



REVISTA LATINOAMERICANA DE
CIENCIAS AGRARIAS

ISSN (en línea): 2961 - 2764



PERUVIAN SCIENCE
CENTRO EDITORIAL

“CULTIVAR ES UN ARTE QUE COMBINA CIENCIA Y PASIÓN POR LA TIERRA”

VOLUMEN 2
NÚMERO 2

Distribución gratuita



Mail: informes@revistas.peruvianscience.org

OJS: revistas.peruvianscience.org/index.php/rlca

Teléfono: +51 942 723 906

Cultivar es un arte que combina ciencia y pasión por la Tierra

Vol. 2 N° 2 – Diciembre 2024

La **Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias** es una revista de publicación semestral de acceso abierto, editada por Peruvian Science. Dedicada a la difusión científica de artículos originales, de revisión, inéditas, de autores de universidades, instituciones de investigación, organismos oficiales. El criterio principal para la publicación es que el manuscrito debe contener ideas originales y significativas que conduzcan a una mejor comprensión del campo agrícola. Los artículos centrados en los diferentes cultivos deberán ser de interés para una amplia audiencia y los métodos empleados dan como resultado una mejora sustancial sobre las técnicas y enfoques establecidos existentes. El idioma puede ser español, inglés y/o quechua. La revista busca a partir de las publicaciones promover el desarrollo de la investigación en el sector agrícola.

Edición: Diciembre - 2024

ISSN (en línea): 2961-2764

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú

N° 2023-07404

© CENTRO EDITORIAL PERUVIAN SCIENCE S.A.C.

Dirección: Mza. E Lt. 7 Urb. Santa Fe de Naranjal

San Martín de Porres

Lima, Perú

peruvianscience.org



Editor en Jefe

Ing. Ana Lizeth Luna Abarca

Equipo Editorial

Ing. David Saravia Navarro

Mg. Hector Cantaro Segura

Dr. Armando Vasquez Matute

Mg. Wilmer Aquino Minchan

Mg. Francisco Andrés
Villalobo Brunello

Blga. Ana Belén Espinoza Jara

Comité Científico Internacional

PhD. Fred William Chu Koo

Dr. Liberato Cervantes
Martínez

Dr. Andrés Ultreras Rodríguez

Dr. Mario Ben-Hur Chuc
Armendáriz

Ing. Luciano Pérez Valadez

Mg. Jhon Dany Castañeda
Requejo

Mg. Neiba Yadira Echeagaray
Solorza

Ing. Kennedy Zela Uscamayta

Asistente Editorial

Steven Alessandro Contreras
De La Cruz

Equipo de apoyo Editorial

Ing. Ebed Guerra Borda

Ing. Christian Raúl Linares
Coronado

Lic. Benjamin Gregorio Alejos
Cuchura

Lic. Oliver Rosman Quispe
Huillca

Bach. Celedonio Roberth
Llanos Llanos

ÍNDICE

CARTA A LA EDITORA.....	4
Niveles de resistencia a la penetración del suelo y desarrollo radicular y aéreo con 3 cultivos agrícolas	6
Efecto de diferentes dosis de Silicio en la aplicación foliar para el cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Mariscal Francisco Solano López - Caaguazú, Paraguay.....	14
Estrategia de densidad de siembra en el cultivo de girasol con arreglo en hileras gemelas.....	23
Manejo integrado de plagas en el cultivo de papa: control de la mosca blanca	31
Selección de variedades de Phaseolus vulgaris L. en tres campañas sucesivas en Cienfuegos, Cuba.....	44



REVISTA LATINOAMERICANA DE CIENCIAS AGRARIAS

**Cultivar es un arte que combina ciencia y
pasión por la Tierra**

CARTA A LA EDITORA

Estimada Editora:

Me dirijo a usted con el propósito de destacar la relevancia de la **Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias** como un medio esencial para la difusión de trabajos de investigación y revisión en el ámbito de las ciencias agrícolas. La amplitud de su alcance, que incluye áreas fundamentales como horticultura, mejoramiento genético, fitosanidad, agroecología, sustentabilidad, maquinaria agrícola, uso eficiente del agua y biotecnología vegetal, así como otras disciplinas relacionadas, constituye un pilar fundamental para el progreso del conocimiento y la implementación de soluciones innovadoras en el sector agrícola.

En un contexto en el que los desafíos globales, como el cambio climático, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad, requieren respuestas científicas claras y viables, la publicación de esta revista no solo enriquece el acervo académico, sino que también constituye una herramienta de gran valor para productores, técnicos, y tomadores de decisiones. Los lectores tienen la oportunidad de identificar e implementar estrategias experimentales en sus propios sistemas productivos, fomentando una agricultura más eficiente y resiliente. La revista también fomenta un espacio para la colaboración interdisciplinaria y la creación de redes de investigación, lo que posibilita a los autores e instituciones involucradas a intercambiar ideas, enfoques y metodologías que contribuyan al enriquecimiento mutuo. Esto es especialmente relevante en subáreas emergentes como



la digitalización agrícola, la bioeconomía y la adaptación al cambio climático, que requieren la integración de conocimientos procedentes de diferentes disciplinas.

Es imperativo destacar el papel que desempeña la difusión del conocimiento en la optimización de los procesos productivos y en el fortalecimiento de la industria agropecuaria. Los estudios publicados en la revista posibilitan a los productores acceder a tecnologías de vanguardia, sistemas de manejo sostenible y prácticas de conservación de recursos, lo que facilita la transición hacia modelos más sostenibles y competitivos. En este contexto, invito a los lectores y colaboradores a aprovechar este medio como una plataforma para compartir ideas innovadoras y significativas que no solo expandan nuestra comprensión del sector agropecuario, sino que también tengan un impacto directo en su transformación. Al compartir investigaciones rigurosas e innovadoras, fortalecemos el puente entre la ciencia y la práctica agronómica, lo que contribuye al desarrollo integral de las unidades de producción agrícola en nuestra región y más allá.

Agradezco su atención y la oportunidad de contribuir a esta valiosa publicación.

Dr. Henry López López

 [0000-0003-1551-3055](https://orcid.org/0000-0003-1551-3055)

Instituto de Ciencias Agrícolas

Universidad Autónoma de Baja California

henry.lopez.lopez@uabc.edu.mx



Niveles de resistencia a la penetración del suelo y desarrollo radicular y aéreo con 3 cultivos agrícolas

Levels of resistance to soil penetration and root and aerial development with 3 agricultural crops

Sandra Elizabeth Andino

 0009-0004-9104-4144

Universidad Privada del Este
decanato.fca.upecde@gmail.com

Hirmin A. Sánchez Caballero

 0009-0002-0182-2404

Universidad Privada del Este
hirmin_sanchez@hotmail.com

Julio César Karajallo Figueredo

 0009-0001-5099-8652

Universidad Privada del Este
krajallojc@hotmail.com

Cita en APA: Andino, S., Sánchez, H. & Karajallo, J. (2024). Niveles de resistencia a la penetración del suelo y desarrollo radicular y aéreo con 3 cultivos agrícolas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 2(2), pp. 6 - 13.



Resumen

El objetivo de la investigación fue analizar la resistencia a la penetración del suelo (RPS) y el desarrollo radicular y aéreo de tres cultivos agrícolas (girasol, canola y nabo) en un Oxisol de la región de Alto Paraná con el fin de evaluar el impacto de estos cultivos en la compactación del suelo. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron la RPS en dos profundidades (0-10 cm y 11-20 cm), longitud radicular, biomasa de la raíz y de la parte aérea. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA) y prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, además de un análisis de correlación de Pearson entre la RPS y la biomasa radicular. El estudio se llevó a cabo en un Oxisol, un tipo de suelo común en la región, propenso a la compactación, lo que dificulta el desarrollo adecuado de las raíces. Los resultados mostraron que el girasol presentó una menor RPS en la capa superficial de 0-10 cm, lo que sugiere un efecto positivo sobre la descompactación del suelo. La biomasa radicular y aérea fue mayor en el girasol, mientras que no se encontraron diferencias significativas en la longitud radicular entre los cultivos. En conclusión, el girasol mostró mayor eficiencia en la reducción de la RPS en la capa superficial, destacándose como una opción para mitigar la compactación del suelo.

Palabras clave: biomasa, compactación, profundidad, raíz

Abstract

The objective of the research was to analyze the resistance to soil penetration (RSP) and the root and aerial development of three agricultural crops (sunflower, canola and turnip) in an Oxisol in the Alto Paraná region, in order to evaluate the impact of these crops on soil compaction. An experimental design was used in randomized complete blocks with three treatments and five repetitions. The variables evaluated included RSP at two depths (0-10 cm and 11-20 cm), root length, root and aerial part biomass. The data was subjected to an analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at 5% probability of error, in addition to a Pearson correlation analysis between RSP and root biomass. The study was carried out in an Oxisol, a type of soil common in the region, prone to compaction, which makes proper root development difficult. The results showed that sunflower had a lower RSS in the 0-10 cm surface layer, suggesting a positive effect on soil decompaction. Root and aerial biomass was higher in sunflowers, while no significant differences were found in root length between crops. In conclusion, sunflowers showed greater efficiency in reducing RSP in the surface layer, standing out as an option to mitigate soil compaction.

Key Words: biomass, compaction, depth, root



Introducción

El suelo representa uno de los recursos más desafiantes desde el punto de vista del manejo agrícola, ya que es un recurso vital para la producción de cultivos, siendo determinante para la disponibilidad de agua, nutrientes y aire para las plantas, influyendo directamente en el rendimiento de los cultivos (Lal, 2015).

Sin embargo, su manejo se enfrenta a varios desafíos debido a la alteración de sus propiedades físicas, químicas y biológicas por prácticas agrícolas inadecuadas, especialmente en sistemas de cultivo intensivos. Una de las problemáticas más comunes que afecta la calidad del suelo es la compactación, la cual reduce la porosidad del suelo y dificulta la circulación de agua y aire, lo que impacta negativamente en el desarrollo de las raíces y la absorción de nutrientes (Munkholm y Schjønning, 2010 & Valadão *et al.*, 2015).

La compactación del suelo se puede prevenir o mitigar mediante el uso de técnicas agrícolas sostenibles, que promuevan la mejora de la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua. Por ende, es necesario realizar el diagnóstico de dicha problemática con técnicas adecuadas.

En este sentido, se disponen de indicadores para evaluar la compactación que radica principalmente en la resistencia a la penetración del suelo (RPS), que mide la fuerza que deben ejercer las raíces para penetrar el mismo (Boone *et al.*, 2013). Este parámetro es crucial para comprender la influencia de la estructura del suelo en el desarrollo radicular y, por ende, en la capacidad de las plantas para acceder a los recursos esenciales para su crecimiento. En suelos compactados, la RPS tiende a aumentar, lo que limita la expansión radicular y afecta el rendimiento de los cultivos. Por lo tanto, evaluar los niveles de RPS en diferentes profundidades del suelo es fundamental para identificar las condiciones que podrían dificultar el crecimiento de las raíces.

El objetivo de este estudio es evaluar los niveles de RPS en dos profundidades diferentes (0-10 cm y 11-20 cm) y el desarrollo radicular y aéreo de tres cultivos agrícolas en un Oxisol, un tipo de suelo típicamente susceptible a la compactación. El Oxisol es característico en zonas tropicales y subtropicales, como la región de Alto Paraná; en este contexto, se espera que la investigación proporcione información de la influencia en la mitigación de la compactación, así también su desarrollo en estas condiciones, y el mejoramiento de las mismas para un manejo agrícola más eficiente y sostenible.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Privada del Este, Sede Ciudad del Este (-25.434666, -54.686778), en un suelo de orden Oxisol, del subgrupo Rhodic Kandiodox, constituida por arcillas muy finas y buena profundidad (López et al., 1995). El clima se considera subtropical, con una precipitación media anual de 1.650 mm (Dirección de Meteorología e Hidrología, 2016).

La siembra se realizó en fecha 04 de junio del 2023 en forma manual a una distancia entre hileras de 0,45 m y poblaciones de 74.000 plantas ha⁻¹ en girasol, canola de 148.000 plantas ha⁻¹ y nabo 300.000 plantas ha⁻¹.

Las variables evaluadas fueron:

Resistencia del suelo a la penetración (RPS): se tomaron medidas en diferentes puntos al azar dentro de cada unidad experimental con un penetrómetro digital, con capacidad hasta una profundidad de 60 cm, con evaluación por centímetro en kilopascal (Kpa) en profundidades de 0-10 y 11-20 cm.

Biomasa radicular (g): se tomaron 5 plantas al azar y se retiraron con ayuda de una pala para evitar pérdidas de la raíz. Posteriormente fueron limpiadas y pesadas con una balanza de precisión digital en gramos.

Longitud de raíz (cm): las 5 plantas tomadas para la evaluación de biomasa se midieron desde la base en el cuello del tallo hasta la cofia con un flexómetro en centímetros.

Biomasa aérea por planta: se tomaron 5 plantas al azar, se cortaron desde el cuello de la planta y se pesaron con una balanza de precisión digital, estas se promediaron en gramos.

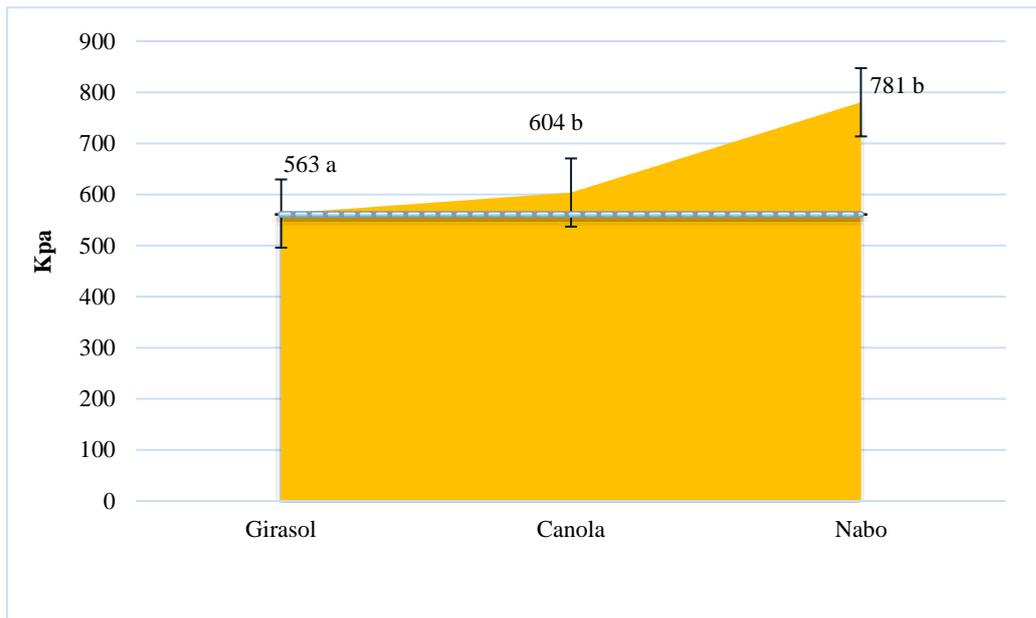
Los datos fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANAVA) y test de Tukey al 5% de probabilidad de error, y correlación de Pearson entre RPS en 0-10 cm y la biomasa radicular.

Resultados

La evaluación se realizó a los 70 días post emergencia de los cultivos, con 561 kpa en media de RPS a 0-10 cm y 1.783 kpa a 11-20 cm de profundidad, los datos iniciales antes de la instalación del experimento están detallados en la **Figura 5**.

En la **Figura 1**, el girasol presentó 563 Kpa de RPS, estadísticamente menor que la canola y el nabo.

Figura 1. RPS en 0-10 cm con 3 cultivos a 70 días post emergencia. UPE, 2024

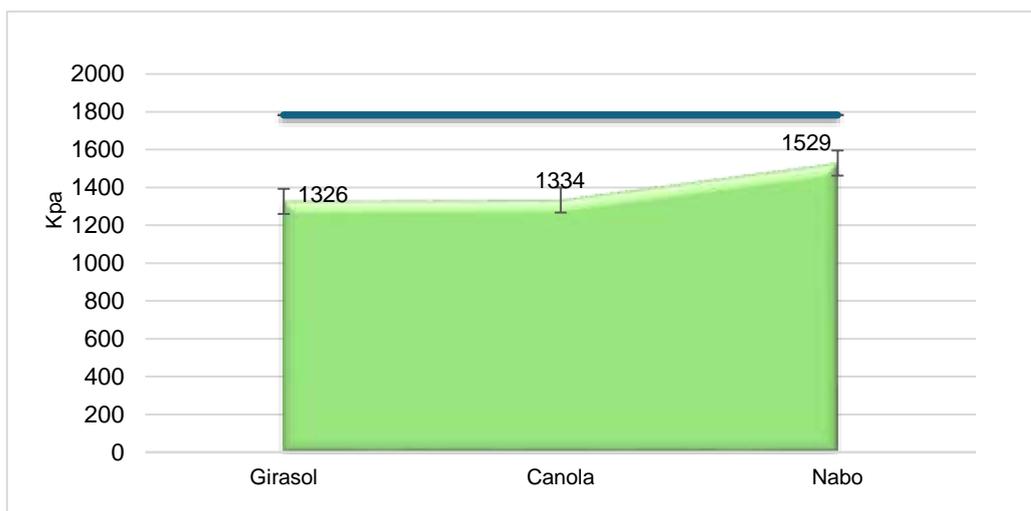


Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

En la figura, los valores de RPS en la profundidad de 11-20 cm son estadísticamente similares con rango de 1326 a 1529 Kpa; estos se encontraban por debajo de 1.783 Kpa en la misma profundidad al inicio del experimento.

