

RESPUESTA AGRONÓMICA DE UN CULTIVAR DE MANÍ (*ARACHIS HYPOGAEA* L.) A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA

Agronomic performance of a groundnut cultivar (*Arachis hypogaea* L.) to different sowing densities

Desempenho agronômico de uma cultivar de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em diferentes densidades de semeadura

M. Sc. Amilcar Barreda Valdés ¹, <https://orcid.org/000-0002-0558-3028>;

Dr. C. Reinaldo Alemán Pérez ², <https://orcid.org/0000-0002-3829-7933>

Dr. C. Verónica Cristina Andrade Yucailla ³, <https://orcid.org/0000-0001-7909-2128>

Dr. C. Ahmed Chacón Iznaga ^{4*}, <https://orcid.org/0000-0003-0791-166X>

^{1,4} Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), Cuba

² Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

³ Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), Ecuador

*Autor para correspondencia. email ahmedci@uclv.edu.cu

Para citar este artículo: Barreda Valdés, A., Alemán Pérez, R., Andrade Yucailla, V. C. y Chacón Iznaga, A. (2025). Respuesta agronómica de un cultivar de maní (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes densidades de siembra. *Maestro y Sociedad*, 22(2), 1351-1359. <https://maestrosociedad.uo.edu.cu>

RESUMEN

Introducción: El maní (*Arachis hypogaea* L.) se encuentra entre los primeros cuatro cultivos oleaginosos de mayor importancia comercial en el mundo. El objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta agronómica de este cultivo establecido en diferentes densidades de siembra. **Materiales y métodos:** El experimento se realizó en la Finca “Elpidio Sosa”, municipio Sagüa La Grande, provincia Villa Clara, Cuba. Se dispuso en un diseño de bloques al azar con un cultivar de maní (Cascajal rosado) y cuatro densidades de siembra (13,3; 11,1; 9,5; 8,3 plantas m⁻²) en tres réplicas. **Resultados:** Los resultados mostraron que la menor densidad de siembra incrementó los valores de los componentes del rendimiento: número de frutos y de semillas por planta, peso de frutos y semillas por planta y rendimiento biológico, mientras que en la mayor densidad de siembra el rendimiento en frutos, semillas e índice de cosecha aumentó significativamente. **Discusión:** Estos hallazgos demuestran que la optimización de la densidad de siembra es una práctica agrícola importante para explotar todo el potencial de rendimiento y lograr un incremento continuo en la producción del cultivo de maní sin aumentar el empleo de insumos. **Conclusiones:** Se evidencia la influencia positiva de la mayor densidad de siembra (13,3 plantas m⁻²) sobre los rendimientos en frutos y semillas, peso de 100 frutos y de 100 semillas, rendimiento biológico e índice de cosecha.

Palabras clave: componentes, cultivo, distancia, rendimiento, semillas.

ABSTRACT

Introduction: Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is among the top four most commercially important oilseed crops in the world. The objective of this research was to evaluate the agronomic response of this crop at different planting densities. **Materials and methods:** The experiment was conducted at the “Elpidio Sosa” Farm, Sagua La Grande municipality, Villa Clara province, Cuba. A randomized block design was used with one peanut cultivar (Cascajal rosado) and four planting densities (13.3; 11.1; 9.5; 8.3 plants m⁻²) in three replicates. **Results:** The results showed that the lowest planting density increased the values of the yield components: number of fruits and seeds per plant, weight of fruits and seeds per plant and biological yield, while at the highest planting density the yield of fruits, seeds and harvest index increased significantly. **Discussion:** These findings demonstrate that optimizing planting density is an important agricultural practice for exploiting the full yield potential and achieving a continuous increase in peanut production without increasing input

use. Conclusions: A positive influence of higher planting density (13.3 plants m⁻²) on fruit and seed yields, 100-fruit and 100-seed weights, biological yield, and harvest index is evident.

Keywords: components, crop, distance, yield, seeds.

RESUMO

Introdução: O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) está entre as quatro culturas oleaginosas de maior importância comercial no mundo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resposta agrônômica desta cultura em diferentes densidades de plantio. **Materiais e métodos:** O experimento foi conduzido na Fazenda “Elpidio Sosa”, município de Sagua La Grande, província de Villa Clara, Cuba. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com uma cultivar de amendoim (Cascajal rosado) e quatro densidades de plantio (13,3; 11,1; 9,5; 8,3 plantas m⁻²) em três repetições. **Resultados:** Os resultados mostraram que a menor densidade de plantio aumentou os valores dos componentes de rendimento: número de frutos e sementes por planta, peso de frutos e sementes por planta e rendimento biológico, enquanto na maior densidade de plantio o rendimento de frutos, sementes e índice de colheita aumentaram significativamente. **Discussão:** Essas descobertas demonstram que otimizar a densidade de plantio é uma prática agrícola importante para explorar todo o potencial de rendimento e alcançar um aumento contínuo na produção de amendoim sem aumentar o uso de insumos. **Conclusões:** É evidente a influência positiva da maior densidade de plantio (13,3 plantas m⁻²) na produtividade de frutos e sementes, no peso de 100 frutos e 100 sementes, no rendimento biológico e no índice de colheita.

