

Influencia de diferentes tipos de fertilizantes en indicadores morfoagronómicos del maní (*Arachis hypogaea* L.)

Influence of different types of fertilisers on morphoagronomic indicators of groundnut (*Arachis hypogaea* L.)



Amilcar Barreda Valdés¹
Reinaldo Alemán Pérez²
Verónica Cristina Andrade Yucailla³
Ariany Colás Sánchez¹
Néstor Vicente Acosta Lozano³
Ahmed Chacón Iznaga¹

✉ <https://orcid.org/0000-0002-0558-3028>
✉ <https://orcid.org/0000-0002-3829-7933>
✉ <https://orcid.org/0000-0001-7909-2128>
✉ <https://orcid.org/0000-0002-4489-1170>
✉ <https://orcid.org/0000-0003-4848-1360>
✉ <https://orcid.org/0000-0003-0791-166X>

¹Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas UCLV | Santa Clara - Cuba | CP 50100

²Universidad Estatal Amazónica UEA | Puyo, Pastaza – Ecuador | CP 160101

³Universidad Estatal Península de Santa Elena UPSE | La Libertad, Santa Elena - Ecuador | CP 40350

✉ amilcarb@uclv.edu.cu

<http://doi.org/10.26423/rctu.v11i12.849>

Páginas: 121- 129

Resumen

La investigación tiene como objetivo determinar la influencia de diferentes tipos de fertilizantes en indicadores morfoagronómicos del maní (*Arachis hypogaea* L.). Se realizó en la Finca “Elpidio Sosa”, del municipio Sagua La Grande, provincia Villa Clara, Cuba. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con el cultivar Crema VC – 504 y cuatro tratamientos: Control (sin aplicación), NPK (40-30-30 kg ha⁻¹), Compost (8 t ha⁻¹), EcoMic® (0,80 kg + 480 mL H₂O por 10 kg de semilla). Los resultados mostraron que en el tratamiento NPK se obtuvieron los máximos valores de altura de la planta, producción de masa seca, número de semillas por planta, peso de frutos y de semillas por planta. Se demostró que la aplicación de NPK (40-30-30 kg ha⁻¹) y de Compost (8 t ha⁻¹) incidió favorablemente en los rendimientos agrícolas en frutos y semillas.

Palabras clave: crecimiento, cultivo, fertilización, rendimiento, suelo.

Abstract

The research aims to determine the influence of different types of fertilisers on morphoagronomic indicators of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). It was carried out at the “Elpidio Sosa” Farm, in Sagua La Grande municipality, Villa Clara province, Cuba. A randomized block experimental design was used with the Crema VC – 504 cultivar and four treatments: Control (no application), NPK (40-30-30 kg ha⁻¹), Compost (8 t ha⁻¹), EcoMic® (0.8 kg + 480 mL H₂O per 10 kg of seed). The results showed that in the NPK treatment the maximum values of plant height, dry mass production, seed number per plant, pod and seed weight per plant were obtained. It was shown that the application of NPK (40-30-30 kg ha⁻¹) and Compost (8 t ha⁻¹) had a favorable impact on seed and pod yield.

Keywords: growth, cultivation, fertilisation, yield, soil.

Recepción: 20/10/2024 | Aprobación: 04/12/2024 | Publicación: 26/12/2024

1. Introducción

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es un cultivo de semillas oleaginosas que se utiliza como alimento humano y animal. En su producción se implementan prácticas agrícolas sostenibles, rentables y ambientalmente adecuadas para la agricultura [1, 2]. Esta planta es uno de los productos alimenticios más importante de los trópicos y subtropicos. Los tipos de suelos para este cultivo deben ser preferiblemente ligeros, de estructura franco arenosa o franco - arenosa, profundos, bien drenados, exentos de sal y ligeramente ácidos (pH: 6 y 7).

Cuba tiene condiciones favorables para la siembra de maní, como lo demuestran las investigaciones realizadas durante más de 90 años [3], pero en la actualidad solo lo cultivan en pequeñas proporciones algunos campesinos. Debido al creciente interés por este cultivo por los beneficios que ofrece y para alcanzar su potencial de producción sostenible, es necesario incrementar los volúmenes de producción actuales, así como investigar el impacto de los fertilizantes en su desarrollo [4], que constituye una de las limitaciones más comunes a la producción de cultivos durante los períodos poco lluvioso y lluvioso del año.