Figura 2. RPS en la profundidad de 11-20 cm con 3 cultivos a 70 días post emergencia. UPE, 2024



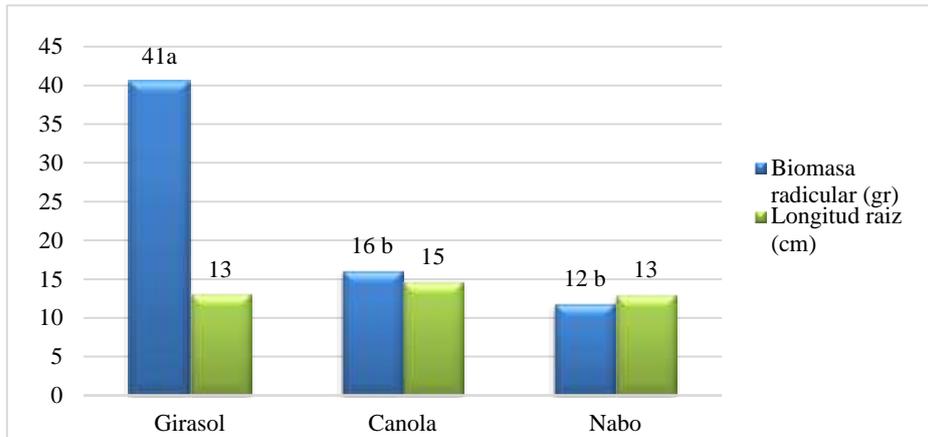
ns: no significativo

Fuente: Elaboración propia

En lo que refiere al desarrollo vegetativo de los cultivos en función a los valores de RPS detallados anteriormente, se disponen diferencias significativas en la biomasa radicular

con 41 g, destacándose sobre la canola y el nabo. Respecto a la longitud de la raíz, los cultivos presentan medias similares con rangos de 13 a 15 centímetros, dado el sistema radicular pivotante de los mismos.

Figura 3. Biomasa y longitud radicular con 3 cultivos a 70 días post emergencia. UPE, 2024

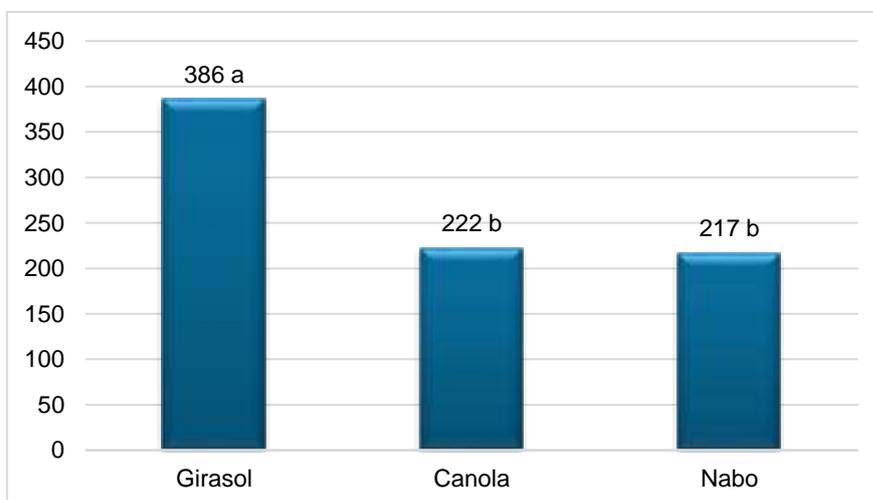


Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

La biomasa aérea por planta se diferencia estadísticamente entre las especies, como en la biomasa radicular, por lo cual el girasol destaca debido a su gran área foliar en comparación con los otros.

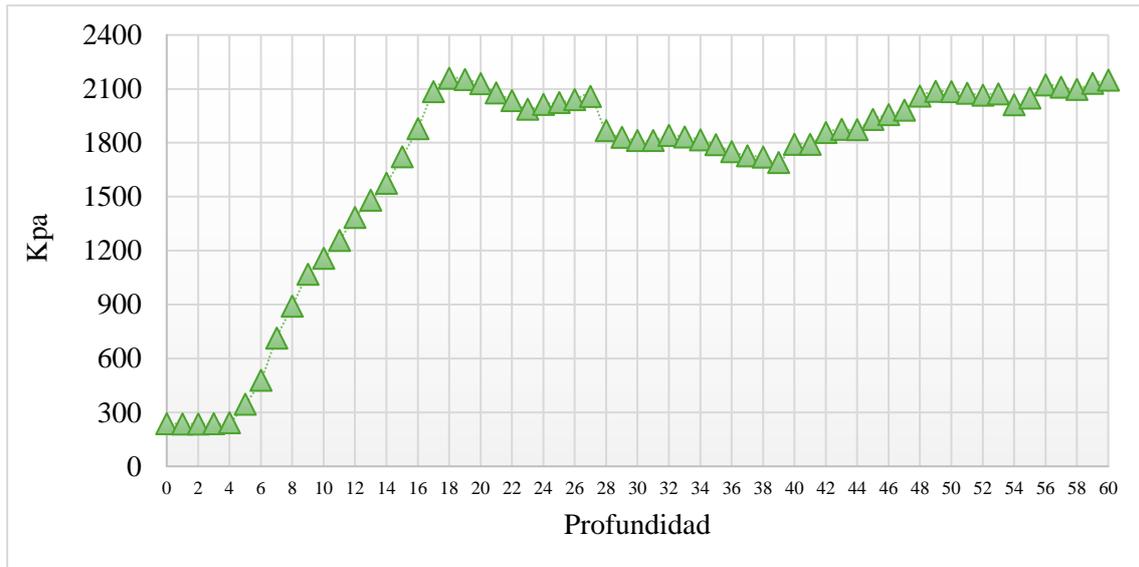
Figura 4. Biomasa aérea por planta con 3 cultivos a 70 días post emergencia. UPE, 2024



ns: no significativo

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Evaluación inicial de resistencia a la penetración del suelo mayo 2023. UPE, 2024



Fuente: Estación meteorológica UPE-CDE. Elaboración propia

Discusión

El sistema radicular del girasol genera una interacción distinta con el suelo, dado que su raíz mejora la estructura del suelo (Aliari et al., 2002) y explora grandes volúmenes de suelo (Wu et al., 2022).

El sistema radicular pivotante y las ramificaciones secundarias del girasol inciden en el RPS debido a su masa radicular, que difiere de la canola y el nabo, lo cual ha sido detallado por Gagnon et al. (2002), quien afirma que el girasol muestra una mayor masa radicular y una penetración más profunda en el suelo.

Con los niveles de RPS y biomasa radicular se estableció que presenta un índice de correlación de -0,5, no significativo, pero que permite establecer que al aumento de la RPS se produce una disminución en el desarrollo de la raíz, siendo este órgano importantísimo para la exploración de agua y nutrientes, similar a lo descrito por Ryan et al. (2010), la resistencia al penetrar el suelo tiene un impacto directo en el crecimiento de las raíces. Cuando esa resistencia aumenta, se observa una disminución significativa en la biomasa de la raíz.

Conclusión

Los niveles de RPS son manejados por el cultivo del girasol en la camada superficial. La formación de la biomasa de la raíz disminuye por el aumento de los valores de RPS, siendo una barrera física en un suelo Oxisol. El desarrollo aéreo y radicular son distintos en los 3 cultivos, en el que destaca el girasol por las características particulares de la especie.

Referencias

- Aliari, R., Shiri, R., & Kiani, A. (2002). Root effects on soil structure and nutrient dynamics. *Soil Science Society of America Journal*, 66(5), 1456-1463.
- Boone, F. R., Flanagan, D. C., & Anderson, D. W. (2013). Soil penetration resistance as an indicator of soil compaction. *Canadian Journal of Soil Science*, 93(2), 255-267.
- Gagnon, B., Angers, D. A., & Rochette, P. (2002). Root morphology and water uptake of sunflower compared to other crops in different soil types. *Agronomy Journal*, 94(5), 973-981.
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5280-5294.
- Munkholm, L. J., & Schjønning, P. (2010). Soil physical quality in conventional and organic cropping systems. *Geoderma*, 155(3-4), 175-185.
- Ryan, M. H., Tibbett, M., & Erskine, P. D. (2010). Effects of soil compaction on root growth and nutrient acquisition in crops. *Field Crops Research*, 116(1), 11-17.
- Valadão, M. H. F., Sá, J. C. M., & Oliveira, F. A. (2015). Soil compaction and root growth: Impacts of mechanization on soil properties and crop yields. *Soil and Tillage Research*, 151, 61-69.
- Wu, Y., Li, X., Zhang, H., & Wang, F. (2022). Root exploration and its impact on soil properties in agricultural ecosystems. *Field Crops Research*, 270, 108306.



Efecto de diferentes dosis de Silicio en la aplicación
foliar para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la
zona de Mariscal Francisco Solano López –
Caaguazú, Paraguay

Effect of different doses of Silicon in foliar application for
corn (*Zea mays* L.) cultivation in the area of Mariscal
Francisco Solano López – Caaguazú, Paraguay

Anderson Gonsalves de Oliveira

 0009-0009-5075-6854

Universidad Privada del Este
anderssonsantarita@gmail.com

Oscar Andrés Fernández Molina

 0009-0008-2098-3952

Universidad Privada del Este
oscar.fermo@outlook.com

Cesar Ricardo Almada Gonzalez

 0009-0008-5234-6042

Universidad Privada del Este
almadajunior198@gmail.com

Ariel Aguilera Portillo

 0009-0004-2947-6878

Universidad Privada del Este
arielaguileraportillo2017@gmail.com

Cita en APA: Gonsalves, A., Almada, C., Fernández, O. & Aguilera, A. (2024). Efecto de diferentes dosis de Silicio en la aplicación foliar para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Mariscal Francisco Solano López – Caaguazú, Paraguay. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 2(2), pp. 14 - 22.



Resumen

El Silicio (Si) es un elemento muy importante para las gramíneas y por dicho motivo la presente investigación plantea como objetivo principal evaluar el efecto de diferentes dosis progresivas de silicio en el cultivo de maíz. La misma se realizó en la ciudad de Mariscal Francisco Solano López - Caaguazú, Paraguay; tal región posee un suelo de orden Rhodic Kandiodox que se caracteriza por ser de alto potencial de producción dadas sus excelentes propiedades físicas. Para el desarrollo de la investigación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), se emplearon 5 tratamientos con 4 repeticiones, abarcando 20 unidades experimentales, las cuales se establecieron dentro de un área total de 663 m². El silicio fue aplicado en la etapa fenológica V8, vía foliar, y los tratamientos fueron: T1: testigo, T2: 0.5 kg/ha, T3: 1.0 kg/ha, T4: 1.5 kg/ha, T5: 2.0 kg/ha. Las variables evaluadas fueron la altura de la planta, longitud de mazorca, peso de 1000 semillas y rendimiento final en kg/ha. Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza y comparados por la prueba de Tukey con una probabilidad de error del 5%. Según los resultados, para la altura de la planta no se obtuvo diferencias significativas, sin embargo, para la longitud de la mazorca y el peso de 1000 semillas se obtuvo un p-valor menor a 0,05 indicando así que hubo una diferencia significativa entre los tratamientos; con respecto al rendimiento final se obtuvo una diferencia de 4.9% entre el T1 y T5.

Palabras clave: altura, longitud, rendimiento

Abstract

Silicon (Si) is a very important element for grasses and for this reason the present research aims to evaluate the effect of different progressive doses of silicon in corn crops. It was carried out in the city of Mariscal Francisco Solano López - Caaguazú, Paraguay; this region has a Rhodic Kandiodox soil that is characterized by high production potential given its excellent physical properties. For the development of the research, the completely randomized block design (CRBD) was used, 5 treatments with 4 repetitions were used, covering 20 experimental units, which were established within a total area of 663 m². silicon was applied at the V8 phenological stage, via foliar, and the treatments were: T1: control, T2: 0.5 kg / ha, T3: 1.0 kg / ha, T4: 1.5 kg / ha, T5: 2.0 kg / ha. The variables evaluated were plant height, ear length, weight of 1000 seeds and final yield in kg/ha. The results were subjected to analysis of variance and compared by the Tukey test with a probability of error of 5%. According to the results, for plant height no significant differences were obtained, however, for ear length and weight of 1000 seeds a p-value less than 0.05 was obtained, thus indicating that there was a significant difference between the treatments; with respect to final yield a difference of 4.9% was obtained between T1 and T5.

Key Words: height, length, performance



Introducción

El maíz es el cereal más ampliamente cultivado en todo el mundo, pero el cultivo tiene algunas exigencias nutricionales, como el Silicio (Si) que puede ayudar a mejorar el rendimiento. Según Botelho et al. (2005), el silicio es un elemento útil y beneficioso para las plantas, ya que cuando estas se encuentran en un ambiente enriquecido con el nutriente difieren de las cultivadas con deficiencia del mismo, principalmente, en la composición química, resistencia mecánica de las células, tolerancia al estrés abiótico y biótico, como a plagas y enfermedades. La superficie estimada del maíz en el año 2024 es de 750.000 has, con una producción comercial de 3.185.000 toneladas y rendimiento promedio de 4.256 kg/ha y de la alta demanda mundial; las exportaciones de maíz casi triplicaron su volumen, en comparación con el mismo periodo del 2021, destaca el informe de Comercio Exterior de la Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO, 2024).

Según Veas (2020), el silicio es el segundo elemento en mayor cantidad disponible en la corteza terrestre, y se puede encontrar abundantemente en la litosfera, pero el silicio solo puede ser absorbido por las plantas en forma de ácido monosilícico. Las monocotiledóneas (principalmente las gramíneas) como el arroz, trigo, maíz y otros pastos acumulan entre un 5 y un 10 % de silicio en sus tejidos, lo que es más alto que los valores normales de otros macronutrientes como el Nitrógeno (N) o Potasio (K). Vincas (2021), aplicando dosis progresivas de SiO₂ en el cultivo de maíz, tuvo rendimiento estadísticamente superior comparados con el testigo (T1).

En los estudios más recientes, resaltan que la aplicación del silicio permite mejorar las propiedades químicas del suelo, como la acidez, y aumentar la disponibilidad de algunos nutrientes como el calcio, magnesio, zinc y boro, especialmente en suelos con pH bajo o expuestos a la degradación por factores abióticos (Michajluk et al., 2019). En tal sentido, el objetivo principal del trabajo es evaluar el efecto de diferentes dosis de silicio en el cultivo de maíz y, específicamente, analizar la altura final de la planta, longitud de la mazorca, peso de mil semillas de maíz y el rendimiento.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la localidad de Santa Teresa, que pertenece al Distrito de Mariscal Francisco Solano López, Departamento de Caaguazú – Paraguay. Los suelos de la zona pertenecen al orden Oxisol, subgrupo taxonómico Rhodic Kandiodox (López et al., 1995). Las precipitaciones, en promedio, son de entre 1.650 y 1.700 mm anuales (DINAC, 2024). El enfoque de la investigación fue de carácter cuantitativo y el diseño experimental utilizado es el de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones totalizando 20 unidades experimentales. Los tratamientos se presentan en la Tabla 1.



Tabla 1. Diferentes dosis de silicio, aplicado al cultivo de maíz. UPE-2024

Tratamientos	Dosis de Silicio (kg ha⁻¹)
T 1	0
T 2	0,5
T 3	1,0
T 4	1,5
T 5	2,0

Fuente: Elaboración propia

La siembra fue de manera mecanizada sobre rastrojos de una mezcla de abonos verdes (nabo, avena y centeno) en sistema de siembra directa (SSD) con una población de 65.000 plantas por hectárea. El 21 de enero de 2024 se procedió a la cosecha manual de las plantas contenidas en el área útil de las unidades experimentales (7,5 m²), totalizando 150 m² de área cosechada. Las variables evaluadas fueron las siguientes: altura final de la planta, longitud de mazorca, peso de mil semillas y rendimiento.

La altura de la planta se evaluó con la utilización de una cinta métrica. 10 plantas de la parcela útil fueron seleccionadas al azar, se midieron desde la base de la planta hasta la punta de la inflorescencia masculina (Panoja), que fueron registradas en metros (m) y promediadas por cada unidad experimental.

Para la medición de la longitud de mazorca fueron seleccionadas 10 espigas al azar de la parcela útil. Mediante la utilización de una cinta métrica se midió desde la base hasta el extremo superior y, posteriormente, se promediaron dichas mediciones. Los datos fueron expresados en centímetros (cm).

Para evaluar el peso de mil granos de la parcela útil fueron recolectados, de forma aleatoria en cada unidad experimental, 100 granos en diez repeticiones. Posteriormente, fueron pesados en una balanza de precisión y sumados. Finalmente, del resultado de cada medición, se determinó el peso de mil semillas (PMS).