Palavras-chave: componentes, cultura, distância, produtividade, sementes.

Recibido: 21/1/2025 Aprobado: 28/3/2025

INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea* L.) se encuentra entre los primeros cuatro cultivos oleaginosos de mayor importancia comercial en el mundo, ocupa el tercer lugar detrás de la soya (*Glycine max* L. Merr.) y del girasol (*Helianthus annuus* L.), que se consideran como fuentes de energía renovables (Tokel & Erkencioglu, 2021; Yan et al., 2023). Se distribuye entre los 44° de latitud norte y los 35° de latitud sur, su temperatura de crecimiento óptima es de 25 a 30 °C (R (Rabiu et al., 2021; Haerani et al., 2023), cuando estas son extremas (<12 °C o >35 °C), se afecta la germinación de las semillas, el crecimiento, la inducción floral, la formación de frutos y de semillas. Requiere una pluviosidad de 500 a 700 mm anuales y sobre todo, en determinados momentos se deben realizar la aplicación de riego para evitar que las plantas entren en estrés hídrico (Biswas et al., 2022; Vinu et al., 2023). Tiene requerimientos específicos sobre el tipo de suelo en que puede ser cultivado, ya que presenta la particularidad de tener flores aéreas y formar los frutos enterrados en el suelo. El pH del suelo óptimo está comprendido entre 5,3 y 8,0 (Adejumobi et al., 2022; Zharare & Vilane, 2021). Enriquece el suelo con nitrógeno, debido a su capacidad de realizar el proceso de fijación simbiótica de este elemento en conjunto con especies de bacterias del género *Rhizobium* (Basu & Kumar, 2020).

Actualmente se cultiva en todos los países tropicales y subtropicales donde es muy valorado, por su importancia en la alimentación humana. Sus semillas poseen un alto contenido de proteína (30 - 35%) y de aceite (45 - 55%), ambos de alta calidad; el aceite puede consumirse directamente sin necesidad de refinamiento (Head et al., 1995), además contiene ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas y minerales, lo que le concede un alto valor nutricional. De este cultivo se obtienen derivados como la manteca de maní, además se comercializa y consume tostado, en turrónes, barras, tabletas, confituras, entre otras formas. Tiene aplicaciones en la agricultura como abono verde y es un cultivo ideal en sistemas de rotación para mejorar la fertilidad del suelo debido a sus raíces nodulares y su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico natural (Abady et al., 2019). La siembra debe realizarse a una profundidad que no supere el rango de 3 a 4 cm.

La obtención de buenos resultados en la respuesta agronómica de este cultivo con base en el rendimiento, componentes del rendimiento, e índice de cosecha, implica que la densidad de siembra que se utilice debe ser óptima. La densidad de siembra es el número de plantas existentes en determinada unidad de área de suelo e influye en la capacidad del cultivo para la intercepción y utilización de la radiación solar, el agua y los nutrientes, entre otros recursos del agroecosistema disponibles para el crecimiento (Sreelatha et al., 2019; Bakal et al., 2020; Minh et al., 2021; Yilmaz & Jordan, 2022).

El manejo del espaciamiento entre hileras es una práctica de gestión conceptualmente simple que puede tener un impacto considerable sobre las arvenses que afectan al cultivo. El espaciamiento entre hileras, junto con la densidad de siembra, determina la disposición del cultivo en un campo, modificando la velocidad con

la que se cierra el follaje, o sea, las hojas de las hileras adyacentes comienzan a superponerse, lo que a su vez determina la cantidad de luz que puede penetrar hasta el suelo y modifica las formas en que las arvenses crecen entre las hileras de cultivo (Yilmaz & Jordan, 2022; Haile et al., 2022). El déficit de plantas en el área sembrada afecta en gran medida el rendimiento del cultivo, mientras que el exceso, aunque no disminuye el rendimiento, sí incrementa el costo de su establecimiento por concepto de semilla fundamentalmente. Si bien se acepta comúnmente que el menor espaciamiento entre hileras brinda los mayores rendimientos potenciales de granos para la en la mayoría de las circunstancias, existen algunas ventajas en el espaciamiento más amplio entre hileras que se deben considerar, junto con la productividad y el rendimiento (Barreda-Valdés et al., 2009; Nguyen et al., 2024). Por otra parte, la densidad poblacional no varía el desarrollo fenológico del maní (Gawas et al., 2020).

