró significativamente la brotación de las semillas.

Variables relacionadas con los componentes de rendimiento como número de legumbre por plantas y número de granos/legumbre. Estas variables que tributan en la definición del rendimiento final, al igual que las variables relacionadas con

el desarrollo de las plantas, es un carácter propio de cada cultivar. En la tabla 3 se muestra que no hubo diferencias significativas entre el tratamiento térmico y el control, solo se pueden ver diferencias entre los cultivares para ambas variables. Es decir, el tratamiento a la semilla no afecta estas dos variables.

Lyonet (2022) informó resultados semejantes a los de este ensayo en cinco cultivares de *G. max* para la época de invierno. Destaca que los rendimientos obtenidos se le atribuyen a una densidad de siembra adecuada para la época.

A diferencia de los resultados obtenidos por Ortiz-Pérez y Mederos-Ramírez (2024), evaluados en verano, en esta época de frío, los cultivares con mayor número de legumbre/plantas fueron INCA-

Tabla 2. Análisis factorial para las variables de crecimiento y desarrollo, evaluadas en la etapa de floración (R1).

Época	Altura de la planta		Ramas por planta		Altura de corte	
	Media cuadrática	Valor - P	Media cuadrática	Valor - P	Media cuadrática	Valor - P
Origen						
Modelo corregido	495,0	0,000	1,7	0,000	68,6	0,000
Intersección	7 534 029,9	0,000	24 381,1	0,000	897 16,1	0,000
Cultivar	11 187,4	0,000	26,4	0,000	1 624,1	0,000
Tratamiento	0,7	0,837	2,0	0,030	0,3	0,327
Réplica	21,9	0,252	1,5	0,053	0,4	0,346
Cultivar x tratamiento	66,6	0,002	0,8	0,079	0,1	0,857
Cultivar x réplica	17,0	0,506	0,6	0,079	0,5	0,048
Tratamiento x réplica	32,1	0,055	0,2	0,873	0,4	0,320
Cultivar x tratamiento x réplica	33,0	0,000	0,6	0,087	0,3	0,884
Error ±	17,302		0,421		0,351	

R² = 0,672 (R²corregida = 0,636) R² = 0,308 (R²corregida = 0,232) R² = 0,956 (R²corregida = 0,951)

Tabla 3. Análisis factorial de las variables relacionadas con los componentes de rendimiento en la etapa de madurez fisiológica (R8).

Variable	Número de legumbre/planta		Granos por legumbre	
	Media cuadrática	Valor - P	Media cuadrática	Valor - P
Origen				
Cultivar	10 393,3	0,000	0,111	0,000
Tratamiento	24,08	0,158	0,080	0,145
Réplica	9,7	0,639	0,011	0,847
Cultivar x tratamiento	15,6	0,264	0,046	0,043
Cultivar x réplica	6,2	0,997	0,008	01,000
Tratamiento x réplica	9,2	0,653	0,007	0,966
Cultivar x tratamiento x réplica	6,9	0,990	0,006	1,000
Error ±	12,070		0,020	

R² = 0,802 (R²corregida = 0,780) R cuadrado = 0,072 (R²corregida = 0,031)

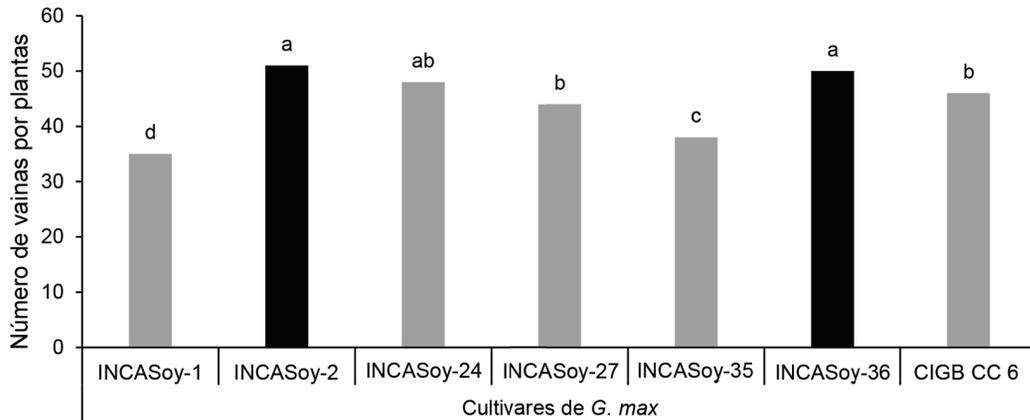


Figura 3. Valores medios de los siete cultivares para el número de vainas por planta.