La evaluación del rendimiento se realizó una vez alcanzado el punto de madurez fisiológico de la planta con el índice de humedad de granos adecuado (lo más aproximado a 14% de humedad). Fueron cosechadas las espigas de la parcela útil de cada unidad experimental —las 3 líneas del medio de 5 metros de largo (7,5 m²)— teniendo en cuenta el efecto borde. Luego, de forma manual, se realizó el desgranado, embolsado y pesado de los granos con una balanza de precisión, los resultados fueron expresados en kg/ha.

Los datos registrados de cada variable fueron sometidos al Análisis de Varianza (ANAVA) mediante el software INFOSTAT para determinar si existen diferencias

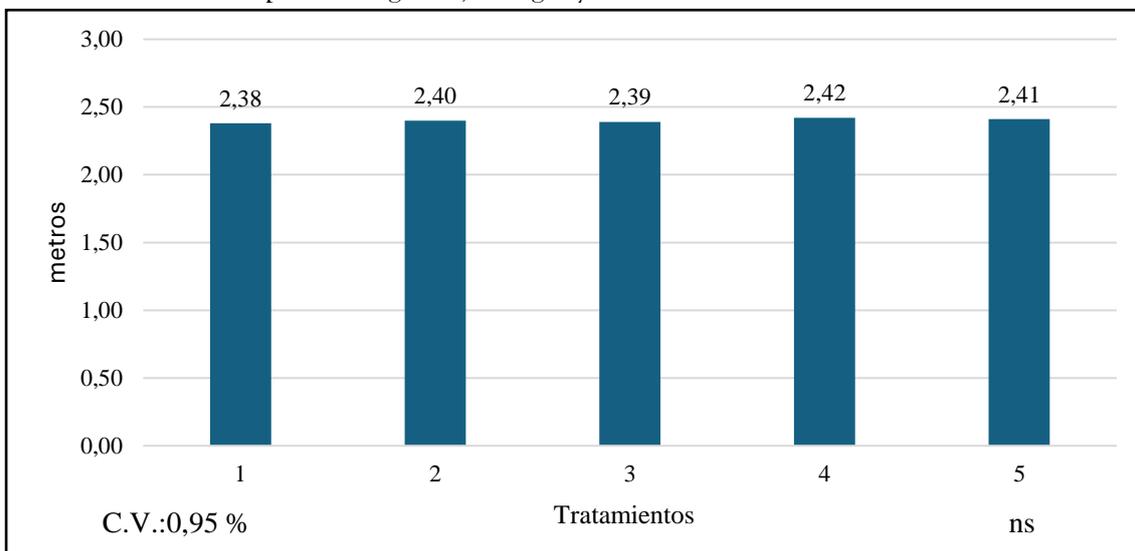
significativas entre los tratamientos; en caso de existir, se aplicó la prueba de comparación de medias a través de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados

En este apartado se exponen los resultados obtenidos de todas las variables analizadas para cada uno de los tratamientos. Después de llevar a cabo el ANAVA y en ciertas situaciones identificar una diferencia estadística, se llevó a cabo la comparación mediante el Test de Tukey, con un nivel de significancia del 5%.

La evaluación de la altura de planta, se aprecia en la Figura 1. Según El ANAVA, no hay diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos porque el valor p es superior a 0,05.

Figura 1. Valores de medias de la variable altura final de planta del cultivo de maíz, obtenidas mediante la aplicación foliar de silicio en diferentes dosis. Distrito de Mariscal Francisco Solano López – Caaguazú, Paraguay 2023. UPE-2024



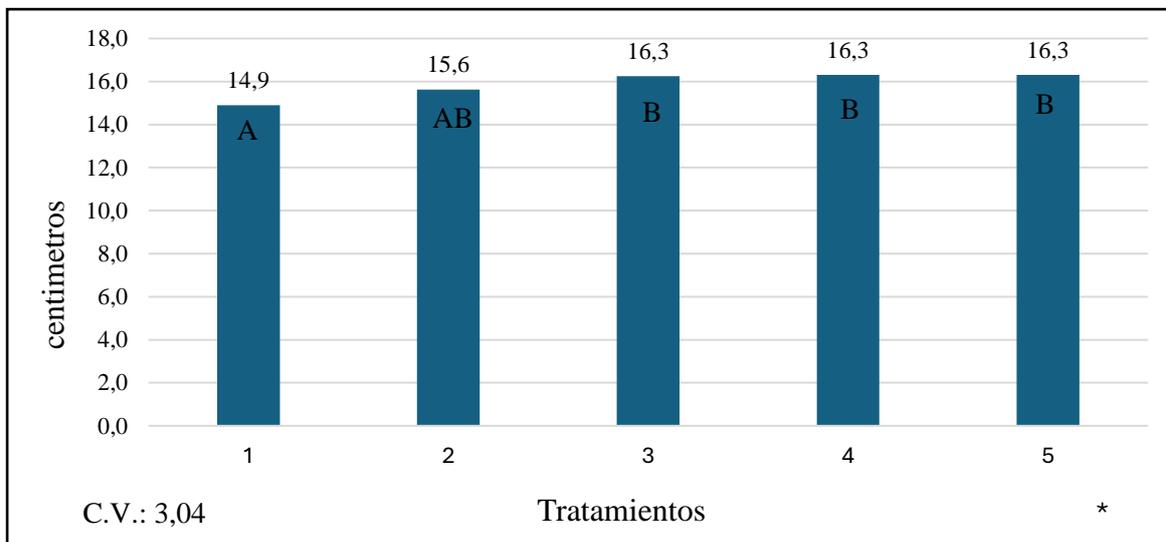
ns: no significativo al 5% de probabilidad de error

Fuente: Elaboración propia

La falta de significancia estadística en nuestras comparaciones se plantea por diversas razones que podrían ser los factores externos cómo la temperatura, humedad, precipitaciones y condiciones edafológicas (compactación de suelo, acidez, porosidad, etc.) que influyen en los resultados.

Según el ANAVA, el p-valor es menor a 0,05, indicando así que hay una diferencia significativa entre los tratamientos para la variable longitud de la mazorca. Se observa en la Figura 2 que, de acuerdo con la comparación de medias mediante el Test de Tukey, los tratamientos 3, 4 y 5 son los mejores en comparación al testigo.

Figura 2. Valores de medias de la variable longitud de mazorcas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), obtenidas mediante la aplicación foliar de silicio en diferentes dosis. Distrito de Mariscal Francisco Solano López – Caaguazú, Paraguay 2023. UPE-2024

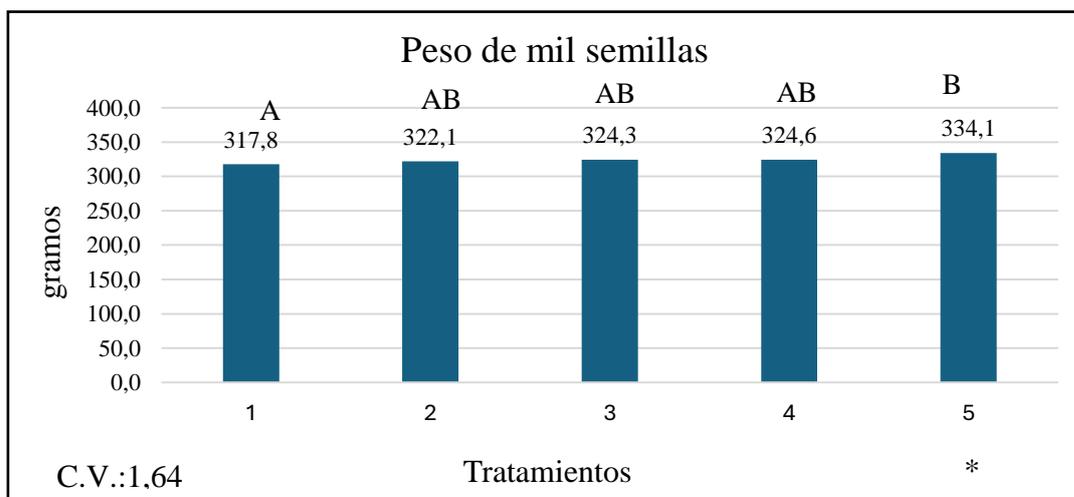


Nota: *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al ANAVA, el p-valor es menor a 0,05, indicando así que hay una diferencia significativa entre los tratamientos para la variable PMS. Se observa en la **Figura 3** que, de acuerdo a la comparación de medias mediante el Test de Tukey, se puede destacar que hay diferencia entre el T1 y T5.

Figura 3. Valores de medias de la variable PMS del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), obtenidas mediante la aplicación foliar de silicio en diferentes dosis. Distrito de Mariscal Francisco Solano López – Caaguazú, Paraguay 2023. UPE-2024



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

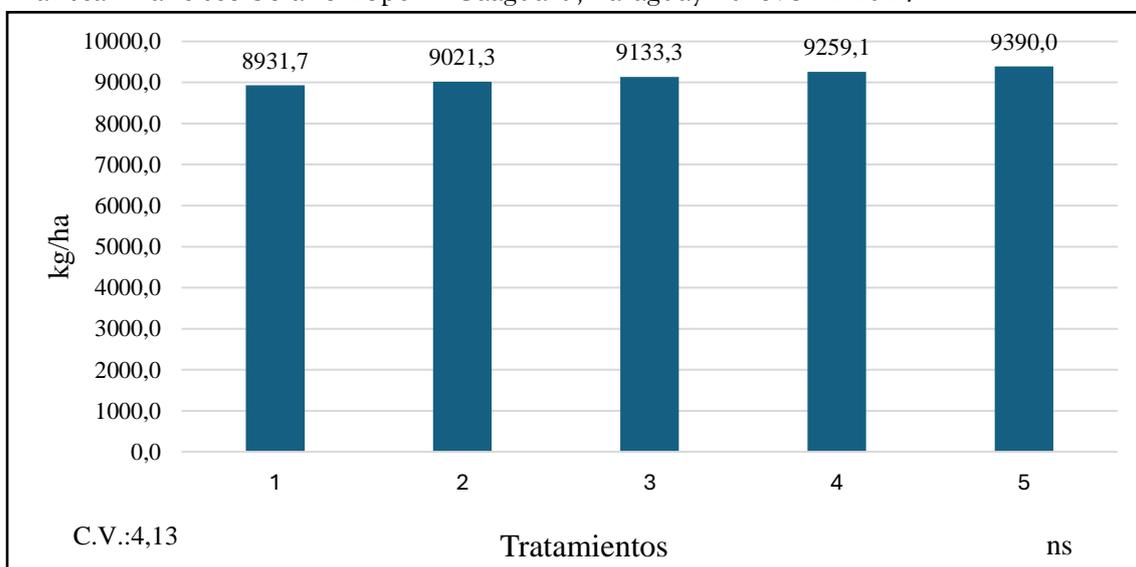
Fuente: Elaboración propia

Es relevante considerar que el peso de mil semillas es una medida que se ve influenciada por diversos factores, incluyendo la genética, el clima y las prácticas agronómicas. Las diferencias en los resultados indican adaptaciones específicas de la población de plantas bajo estudio a las condiciones particulares de nuestro experimento.

Rendimiento de grano

Según el análisis de varianza (ANOVA), el p-valor es mayor a 0,05, indicando así que no hay diferencia significativa entre los tratamientos para la variable rendimiento. En la **Figura 4** se observan los resultados de rendimiento que oscilan entre 8.931,7 y 9.390 kg ha⁻¹.

Figura 4. Valores de medias del rendimiento final en kilogramos por hectáreas del cultivo de maíz, obtenidas mediante la aplicación foliar de silicio en diferentes dosis. Distrito de Mariscal Francisco Solano López – Caaguazú, Paraguay 2023.UPE-2024



ns: no significativo al 5% de probabilidad de error

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Con relación a la variable altura de planta no hubo efecto de la aplicación de silicato vía foliar, este hallazgo coincide con las investigaciones previas de Martínez (2017) y Sánchez (2018), quienes también reportaron resultados similares en sus investigaciones, donde evaluaron el efecto del silicio en los cultivos de maíz.

Por otro lado, la variable longitud de la mazorca fue afectada por la aplicación de silicio. Los resultados difieren a los encontrados por Sánchez (2018), en cambio, coinciden con los de la investigación de Jiménez (2016), en la cual se afirma que el silicio aumenta la longitud de la mazorca con relación al testigo.

Los resultados de PMS revelaron una diferencia significativa en el peso de mil semillas, en contraste con los hallazgos de Sánchez (2018) y Martínez (2017), quienes no reportaron diferencia.

En la evaluación del rendimiento de grano, tanto en el presente estudio como en el trabajo de Martínez (2017), se observó que no hubo diferencia significativa, lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Sánchez (2018). Se puede mencionar que los rendimientos obtenidos en el experimento son muy superiores al promedio nacional y destacar que, durante el período del experimento, la parcela de maíz no sufrió estrés hídrico dado que la precipitación estuvo bien distribuida, con un valor acumulado de 1213 mm al final del experimento.

Es importante señalar que la no significancia estadística en nuestras pruebas no descarta la posibilidad de obtener nuevos resultados, donde el silicio influya positivamente en esta variable, lo que podría ser contrastado en futuras investigaciones.

Conclusión

La aplicación de dosis crecientes de silicio mejora el peso de mil semillas y la longitud de la mazorca de maíz, más no así la altura ni el rendimiento. Por otro lado, se puede destacar que el rendimiento fue muy superior al promedio nacional y con las dosis crecientes del silicio se tiene una respuesta favorable en cuanto al rendimiento de grano del maíz en comparación al testigo, lo cual resulta interesante desde el punto de vista del productor.

Referencias

- Botelho, D. M. S., Pozza, E. A., Pozza, A. A., Carvalho, J. G. D., Botelho, C. E., & Souza, P. E. D. (2005). Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. *Fitopatologia Brasileira*, 30, 582-588. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/fb/a/D6MhLWtGQXpGYLVcK8GTgpC/?format=pdf&lang=pt>
- CAPECO (2024). Área de siembra, producción y rendimiento del maíz. Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas. Recuperado el 23 de noviembre de 2024 de <https://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- Veas Parrales, K. R. (2020). *Importancia del Silicio como acondicionador de suelos para la producción de cultivos de ciclo corto* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020). Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8198>

Efecto de diferentes dosis de Silicio en la aplicación foliar para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Mariscal Francisco Solano López - Caaguazú, Paraguay

Michajluk, J., Gómez, R., Moreno H., Leguizamón, C. & Cabello, J. (2019). Evaluación del contenido de silicio en suelo a través de técnicas analíticas nucleares. Universidad Nacional de Asunción. Disponible en: <http://scielo.iics.una.py/pdf/ucsa/v6n3/2409-8752-ucsa-6-03-18.pdf>

López, O., González, E., De Llamas, P., Molinas, A., Franco, S., García, S., & Ríos, E. (1995). Estudio de Reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Asunción: MAG. Disponible en: <https://www.geologiadelparaguay.com/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf>

(DINAC, 2024). DINAC (2018). Dirección de Meteorología e Hidrología. Disponible en: <https://www.meteorologia.gov.py/>

Martinez Acosta, G. D. (2017). Efectos de la aplicación de silicio y fosfito de potasio en la variedad de arroz SFL-09 Oriza sativa L (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18029>

Sánchez Dumes, N. C. (2018). *Efecto de la aplicación de silicio y fertilización sobre el comportamiento agronómico del cultivo de maíz Zea mays L* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29001>

Jiménez Franco, E. D. (2016). Evaluación de dosis y fuentes de silicio líquido aplicado foliarmente en el cultivo de maíz *Zea mays* L. (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13976/1/Jim%20Franco%20Elvis%20Damian.pdf>



Estrategia de densidad de siembra en el cultivo de
girasol con arreglo en hileras gemelas
Planting density strategy in sunflower cultivation with twin
row arrangement

Antonio Ramírez Núñez

 0009-0005-9402-6870

Universidad Privada del Este

antonio.ramirez.91@hotmail.com

Pamela Belén Giménez Quiñonez

 0009-0001-2928-1956

Universidad Privada del Este

pame.gp@hotmail.com

Cita en APA: Encina, L., Rodas, B., Doldan, D. & Aguilera, A. (2024). Estrategia de densidad de siembra en el cultivo de girasol con arreglo en hileras gemelas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 2(2), pp. 23 - 30.



Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra en hileras gemelas sobre el crecimiento y los componentes productivos del girasol, como lo es el tamaño del capítulo. El estudio se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Privada del Este, Alto Paraná, Paraguay, en un suelo Oxisol. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, siendo las densidades de siembra 78,000; 90,000; 107,000; 130,000 y 166,000 semillas por hectárea. Las variables evaluadas fueron altura de planta, área foliar y diámetro del capítulo. Los resultados mostraron que las diferentes densidades de siembra no afectaron significativamente la altura de las plantas ni el área foliar, lo que indica que el girasol tiene una alta capacidad de adaptación a cambios en la densidad de plantas. Asimismo, el diámetro de los capítulos no aumentó proporcionalmente con el incremento de semillas por hectárea. Los hallazgos sugieren que las densidades de siembra de 78,000 a 166,000 semillas por hectárea no incidieron en el desarrollo del girasol, por ende, no se justifica un aumento considerable en la cantidad de semillas por unidad de superficie.