A medida que aumenta el número de plantas por unidad de superficie, también se incrementa la competencia por los recursos del agroecosistema. Se ha demostrado que las densidades de población óptimas en este cultivo son de 25 a 30 pl m⁻²; valores superiores a estos (ej, 56 pl m⁻²), inciden desfavorablemente en la acumulación de masa seca aérea, en el número de frutos por planta y en el rendimiento (Morla et al., 2018; Swethasree et al., 2024), con independencia de la arquitectura específica de cada cultivar. Además, densidades de siembra altas demandan más insumos (ej. semillas, agua), y mano de obra. Para definir la densidad de siembra óptima, comúnmente los agricultores establecen densidades de semillas diferentes en parcelas espaciadas y monitorean el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esta es importante para el cálculo de los costos de producción y las ganancias económicas de los cultivos (Gawas et al., 2020; Haile et al., 2022).

En países de Latinoamérica los espaciamientos entre hileras son muy importante en este cultivo, ya que se ha demostrado que una densidad de población óptima, favorece el rendimiento y la calidad de la cosecha. Para la siembra con sembradoras se recomienda un espaciamiento no menor de 0,45 m a 0,50 m entre hileras, y de 0,10 m a 0,13 m entre plantas. También pueden utilizarse espaciamientos de 0,60 m entre hileras y 0,15 m entre plantas cuando se emplean otros implementos o instrumentos como cultivadoras o azadas (Barreda-Valdés et al., 2009).

En Cuba aún hay poca información disponible sobre la relación entre la densidad de siembra del cultivo de maní, su rendimiento y producción en diferentes condiciones tecnológicas, por lo que no están definidas las densidades de siembra, que contribuyan a optimizar su respuesta agronómica cuando se cultiva en condiciones tecnológicas inherentes al periodo poco lluvioso y a suelos Pardos mullidos medianamente lavados. Esto puede aumentar los costos de producción y reducir las ganancias del cultivo. Por lo que alcanzar un equilibrio entre la densidad de siembra y la viabilidad económica sería de gran utilidad para los productores, por lo antes expuesto el objetivo de investigación es evaluar la respuesta agronómica del cultivo de maní establecido en diferentes densidades de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la finca "Elpidio Sosa", que pertenece a la Agricultura Urbana del municipio Sagüa la Grande, provincia Villa Clara, Cuba. El cultivo del maní se sembró en un suelo Pardo mullido medianamente lavado, según el sistema de clasificación de los suelos de Cuba (Hernández et al., 2015), durante el período poco lluvioso comprendido de enero a abril de 2022. Se utilizó el cultivar Cascajal Rosado de hábito de crecimiento semierecto; sus semillas fueron procedentes de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Semillas Villa Clara. Se varió el espaciamiento entre hileras obteniéndose las cuatro densidades de siembra (tratamientos) que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el diseño experimental

Tratamiento	Marco de siembra (m)	Densidad de siembra (plantas m ²)
1	0,50 m x 0,15 m	13,3
2	0,60 m x 0,15 m	11,1
3	0,70 m x 0,15 m	9,5
4	0,80 m x 0,15 m	8,3

Fuente: Elaboración propia

El diseño experimental fue de bloques al azar, con parcelas de cinco hileras (surcos) de 5 m de longitud y tres réplicas por tratamiento (Figura 1).



Figura 1. Diagrama del diseño experimental bloques al azar

Leyenda: T1: tratamiento 1 (13,3 pl m-2); T2: tratamiento 1 (11,1 pl m-2);

T3: tratamiento 1 (9,5 pl m-2); T4: tratamiento 1 (8,3 pl m-2)

La preparación de suelos se realizó por el sistema tradicional con el empleo de la tracción animal. La siembra se efectuó de forma manual, con los marcos antes mencionados depositándose dos semillas por nido a una profundidad de 0,04 m aproximadamente. No se utilizaron fertilizantes, plaguicidas, riego, mientras que otras prácticas culturales como el deshierbe se aplicaron durante el período de crecimiento en el momento requerido. La cosecha se realizó de forma manual. Los datos de las variables meteorológicas del periodo evaluado se obtuvieron en la Estación Meteorológica 338 del municipio Sagua La Grande, Villa Clara, Cuba (Tabla 2).