A nivel global, una de las limitantes de la producción agrícola es la baja fertilidad del suelo; sin embargo, en general la gestión de nutrientes ha recibido poca atención [5]. De todas las medidas que pueden utilizarse en el proceso productivo, para aumentar el rendimiento de los cultivos, el uso de fertilizantes es la más simple y, a menudo, la más eficaz. Esto se aplica no solo al uso de productos químicos sino también a los fertilizantes orgánicos, que se identifican como alternativas a los fertilizantes químicos para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos en una agricultura sostenible.

La fertilización puede ser una medida importante que puede aumentar significativamente el rendimiento de este cultivo. El maní reacciona específicamente a los fertilizantes debido a las características de su sistema radicular, que carece de epidermis y por lo tanto, de pelos absorbentes, por lo que la absorción de elementos minerales y agua se lleva a cabo a nivel de la raíz y directamente a través del parénquima cortical [6].

La necesidad de reducir la dependencia de fertilizantes químicos en diversos cultivos lleva a la búsqueda de alternativas confiables y sustentables. En la agricultura agroecológica el uso de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes es importante y su uso en la producción agrícola es cada vez mayor porque juegan un papel esencial en el aumento de la absorción de diferentes nutrientes del suelo, son más sostenibles, menos costosos y más amigables con el medio ambiente [7, 8, 9, 10].

Se ha demostrado su importancia en la mejora de diversas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. En la provincia Villa Clara no se han determinado las variantes de fertilización óptimas para mejorar los parámetros morfológicos y agronómicos del maní durante el período poco lluvioso. La aplicación selectiva de fertilizantes orgánicos y minerales al suelo puede mejorar eficazmente la su productividad de este cultivo.

Los fertilizantes químicos son compuestos inorgánicos obtenidos artificialmente a partir de minerales y gases,

creados mediante un proceso químico, como su nombre indica, y contienen macroelementos importantes para el suelo. Estos fertilizantes se utilizan ampliamente para aumentar los rendimientos del maní. Sin embargo, los altos costos y la necesidad de fuentes alternativas sostenibles de fertilizantes han llevado a un mayor uso de otros fertilizantes alternativos y han enfatizado la importancia estratégica de la fijación simbiótica de nitrógeno [11].

Para este cultivo, sólo se debe aplicar nitrógeno (N) a razón de 40 kg ha⁻¹ cuando las semillas se inoculan con bacterias del género *Rhizobium* o cuando se sabe que hay cepas nativas viables presentes en el suelo que se está cultivando. Se aplican o esparcen por diversos métodos, ya sea mecánicamente o manualmente. Se pueden clasificar como fertilizantes simples, que contienen un único nutriente como nitrógeno, potasio o fósforo. Se utilizan cuando se quiere añadir un nutriente o se necesita una mayor concentración de otro. Por otro lado, existen fertilizantes complejos que incluyen algunos o todos los nutrientes esenciales, como los fertilizantes NPK. También se recomienda aplicar cal o yeso en una cantidad de 0,22 a 0,45 t ha⁻¹ durante el laboreo o en ambos lados de la planta, al inicio de la etapa fenológica de penetración de cimentación [3].

El compost se elabora a partir de una muestra de compuestos que puede incluir residuos de cultivos que quedan en el campo después de la cosecha; plantas de abono verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); residuos orgánicos de la explotación agrícola (estiércol); residuos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; residuos domésticos (basura doméstica, heces). Este fertilizante tiene un efecto positivo sobre la germinación de las semillas y la apariencia de las plántulas, además de proporcionar nutrientes al suelo y tener un efecto positivo en su estructura [4, 11]. Asimismo, regulan toda la población microbiana, asegurando así la formación de agregados que aseguran una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes a nivel de raíces de las plantas. El uso de fertilizantes orgánicos suele considerarse una solución para mejorar la salud y el mantenimiento del suelo. Esto significa que la materia orgánica mejora la calidad del suelo al proporcionar oligoelementos importantes [12].

Aunque el maní casi siempre forma nódulos en la mayoría de los suelos, la práctica recomendada para lograr una producción agrícola sostenible es el uso de biofertilizantes, que son productos que contienen uno o más microorganismos beneficiosos (principalmente hongos y bacterias) que aumentan la capacidad de aportar nutrientes a las plantas. Pueden traer grandes beneficios como reducir los costos de producción, proteger el medio ambiente, aumentar la fertilidad del suelo y la biodiversidad. Son muy utilizados en agricultura ecológica, pero es posible y recomendable su uso combinado en cultivos intensivos en sistemas convencionales [13, 14]. Por sus usos, se dividen en cuatro grandes grupos: fijador de nitrógeno, solubilizador de fósforo, aglutinante de fósforo y estimulante del crecimiento de las plantas.