Palabras clave: área foliar, competencia, crecimiento, capítulo, *Helianthus annuus*

Abstract

In this research, the objective was to evaluate the effect of different planting densities in twin rows on the growth and productive components of sunflower, such as head size. The study was conducted at the experimental field of the Faculty of Agricultural Sciences, Universidad Privada del Este, located in Alto Paraná, Paraguay, on an Oxisol soil. A randomized complete block design was used with 5 treatments and 4 repetitions, with planting densities 78,000; 90,000; 107,000; 130,000 and 166,000 seeds per hectare. The variables evaluated were plant height, leaf area and capitulum diameter. The results showed that different planting densities did not significantly affect plant height or leaf area, indicating that sunflowers have a high capacity to adapt to changes in plant density. Likewise, the diameter of the capitulum did not increase proportionally with the increase in seeds per hectare. The findings suggest that planting densities of 78,000 to 166,000 seeds per hectare did not affect sunflower development, therefore, a considerable increase in the number of seeds per unit area is not justified.

Key Words: leaf area, competence, growth, capitulum, *Helianthus annuus*

Introducción

Los incrementos en la producción de girasol (*Helianthus annuus*) se han logrado principalmente mediante el mejoramiento genético de la planta o a través de prácticas agronómicas. Dentro de estas últimas, la manipulación de la densidad de siembra juega un papel crucial en el aprovechamiento de los recursos como el suelo, agua y nutrientes. La densidad óptima de plantas está influenciada por factores como la temperatura, la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua y el material genético (Diepenbrock et al., 2001). Sin embargo, una alta densidad de siembra puede generar competencia entre las plantas, afectando la formación de los capítulos.

En los últimos años, se ha implementado el sistema de siembra en hileras gemelas, en el que se colocan dos líneas de plantas con una distancia reducida entre ellas. Este arreglo puede aumentar el índice de área foliar e incrementar la intercepción de luz solar (Widdicombe y Thelen, 2002), lo que potencialmente favorecerá la fotosíntesis y el crecimiento general de la planta.

Sin embargo, el impacto de este sistema depende de la densidad de siembra y la población de plantas, lo que plantea la necesidad de investigar los efectos de la disposición de plantas en el cultivo; de esta manera, con el aumento de plantas, la cantidad de semillas utilizada en este sistema representa un costo elevado y el manejo fitosanitario también puede verse afectado por el microclima generado por la disposición de las plantas.

En ese sentido, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra en hileras gemelas sobre el crecimiento y los componentes productivos del girasol, este último en relación con el tamaño del capítulo. A través de esta evaluación se pretende proporcionar información relevante en las prácticas de manejo en el cultivo de girasol y optimizar el uso de recursos, lo que podría tener un impacto positivo en la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo en diversas condiciones agroecológicas.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Privada del Este - Sede Ciudad del Este (-25.434666, -54.686778), en un suelo de orden Oxisol, del subgrupo Rhodic Kandiodox, constituida por arcillas muy finas y buena profundidad (López et al., 1995). Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, con 4 hileras de 3 metros por cada unidad experimental. Se aplicó el test de Análisis de la Varianza (ANAVA) con el programa informático INFOSTAT. Se evaluaron las densidades de siembra (semillas ha⁻¹) de 78.000, 90.000, 107.000, 130.000 y 166.000. La siembra se realizó en fecha 02 de octubre de 2023, en forma manual a una distancia de 0,45 m entre hileras dobles (hileras gemelas con distancia a 0,22 m) del híbrido SY3970 CL con una dosis de 200 kg ha⁻¹ de una formulación NPK 15-15-15. Las variables evaluadas fueron:



Altura de plantas (cm): se tomaron 2 plantas al azar en la floración, se midieron desde la base del tallo hasta la punta del capítulo. Dichas medidas se promediaron.

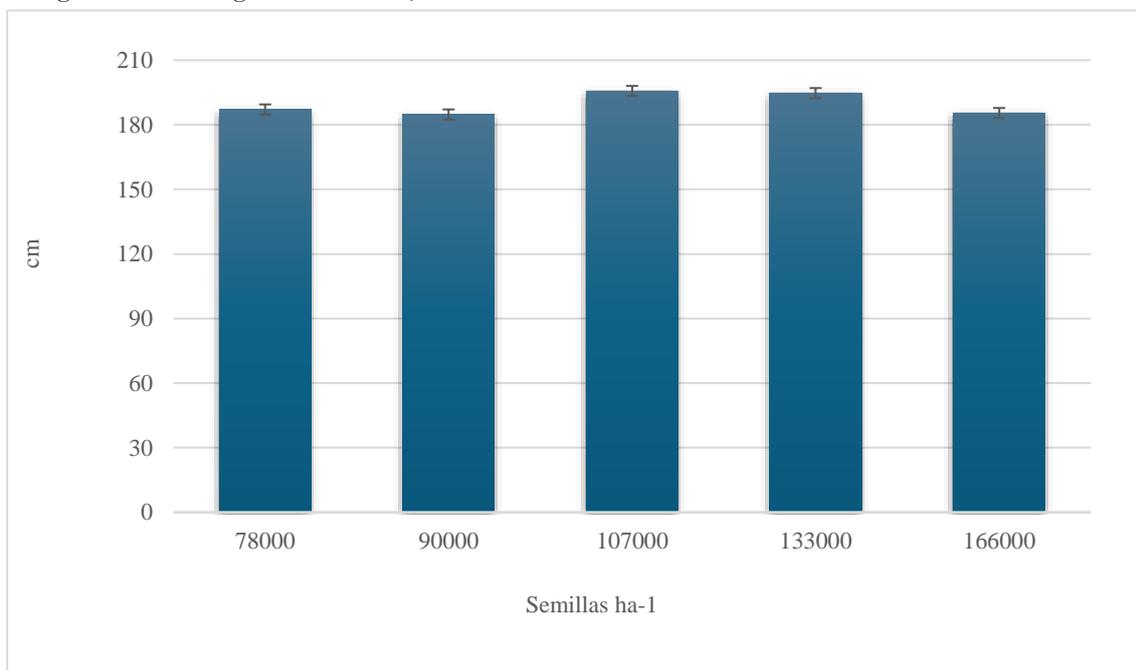
Área foliar de la hoja (cm²): se tomaron 4 hojas por parcela útil en floración, de tercio medio de la planta, se midieron el largo y ancho, luego se ajustaron al 30% según ecuación propuesta por Montgomery (1971). Dichas medidas se promediaron.

Diámetro de capítulos (cm): se tomaron 2 capítulos de la parcela útil posterior a la floración y se midió con un flexómetro el diámetro ecuatorial. Dichas medidas se promediaron.

Resultados y discusión

De acuerdo al trabajo experimental y los datos evaluados con el ANAVA, se presentan en las figuras 1, 2 y 3 los siguientes resultados que son estadísticamente similares en las variables altura de plantas, área foliar y diámetro de capítulo, respectivamente. Cabe destacar que, en general, las condiciones de temperatura y humedad se detallan en la figura 4, y se caracterizan por la buena distribución de lluvias con altas temperaturas.

Figura 1. Altura de plantas (cm) con densidades de siembra en el cultivo de girasol con arreglo en hileras gemelas. UPE, 2024



Fuente: Elaboración propia

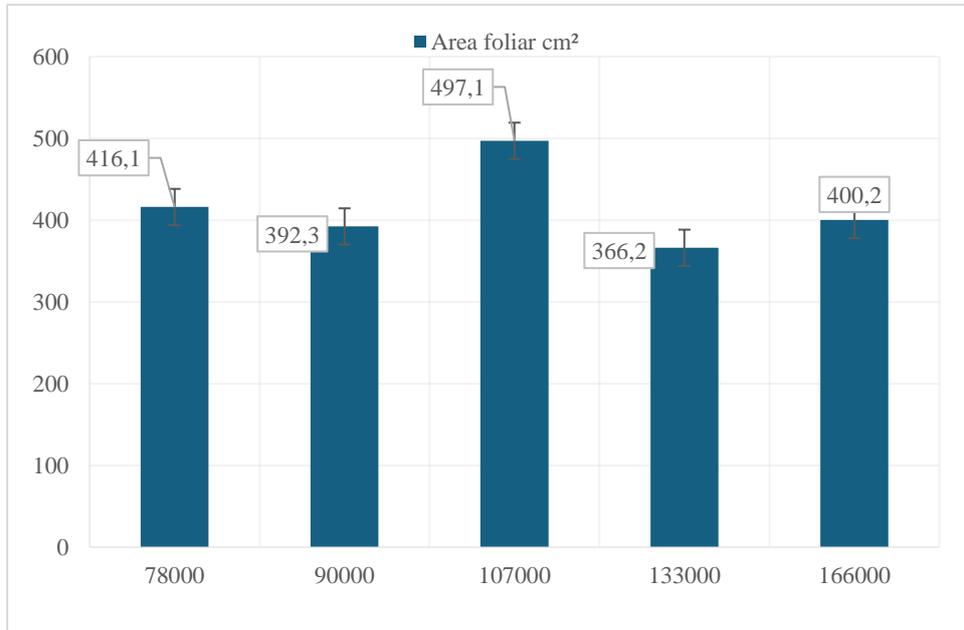
CV: 7,97%

ns: no significativo

Las medias de altura fueron de 184 a 196 cm, siendo estadísticamente similares entre las densidades de siembra.

El área foliar (**Figura 2**) presentó un comportamiento similar a la altura de plantas del girasol con rangos de 366,2 a 497,1 cm²

Figura 2. Área foliar (cm²) con densidades de siembra en el cultivo de girasol con arreglo en hileras gemelas. UPE, 2024



Fuente: Elaboración propia

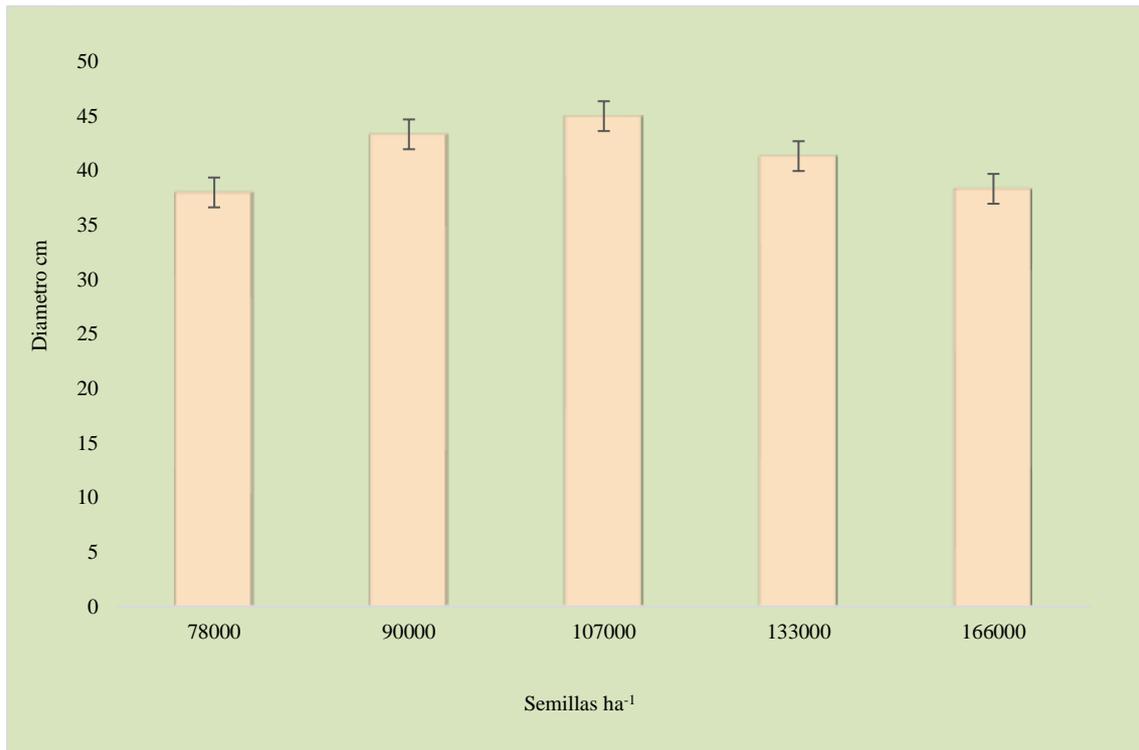
CV: 15,3%

ns: no significativo

El área de las hojas es un parámetro específico utilizado para evaluar las variaciones en la densidad de siembra, atendiendo a la competencia que se producen entre las plantas, aún más con la reducción de la técnica de hileras dobles.

En la **Figura 3**, se presenta un componente del rendimiento del girasol: el diámetro del capítulo, que está relacionado con la cantidad de aquenios y peso de granos.

Figura 3. Diámetro de capítulo (cm) con densidades de siembra en el cultivo de girasol con arreglo en hileras gemelas. UPE, 2024



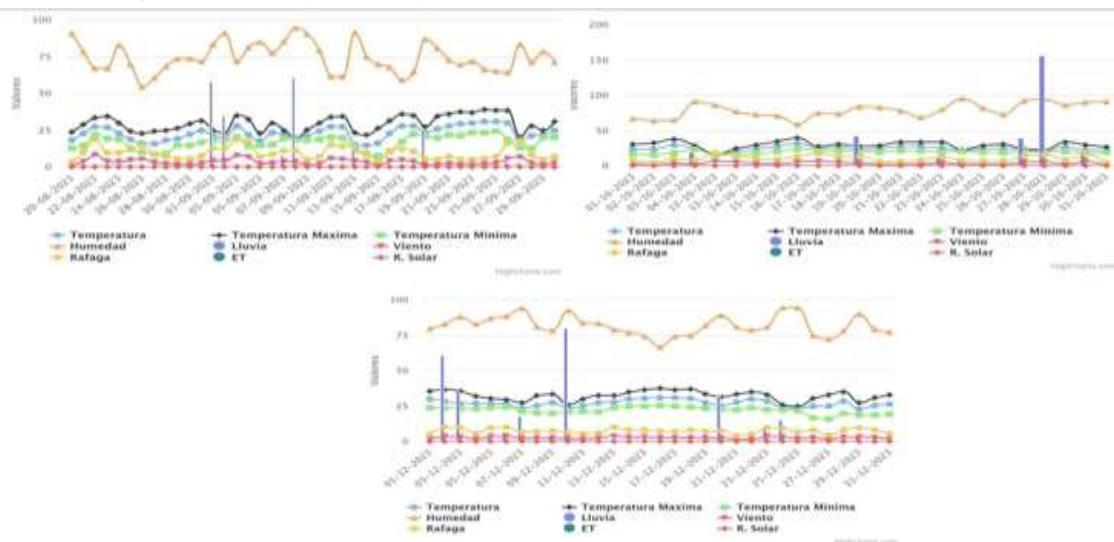
Fuente: Elaboración propia

CV: 17,78%

ns: no significativo

El incremento en la densidad de semillas por hectárea no resultó en una variación proporcional de los valores en el diámetro del capítulo.

Figura 4. Condiciones meteorológicas durante el experimento - septiembre a diciembre 2023. UPE, 2024



Fuente: Estación meteorológica UPE. Elaboración propia

Discusión

En el estudio, aproximadamente se dobló la cantidad de semillas por hectárea, lo que indica la baja respuesta en el crecimiento vegetativo al aumento de la densidad, en la cual, teóricamente, se podría disponer de plantas más alargadas y débiles por la competencia de luz y otros factores abióticos. No obstante, Andrade (1995), establece que el girasol es capaz de compensar diferentes densidades de planta, además no coincide con su conclusión de que las hileras estrechas favorecen al crecimiento.

Las variaciones observadas en el área foliar no fueron significativas, lo cual se encuentra en el mismo sentido con lo explicado por Intriago y Torres (2018), quienes afirman que los valores de los componentes vegetativos no se modifican con el aumento de plantas por superficie como el área foliar. De igual manera, Nielsen (1997) sostiene que una separación más equidistante entre plantas ayuda a minimizar la competencia entre las mismas por agua, nutrientes y luz. Estos beneficios crean un potencial para incrementar el rendimiento.

Las prácticas agrícolas fueron similares para todos los tratamientos, por lo que se podrían considerar manejos diferenciados con el aumento de la cantidad de plantas, principalmente desde el punto de vista nutricional. En este sentido, Gozubenli et al. (2004), menciona que los componentes productivos se incrementan con el aumento de las densidades de plantas hasta un cierto valor y disminuye con densidades superiores. Lo que se puede observar en la tendencia a partir de 107.000 semillas ha⁻¹.

Conclusión

Las diferentes densidades de siembra con arreglo en hileras gemelas no ejercen influencia en el crecimiento de altura de planta y área foliar por la plasticidad, y adaptación del girasol a las modificaciones de cantidad de plantas por superficie. El tamaño del capítulo se mantiene similar entre las densidades de 78.000 a 166.000 semillas ha⁻¹.