Tabla 2. Variables meteorológicas registradas en el periodo poco lluvioso analizado

Variables	Meses			
	Enero	Febrero	Marzo	Abril
T med (°C)	22,9	22,8	21,1	26,4
Hr med (%)	79	75	68	77
Pp (mm)	64,5	40,0	39,8	261,5

Fuente: Elaboración propia

Componentes del rendimiento agrícola

Se evaluó: número de frutos por planta (NFP), número de semillas por fruto (NSF), número de semillas por planta (NSP), porcentaje de semillas por fruto (PoSF = [peso de todas las semillas de una muestra al azar/peso de 100 frutos seleccionados al azar]×100), peso de semillas por fruto (PSF) (g), peso de semillas por planta (PSP) (g), peso de 100 frutos (P100F) (g) y el peso de 100 semillas (P100S) (g).

Rendimiento agrícola (RA)

El RA se determinó en fruto (RAF) y en semilla (RAS), calculándose en cada réplica el rendimiento promedio de cinco áreas de 1 m² y estimándose para 1 ha.

Rendimiento biológico (RB) e Índice de cosecha (IC)

El RB se calculó mediante la sumatoria de la masa seca de la planta obtenida en la etapa vegetativa de máxima acumulación (MSV) y la de los órganos reproductivos de la planta en la etapa de madurez de cosecha (MSR). Se empleó una balanza de precisión y una estufa a 65 °C, donde se procedió al secado hasta lograr un peso constante en los diferentes órganos de la planta. Ecuación 1: $RB = MSV + MSR$

El IC se determinó a partir de la relación entre la masa seca acumulada en el fruto agrícola o semillas (MSS) y el rendimiento biológico (RB). Ecuación 2: $IC = MSS/RB$

Procesamiento estadístico

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple, con la prueba de comparación de medias de Tukey HSD (Tukey, 1949) con $p < 0,05$; para determinar diferencias entre las medias. Los datos se procesaron en el programa SPSS v22.

RESULTADOS

Número de frutos por planta

Las diferencias entre las densidades de siembra fueron estadísticamente significativas para el número de frutos por planta. Se observó que al aumentar la densidad de siembra de 8,3 plantas m⁻² a 13,3 plantas m⁻², el número de frutos por planta disminuyó de 11,45 a 13,20. La densidad de siembra es un factor importante para el crecimiento y la producción de frutos en el cultivo de maní. Este resultado se puede atribuir a la mayor ramificación de las plantas a medida que aumenta el espacio libre para el desarrollo y disminuye la competencia

por nutrientes, agua y luz. Estos resultados coinciden con los reportados por otros autores que en condiciones similares determinaron que este componente del rendimiento agrícola se incrementa con la disminución del número de plantas por área (Kurt et al., 2017; Bakal et al., 2020; Gawas et al., 2020; Minh et al., 2021).

Número de semillas por fruto y por planta

En la tabla 3 no se muestran diferencias estadísticas significativas en el número de semillas por fruto. Por otra parte, los valores obtenidos en el número de semillas por planta oscilaron entre 25,97 y 30,30, observándose los mayores valores en los tratamientos 3 y 4, que coinciden con los de menor densidad de siembra y que a su vez, mostraron diferencias estadísticas significativas entre ellos y con relación a los demás tratamientos. Los resultados se corresponden con otros autores (Díaz, 2013), que en condiciones similares en cuanto al cultivar, tipo de suelo y localidad de la presente investigación, reportaron entre 22,56 y 30,81 semillas por planta, con valores máximos en la menor densidad evaluada.

Peso de frutos por planta

El peso de frutos por planta varió entre 16,50 g a 17,72 g, observándose diferencias estadísticas significativas entre las menores y las mayores densidades de siembra evaluadas. De acuerdo con el periodo analizado el mayor valor (17,75 g) se obtuvo en una de las menores densidades de siembra (9,5 plantas m⁻²). El peso de los frutos por planta se correlacionó negativamente con la densidad de siembra. Según el periodo evaluado los mayores valores de este componente del rendimiento agrícola se encontraron en las menores densidades de siembra (Tabla 3), lo cual puede deberse a una menor competencia entre las plantas para obtener suficiente espacio para su crecimiento y desarrollo. Al evaluar este componente del rendimiento agrícola (Díaz, 2013), reportó valores con base en el análisis estadístico variaron significativamente en un rango de 13,03 a 17,67 g, donde coincidió que los mayores valores se correspondieron con la menor densidad de siembra.