EcoMic® es un biofertilizante comercial que mejora la absorción de nitrógeno atmosférico y suministra nitrógeno a las plantas, mejorando la nutrición y aumentando el rendimiento. Es un modificador permanente que contiene una multiplicación altamente pura y biológicamente estable de hongos micorrízicos simbióticos (HMA) que viven simbióticamente con las raíces de plantas superiores. El

sistema radicular está más desarrollado, aumenta la capacidad de absorber nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno, aumenta la capacidad de la planta para absorber agua y se produce protección contra ciertas plagas de las raíces, creando las condiciones para que las plantas crezcan [13, 14, 15].

Ayuda a mejorar las propiedades físicas y aumentar la población de ciertos tipos de bacterias del suelo. El objetivo de esta investigación es determinar la influencia de diferentes tipos de fertilizantes en indicadores morfoagronómicos del maní.

2. Materiales y Métodos

Lugar donde se condujo la investigación

El experimento se desarrolló en la finca “Elpidio Sosa”, perteneciente a Agricultura Urbana del municipio Sagua La Grande, provincia Villa Clara, Cuba. La siembra del cultivo

se realizó sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado según la última versión de clasificación de los suelos de Cuba [16].

Descripción del experimento

En la preparación de suelo se realizó una rotura de forma mecanizada, mientras que, para las labores de grada, cruce y surcado, se utilizó la tracción animal, dejando el suelo bien (mullido) preparado hasta 0,25 cm de profundidad. Se empleó un diseño de Bloques al azar, con tres réplicas y cuatro tratamientos para un total de 12 parcelas, conformadas por cinco surcos de 5 m de longitud, separados cada una por un pasillo de aproximadamente 1 m.

La siembra se realizó de forma manual, durante el periodo poco lluvioso en los meses de enero a abril 2022. La información de las variables meteorológicas se obtuvo a partir de los datos reportados por la Estación Meteorológica 338 del municipio Sagua La Grande, Villa Clara (Tabla 1).

Tabla 1: Variables meteorológicas registradas por la Estación Meteorológica 338 de Sagua La Grande

Meses	Variables		
	T med (°C)	Hr med (%)	Pp (mm)
Enero	22,9	79	64,5
Febrero	22,8	75	40,0
Marzo	21,1	68,0	39,8
Abril	26,4	77	61,5

Se empleó un marco de siembra de 0,70 m x 0,15 m y se depositaron dos semillas por nido a una profundidad de 0,05 m aproximadamente. Se empleó el cultivar de maní Crema VC – 504, proveniente de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Semillas Villa Clara. Entre las atenciones se realizaron dos controles mecánicos de arvenses (guataqueas). Se aplicaron dos riegos en la etapa de siembra y germinación. Se utilizaron cuatro tratamientos:

- Tratamiento 1(T1) - Control (sin aplicación de fertilizantes).
- Tratamiento 2 (T2)- Fertilización química (dosis de 40 kg ha^{-1} de N, 30 kg ha^{-1} P_2O_5 y K_2O).
- Tratamiento 3 (T3)- Compost (se aplicó una dosis de 8 t ha^{-1}).
- Tratamiento 4 (T4) - EcoMic® (0,8 kg + 480 mL H_2O por 10 kg semilla).

La aplicación del fertilizante químico y del abono (compost) se realizó momentos antes de la siembra, esparciéndolo manualmente en el fondo del surco, procurando el contacto con la semilla, para evitar que éste la dañe. La aplicación del biofertilizante EcoMic® se realizó mediante la tecnología de recubrimiento o peletización, para lo cual se sumergió la semilla en un preparado de este producto comercial en una proporción al 10 % de su peso.

Evaluaciones realizadas

Indicadores de crecimiento

La altura de la planta (AP) (desde la base del tallo hasta la yema apical) y la longitud de la raíz principal (LR) se midieron a los 90 días después de la siembra (dds) utilizando una regla milimetrada; se evaluaron en 20 plantas seleccionadas en cada una de las zonas de muestreo.

Se determinó la relación altura/largo de la raíz. Se realizó mediante el cálculo del cociente de ambos indicadores. Se evaluó la acumulación de masa seca (MS) a partir de la sumatoria de la masa de todos los órganos presentes en la planta a los 90 dds. Para la desecación se utilizó una estufa (Nahita serie 631) a una temperatura de 65 °C, hasta obtener peso constante. El pesaje de las muestras se realizó con una balanza analítica 0,0001g marca (Scout Pro).