Referencias

- Andrade, F. H. (1995). Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. *Field Crops Research*, 41(1), 1-12. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(94\)00108-5](https://doi.org/10.1016/0378-4290(94)00108-5)
- Diepenbrock, W., Long, M., & Feil, B. (2001). Yield and quality of sunflower as affected by row orientation, row spacing and plant density. *Bodenkultur-Wien and Munchen*, 52(1), 29-36. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00069-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00069-0)
- Gozubenli, H., Kilink, M., Sener, O., & Konuscan, O. (2004). Effects of single and twin row planting on yield and yield components in maize. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(2), 203-206. <https://doi.org/10.3923/ajps.2004.203.206>
- Intriago, D. I., & Torres, J. R. (2018). *Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.)* [Doctoral dissertation, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Zamorano University Repository. <https://www.zamorano.edu>
- López, G., González, E., Llamas Molinas, F., García, R., & Ríos, D. (1995). *Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental*. Banco Mundial. DMA. Esc.1500.000.
- Nielsen, D. R. (2009). Perspectives on narrow row spacings for corn (less than 30 inches). *Agronomy Department, Purdue University*, 27, 1-6. <https://www.agry.purdue.edu>
- Widdicombe, W. D., & Thelen, K. D. (2002). Row width and plant density effects on corn grain production in the northern Corn Belt. *Agronomy Journal*, 94(5), 1020-1023. <https://doi.org/10.2134/agronj2002.1020>



Manejo integrado de plagas en el cultivo de papa: control de la mosca blanca

Integrated pest management in potato cultivation:
whiteflies control

Edeniel Quintana Salgado

 0009-0006-4862-5263

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

edee901@gmail.com

Cita en APA: Quintana, E. (2024). Manejo integrado de plagas en el cultivo de papa: control de la mosca blanca. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 2(2), pp. 31 - 43.



Resumen

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) se ha consolidado como una estrategia clave para el control de plagas en la agricultura moderna, especialmente en cultivos estratégicos como la papa. Tiene como objetivo principal difundir resultados y conocimientos sobre el manejo de la mosca blanca, un insecto que representa una amenaza significativa para la producción agrícola. La mosca blanca no solo afecta el rendimiento de los cultivos, sino que también compromete la calidad del producto, lo que puede tener repercusiones económicas severas para los agricultores. La identificación precisa de la mosca blanca es un primer paso esencial en la implementación de un programa de MIP. El control biológico mediante la introducción de enemigos naturales, ofrece una alternativa sostenible que puede complementar otras estrategias. En cuanto al uso de productos químicos, es importante abordarlo con responsabilidad. Si bien los insecticidas pueden ser necesarios en casos de infestaciones severas, su aplicación debe ser estratégica y basada en monitoreos constantes para evitar la resistencia y minimizar el impacto ambiental. La combinación de estos métodos, junto con la educación continua de los agricultores y técnicos en sanidad vegetal, es fundamental para lograr un manejo efectivo y sostenible. El intercambio de información y experiencias fortalecerá la capacidad del sector agrícola para enfrentar los desafíos que presentan la mosca blanca y otras plagas, garantizando así una producción sostenible y rentable.

Palabras clave: biológico, control, sostenible, químicos

Abstract

Integrated Pest Management (IPM) has established itself as a key strategy for pest control in modern agriculture, especially in strategic crops such as potatoes. Its main objective is to disseminate results and knowledge on the management of whitefly, an insect that represents a significant threat to agricultural production. Whitefly not only affects crop yield, but also compromises product quality, which can have severe economic repercussions for farmers. Accurate identification of whitefly is an essential first step in the implementation of an IPM program. Biological control through the introduction of natural enemies offers a sustainable alternative that can complement other strategies. Regarding the use of chemicals, it is important to approach it responsibly. Although insecticides may be necessary in cases of severe infestations, their application must be strategic and based on constant monitoring to avoid resistance and minimize environmental impact. The combination of these methods, together with the continuous education of farmers and plant health technicians, is essential to achieve effective and sustainable management. The exchange of information and experiences will strengthen the capacity of the agricultural sector to face the challenges posed by whitefly and other pests, thus ensuring sustainable and profitable production.

Key words: biological, control, sustainable, chemical



Introducción

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) tiene gran importancia a nivel mundial, constituye el cuarto producto más cultivado y el primero no cerealero, es producido y consumido en más de 100 países. Más de la mitad de estas son sembradas en países no desarrollados, lo cual las convierte en un valioso producto comercial para miles de agricultores de bajos ingresos y en un cultivo recomendado para garantizar la seguridad alimentaria de los consumidores más vulnerables (FAOSTAT, 2008).

S. tuberosum es un cultivo que ha ganado considerable importancia en las últimas décadas. Aunque se originó en América, se cultiva en Europa, Asia y África; actualmente, China es el mayor productor de este tubérculo (FAOSTAT, 2010). Es uno de los cultivos más importantes para la producción de alimentos y tal vez ningún otro en la historia contemporánea ha jugado un papel tan relevante en la seguridad alimentaria y la nutrición con un impacto en el bienestar social de las personas (Sarkar, 2008).

La papa es una valiosa herramienta en la lucha contra el hambre y la pobreza, lo cual es una de las razones por las que la ONU declaró el 2008 como Año Internacional de la Papa. Este evento atrajo la atención hacia el papel crucial que la “humilde papa” tiene en la agricultura, la economía y la seguridad alimentaria del mundo (Devaux et al., 2010).

Se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en vías de desarrollo (FAOSTAT, 2013). Según las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a nivel mundial se sembraron casi 17,8 millones de hectáreas del cultivo *S. tuberosum*, con una producción cercana a 352,4 millones de toneladas y rendimiento promedio de 19,81 t ha⁻¹ en el año 2011 (FAOSTAT, 2013). Más de 1 billón de personas en todo el mundo comen papa, y la producción total excede los 300 millones de toneladas métricas; de igual forma, una gran cantidad de estas producciones se comercializan a diferentes regiones del mundo, distantes unas de otras, actualmente se destaca el comercio en países de Europa.

La papa es un cultivo de gran valor nutritivo y medicinal (Arcos & Zúñiga, 2016). El suministro promedio anual de papa en la región de América Latina y el Caribe (LAC) aumentó de 7,2 a 19,6 millones de toneladas en los años 1961-1963 y 2011-2013 respectivamente (Devaux, 2018).

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de amplia aceptación para el consumo de la población en Cuba, y es considerado de alta tecnología debido a los grandes recursos que se destinan a su producción anualmente. La producción de alimentos debe llevarse a cabo y aprovechando al máximo los conocimientos y las tecnologías disponibles, sin embargo, uno de los principales factores limitantes de la producción agrícola y de la calidad de la cosecha lo constituyen las plagas y enfermedades, las cuales atacan a los cultivos desde que las plantas inician su crecimiento, hasta su cosecha e incluso durante su almacenamiento.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) ha sido considerado una solución promisoriosa de los problemas causados por los insectos dentro de la perspectiva de una agricultura sostenible. En el MIP se establecen y orientan las estrategias y técnicas que deben utilizarse, señalando la necesidad de integrar cada vez más los métodos de lucha que interaccionan con el ecosistema. Por ejemplo, practicando la agrotecnología más adecuada, donde se destaca la realización de siembras en las épocas óptimas; el uso de las variedades más productivas y resistentes; el mantenimiento actualizado del riego y la fertilización del cultivo; y el cuidado de la maquinaria de aspersión garantizando su óptimo estado.

El MIP se fortalece con acciones legales relacionadas con la calidad de la semilla importada y nacional, y otras disposiciones, así como la necesidad de conocer y utilizar en función de la producción el papel de cada insecto benéfico y parasitoide. También se destaca la importancia de la biodiversidad y de trabajar por ella con acciones prácticas que contribuyan a mejorar el ambiente disminuyendo la carga tóxica. Numerosos estudios básicos y aplicados se han realizado sobre las principales plagas de la papa en Cuba que incluyen a los pulgones *Myzus persicae* (Jiménez, 1980), *Aphis frangulariae gossypii* (La Rosa, 1993), el minador de las hojas *Liriomyza trifolii* (Murgido y Plá, 1992), el ácaro blanco *Poliphagotarsonemus latus*, el nemátodo *Meloidogyne spp.* (Fernández, 1995), diversas malezas (Labrada, 1982) y un grupo importante de enfermedades fungosas como *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* (Rodríguez y Gómez, 1989).

De las aproximadamente 1200 especies de moscas blancas descritas hasta ahora en América Central y el Caribe existen al menos 30 agrupadas en 15 géneros (Caballero, 1992). No obstante, con base en criterios tales como su persistencia, densidad poblacional, ámbito de hospederos y distribución geográfica, se han distinguido *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) como las más importantes económicamente en los trópicos (De Ponti et al., 1990).

Los problemas con moscas blancas han alcanzado una magnitud mundial en los últimos años, lo cual ha hecho que se dediquen esfuerzos a investigaciones básicas y métodos de control. El control químico ha sido la herramienta principal de combate y su uso inadecuado ha conducido, entre otros, al desarrollo de resistencia de las moscas blancas a insecticidas (Buitrago et al., 1994; Dittrich et al., 1990; Anderson, 1993) y a la resurgencia de plagas (Cardona, 1995).

El objetivo del presente trabajo es brindar una panorámica, enfocándose en el control de la mosca blanca en el cultivo de la papa a través de un Sistema de Manejo Integrado.

Metodología

La investigación se realizó teniendo en cuenta las fuentes de información primaria existentes. Para ello se realizó una revisión sistemática de la literatura sobre el MIP en la cual se encontraron libros, revistas científicas, documentos extraídos de sitios oficiales como PubMed, Scopus, Google Scholar, Scielo y Science. Otras de las fuentes utilizadas fueron conferencias.

Los términos de búsqueda y los filtros principales aplicados fueron 'Manejo Integrado de Plagas', 'Plagas del cultivo de la papa' y 'Métodos de control' en las bases de datos mencionadas anteriormente. Se incluyeron estudios publicados entre 2010 y 2024 y algunos autores clásicos que evaluaron el Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de la papa. Se extrajeron datos sobre el diseño del estudio, la población, las intervenciones y los resultados principales, y se realizó un análisis cualitativo de los resultados entre las diferentes fuentes bibliográficas consultadas.

Se tuvo en cuenta los requerimientos para la implantación de Programas de Manejo Integrado donde se identificó la plaga objeto de manejo, se definieron las unidades de manejo y la estrategia mediante las técnicas confiables de monitoreo y supervisión (metodologías de señalización) utilizadas por los autores para establecer los niveles de daño económico y poder diseñar el manejo. Además, se identificaron las bases sobre las que debe fundamentarse la estrategia del MIP donde se incluye la comprensión de la biología, el comportamiento y la ecología de la plaga en estudio que permitan aplicar las tácticas más adecuadas de control.

En especial, se consideraron los principios generales del MIP como realizar las prácticas agronómicas con enfoque fitosanitario, aprovechar al máximo la biodiversidad, incorporar las prácticas y métodos tradicionales, procurar la conservación del medioambiente y la biodiversidad, lograr buenas prácticas fitosanitarias, maximizar las tácticas preventivas, capacitar constantemente a los técnicos y agricultores, utilizar métodos participativos en la validación y adopción de las tecnologías y lograr procedimientos de fácil comprensión por los agricultores.

Resultados y Discusión

Identificación de la Mosca Blanca

Las moscas blancas, pertenecientes a la familia *Aleyrodidae*, son insectos pequeños, de color blanco y con alas cubiertas de polvo ceroso. Se caracterizan por sus hábitos alimenticios, consumen la savia de las plantas, principalmente de las hojas. Las adultas, que miden alrededor de 1-2 mm, suelen tener un cuerpo de color amarillo pálido con alas blancas o amarillentas. Las larvas son de forma ovalada, aplanadas y de color blanco o amarillento, y se fijan a la superficie inferior de las hojas. Pueden ser difíciles de detectar a

simple vista, pero pueden ser identificadas por la presencia de melaza (secreción pegajosa) en las hojas y por el polvo blanco ceroso que se desprende cuando se agitan las plantas.

Ciclo de Vida de la Mosca Blanca

B. tabaci coloca los huevos en el envés de las hojas de forma asilada, en grupos irregulares o en semicírculo; la eclosión ocurre después de 5-9 días a 30°C, dependiendo de la especie hospedante, la temperatura y la humedad (Eichelkraut & Cardona, 1989; Polack, 2005). Del huevo eclosiona una ninfa móvil, después de unas horas la ninfa se fija, donde pasa por el segundo y tercer estadio. Al pasar por el tercer estadio, la ninfa pasa por dos fases, en la primera se alimenta y en la segunda deja de hacerlo para convertirse en pupa (Eichelkraut y Cardona, 1989). Las primeras tres etapas ninfales duran de 2 a 4 días cada una, según la temperatura. La pupación dura aproximadamente 6 días (CABI, 2020).

El adulto emerge a través de una ruptura en forma de 'T' invertida del integumento pupal y expande sus alas antes de empolvarse con cera de las glándulas del abdomen. El adulto se alimenta minutos después de emerger; entre dos a cuatro horas las hembras vírgenes pueden colocar huevos viables de los cuales salen machos (Eichelkraut y Cardona, 1989). La cópula comienza de 12 a 20 horas después de la emergencia y tiene lugar varias veces a lo largo de la vida del adulto. Una hembra puede vivir 60 días, aunque la vida del macho es generalmente mucho más corta, entre 9 y 17 días (Gamarra et al., 2016; CABI, 2020).

El tiempo de desarrollo depende de la temperatura y la planta hospedante. Para los *Phaseolus vulgaris*, el tiempo de huevo a adulto puede variar de 13 a 38 días (Eichelkraut & Cardona, 1989; Peña et al., 1992; Quijije et al., 1995).

Huevo

El ciclo de vida de la mosca blanca comienza con huevos de color amarillo pálido u ovalados que la hembra deposita en el envés de las hojas. Los huevos se colocan en grupos de 10-15 y son fáciles de observar.

Larva

Al eclosionar del huevo, la larva móvil busca un lugar adecuado en la hoja para alimentarse. Las larvas son pequeñas, de color blanco o amarillento y se fijan a la superficie de la hoja. La larva pasa por cuatro estadios antes de convertirse en pupa.

Pupa

Después del cuarto estadio larval, la mosca blanca entra en el estado de pupa. La pupa se adhiere firmemente a la hoja y se asemeja a una pequeña escama de color blanco o amarillento. Dentro de la pupa, el insecto se transforma en un adulto.

Adulto

El adulto emerge de la pupa y está listo para reproducirse. Los adultos son de vida corta y pueden vivir de una a dos semanas. Las hembras pueden poner hasta 200 huevos en su vida, completando así el ciclo de vida.

Condiciones que favorecen la infestación por mosca blanca

La infestación por mosca blanca en el cultivo de papa es favorecida por una serie de condiciones ambientales y de cultivo. Entre las más importantes destacan:

- Temperaturas cálidas y húmedas: las moscas blancas prosperan en ambientes cálidos y húmedos, lo que favorece su reproducción y desarrollo.
- Falta de enemigos naturales: la presencia de depredadores naturales, como las mariquitas y las crisopas, ayuda a controlar las poblaciones de moscas blancas. Sin embargo, en cultivos intensivos, la presencia de estos insectos benéficos es limitada.
- Cultivos densos: los cultivos densos y con poca ventilación favorecen la proliferación de la mosca blanca, al crear un microclima ideal para su desarrollo.
- Falta de rotación de cultivos: la rotación de cultivos ayuda a reducir la presión de las plagas, incluyendo la mosca blanca, ya que rompe el ciclo de vida del insecto y reduce su abundancia.
- Uso excesivo de fertilizantes nitrogenados: los fertilizantes nitrogenados pueden estimular el crecimiento vegetativo de la planta, lo que a su vez puede aumentar la atracción de la mosca blanca.

Métodos de control cultural

- **Rotación de cultivos**
Rotar los cultivos de papa con otros como maíz, trigo o leguminosas (como frijol y guisantes) puede ayudar a reducir la infestación de mosca blanca. La rotación interrumpe el ciclo de vida de la plaga y limita su disponibilidad de hospedantes.
- **Manejo de malezas**
Las malezas pueden servir como hospederos para la mosca blanca, por lo que su control es crucial. La eliminación de malezas alrededor del cultivo de papa (métodos manuales o mecanizados) ayuda a reducir la población de moscas blancas y limita su capacidad de propagación.

- **Uso de variedades resistentes**
La utilización de variedades de papa resistentes a la mosca blanca es una estrategia preventiva eficaz. Se recomienda consultar con expertos en el área para seleccionar variedades que presentan mayor tolerancia a la plaga.
- **Control de la densidad del cultivo**
Evitar una densidad de siembra excesiva permite una mejor ventilación del cultivo, lo que reduce la humedad y desfavorece la reproducción de la mosca blanca. Se recomienda mantener una distancia adecuada entre las plantas para una mejor circulación de aire.

Métodos de Control Biológico

Enemigos naturales: *Encarsia sp.*, *Chrysopa sp.*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*.

- Mariquitas (*coccinellidae*): las mariquitas son depredadores naturales de la mosca blanca y sus larvas. Se alimentan vorazmente de las larvas y huevos de la plaga, contribuyendo al control biológico de la mosca blanca.
- Crisopas (*chrysopidae*): las crisopas son otro depredador natural de la mosca blanca. Las larvas de las crisopas son voraces depredadoras de las larvas de la mosca blanca y pueden consumir un gran número de estas plagas en su etapa larval.
- Parasitoides: algunos parasitoides, como los himenópteros, son capaces de parasitar las larvas y pupas de la mosca blanca. Los parasitoides depositan sus huevos dentro de la larva de la mosca blanca, y la larva del parasitoide se alimenta del hospedero hasta matarlo.
- Hongos entomopatógenos: algunos hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, son capaces de infectar y matar a las moscas blancas. Estos hongos se aplican a través de aerosoles o polvo.