Peso de semillas por planta

La densidad de siembra tuvo efecto significativo en el peso de semillas por planta, observándose los mayores valores en las menores densidades de siembra (Tabla 3). Estos resultados coinciden con los referidos por otros autores, que observaron que, con la disminución del área vital de las plantas, se redujo el peso de semillas por planta. En este componente del rendimiento agrícola, generalmente se han reportado valores entre 12 y 34 g planta⁻¹, en dependencia del cultivar. Se ha reportado que a medida que aumenta el número de plantas por unidad de área, también se incrementa la competencia por los recursos de crecimiento como nutrientes, agua y luz (Gawas et al., 2020).

Porcentaje de semillas por fruto

El porcentaje de semillas por fruto es un indicador de la eficiencia de llenado de las legumbres. Los valores altos de este porcentaje indican un llenado eficaz de los frutos, en este estudio variaron en un promedio entre 73,25 y 75,25%. La diferencia estadística entre las densidades de siembra para este componente del rendimiento agrícola fue significativa, y se incrementó con el aumento de la densidad de siembra, por lo que se observó el valor máximo (75,25%) en la mayor densidad de siembra (13,3 plantas m⁻²) y fueron más bajos en las menores densidades de siembra (8,3 y 9,5 plantas m⁻²). Los resultados coinciden con los reportados por otros autores (Minh et al., 2021; Haile et al., 2022).

Tabla 3. Componentes del rendimiento agrícola

Tratamientos	NFP	NSF	NSP	PFP	PSP	PoSF
	(u)		(g)		(%)	
1	11,45 d	2,65	25,97 d	16,50, b	12,41 b	75,25 a
2	11,70 c	2,65	27,48 c	16,46 b	12,65 b	75,05 a
3	12,85 b	2,71	28,85 b	17,75 a	13,00 a	73,25 b
4	13,20 a	2,69	30,30 a	17,72 a	13,05 a	73,60 b
E.E. (ȳ) ±	0,47	0,19	1,37	0,73	0,70	1,34

a,b,c...Medias con letras no comunes en una columna difieren p<0,05 (Tukey, 1949)

Leyenda: NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de semillas por planta;

NSF: Número de semillas por Fruto; PoSF: Porcentaje de semillas por/fruto;

PFP: Peso de frutos por planta; PSP: Peso de semillas por planta

Peso de 100 frutos y de 100 semillas

En el peso de los 100 frutos se observaron diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos evaluados, con valores en el rango de 134,39 a 144,25 g, donde los máximos valores correspondieron a la mayor densidad de siembra. Estos resultados no son consistentes con otros reportes (Díaz, 2013), donde no se observaron diferencias estadísticas significativas al evaluar cuatro densidades de siembra en el cultivar Cascajal rosado en periodo poco lluvioso. Por otra parte, coinciden con autores que observaron un incremento en el peso de 100 frutos en las mayores densidades de siembra (Bakal et al., 2020). El peso de 100 semillas resulta muy importante, dado que aporta información sobre el cálculo de las normas de semillas a utilizar en una unidad de superficie, así como estimar el rendimiento a partir de pequeñas muestras. Al igual que en el indicador anterior, se observaron diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos, con valores en el rango de 43,22 g y 47,94 g, donde los máximos resultados correspondieron a la mayor densidad de siembra (Figura 2).

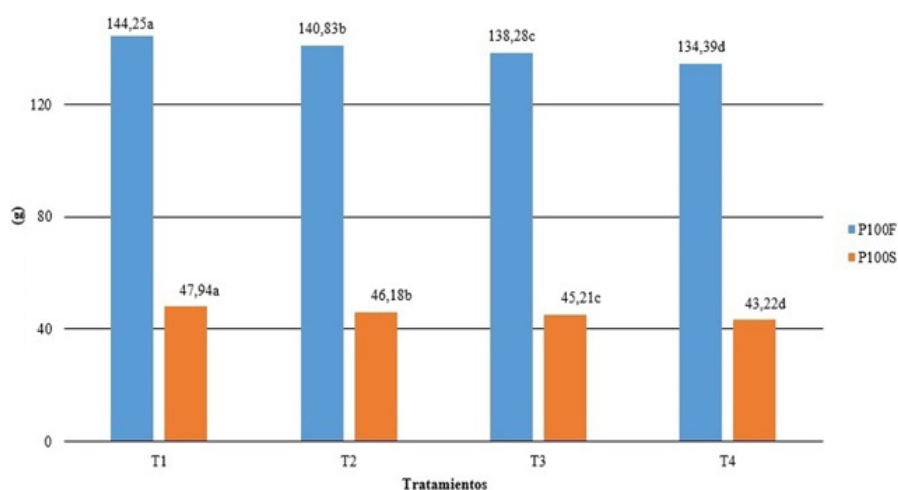


Figura 2. Peso de 100 frutos y de 100 semillas según los tratamientos

a,b,c,...Medias con letras no comunes difieren $p < 0,05$ (Tukey, 1949)