Componentes del rendimiento agrícola

En el momento de cosecha se evaluó:

- Número de frutos por planta
- Número de semillas por fruto
- Número de semillas por planta
- Porcentaje de semilla por fruto (%) = [peso de todas las semillas de una muestra al azar/peso de 100 frutos seleccionados al azar]×100
- Peso de semillas por planta (g)
- Peso de frutos por planta (g)
- Peso de 100 semillas (g).
- Peso de 100 frutos (g)

Se calculó el Rendimiento Agrícola (t ha^{-1}) en frutos y semillas a partir del rendimiento promedio de 10 áreas de 1,20 m² dentro de cada tratamiento y se estimó para 1 ha.

Procesamiento estadístico Para el procesamiento estadístico de los resultados, se aplicaron análisis de varianza (ANOVA), en correspondencia con el esquema de campo utilizado, comprobándose el cumplimiento de los supuestos básicos para el análisis de la varianza, en particular la homogeneidad de la misma. Se aplicaron las pruebas de [17] para las

comparaciones de medias, empleándose el programa SPSS v22.

3. Resultados y Discusión

Altura de la planta y longitud de la raíz principal

Se observó un efecto positivo de la fertilización en el indicador altura de la planta, alcanzándose el mayor valor en T2 con 54,11 cm, con diferencias significativas respecto a T3 y a T1, en este último tratamiento se obtuvo el valor más bajo con 50,07 cm. La longitud de la raíz principal estuvo influenciada por la aplicación de los tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2: Efecto de la fertilización en la altura de la planta y longitud de la raíz (cm) según los tratamientos.

Tratamientos	Altura de la planta	Longitud de la raíz
	(cm)	
T1	50,52 c	13,91 c
T2	54,60 a	15,22 b
T3	52,57 b	15,87 b
T4	53,88 ab	16,14 a
E.E. (\bar{y}) \pm	1,14	0,99

a,b,c...Medias con letras diferentes en columna difieren $p \leq 0,05$, Tukey [17]

Los resultados obtenidos por Marhoon [1] indicaron un efecto significativo sobre la altura de la planta, la cual aumentó al incrementarse las concentraciones de fertilizantes nitrogenados. Sharma et al. [7] reportaron incrementos en este indicador mediante la aplicación combinada de RDF (*recycling derived fertiliser*), Zn, Mo, RHZ (*Rhizobium*) y PSB (*phosphorus solubilizing bacteria*). Otros autores han informado que la elevación de las concentraciones de fertilizantes nitrogenados, provoca un aumento en la altura de la planta debido a la mayor producción de aminoácidos esenciales para el crecimiento [8]. En otros estudios el resultado reveló que la altura de la planta se vio significativamente afectada por el cultivar y la combinación de fertilizantes [5]. A su vez, Purbajanti et al. [18] evaluaron los efectos de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre el crecimiento del maní y obtuvieron que por separado, el estiércol vacuno y el NPK afectaron significativamente la altura de la planta. Arangote et al. [19] al evaluar la respuesta de crecimiento y rendimiento del maní con aplicación de fertilizantes inorgánicos y orgánicos y adición de dolomita, observó que no existían diferencias significativas en la altura de planta. No obstante, en los tratamientos en que aplicaron gallinaza o biocarbón con dolomita obtuvieron un incremento en la altura de la planta.

Sharma et al. [7] demostraron que con la aplicación combinada de fertilizantes inorgánicos y biofertilizantes se

incrementó la longitud de las raíces. La mayor disponibilidad de N y P debido a la aplicación de estos biofertilizantes y la aplicación de Zn y Mo, que tienen funciones específicas en el crecimiento de las plantas, les dio como resultado una mayor actividad fotosintética y un aumento por día en la altura de la planta.

Ghosh et al. [10] reportaron que la aplicación combinada de RDF + RHZ (8,87 cm) tuvo un efecto estadísticamente significativo en la longitud de la raíz principal con respecto a la aplicación exclusiva de RDF (7,75 cm), FYM (*farm yard manure* - 5,93 cm) tratamiento RHZ (4,74 cm) y control (3,43 cm). El efecto de RHZ + FYM (8,47 cm) se encontró significativo sobre la aplicación única de RHZ y FYM. También se encontró que la combinación de tratamiento RDF + RHZ estadísticamente es igual a la combinación de tratamiento de RHZ y FYM y la aplicación única del tratamiento RDF.