Métodos de Control Químico

El control químico debe ser utilizado como último recurso, ya que puede afectar negativamente a los enemigos naturales de la mosca blanca y contaminar el medio ambiente. Solo deben utilizarse insecticidas autorizados por las autoridades fitosanitarias y con una baja toxicidad para el hombre y el medio ambiente. Es importante seguir las instrucciones de uso del producto y aplicar la dosis correcta para evitar riesgos.

- Insecticidas de contacto: los insecticidas de contacto actúan por contacto directo con el insecto. Es importante cubrir bien las plantas para asegurar la efectividad del producto.

- Insecticidas sistémicos: los insecticidas sistémicos se absorben por las plantas y son transportados a través de la savia. La mosca blanca se intoxica al alimentarse de la planta.
- Insecticidas biológicos: los insecticidas biológicos son productos elaborados a partir de organismos vivos, como bacterias, hongos o virus, que son patógenos para la mosca blanca. Son una alternativa más sostenible a los insecticidas químicos convencionales.

Es fundamental realizar un monitoreo constante de las poblaciones de moscas blancas para determinar cuándo es necesario aplicar tratamientos químicos. Si se detecta una infestación de mosca blanca en el cultivo, se debe realizar un tratamiento de control, pero siempre buscando minimizar el impacto en el ambiente y en los enemigos naturales.

Grupos toxicológicos comunes

Los insecticidas utilizados para el control de la mosca blanca pertenecen a varios grupos toxicológicos. Algunos de los más relevantes son:

- Insecticidas Neonicotinoides: actúan sobre el sistema nervioso de los insectos. Ejemplos incluyen imidacloprid y thiamethoxam.
- Insecticidas Piridazinas: actúan por contacto e ingestión. Un ejemplo es el acetamiprid.
- Inhibidores de la Quitina: interfieren en la formación del exoesqueleto de los insectos. Por ejemplo, diflubenzurón.
- Insecticidas Órgano-fosforados: actúan inhibiendo la acetilcolinesterasa, afectando el sistema nervioso. Por ejemplo, malatión.
- Insecticidas de Origen Botánico: como el aceite de neem o piretrinas, que son menos tóxicos y más amigables con el medio ambiente.

Etapas de aplicación

La aplicación de insecticidas para el control de la mosca blanca debe realizarse en las siguientes etapas:

- Prevención: aplicar antes de que se detecten poblaciones significativas. Esto es especialmente importante en cultivos susceptibles.
- Umbral de daño: generalmente, se recomienda aplicar insecticidas cuando se observan entre 5 a 10 adultos de mosca blanca por planta o cuando se detecta un aumento en las poblaciones de ninfas en el cultivo. Este umbral puede variar según la variedad del cultivo y las condiciones locales.
- Etapa vegetativa: la aplicación es más efectiva durante las etapas vegetativas del cultivo, cuando la mosca blanca es más susceptible y el daño puede ser más crítico.

Monitoreo y evaluación

- Monitoreo regular: inspeccionar las plantas regularmente para detectar la presencia de mosca blanca y evaluar su población.
- Evaluación postaplicación: después de aplicar un insecticida, se debe monitorear la eficacia del control y ajustar las estrategias según sea necesario.

El uso de productos químicos para controlar la mosca blanca debe ser parte de un enfoque integrado que incluya prácticas culturales, biológicas y mecánicas para lograr un manejo sostenible. Es esencial seguir las recomendaciones específicas para cada producto y considerar los efectos sobre los enemigos naturales y el medio ambiente.

Implementación del Manejo Integrado de Plagas (MIP)

Monitoreo

El monitoreo de la mosca blanca es el primer paso crucial en la implementación del MIP. Esto implica la observación regular de las plantas de papa para detectar la presencia de huevos, larvas, pupas y adultos. El monitoreo se debe realizar durante todo el ciclo de cultivo para determinar la densidad de la población de la plaga.

Identificación

Una vez que se identifica la presencia de la mosca blanca, es importante determinar la especie específica y su etapa de desarrollo. Esto ayudará a seleccionar los métodos de control más efectivos y a evitar el uso innecesario de insecticidas.

Control cultural

Implementar prácticas culturales que minimicen la presión de la plaga, como la rotación de cultivos, el control de malezas y la utilización de variedades resistentes, es fundamental en el MIP.

Control biológico

Se recomienda promover el uso de enemigos naturales de la mosca blanca, como las mariquitas, las crisopas y los parasitoides, para controlar la plaga de manera sostenible y sin afectar el medio ambiente.

Control químico

El uso de insecticidas debe ser el último recurso, utilizándose solo cuando los otros métodos de control no sean suficientes. Se deben seleccionar insecticidas autorizados por las autoridades fitosanitarias y con un bajo impacto ambiental. La aplicación de insecticidas debe ser precisa y controlada.

Tabla 1. Ejemplo de un Programa de MIP para la mosca blanca en el cultivo de papa

Fase del cultivo	Prácticas de MIP
Preparación del Terreno	Rotar el cultivo de papa con otras especies para evitar la acumulación de plagas.
Siembra	Utilizar variedades de papa resistentes a la mosca blanca.
Crecimiento Vegetativo	Monitorear las poblaciones de mosca blanca y sus enemigos naturales. Implementar prácticas culturales para minimizar la presión de la plaga.
Flotación	Continuar con el monitoreo y, si es necesario, aplicar tratamientos biológicos, como la introducción de enemigos naturales, para controlar la población de la plaga.
Cosecha	Evaluar el impacto del control de plagas y ajustar las estrategias para el próximo ciclo de cultivo.

Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia contribuirá a la estabilización del agroecosistema, a la reducción de las poblaciones de mosca blanca y a una mayor rentabilidad del cultivo al bajar costos de producción asociados al uso frecuente de insecticidas químicos.

Conclusión

El manejo integrado de plagas (MIP) es una estrategia eficaz para controlar la mosca blanca en el cultivo de papa. Combinar métodos culturales, biológicos y químicos permite reducir la dependencia de los insecticidas sintéticos, minimizando el impacto ambiental y protegiendo la salud humana. Al implementar un programa de MIP bien diseñado y adaptable a las condiciones específicas del cultivo, se puede controlar la mosca blanca de manera sostenible y eficiente, garantizando la producción de papas de alta calidad y un medio ambiente más sano.

Referencias

- Anderson, P. K. (1993). Un modelo para la investigación en mosca blanca, *Bemisia tabaco* (Gennadius). En *Memorias del Taller Centroamericano y del Caribe Sobre Moscas Blancas* (pp. 27-33). CATIE.
- Cardona, C. (1995). Manejo de *Trialeurodes vaporariorum* (Weswood) en la Zona Andina: aspectos técnicos, actitudes del agricultor y transferencia de tecnología. *Ceiba*, 36, 53-65.
- FAOSTAT. (2010). Boletín especial de la FAO. No. 24. <https://www.fao.org/faostat/es/> [Consultado: 27 de agosto de 2010].
- FAOSTAT. (2013). World food and agriculture. (FAO statistical yearbook). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm> [Consultado: 18 de noviembre de 2019].
- La Rosa, J. (1993). Abundancia poblacional y distribución en las plantas de papa de *Aphis gossypii* y *Mysus persicae* y sus enemigos naturales. En IV taller sobre diagnóstico de plagas. Sociedad Cubana de Zoología.
- Labrada, R. (1996). Manejo de malezas para países en desarrollo (Estudio FAO Producción y Protección vegetal-120). Roma.
- Rodríguez, S., Gómez Guadalupe. (1989). Metodología para el pronóstico de *Phytophthora infestans* en la papa. Centro Nacional de Sanidad Vegetal, MINAG.
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A., Flores, R. (2010). El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa.
- Arcos, J., Zúñiga, D. (2016). Rizobacterias promotoras de crecimiento de plantas con capacidad para mejorar la productividad en papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 20(1), 18-31.
- Devaux, A. (2018). Tecnología e innovaciones de papa como puente crítico para responder a los desafíos de seguridad alimentaria y promover los agronegocios en América Latina. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 22(1), 5-9.
- Eichelkraut, K., Cardona, C. (1989). Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: *Aleyrodidae*), como plaga del frijol común. *Turrialba*, 39, 51-55.
- CABI. (2020). *Bemisia tabaci* (tobacco whitefly). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/8927> [Fecha de consulta: julio de 2020].

- Peña, E. A., Pantoja, A., Beaver, J. S. (1992). Determinación de la pubescencia de cuatro materiales genéticos de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y su efecto sobre el insecto *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Revista Colombiana de Entomología*, 18(2), 41-48.
- Jiménez, S. (1980). Estudio bioecológico de *Mysus persicae* (Sulzer) en papa. Informe problema principal estatal. Instituto de Investigaciones Sanidad Vegetal, MINAG.
- De Ponti, O. M. B., Romanov, L. R., Berlinger, M. J. (1990). Whitefly-plant relationships: Plant resistance. En D. Gerling (Ed.), *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management* (pp. 91-106). Intercept Ltd.
- Caballero, R. J. (1992). Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) from Central America and Colombia including slide-mounted pupal and field keys for identification, field characteristics, hosts, distribution, natural enemies and economic importance (Tesis de maestría). Kansas State University.
- Murgido, C., Pla, D. (1992). Metodología para la señalización de los minadores de las hojas de la papa. Centro Nacional de Sanidad Vegetal, MINAG.
- Fernández, E. (1995). Informe de los resultados de la implementación del manejo integrado de plagas a nivel semi-técnico (sitio piloto) taller regional de resultados de primer año de implementación de paquetes flexibles del manejo integrado de plagas en el cultivo de la papa. PRECODEPA. Mexico.
- Labrada, R. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo (Estudio FAO Producción y Protección vegetal-120). Roma.
- Quijije, R., Mendoza, J., Gómez, A. (1995). Ciclo biológico de *Bemisia argentifolii* en condiciones de laboratorio. *Ceiba*, 36(1), 84.
- Gamarra, H., Mujica, N., Carhuapoma, P., Kreuze, J., Kroschel, J. (2016). Sweetpotato white fly, *Bemisia tabaci* (Gennadius 1989) (Biotype B). En J. Kroschel, N. Mujica, P. Carhuapoma, M. Sporleder (Eds.), *Pest distribution and risk atlas for Africa: Potential global and regional distribution and abundance of agricultural and horticultural pests and associated biocontrol agents under current and future climates* (págs. xx-xx). International Potato Center (CIP).
- Dittmer, Y., Uk, S., Ernst, H. (1990). Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. En D. Gerling (Ed.), *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management* (pp. 263-285). Intercept Ltd.
- FAOSTAT. (2008). Boletín especial de la FAO (No. 21). <https://www.fao.org/faostat/es/> [Consultado: 17 de julio de 2008].



Selección de variedades de *Phaseolus vulgaris* L. en tres campañas sucesivas en Cienfuegos, Cuba

Selection of varieties of *Phaseolus vulgaris* L. in three successive campaigns in Cienfuegos, Cuba

Erislandy José Becerra Fonseca

 0000-0002-4611-9635

Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca"

eribecerra@upr.edu.cu

Anaisa López Melian

 0000-0003-2678-247X

Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"

alopezmelian@gmail.com

Cita en APA: Becerra, E. & López, A. (2024). Selección de variedades de *Phaseolus vulgaris* L. en tres campañas sucesivas en Cienfuegos, Cuba. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 2(2), pp. 44 - 59.



Resumen

El estudio se realizó en la Finca Palmira en un suelo Pardo durante tres años sucesivos (2022-2023-2024) y tuvo como objetivo seleccionar las variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con mejor respuesta agronómica en siembra tardía. En las variedades se midieron indicadores de crecimiento, componentes del rendimiento e incidencia de plagas sobre el follaje. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con tres 3 réplicas de 24 m² y 12 tratamientos, se evaluaron un total de 1800 plantas. Las variedades no presentaron igual respuesta ante las condiciones medio ambientales y prácticas culturales tradicionales. Fueron determinantes para la toma de decisiones las variables del rendimiento y la resiliencia al ataque de plagas. Se eligieron Buena Ventura, CUL 156, Guamá 23 y Delicias 364 para el sistema de producción del frijol ante los resultados del rendimiento por años.

Palabras claves: frijol, respuesta, selección, variedades.

Abstract

The study was carried out at the Palmira Farm on Brown soil for three successive years (2022-2023-2024), whose objective was to select the varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with the best agronomic response in late sowing. Growth indicators, yield components and incidence of pests on the foliage were measured In the varieties. A randomized block experimental design was used, with 3 replicates of 24 m² and 12 treatments, a total of 1800 plants were evaluated. The varieties did not present the same response to environmental conditions and traditional practices. The variables of performance and resilience to pest attack were decisive for decision making. Buena Ventura, CUL 156, Guamá 23 and Delicias 364 were chosen for the bean production system based on the performance results for years.

Keywords: bean, response, selection, varieties.

Introducción

Los frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) son una fuente nutritiva y su cultivo es trascendental internacionalmente a nivel económico, se cultivan y consumen en todo el mundo. La semilla constituye la garantía de la producción del alimento y la autonomía alimentaria de los pueblos depende de su conservación. Según Gomes et al. (2018), se destacan como fuente de proteína, almidón y fibra dietética, necesaria para las personas en países en desarrollo.

La alimentación humana a nivel global la sustentan no más de 30 especies vegetales (Amaya y Bernal, 2023) y según Alba (2019), el frijol es la legumbre más significativa en Latinoamérica y parte de África. Se le considera una de las principales fuentes de proteínas, especialmente para aquellas poblaciones de bajos recursos y está dentro de los productos básicos de la seguridad alimentaria de las áreas rurales y de bajos ingresos (Feria et al., 2016).

En Cuba representa un componente básico de la dieta de la población debido a sus propiedades nutricionales (Arias et al., 2018 & Góngora et al., 2020) y en los últimos años la producción de frijol se incrementó, destinándose en 2022 unas 27,485 ha para su cultivo (FAOSTAT, 2022). La demanda del grano hace que el país tenga que importarlo (Martínez et al., 2017); sin embargo, las producciones no satisfacen la demanda nacional, pues tienen bajos rendimientos debido a su sensibilidad a factores bióticos y abióticos (Hernández et al., 2024).

La respuesta de cultivares de frijol a condiciones ambientales diferentes productos de la gran variabilidad del clima, resulta, en la actualidad, un elemento de vital importancia para lograr una elevada productividad ante los efectos del cambio climático (FAO, 2018). Estas condiciones climatológicas varían año con año no solo por la drástica influencia del cambio climático, sino también como un efecto de la época estacional, como refiere Medina et al. (2015). Aquello resulta en una mayor atención en el manejo del cultivo, cuya respuesta está en el uso adecuado de variedades en función de la época de siembra. En ese sentido y tal como lo afirma Martirena-Ramírez et al. 2018, es vital observar y conocer el comportamiento del frijol ante dichos factores climatológicos.

En la provincia de Cienfuegos existen pocos estudios acerca del comportamiento del frijol común con categoría original con siembra tardía, no son aspectos muy conocidos por los productores y genera que la producción del cultivo esté limitada a unas pocas variedades. Por lo tanto, el trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento de 12 variedades originales de frijol común en tres campañas sucesivas para seleccionar las de mejor respuesta.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la finca Palmira en el municipio del mismo nombre perteneciente a la provincia de Cienfuegos. Las siembras fueron tardías intencionadamente en el mes de enero para los años 2022, 2023 y 2024. El sitio experimental estuvo ubicado sobre un suelo Pardo sin carbonato, profundo, medianamente humificado, de topografía llana, con buen drenaje interno y externo.

Tabla 1. Características del suelo

Valores	2022	2023	2024
pH (CLK)	6,70	6,50	6,65
pH en H ₂ O	7,60	7,60	7,60
MO (%)	5,24	5,29	5,25
P ₂ O ₅ (mg/100g)	7,39	7,40	7,40
K ₂ O (mg/100g)	48,05	48,10	48,10
K (meq/100)	1,34	1,33	1,34
P (total)	0,061	0,061	0,062
Relación CA/Mg	4,50	4,57	4,55

Notas: MO: Materia Orgánica

Fuente: Elaboración propia

Durante el desarrollo y cosecha del grano se tuvieron en cuenta las variables climáticas del Centro de Meteorología Cienfuegos. Se sembraron 12 variedades de frijol común con categoría de semilla original. Se ejecutaron prácticas alternativas tradicionales para detección y control de plagas por parte de los productores. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con tres 3 réplicas de 24 m² y 12 tratamientos para un total de 36 parcelas de 24 m² y se muestrearon 50 plantas aleatoriamente en cada unidad experimental para un total de 1800.

La preparación del suelo se realizó por el método tradicional con bueyes. El sorgo (*Sorghum bicolor* L.) en 2022, el maíz (*Zea mays* L.) en 2023 y el sorgo en el 2024 fueron los cultivos antecesores. Las semillas fueron tratadas un día antes de la siembra con Gaucho a razón de 320 mL por 46 kg de semilla.