Soy-2 e INCASoy-36. Esto es lógico por el comportamiento diferenciado de los cultivares en las diferentes épocas de siembra.

Rendimiento real en toneladas por hectárea.

Esta última variable que se obtuvo al trillar las plantas en cada tratamiento y cultivar, está estrechamente relacionada con la densidad poblacional. Es decir, con el número de plantas por hectárea. La variable emergida por metro lineal muestra diferencias significativas.

La tabla 4 muestra el análisis factorial, que refleja diferencias significativas en cuanto al rendimiento final entre las plantas tratadas y el control: a mayor número de plantas por hectárea, mayor

número legumbre y granos que se traduce en más toneladas por área.

En la figura 5, al efectuar un análisis de las plantas evaluadas que emergieron de semillas tratadas de los cultivares evaluados, se presentan los rendimientos superiores ante las semillas control (2,8 y 2,2 t/ha, respectivamente). El aumento de más de 27,0 % del rendimiento, debido al efecto del tratamiento a la semilla tiene una importancia marcada.

En condiciones de campo, el tratamiento de cinco horas a 50 °C mejoró la emergencia y el vigor de las plantas, aspecto fundamental para lograr altos rendimientos, pues el vigor determina

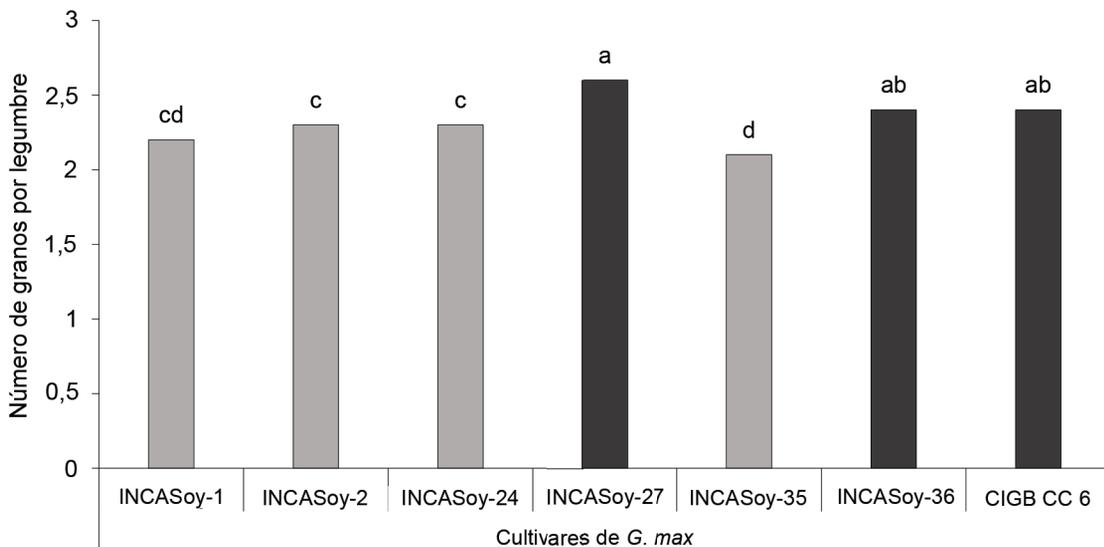


Figura 4. Valores medios de los 7 cultivares para el número de granos por vainas.

Tabla 4. Análisis factorial relacionado con rendimiento final entre las plantas tratadas y el control.