Relación altura de la planta / longitud la raíz principal

En la figura se muestra cómo influye la fertilización en la relación altura de la planta / longitud de la raíz principal. El análisis realizado mostró diferencias significativas entre tratamientos, excepto entre T2 y T3. Los valores oscilaron entre 13,79 y 16,00 cm, siendo T4, donde se obtuvieron los valores más favorables.

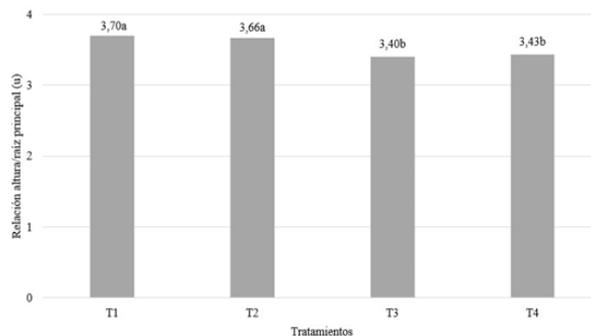


Figura 1. Efecto de la fertilización sobre la relación altura de la planta/largo de la raíz. a,b,c... Medias con letras no comunes difieren $p \leq 0,05$ Tukey [17].

Otros autores al aplicar diferentes dosis de fertilizantes inorgánicos y orgánicos obtuvieron resultados para este indicador en el rango de 2,5 a 3,2 [20], además se ha demostrado que, con la aplicación de biofertilizantes, esta relación variaba entre 3,01 y 3,44 [21].

En los acumulados de masa seca los resultados muestran valores de 21,12 a 24,15 g, correspondiendo a los tratamientos sin aplicación de fertilizante (T1) y con fertilización NPK (T4) respectivamente, sin apreciarse diferencias significativas entre ellos (Figura 2).

Producción de masa seca

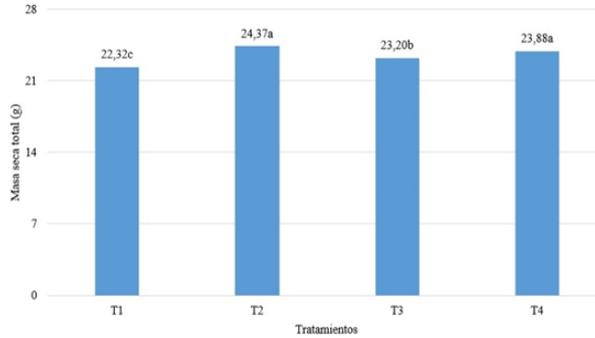


Figura 2. . Efecto de la fertilización sobre la producción de masa seca. a,b,c.... Medias con letras no comunes difieren $p \leq 0,05$ Tukey [17].

En línea con estos resultados, otros investigadores han reportado que el aumento en la masa seca de las plantas se debió a la influencia de las concentraciones de nitrógeno presente en el fertilizante aplicado, siendo significativamente superiores al tratamiento control [1]. Los resultados en este indicador pueden verse afectados significativamente por la interacción del cultivar y la combinación de fertilizantes que se aplique [5]. Se ha indicado que la aplicación de *Bradyrhizobium* sp. en combinación con residuos vegetales incrementa significativamente la masa seca m-2 [11]. Además, en evaluaciones de la masa seca de los brotes y las raíces de este cultivo, se han observado los máximos valores con la aplicación de biocarbón combinado con gallinaza sola o con dolomita [19].

Número de frutos por planta (NFP)

Entre los tratamientos evaluados se observaron diferencias estadísticas significativas para el número de frutos por planta, donde los valores fluctuaron en el rango de 12,54 en T1 a 15,62 para T2 (Tabla 3). En coincidencia con estos resultados, otros autores al evaluar este cultivo en áreas agrícolas de Cuba, con diferentes condiciones tecnológicas, reportaron valores promedios entre 4 y 48 frutos por planta, observándose diferencias estadísticas significativas con respecto al tratamiento control [3, 21].

Número de semillas por planta (NSP)

El número de semillas por planta estuvo influenciado por los tratamientos aplicados. El valor más bajo se obtuvo en T1 con 30,10, mostrando diferencias estadísticamente significativas con relación a los demás tratamientos. En T2 se observó el valor más alto con 40,07, mientras que T3 y T4 representaron los valores intermedios (Tabla 3). Cárdenas [20], determinó estos indicadores con la aplicación de diferentes dosis de fertilizantes, y obtuvo valores en el rango de 8 a 21 semillas. A su vez, González [21] observó valores entre 22 y 35 semillas por planta.