La siembra se efectuó de forma mecanizada con una sembradora artesanal criolla un día después del riego presiembra a razón de 0,8 ha por 46 kg de semilla. La fertilización fue 9-13-17 (NPK) a una dosis única de 0,60 t ha⁻¹. Se realizó riego pre y postsiembra. Se utilizó la distancia de siembra 0,05 x 0,90 m. Los riegos fueron por aspersion con una frecuencia de 4 a 6 días según el comportamiento de las variables meteorológicas. La cosecha se realizó de forma manual y la trilla fue mecanizada.

Tabla 2. Distribución y norma de riego

Etapa crítica de desarrollo	Número de riegos			Norma de riego (m ³ ha ⁻¹)		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Siembra- Germinación	2	3	3	200	250	250
Establecimiento- Inicio de floración	4	4	5	250	250	300
Inicio de floración- Madurez	4	5	5	300	350	350
Inicio de maduración- Cosecha	2	3	4	300	350	300

Fuente: Elaboración propia

Según Cutié et al. (2023), atendiendo a las curvas de temperatura media mensual de las estaciones de serie larga de nuestro país, la tendencia del aumento de la temperatura es notoria.

Evaluaciones fenológicas

- Emergencia de la semilla (%): se determinó el porcentaje de plantas emergidas con las dos hojas cotiledóneas completamente expandidas a los 10 días después de la siembra.
- Altura de la planta (cm): se midió desde la base del tallo hasta la yema apical, a los 10, 25 y 40 días después de la germinación de la semilla. Se utilizó una cinta métrica.

Componentes del rendimiento

- Número de vainas por planta: se realizó un conteo de la cantidad de vainas existentes
- Número de granos por vaina: se realizó un conteo de la cantidad de granos por vainas.
- Masa de granos por vaina (g): se pesaron muestras de granos por vaina en una balanza analítica.
- Rendimiento (t ha⁻¹): se calculó a partir de la producción obtenida entre el área cosechada en hectárea.

Incidencia de plagas

Con los datos resultantes de las plagas evaluadas se determinó por cada una de estas el porcentaje de incidencia (% INC) a través de la fórmula de Ríos y Baca (2006):

$$\% \text{ de INC} = \text{NPAE} / \text{NPTE} \times 100$$

NPAE= Número de plantas afectadas evaluadas.

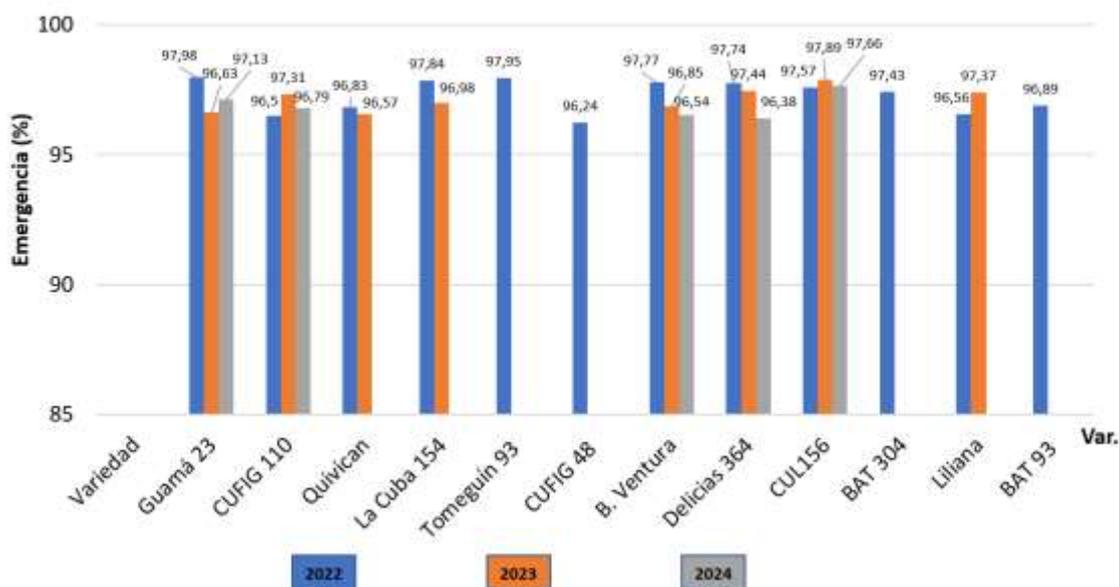
NPTE=Número de plantas totales evaluadas

Los resultados obtenidos fueron procesados estadísticamente en el paquete estadístico IBM.SPSS 23,0 V.1, mediante un ANOVA unifactorial con la dósima de Tukey, para una $P \leq 0,01$. Cuando no se cumplieron los supuestos de normalidad se realizó la comparación mediante la prueba de Kruskal-Wallis para una $P \leq 0,01$. Estos análisis contribuyeron al criterio de desechar variedades para futuras campañas.

Resultados y discusión

Todas las variedades obtuvieron emergencia superior al 96% (Figura 1), lo que garantiza un 50% del éxito de la producción según Kayongo y Andersson (2014). Existen diferentes factores que pueden influir en la germinación de las semillas de frijol en el campo, jugando un papel fundamental los métodos de conservación de las semillas empleadas. Además, las variables climáticas pueden influir directamente en la germinación y la emergencia de las semillas, destacando la temperatura y la humedad relativa (Karim et al., 2014).

Figura 1. Emergencia de las variedades por años



Notas: NS-, no significativo (Kruskal-Wallis); Var., Variedades

Fuente: Elaboración propia

La semilla que se utilizó fue de buena calidad fisiológica (germinación y porcentaje de germinación), lo que provocó una satisfactoria emergencia en campo. Según López et al. (2016) la germinación es uno de los factores fisiológicos más importantes a considerar para la certificación de una semilla y asegurar la calidad del material. Este parámetro es el más común para evaluar la calidad fisiológica de un lote de semillas, ya que indica la habilidad de estas para emerger del suelo.

A partir de los 10 días y hasta los 40 días después de la siembra (DDS) tuvieron un buen desarrollo (Tabla 3), mostrando diferencias significativas entre ellas. En la evaluación que se realizó a los 10 DDS, la mayor altura la mostró la variedad Guamá 23, seguida de Buena Ventura y Delicias 364 con diferencias significativas respecto al resto de los cultivares; y la de menor altura fue BAT 93, la cual no se sembró en las campañas sucesoras.

En los 25 DDS, Guamá 23 destaca en altura en los tres años de siembra y muestra diferencias significativas del resto, especialmente con Liliana que presenta los valores más bajos durante 2022 y 2023. Guamá 23, Buena Ventura y Delicias 364 no alcanzan diferencias estadísticas entre ellas a los 25 DDS en el 2022; sin embargo, hubo un cambio en el 2023 y 2024 con relación a Delicias 364, ya que no mantuvo su condición.

Tabla 3. Altura de las variedades

Variedad	H 10 DDS			H 25 DDS			H 40 DDS		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Guamá 23	10,39 ^a	10,49 ^a	10,78 ^a	16,91 ^a	17,33 ^a	16,63 ^a	66,58 ^a	66,05 ^a	66,54 ^a
CUFIG 110	6,78 ^{bc}	7,41 ^c	7,06 ^c	13,81 ^d	14,36 ^c	14,05 ^c	50,95 ^f	51,28 ^d	51,05 ^d
Quivican	8,82 ^b	8,49 ^b	-	15,76 ^b	15,65 ^b	-	55,12 ^{de}	55,13 ^{cd}	-
La Cuba 154	6,35 ^c	6,52 ^d	-	15,86 ^b	15,77 ^b	-	61,15 ^c	61,08 ^c	-
Tomeguín 93	6,59 ^c	-	-	16,12 ^{ab}	-	-	62,94 ^{bc}	-	-
CUFIG 48	6,54 ^c	-	-	15,69 ^b	-	-	62,02 ^c	-	-
B. Ventura	8,54 ^b	9,23 ^b	8,68 ^b	16,78 ^a	16,83 ^a	16,73 ^a	64,42 ^{ab}	65,96 ^b	64,56 ^b
Delicias 364	8,24 ^b	8,33 ^{bc}	8,27 ^{bc}	16,13 ^a	16,44 ^{ab}	16,12 ^{ab}	63,27 ^b	63,34 ^{bc}	63,31 ^{bc}
CUL 156	6,02 ^c	6,32 ^d	6,21 ^d	15,39 ^{bc}	15,41 ^b	15,24 ^b	62,55 ^c	63,29 ^{bc}	62,79 ^c
BAT 304	6,28 ^c	-	-	14,56 ^c	-	-	60,24 ^{cd}	-	-
Liliana	5,94 ^{cd}	5,65 ^d	-	11,69 ^e	11,71 ^d	-	51,23 ^e	51,21 ^d	-
BAT 93	5,92 ^d	-	-	15,68 ^b	-	-	60,06 ^d	-	-

Notas: B. Ventura, Buena Ventura

*Las letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey para $P \leq 0,05$

Fuente: Elaboración propia

A los 40 DDS se apreció que Guamá 23 continúa siendo la variedad con mayor altura y con diferencias significativas al resto de los cultivares en los tres años, continuando Liliana con el menor índice de crecimiento en 2022 y 2023. Los resultados están en correspondencia con el hábito de crecimiento esperado de las variedades, esto coincide con Martínez et al. (2020) al plantear que la morfología varía de acuerdo al hábito de crecimiento del cultivar, al igual que la altura, la cual puede variar entre 30 y 50 cm para plantas de crecimiento determinado.

Por otro lado, en los estudios realizados por Rodríguez (2017) acerca de la respuesta agroproductiva de diferentes cultivares de frijol, entre los 15 y 45 días después de germinado el cultivo, las longitudes de las plantas evaluadas resultaron inferiores.

Las variedades precoces a la floración (Ver **Tabla 4**) fueron Guamá 23, CUFIG 110 y Quivican en el 2022; CUFIG 110, Delicias 364 y CUL 156 se mantienen en el 2023 con diferencia de un día por encima con respecto al índice emergente del año anterior. En el 2024 Guamá 23 disminuyó 4 días con respecto a la campaña anterior y dos respecto al año 2022, fue el 2024 el año en que floreció en menos tiempo de sembrado con respecto al resto de las variedades y a ella misma. La floración tuvo el comportamiento pronosticado según las incidencias de los factores agrometeorológicos y las atenciones culturales.

Tabla 4. Fenofases

Variedades	IF (Días)			F (Días)			FV (Días)			MV (Días)		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Guamá 23	33	35	31	35	37	35	56	57	57	83	85	83
CUFIG 110	33	34	33	35	37	35	56	59	58	83	85	83
Quivican	33	35	-	35	38	-	56	60	-	85	87	-
La Cuba 154	37	38	-	40	42	-	60	63	-	85	89	-
Tomeguín 93	35	-	-	40	-	-	60	-	-	85	-	-
CUFIG 48	37	-	-	40	-	-	60	-	-	87	-	-
B. Ventura	35	36	35	35	37	36	56	60	56	83	85	82
Delicias 364	35	34	35	35	35	36	56	57	60	83	85	84
CUL 156	35	34	35	35	36	36	56	58	59	85	88	86
BAT 304	37	-	-	40	-	-	60	-	-	85	-	-
Liliana	37	35	-	40	39	-	60	60	-	87	88	-
BAT 93	35	-	-	35	-	-	56	-	-	85	-	-

Notas: IF, Inicio Floración; F, Floración; FV, Formación de vainas; MV, Maduración de vainas

Fuente: Elaboración propia.

Hubo variedades con formación retardada de las vainas con respecto al resto, en ese caso está La Cuba 154 con 60 y 63 en 2022 y 2023 respectivamente. En la formación de vainas coincidieron con los primeros cultivares que florecieron, el resto a un máximo intervalo de 60 días en 2023 y 2024. La maduración de las vainas ocurrió a los 83 DDS, en el 2023 el indicador alcanzó el mayor valor.

En las variables del rendimiento (**Tabla 5**), el número de vainas por planta fue liderado en todas las campañas por Guamá 23 con diferencias estadísticas al resto de las variedades, siendo la mayor con Delicias 364. Todas las variedades en 2023 aumentaron su producción de vainas con respecto al periodo de siembra anterior, con tendencia a disminuir en el 2024; sin embargo, CUL 156 alcanzó su máximo potencial en dicho año. Aunque los valores disminuyeron en el 2024 con relación al 2023, en el año de inicio de experimentación los valores siempre fueron inferiores, estas diferencias pueden estar dadas por el número de granos por vaina que alcanzó cada variedad y las características propias de cada una de ellas.

Tabla 5. Componentes del rendimiento

Variedad	VP			MVP (g)			PGV (g)			NGV (g)		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Guamá 23	6,69 ^a	7,12 ^a	7,03 ^a	1,99 ^a	2,02 ^{bc}	2,16 ^a	1,73 ^a	1,81 ^a	1,79 ^b	7,16 ^{ab}	7,18 ^b	7,39 ^b
CUFIG110	5,18 ^b	5,65 ^{bc}	5,31 ^c	1,85 ^b	2,11 ^b	2,03 ^b	1,59 ^b	1,62 ^b	1,60 ^c	5,05 ^{cd}	5,34 ^d	5,28 ^c
Quivican	5,16 ^b	5,46 ^{bc}	-	1,54 ^c	1,43 ^d	-	1,44 ^c	1,50 ^c	-	4,97 ^d	5,03 ^e	-
La C. 154	5,19 ^b	5,39 ^c	-	1,57 ^c	1,49 ^d	-	1,43 ^c	1,35 ^d	-	4,96 ^d	5,05 ^e	-
Tom. 93	4,79 ^c	-	-	1,54 ^c	-	-	1,57 ^b	-	-	5,10 ^c	-	-
CUFIG 48	5,20 ^b	-	-	1,98 ^a	-	-	1,39 ^d	-	-	6,12 ^b	-	-
B. Ventura	5,53 ^b	6,24 ^b	6,11 ^b	1,99 ^a	2,35 ^a	2,27 ^a	1,85 ^a	1,96 ^a	1,91 ^a	7,44 ^a	8,24 ^a	8,32 ^a
Del. 364	4,93 ^c	5,48 ^{bc}	5,39 ^c	1,82 ^b	1,89 ^c	1,99 ^b	1,56 ^{bc}	1,54 ^c	1,57 ^c	5,09 ^c	5,33 ^d	5,11 ^d
CUL 156	5,04 ^{bc}	5,37 ^c	5,52 ^c	1,56 ^c	1,62 ^c	1,76 ^c	1,43 ^c	1,59 ^b	1,52 ^d	5,01 ^{cd}	6,21 ^c	5,42 ^c
BAT 304	4,77 ^c	-	-	1,56 ^c	-	-	1,38 ^d	-	-	4,95 ^d	-	-
Liliana	4,95 ^c	5,26 ^d	-	1,57 ^c	1,64 ^c	-	1,59 ^b	1,47 ^c	-	4,97 ^d	5,10 ^e	-
BAT 93	5,11 ^{bc}	-	-	1,91 ^b	-	-	1,52 ^c	-	-	5,77 ^{bc}	-	-

Notas: VP, Vainas por planta; MVP, Masa de vainas por planta; PGV, Peso de granos por vaina; NGV, Número de granos por vaina; La C. 154, La Cuba 154; Tom. 93, Tomeguín 93; Del. 364, Delicias 364

*Las letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey para $P \leq 0,05$

Fuente: Elaboración propia

La masa de vainas por plantas (MVP) fue directamente proporcional a la variable vainas por plantas (VP), la cual estuvo en ascenso gradual en el mayor de los casos. En el último año, Guamá 23, Delicias 364 y CUL 156 expresaron su máximo potencial. Buena Ventura lideró el PGV y NGV en todas las campañas, seguida de Guamá 23.

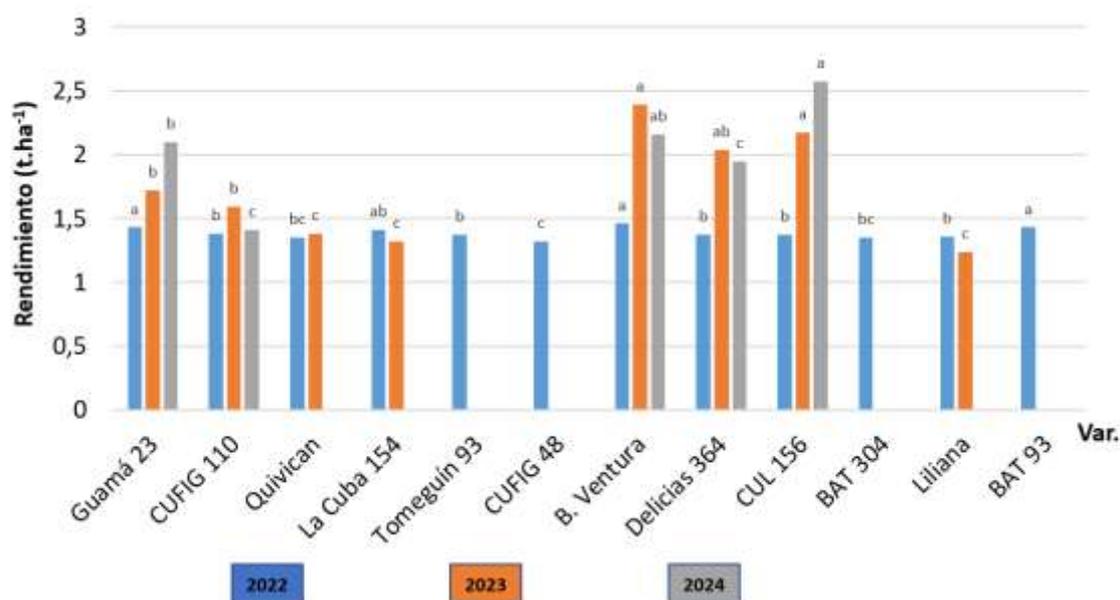
Estudios realizados en la zona oriental de Cuba por Boudet et al. (2015) describieron una reducción en el peso de 100 semillas en seis cultivares comerciales de frijol común en condiciones de sequía terminal. De igual forma, Chaves y Polanía (2017) describieron una reducción para dicha variable como consecuencia del estrés causado por sequía terminal en 11 líneas y cuatro cultivares comerciales de frijol común.