Variable	Rendimiento estimado t/ha	
	Media cuadrática	Valor - P
Origen		
Cultivar	24,81	0,000
Tratamiento	0,04	0,000
Réplica	109,47	0,820
Cultivar x tratamiento	0,02	0,019
Cultivar x réplica	0,21	1,000
Tratamiento x réplica	0,05	0,779
Cultivar x tratamiento x réplica	0,04	0,996
Error ±	0,077	

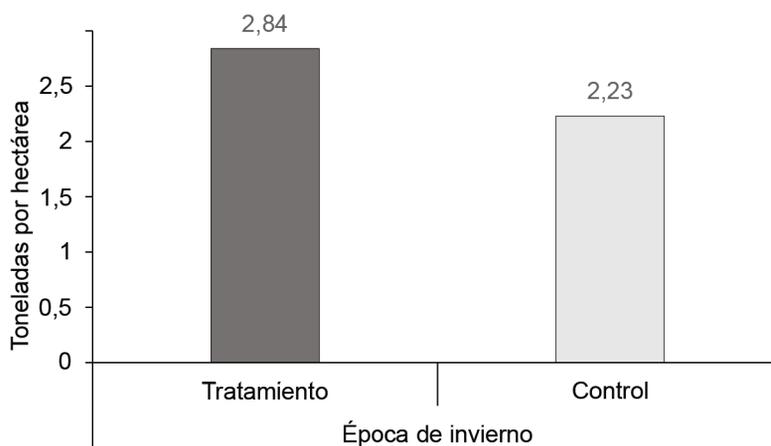


Figura 5. Rendimiento medio real de los cultivares con semillas tratadas y no tratadas, t/ha.

la actividad y el desempeño en el crecimiento y el desarrollo normal de las plantas (Ortiz-Pérez *et al.*, 2023). Esto se refleja en los primeros estadios vegetativos del cultivo en mayor uniformidad, rapidez y porcentaje de emergencia con respecto a estados vegetativos posteriores. Se deja ver en plantas con mayor adaptabilidad al ambiente y mayor supervivencia en campo, lo que garantiza altas poblaciones potencialmente productivas.

Conclusiones

El tratamiento de cinco horas de exposición a 50°C mejoró la emergencia de plantas por metro lineal de los cultivares en estudio en siembras de invierno, garantizando mayor población potencialmente productiva por unidad de superficie. No afectó los caracteres del desarrollo y crecimiento las plantas, así como los componentes de los rendimientos evaluados en los diferentes cultivares *G.*

max y aumentó considerablemente el rendimiento de todos los cultivares estudiados.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los miembros del grupo de Mejora del departamento de Genética del Instituto Nacional Ciencias Agrícolas por su apoyo a la cosecha y beneficio de las diversas cosechas obtenidas, igualmente agradecen a los financistas del proyecto MAS internacional y nacional.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses entre los autores.

Contribución de autoría

- Rodobaldo Ortiz-Pérez. Conceptualización, curación de datos, análisis formal, elaboración de la metodología, ejecución de la investigación, supervisión, y redacción-revisión y edición del manuscrito.