Número de semillas por fruto (NSF)

Con respecto al NSF no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores oscilaron entre 2,36 y 2,62 semillas por fruto (Tabla 3). En línea con los resultados reportados por Méndez-Natera [22] este componente del rendimiento agrícola presenta como promedio un rango de 2 a 3 semillas por planta. En otras investigaciones Barreda *et al.* [23] reportaron resultados similares a los aquí expuestos. Los fertilizantes nitrogenados tienen un claro efecto sobre el número de semillas por fruto en este cultivo [1, 8].

Tabla 3: Efectos de la fertilización en los componentes del rendimiento agrícola.

Tratamientos	NFP	NSP	NSF
	(u)		
T1	12,65 d	30,37 d	2,52
T2	15,76 a	40,43 a	2,64
T3	14,14 b	33,22 b	2,38
T4	13,82 c	34,33 c	2,57
E.E. (\bar{y}) \pm	1,06	2,52	0,14

a,b,c....Medias con letras diferentes en columna difieren $p \leq 0,05$, Tukey [17]

Porcentaje de semillas por fruto (PSF)

La fertilización incidió en el porcentaje de semilla por fruto, en la que los resultados más favorables se obtuvieron en

T3 y T2 con valores en el rango de 75,28 y 74,52%, respectivamente, observándose diferencias significativas con respecto a T1 que mostró un valor promedio de 70,52% (Figura 3).

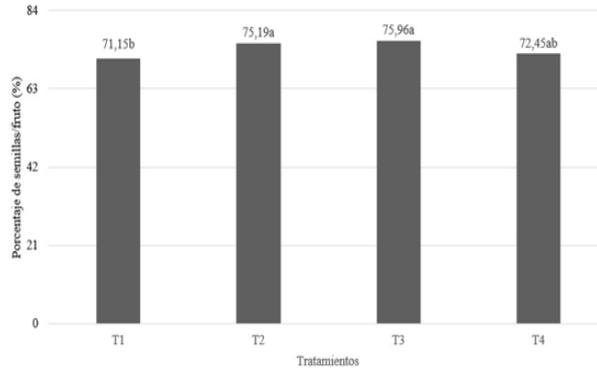


Figura 3. . Efecto de la fertilización sobre el porcentaje de semillas por fruto. a,b,c... Medias con letras no comunes difieren $p \leq 0,05$ Tukey [17].

Masa de frutos por planta (MFP)

Se observan diferencias significativas entre los tratamientos, donde T2 alcanzó el mayor valor con 24,42 g, con diferencias significativas con respecto a T1, que con 19,18 g, tuvo el menor valor. Los demás tratamientos mantuvieron sus promedios entre los referidos valores, sin diferencias estadísticas significativas (Figura 4).

Masa de semillas por planta (MSP)

La masa de semillas por planta (MSP), aumentó con el uso de fertilizantes, pero fue el tratamiento T2 el que mostró diferencias significativas respecto al T1. Se pudo observar que sus valores fueron 18,19 y 13,56 g, respectivamente (Figura 4).

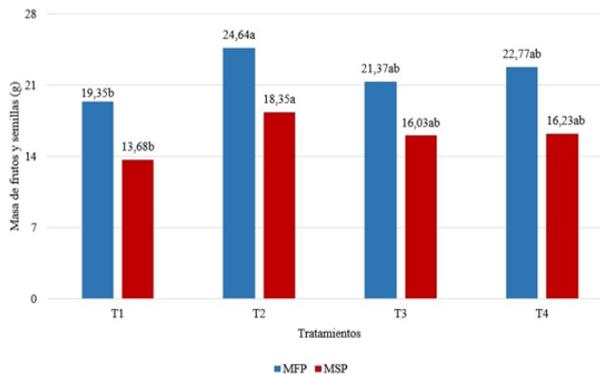


Figura 4. . Efecto de la fertilización sobre la masa de frutos (PFP) y semillas por planta (PSP). a,b,c... Medias con letras no comunes difieren $p \leq 0,05$ Tukey [17].