Rendimiento agrícola en frutos (RAF) y semillas (RAS)

El RAF mostró diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos, observándose los máximos valores en la mayor densidad de siembra con 1,36 t ha⁻¹, en contraste con los tratamientos 3 y 4, de menores densidades de siembra, donde se alcanzaron los valores más bajos. En los tratamientos 1 y 2 se obtuvieron los rendimientos más elevados en semillas, al estimarse en 1,02 y 0,87 t ha⁻¹ respectivamente, con diferencias estadísticas significativas los otros tratamientos que alcanzaron valores de 0,77 y 0,68 t ha⁻¹ (Figura 3). En el rendimiento y productividad del cultivo, es importante tener en cuenta el rol del proceso fotosintético en la producción de masa seca. En los tratamientos donde la densidad de siembra es más alta, se reduce la capacidad fotosintética de la planta debido al sombreado que se origina. Estos resultados coinciden con los de otros autores que han reportado que el aumento del número de plantas por unidad de área, conduce al incremento del rendimiento en semillas de este cultivo (Díaz, 2013; Kurt et al., 2017).

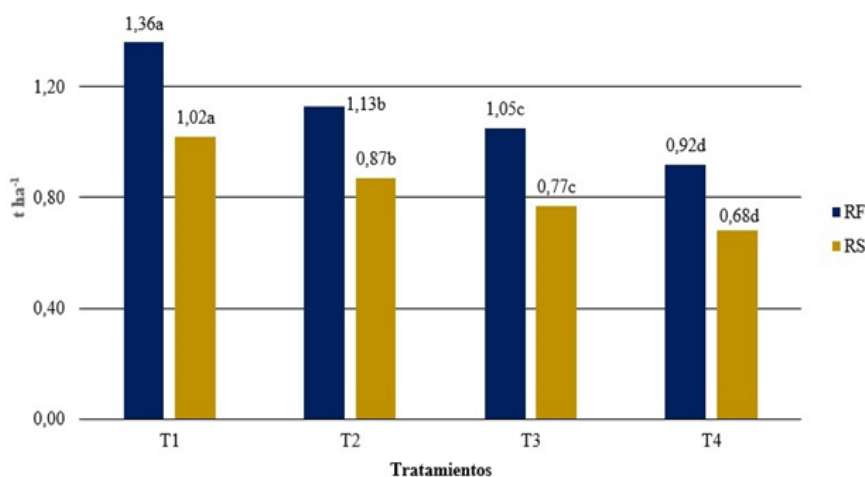


Figura 3. Rendimiento en frutos (RF) y en semillas (RS) según los tratamientos

a,b,c,...Medias con letras no comunes difieren $p < 0,05$ (Tukey, 1949)

DISCUSIÓN

Rendimiento biológico e índice de cosecha

En la Tabla 4 se observa que los máximos valores del RB correspondieron a los tratamientos de menor densidad de siembra, con diferencias estadísticas significativas con relación a los demás tratamientos. El índice de cosecha se redujo significativamente con la disminución de la densidad de siembra. Los resultados estuvieron en el rango de 0,29 a 0,32, observándose diferencias estadísticas significativas para $p < 0,05$ en los tratamientos de mayor densidad de siembra, donde se obtuvieron los mayores valores, con relación a los de menor densidad.

Tabla 4. Rendimiento biológico e índice de cosecha

Tratamientos	RB	IC
	(g planta ⁻¹)	
1	29,21 c	0,32 a
2	31,37 b	0,30 b
3	33,24 a	0,29 c
4	33,76 a	0,29 c
E.E. (\bar{y}) \pm	0,84	0,01

Leyenda: RB: Rendimiento Biológico; IC: Índice de Cosecha

a,b,c...Medias con letras no comunes en una columna difieren $p < 0,05$ (Tukey, 1949)

El IC en el cultivo de maní varía en el rango de 0,25 a 0,50, lo cual también está influenciado por el tipo cultivar. El aumento de la densidad tiene repercusión en incrementos significativos en el índice de cosecha. Los máximos valores en el índice de cosecha observados en la mayor densidad de siembra se deben fundamentalmente al menor rendimiento biológico observado en comparación con los tratamientos de menor densidad de siembra. Se han reportado valores de IC similares (Díaz, 2013) a los obtenidos en esta investigación.