Los resultados obtenidos acerca del rendimiento por años de cada variedad (Figura 2) muestran diferencias significativas en todas las campañas. El año de menor producción fue el 2022 con una máxima de 1,46 t ha⁻¹ para Buena Ventura y mínima de 1,32 para CUFIG 48, que acumuló criterios para no seguir siendo sembrado en el área según los resultados de los parámetros experimentales.

El 2023 se caracterizó por ser el de mayores producciones en cuanto al número de variedades, superando al año anterior por encima de las 2 t ha⁻¹; Buena Ventura y CUL 156 no mostraron diferencias significativas entre ellas, mientras que Delicias 364 sí mostró diferencias con las dos anteriores. El resto de los cultivares rindieron menos y tuvieron diferencias estadísticas con las de mejores potenciales.

En el 2024, CUL 156 expresó su máximo rendimiento con diferencias estadísticas significativas con relación al resto de las variedades en ese año. Buena Ventura no tuvo diferencias significativas con CUL 156, pero no superó los 2,5 t ha⁻¹, disminuyendo 0,23 t ha⁻¹ con respecto al año anterior. La variedad Guamá 23 alcanzó las 2,10 t ha⁻¹, mayor rendimiento a lo largo de sus tres años en el área de producción.

Figura 2. Rendimiento



*Las medias con letras desiguales difieren con la prueba de Tukey para P ≤ 0,05

Fuente: Elaboración propia

La aparición de plagas se vio favorecida por el aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones. La orden coleóptera (Ver Tabla 6) destacó en las tres fechas de siembra y el crisomélido verde común *Diabrotica balteata* Leconte, causó perforaciones sobre el follaje en fenología temprana con algunos signos del Virus del Mosaico Rugoso del frijol.

En los meses de febrero y marzo, cuando los cultivares tenían entre 20 y 40 DDS, aumentó la curva de incidencia perjudicial y fue difícil de controlar. *Cerotoma ruficornis* Olivier (1791) acudió en estadios tempranos de todas las variedades, causando reducción del área foliar por planta en el periodo de 45 a 50 DDS. La mayor incidencia estuvo representada en el 2022 por CUFIG 48, BAT 304 y Liliana; esta última manifestó alta incidencia en la segunda siembra en 2023, junto a Quivican y La Cuba 154, todas con

tendencia al aumento con respecto a la campaña anterior. Delicias 364 marcó su máxima afectación en el último año (2024), con ascenso gradual superior al resto de las campañas y variedades.

La variedad Buena Ventura sufrió menos afectaciones de estos crisomélidos en los años 2022 y 2023, lo cual coincide con lo mencionado por Delgado-Álvarez et al. (2022), ya que puede tener relación con determinadas características fisiológicas o morfológicas de las variedades hospedantes. La presencia en las hojas de los niveles medios e inferiores indican la preferencia por determinado grado de madurez fisiológica.

Tabla 6. Incidencia por plagas del orden coleóptero

Variedades	% Int. de Coleópteros								
	2022			2023			2024		
	Feb.	Mar.	Abr.	Feb.	Mar.	Abr.	Feb.	Mar.	Abr.
Guamá 23	0,54	0,46	0,02	0,63	0,52	0,07	0,89	0,71	0,12
CUFIG 110	0,61	0,49	0,04	0,63	0,49	0,06	0,74	0,56	0,16
Quivican	0,75	0,60	0,03	0,97	0,72	0,11	-	-	-
La Cuba 154	0,87	0,50	0,01	0,94	0,67	0,17	-	-	-
Tomeguín 93	0,82	0,48	0,05	-	-	-	-	-	-
CUFIG 48	0,92	0,65	0,07	-	-	-	-	-	-
B. Ventura	0,38	0,28	0,01	0,40	0,25	0,04	0,54	0,34	0,11
Delicias 364	0,85	0,45	0,04	0,86	0,59	0,06	0,92	0,44	0,09
CUL 156	0,85	0,40	0,03	0,86	0,44	0,06	0,87	0,46	0,07
BAT 304	0,95	0,53	0,08	-	-	-	-	-	-
Liliana	0,90	0,51	0,05	0,95	0,64	0,19	-	-	-
BAT 93	0,42	0,32	0,02	-	-	-	-	-	-

Notas: %Int, porcentaje de intensidad de ataque promedio; Feb, Febrero; Mar, Marzo; Abr, Abril

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los lepidópteros asociados a las campañas (Ver **Tabla 7**) predominaron *Lamprosema indicata* (Fab.) (Lepidoptera: Pyralidae) se observaron en la primera 10 días después de la germinación. *Spodoptera ornithogalli* (Guénee) (Lepidoptera: Noctuidae) fue capaz de defoliar algunas plantas. Ambas plagas estuvieron por debajo del umbral económico. El mes de mayor intensidad correspondió a marzo, la variedad CUFIG 110 en abril del 2023 sufrió daños mayores con diferencias al resto de las variedades.

Tabla 7. Incidencia por plagas del orden lepidóptero

Variedades	% Int. de Lepidópteros								
	2022			2023			2024		
	Feb.	Mar.	Abr.	Feb.	Mar.	Abr.	Feb.	Mar.	Abr.
Guamá 23	0	0,46	0,25	0,01	0,68	0,46	0,01	0,77	0,41
CUFIG 110	0	0,67	0,31	0,02	0,75	0,52	0,01	0,65	0,35
Quivican	0	0,63	0,34	0,02	0,75	0,43	-	-	-
La Cuba 154	0	0,68	0,24	0,06	0,85	0,46	-	-	-
Tomeguín 93	0	0,50	0,39	-	-	-	-	-	-
CUFIG 48	0	0,76	0,22	-	-	-	-	-	-
B. Ventura	0	0,22	0,21	0,01	0,36	0,28	0,05	0,40	0,39
Delicias 364	0	0,40	0,30	0,02	0,61	0,44	0,02	0,61	0,46
CUL 156	0	0,48	0,28	0,01	0,53	0,39	0,03	0,54	0,47
BAT 304	0	0,50	0,34	-	-	-	-	-	-
Liliana	0	0,45	0,30	0,02	0,64	0,49	-	-	-
BAT 93	0	0,24	0,22	-	-	-	-	-	-

Notas: %Int, porcentaje de intensidad de ataque promedio; Feb, Febrero; Mar, Marzo; Abr, Abril

Fuente: Elaboración propia

Otra plaga que apareció en las campañas de 2023 y 2024 fue *Megalurothrips usitatus* Bagnall (Thripidae: Thysanoptera). Los primeros individuos se reportaron en la prefloración y floración con promedio de seis trips por plantas, mientras que se alcanzan valores de 17 insectos por plantas durante el llenado de las vainas. Aquello coincide con lo establecido por Arzuaga et al. (2021), quienes reportan las relaciones de las variables climáticas sobre la fluctuación de la plaga en la variedad Triunfo 70.

Por su lado, *Thrips palmi* Karny encontró condiciones favorables para desarrollarse. Los potenciales de daño se incrementaron durante el mes seco y su crecimiento fue favorecido por las altas temperaturas, pero sus poblaciones no crecieron debido a las prácticas culturales aplicadas, lo cual coincide con Puerto Rodríguez et al. (2014).

Dentro de las prácticas alternativas aplicadas se destacaron el riego, las trampas de colores, la previsión del alza de las poblaciones y la siembra de surcos de maíz entre el campo de frijoles para que se hospedaran posibles enemigos naturales contra el trips. Sobre los enemigos naturales, se encontraron *Cycloneda limbifer* y *Syrphidae*, estos emigraron hacia el frijol y su dispersión ejerció acción depredadora.

El comportamiento de las variedades estudiadas ante la incidencia de plagas muestra que los coleópteros y los lepidópteros obtienen porcentajes de incidencia inferiores al 1%, lo cual se mantuvo en el nivel ligero y no se alcanzaron los umbrales económicos. Al igual que con la presencia del trips de la flor del frijol cuyas incidencias fueron muy bajas,

a pesar de estar reportado en la provincia de Cienfuegos por Urdanivia (2021) como *Fabaceae* hospedante. Por ello, es importante establecer una correcta aplicación de las medidas integrales y según Lamz et al. (2017), es imprescindible la implementación de acciones con el fin de promover el mejoramiento de las variedades.

Conclusiones

La evaluación de las variedades permitió un criterio de selección ante las variables del rendimiento. Buena Ventura, CUL 156, Guamá 23 y Delicias 364 contribuyen al sistema de producción del frijol en el municipio de Palmira.

Contribución de los autores:

- Erislandy José Becerra Fonseca: elaboración del proyecto, análisis a nivel de campo, análisis estadístico, revisión y corrección del manuscrito.
- Anaisa López Melian: elaboración del proyecto, recopilación de datos, construcción de bases de datos, análisis de información, elaboración y redacción del manuscrito.

Conflicto de intereses

La preparación y revisión del presente manuscrito contó con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

Referencias

- Chaves-Barrantes, N., & Polanía, J. A. (2017) Caracterización fenotípica por resistencia a sequía terminal de germoplasma de frijol común. *Agronomía Mesoamericana* 29(1):1- 17. <http://doi:10.15517/ma.v29i1.27618>
- Urdanivia Gutiérrez, Y. (2021). Entomofauna tisanopterológica de interés agrícola en la provincia de Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 121-129 <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/478>
- Del Puerto Rodríguez, A. M., Suárez Tamayo, S., Palacio Estrada, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y epidemiología*. 2014;52(3):372-87. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1561-30032014000300010
- Hernandez-Ochandía, D., Regalado, R. E., Cabrera, I. M., & Hernández, M. G. R. (2024). Respuesta de once genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) a poblaciones crecientes de *Meloidogyne incognita*. *AIA avances en investigación agropecuaria*, 28(1),

ágs-29.

<https://revistasacademicas.ucol.mx/index.php/agropecuaria/article/view/1725>

Arzuaga, L. G., Yanes, L. C., Cabrera, I. M., Castro, A. S., Díaz, H. L. B., & Campos, M. S. (2021). Influencia de variables climáticas sobre la fluctuación poblacional de thrips (*Megalurothrips usitatus* Bagnall) en frijol. *Revista de Protección Vegetal*, 36(2).
<http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/1148>

Ríos, F. & Baca, P. (2006). Niveles y Umbrales de Daños Económicos de las Plagas. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC), Instituto de Nacional Tecnológico (INATEC) y Proyecto de Fortalecimiento e Integración de la Educación Media a los Procesos de Desarrollo Rural Sostenible y Combate a la Pobreza en América Central (SICA-ZAMORANO-TAIWÁN). Honduras, Centroamérica. Pág. 50. <http://hdl.handle.net/11036/4123>

Delgado-Álvarez, A., Castillo-Reyes, N., & Mirabal-Acosta, L. (2022). Densidad poblacional de insectos fitófagos asociados al frijol cultivado en periodo temprano y tardío. *Cultivos Tropicales*, 43(2), e01-e01.
<https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1652>

FAOSTAT. (2022). Food and Agricultural Organization of United Nations, Rome, Italy. In: <http://faostat.fao.org>

Boudet, A., Boicet, T., & Oduardo, R. (2015). Rendimiento y sus componentes en variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de sequía en Río Cauto, Granma. *Centro Agrícola* 42(3): 59-66
<http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-42-2015/>

Rodríguez, M. (2017). Respuesta agronómica de cuatro variedades comerciales de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en época tardía (Tesis de grado). Universidad Central de las Villas Marta Abreu, Villa Clara, Cuba.
<https://dspace.uclv.edu.cu/browse/dateissued?scope=2e1a38a7-9b9a-4511-b91e-9da235fd9c02&bbm.page=1&startsWith=2017>

Martínez Medina, S. D. J., Gil Díaz, V. D., Rodríguez Valdés, G., Quintero Fernández, E., & Colás Sánchez, A. (2020). Regionalización de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia Villa Clara. *Centro Agrícola*, 47(4), 5-11.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000400005

López, J., Torres, N., Saldivar, R., Reyes, I., & Argüello, B. (2016). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. *Centro de Investigación en Química Aplicada (CIBQ)*, 129-140
<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/334>

- Cutié, V. C., González I., G., Fonseca, C. R., Pérez, R., Martínez, M., García, A., Leiva, L., & Velazquez, B., 2023. Centro del Clima Instituto de Meteorología Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente República de Cuba. Boletín de la Vigilancia del Clima. 35(11), ISSN-1029-2047. <file:///D:/2024/Boletin%20clima%20Cuba%202023.pdf>
- Martirena-Ramírez, A., Veitía, N., Rivero, L., Torres, D., García, L. R., Collado, R., & Ramírez-López, M. (2018). Respuesta de líneas de *Phaseolus vulgaris* L. en época de siembra tardía. *Biotecnología Vegetal*, 18(2). <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/651>
- MEDINA, M. D. J., MORA, L., EGIDO, R., FERNÁNDEZ, G., FERNANDEZ, Q., VALDÉS, R., ... & Cárdenas, M. (2015). Nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para la Empresa Agropecuaria "Valle del Yabú", Santa Clara, Cuba. *Centro Agrícola*, 42(4), 89-91. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Martínez-González, L., Maqueira-López, L., Nápoles-García, M. C., & Núñez-Vázquez, M. (2017). Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Biofertilizados. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 113-118. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362017000200017&script=sci_arttext&tlng=pt
- Góngora-Martínez, O., Rodríguez-Fernández, P. A., & Castillo-Ferrer, J. (2020). Comportamiento agronómico de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Songo-La Maya, Santiago de Cuba, Cuba. *Ciencia en su PC*, 1, 31-45. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181363107003/181363107003.pdf>
- Arias, Y., González, I., Gorrita, S., Miranda, I., Hernández, D., & Delgado, B. P. (2018). Comportamiento enzimas relacionadas con la defenza en dos cultivares de frijol común parasitados por *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) protección vegetal. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-27522018000200006&script=sci_arttext&tlng=en
- Lamz, A., Cárdenas, R. M., Ortiz, R., Eladio, L. & Sandrino, A. (2017). Evaluación preliminar de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) promisorios para siembras tempranas en Melena del Sur. *Cultivos Tropicales*. <http://www.scielo.sld.cu>
- Feria, U. P., Dorado, R. M. C., & Pérez, M. M. (2016). Evaluación prospectiva de la eficiencia económica de la producción de frijol en la provincia Santiago de Cuba. *TERRA: Revista de Desarrollo Local*, (4), 71-97. <https://ojs.uv.es/index.php/TERRA/article/view/10090>
- Alba, J. C. (2019). Evaluación de algunos indicadores de trabajo de la sembradora-fertilizadora JUMIL JM2570 PD MG 06 PIV 04L en el cultivo del frijol (*Phaseolus*

vulgaris L.) (Original). *Revista Científica Estudiantil de la Universidad de Granma*.
<http://www.revistas.udg.co.cu>

Bernal López, L. A., & Amaya Castaño, G. C. (2023). Autonomía, soberanía y seguridad alimentaria de los pueblos. La custodia de semillas de las casas comunitarias de la Red de Mercados Agroecológicos Campesinos del Valle del Cauca. *Revista Guillermo de Ockham*, 21(2).
<https://revistas.usb.edu.co/index.php/GuillermoOckham/article/view/6067>

Gomes Basso Los, F., Fereira Zielinski, A. A., Wojeicowski, J. P., Nogueira, A., & Mottin Demiate, I. (2018). Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): whole seeds with complex chemical composition. *Current Opinion in Food Science*, 19, 63-71.
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.010>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2018. El cambio climático, la agricultura y la seguridad alimentaria.
<https://www.fao.org/climatechange/16615-05a3a6593f26eaf91b35b0f0a320cc22e.pdf>

Kayongo, S. Y. & Andersson, P. (2014). Farmer participatory evaluation of bean (*Phaseolus vulgaris* L) varieties for seed production in Tesokaramoja Sub Region, Uganda. 2 (3).
<https://www.researchgate.net>

Karim, F., Yasir, M., Afzal, O., Ahmed, M. & Nawaz, A. (2014). Agro-morphological evaluation of some exotic common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes under rainfed conditions of islamabad, pakistan. *Pak. J. Bot.*, 46 (1), 259-264.
<https://www.researchgate.net>