Resultados obtenidos por otros autores mostraron que MFP y MSP fueron significativamente afectados por la interacción entre el cultivar, la combinación de fertilizantes y las dosis de empleadas [5]. En coincidencia con lo reportado en otras investigaciones al evaluar estos indicadores se ha observado una respuesta agronómica positiva con tendencia al incremento de manera significativa con aplicación de *Bradyrhizobium* sp. en combinación con residuos vegetales, así como con el uso de biocarbón y gallinaza [11, 19].

Rendimiento agrícola en frutos y semillas

En el análisis de varianza de los tratamientos estudiados se

observaron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable rendimiento en frutos. Se obtuvieron mayores valores en los tres tratamientos con aplicación de fertilizantes, observándose solo diferencias significativas entre T1 y T2 con valores de 1,77 y 2,11 $t\ ha^{-1}$ respectivamente.

En cuanto al rendimiento en semillas, se observó que en los tratamientos T3 y T2 se presentaron los valores más elevados con 1,47 y 1,56 $t\ ha^{-1}$, quienes difieren estadísticamente con respecto a T1 quien fue el de más bajo resultado con 1,21 $t\ ha^{-1}$ (Figura 5).

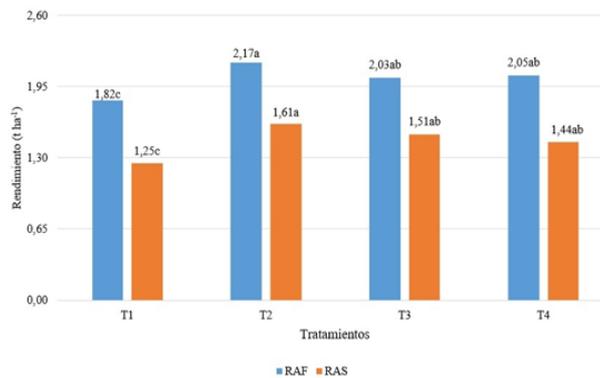


Figura 5. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento agrícola en frutos (RAF) y semillas (RAS). a,b,c... Medias con letras no comunes difieren $p \leq 0,05$ Tukey [17].

En línea con estos resultados diferentes investigaciones han demostrado que el rendimiento y sus propiedades mejoraron significativamente mediante la inoculación bacteriana con la aplicación de residuos vegetales [11]. Otros autores observaron que el resultado reveló que el rendimiento de frutos y semillas se vieron afectados significativamente por la interacción del cultivar, la combinación de fertilizantes y la tasa de Zn [5]. Otros reportes han analizado que el maní, al ser un cultivo exhaustivo, responde bien a niveles más altos de fertilizantes inorgánicos y bioformulaciones líquidas, alcanzando mejores resultados en términos de rendimiento y calidad del maní [24]. También se ha observado que la aplicación de compost se asoció con aumentos en el rendimiento en frutos ($R^2=0,65$) y semillas ($R^2=0,61$) [25].

4. Conclusiones

La altura de la planta y la producción de masa fresca se vieron beneficiados significativamente con la aplicación del fertilizante químico. En los componentes del rendimiento agrícola se destacó el tratamiento T2 (NPK) para el número de semillas por planta, masa de fruto por planta y masa de semillas por planta. A pesar de ser calificado el maní de una leguminosa impredecible, en cuanto a la fertilización, es sumamente evidente, que la aplicación de los mismos tiene un efecto positivo en el rendimiento. Con la aplicación de fertilizantes se incrementaron los rendimientos agrícolas en

frutos y semillas destacándose el tratamiento T2 (NPK).

Financiamiento:

Los autores expresan que no ha sido necesario financiamiento para realizar esta obra de investigación

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución de autor/es:

Bajo los lineamientos CRediT (Taxonomía de Roles de Contribuyente), los autores dan fe de las contribuciones realizadas al trabajo de investigación, que se detallan: Amilcar Barreda: visualización, revisión, redacción, validación, supervisión, administración del proyecto, adquisición de financiación, recursos, software, análisis, conducción, curación de datos, metodología, conceptualización. Reinaldo Alemán: visualización, validación, análisis. Verónica Andrade: revisión, análisis, metodología. Ariany Colás: visualización, validación, recursos, curación de datos, conceptualización. Néstor Acosta: revisión, supervisión, software, análisis, conceptualización. Ahmed Chacón: revisión, redacción, validación, supervisión, administración del proyecto, adquisición de financiación, recursos, software, análisis, conducción, curación de datos, metodología, conceptualización.