- Alejandro Mederos-Ramírez. Conceptualización, curación de datos, análisis formal, elaboración de la metodología, ejecución de la investigación, redacción-revisión y edición del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Alfonso-Crespo, J. *Efecto de los tratamientos por termoterapia con agua caliente sobre la micoflora presente en plantas de vid injertadas*. Trabajo fin de Master en Sanidad y Producción Vegetal. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62762/TFM%20P%20D.pdf>, 2015.
- Flórez-Gómez, Deisy L.; Osorio-Guerrero, Karen V.; Medina-Mérida, Magda J.; Jaramillo-Bonilla, S. & Ortegón-Herrera, L. E. *Manual de producción de semilla de calidad de soja en los valles interandinos de Colombia*. Colección Transformación del Agro. Mosquera, Colombia: AGROSAVIA, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7404876>.
- García-López, J. I.; Ruiz-Torres, Norma A.; Lira-Saldiva, R. H.; Vera-Reyes, Ileana & Méndez-Argüello, B. Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. *Segundo Mini Simposio-Taller de Agronano Tecnología*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p. 241-262. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/>, 2016.
- Hernández-García, J. E.; Giró-Letourneaut, Dayana; Pérez-Rodríguez, Yulen; Páez-Pérez, Ailén & Rodríguez-Díaz, J. A. Valorización del residual líquido del yogurt de soja. *Revista Márgenes*. 10 (1):155174. <https://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/workflow/index/1254/5>, 2021.
- ISTA. *International rules for seed testing. Including changes and editorial corrections Adopted at the Ordinary General Meeting 2021, Zürichstr. 50, CH-8303*. Bassersdorf, Switzerland: International Seed Testing Association, 2022.
- Lanna, Natália de B. L.; Bardivieso, Estefânia M.; Aguilar, A. S.; Pérez, Carolina P. A.; Contreras, S, P. G. Nakada-Freitas, Pâmela G. *et al.* Use of temperature and propolis in the alternative treatment of zucchini seeds. *Idesia*. 38 (4):83-88. <https://repositorio.unesp.br/items/531d5374-1e28-43db-bdac-bab92b9c8d29>, 2020.
- Lyonnet, J. *Rendimientos destacados para cultivos de invierno; crece el área de soja de segunda*. Montevideo: Blasina y Asociados. <https://blasinayasociados.com/rendimientos-destacados-para-cultivos-de-invierno-crece-el-area-de-soja-de-segunda/>, 2022.
- Magallanes-Estala, A.; Díaz-Franco, A.; Reyes-Rosas, M. A.; Rosales-Robles, E.; Alvarado-Carillo, M.; Silva-Serna, M. *et al.* *Tecnología de producción en soja [Glycine max (L.) Merrill] para el norte de Tamaulipas*. Folleto Técnico No. 58. Tamaulipas, México: INIFAP/CIRNE, 2014.
- Mederos-Ramírez, A. *Influencia de la termoterapia en semillas de cultivares de soja Glycine max (L) Merrill para estimular la viabilidad, el vigor y potencial productivo*. Tesis de Maestría Mejoramiento Genético de las Plantas. San José de las Lajas, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2022.
- Mederos-Ramírez, A. & R. Ortiz-Pérez. Efecto estimulante de tratamientos termoterapéuticos en semillas de *Glycine max* L. *Pastos y Forrajes*. 45:e21. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942022000100021&lng=es&tlng=es, 2022.
- Mesa-León, C. *La producción de soja en Cuba: una vía para la sustitución de importaciones*. La Habana: Universidad de La Habana, 2017.
- ONEI. *Anuario estadístico de Cuba 2019*. La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información. https://www.onei.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/2023-01/anuario_2019_compressed.pdf, 2020.
- Ortiz-Pérez, R. & Mederos-Ramírez, A. Efecto estimulante de la termoterapia sobre semillas de soja (*Glycine max* L.) para su uso en siembras de verano. *Cultivos Tropicales*. 45 (3):1-7. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1793/3808>, 2024.
- Ortiz-Pérez, R., Enríquez-Obregón, G. A.; Nápoles-García, María C.; Soto-Pérez, Natacha; Mederos-Ramírez, A. & González-Cepero, María C. *Reseña de la tecnología de producción de soja (Glycine max (L.) Merrill) en Cuba*. San José de las Lajas, Cuba: Ediciones INCA. https://www.researchgate.net/publication/372133438_Instructivo_tecnico_de_la_soja_en_Cuba_2023/link/650607a0ca19e8355c975135/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxyY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxyY2F0aW9uIn19, 2023.
- Pardo-Varela, M. I. *Calidad fisiológica de la semilla de soja (Glycine max L. Merr.) bajo diferentes condiciones de almacenamiento y envasado*. Trabajo final para obtener el título de Especialista en Producción de Semillas de Cereales, Oleaginosas y Forrajeras. Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, 2016.
- Soria-Acha, O. A. *Efectos climatológicos: incidencia en la producción de soja del departamento de Santa Cruz (encuesta 2015)*. Tesis de grado. Bolivia: Facultad de Ciencias Económicas y Financieras, Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/19039>, 2018.
- USDA. *World soybean production for the 2020/2021 campaign*. USA: American Department of Agricultural. <https://www.sopa.org/statistics/world-soybean-production/>, 2021.