En el presente estudio no se evaluaron índices fisiológicos como el potencial fotosintético (PF), el índice de área foliar (IAF), la tasa de asimilación neta (TAN), u otros que también tienen una implicación directa en la agroproductividad de la planta y su relación con factores ambientales, a través de procesos biológicos como la fotosíntesis, la transpiración y la distribución de biomasa, entre otros. Estos pueden emplearse en el desarrollo de modelos para evaluar el crecimiento y desarrollo del cultivo y la predicción del rendimiento agrícola. Por lo anterior, estos índices deberán incluirse en futuras investigaciones de este cultivar.

CONCLUSIONES

Se evaluaron cuatro densidades de siembra en el cultivar de maní Cascajal rosado en periodo poco lluvioso. Se demuestran los efectos significativos de los tratamientos sobre los valores de los componentes del rendimiento agrícola, excepto en el número de semillas por frutos, observándose los máximos valores en las menores densidades de siembra (9,5 y 8,3 plantas m⁻²). A su vez, se evidencia la influencia positiva de la mayor densidad de siembra (13,3 plantas m⁻²) sobre los rendimientos en frutos y semillas, peso de 100 frutos y de 100 semillas, rendimiento biológico e índice de cosecha. De lo anterior se deriva que la optimización de la densidad de siembra es una práctica agrícola importante para explotar todo el potencial de rendimiento y lograr un incremento continuo en la producción del cultivo de maní sin aumentar el empleo de insumos. Futuras líneas de investigación incluirán la evaluación de la respuesta fisiológica de este cultivar de maní y su correlación con el rendimiento agrícola y sus componentes, ante iguales condiciones del tipo de suelo y otras similares con respecto a variables meteorológicas del periodo poco lluvioso y tecnológicas involucradas en el proceso de producción del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abady, S., Shimelis, H., Janila, P., & Mashilo, J. (2019). Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) improvement in sub-Saharan Africa: a review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 69(6), 528–545. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09064710.201>
- Adejumobi, M., Onofua, O. E., Mudi, O. R., & Olaleye, S. O. (2022). Suitability of Idi-Apa Oke-Oyi soil for groundnut cultivation. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 8(4), 30-37. <https://doi.org/https://journalajraf.com/>

Bakal, H., Kenetli, A., & Arioglu, H. (2020). The effect of plant density on pod yield and some agronomic characteristics of different growth type peanut varieties (*Arachis hypogaea* L.) grown as a main crop. *Turkish Journal of Field Crops*, 25(1), 92-99. <https://doi.org/https://doi.org/10.17557/tjfc.748671>

Barreda-Valdés, A., Chacón-Iznaga, A., Alemán-Pérez, R., Díaz-Castellanos, M., Rodríguez-Valdés, G., Carbonell-Ríos, J. A., & Díaz-Martín, B. (2009). Evaluación productiva de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.) en un suelo pardo mullido medianamente lavado, en época de primavera. *Centro Agrícola*, 36(2), 25-30. https://doi.org/http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V36-Numero_2/cag052091668.pdf

Basu, S., & Kumar, G. (2020). Nitrogen fixation in a legume-Rhizobium symbiosis: The roots of a success story. *Plant Microbe Symbiosis*, 35-53. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-36248-5_3

Biswas, S., Shashidhara, G. B., & Yenagi, B. S. (2022). Productivity and economics of summer groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under pressurized irrigation. *Journal of Farm Sciences*, 35(01), 46-51. <https://doi.org/https://doi.org/10.61475/jfm.v35i01.101>

Díaz, J. (2013). Influencia de la densidad de siembra en el maní (*Arachis hypogaea* L.) en un suelo Pardo mullido medianamente lavado, en época lluviosa. Tesis de grado,. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, UCLV, Cuba.

Gawas, D., Mane, A., Burondkar, M., Kanase, T., Kasture, M., & Dalavi, V. (2020). Yield performance of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes under varying plant densities and seasons. *International Journal of Chemical Studies*, 8(6), 2383–2387. <https://doi.org/https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i6ah.11130>

Haerani, H., Apan, A., Nguyen-Huy, T., & Basnet, B. (2023). (2023). Modelling future spatial distribution of peanut crops in Australia under climate change scenarios . *Geo-Spatial Information Science*, 27(5), 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10095020.2022.2155255>

Haile, D., Sako, D., & Konate, D. (2022). Optimum plant density for increased groundnut pod yield and economic benefits in the semi-arid tropics of West Africa. *Agronomy*, 12(6), 1474-1474. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy12061474>

Head, S. W., Swetman, A. A., Hammonds, T. W., Gordon, A., Southwell, K. H., & Harris, R. W. (1995). Small scale vegetable oil extraction. National Resources Institute, Overseas Dpt. Administration, Kent, U.K.,107. <https://doi.org/https://gala.gre.ac.uk/id/eprint/12074/>

Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba. https://doi.org/https://ediciones.inca.edu.cu/files/libros/clasificacionsueloscuba_%202015.pdf

Kurt, C., Bakal, H., Gulluoglu, L., & Arioglu, H. (2017). The effect of twin row planting pattern nd plant population on yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L.) at main crop planting in Cukurova region of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(1), 24-31. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/en/pub/tjfc/issue/37069/301768>

Minh, T. X., Thanh, N. C., Thin, T. H., Tieng, N. T., & Giang, N. T. (2021). Effects of plant density and row spacing on yield and yield components of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) on the coastal sandy land area in Nghe and province, Vietnam. *Indian Jou*, 55(4), 468-472. <https://doi.org/https://colab.ws/articles/10.18805%2FIJAr.A-614>

Morla, F., Giayetto, O., Fernández, E. M., Cerioni, G., & Cerliani, C. (2018). Plant density and peanut crop yield (*Arachis hypogaea*) in the peanut growing region of Córdoba (Argentina). *Peanut Science*, 45(2), 82-86. <https://doi.org/https://peanutscience.com/article/id/1274/>

Nguyen, P. T., Le, K. M., Hong, L., & Nguyen, L. T. (2024). Effect of row spacing on the growth and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) Varieties in Cau Ngang, Tra Vinh, Vietnam. *International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology*, 9(4), 182-188. <https://doi.org/https://doi.org/10.22161/ijeab.94.24>

Rabiu, Y., Makinde, A. A., Eruola, E., & Yamusa, A. M. (2021). Response of groundnut to thermal indices as influenced by intercropping and mulching in tropical wet and dry climate in Nigeria. *Nigerian Journal of Horticultural Science*, 26(1), 116–122. <https://doi.org/https://www.ajol.info/index.php/njhs/article/view/233562>

Sreelatha, P., Sudhakar, P., Umamahesh, V., Subramanyam, D., & Vasanthi, R. P. (2019). Variability in growth and yield attributes among different growth habits of groundnut genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(6), 1066-1071. <https://doi.org/https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.806.131>

Swethasree, M., Sudhakar, P., Umamahesh, V., Prathima, T., & Krishna, T. G. (2024). Effect of planting density on yield and architecture suitability of groundnut (*Arachis hypogaea*) varieties. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 94(3), 297–302. <https://doi.org/https://doi.org/10.56093/ijas.v94.i3.138914>

Tokel, D. &. (2021). Production and trade of oil crops, and their contribution to the world economy. *Oil crop genomics*,

Tokel, D., & Erkencioglu, B. N. (2021). Production and trade of oil crops, and their contribution to the world economy. In H. Tombuloglu, T. Unver, G. Tombuloglu, & K. (. Hakeem, Oil Crop Genomics (pp. 15-427). Springer, Cham. . https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-70420-9_20

Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, 5(2), 99-114. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3001913>

Vinu, K., Shajeesh, J. P., Ajithkumar, B., & Anitha, S. (2023). Influence of irrigation scheduling based on IW/CPE ratio on growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under different sowing dates. *Annals of Agricultural Research*, 44(2), 223-229. <https://doi.org/https://epubs.icar.org.in/index.php/AAR/article/view/141942>

Yan, Z., Guowei, L., & Shubo, W. (2023). Oil crops: a potential source of biodiesel, 29. *Engineering*, 29, 39–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eng.2023.07.011>

Yilmaz, M., & Jordan, D. L. (2022). Effect of plant density on yield and quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Turkish Journal of Field Crops*, 27(2), 217-223. <https://doi.org/https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2556711>

Zharare, G. E., & Vilane, N. M. (2021). Soil fertility management for groundnut in the low veld of Mpumalanga and north coastal plain of KwaZulu-Natal provinces of South Africa. *South African Journal of Agricultural Extension*, 49(2), 59-69. <https://doi.org/https://www.ajol.info/index.php/sajae/article/view/255412>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de responsabilidad de autoría

Los autores del manuscrito señalado, DECLARAMOS que hemos contribuido directamente a su contenido intelectual, así como a la génesis y análisis de sus datos; por lo cual, estamos en condiciones de hacernos públicamente responsable de él y aceptamos que sus nombres figuren en la lista de autores en el orden indicado. Además, hemos cumplido los requisitos éticos de la publicación mencionada, habiendo consultado la Declaración de Ética y mala praxis en la publicación.

M. Sc. Amilcar Barreda Valdés, Dr. C. Reinaldo Alemán Pérez, Dra. C. Verónica Cristina Andrade Yucailla, Dr. C. Ahmed Chacón Iznaga: Proceso de revisión de literatura, procesamiento de datos, redacción, y corrección del artículo.