5. Referencias

- MARHOON, I. A. Effect of nitrogen fertilizer and its application timings on the growth and yield traits of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *SABRAO Journal of Breeding Genetics* [online]. 2024, vol. 56, n.º 2, págs. 867-874. Disponible en: <http://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.2.37>.
- KHALEEQ, KHALILULLAH AND AMINI, AHMAD MUNIR AND AZIMI, ABDUL MATIN. Growth and Yield of Groundnut (*Arachis Hypogaea* L) Genotypes as Affected by Nitrogen Fertilizer under Northeast Climate of Afghanistan. *Asian Journal of Research in Crop Science* [online]. 2024, vol. 9, n.º 1, págs. 81-86. Disponible en: <http://archive.sdpublishers.com/id/eprint/2504/>.
- FUNDORA, ZOILA; ALPÍZAR J. Z.; DE ARMAS, DALILA; SOTO, J. A.; HERNÁNDEZ, MERCEDES. Interacción genotipo x ambiente en cultivares introducidos de maní (*Arachis hypogaea* L., subp. fastigiata Waldr.). *Revista Agrotecnia de Cuba* [online]. 2006, vol. 22, n.º 2, págs. 52-59. Disponible en: <https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/2006/Revista2/22.pdf>.
- HARDJOLOEKITO, HARI SOESENSO. Dosage effectiveness of manure and planting distance on the growth and production of peanuts (*Arachis hypogaea*, L.). *International Journal of Research*,

- Granthaalayah*. [Online]. 2020, vol. 8, n.º 8, págs. 200-206. Disponible en: <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v8.i8.2020.861>.
5. BEKELE, GETACHEW; DECHASSA, NIGUSSIE; TANA, TAMADO. Effect of inorganic and organic fertilizers on productivity of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varieties in East Hararghe, Eastern Ethiopia. *Oil Crop Science* [online]. 2022, vol. 7, n.º 3, págs. 112-121. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096242822000264>.
 6. GILLIER, P.; SILVESTRE, P. Técnicas agrícolas y producción vegetal: El cacahuate o maní. *Editorial Blume*. 1970, págs. 47-63.
 7. SHARMA, M. K.; JAT, RAM A.; GANESH, S. Sree. Effect of micronutrients and biofertilisers on morphophysiological parameters and productivity of summer groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Indian Journal of Fertilisers*. [Online]. 2017, vol. 13, n.º 3, págs. 56-59. Disponible en: https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/14507/1/IJF_MK%20SHARMA.pdf.
 8. SONG, YUSHUANG; LI, JINLU; LIU, MINGLI; MENG, ZHE; LIU, KAICHANG; SUI, NA. Nitrogen increases drought tolerance in maize seedlings. *Functional Plant Biology* [online]. 2019, vol. 4, n.º 6, págs. 350-359. Disponible en: https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/14507/1/IJF_MK%20SHARMA.pdf.
 9. ANZUAY, MARÍA SOLEDAD; VISO, NATALIA PIN; LUDUEÑA, LILIANA MERCEDES; MORLA, FEDERICO DANIEL; DALMASSO, ROMINA YANET; ANGELINI, JORGE GUILLERMO; TAURIAN, TANIA. Biological inoculants and chemical fertilizers application produce differential effects on rhizobacterial community structure associated to peanut (*Arachis hypogaea* L.) and maize (*Zea mays* L.) plants. *Symbiosis* [online]. 2024, vol. 92, n.º 1, págs. 75-90. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13199-023-00959-z>.
 10. GHOSH, ANIMESH; GAUTAM, SANDIP KUMAR; MEETEL, THOUNAOJAM THOMAS; SINGH, NIVEDITA; SHRIVASTAVA, AKANSHA; PATEL, SATYAM. Effect of Integrated Application of Bio-Fertilizer and Soil Amendments on Growth Parameters of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *International Journal of Plant Soil Science* [online]. 2023, vol. 35, n.º 19, págs. 1120-1129. Disponible en: <http://publications.article4sub.com/id/eprint/2461/>.
 11. EL-SHERBENY, T. M. S.; MOUSA, ABEER MOHAMED; ZHRAN, MOSTAFA A. Response of peanut (*Arachis hypogaea* L.) plant to bio-fertilizer and plant residues in sandy soil. *Environmental Geochemistry and Health* [online]. 2023, vol. 45, n.º 2, págs. 253-265. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10653-022-01302-z>.
 12. YUNILASARI, M.; SUFARDI, SUFARDI; ZAITUN. Effects of biochar and cow manure on soil chemical properties and peanut (*Arachis hypogaea* L.) yields in entisol. *Conference Series: Earth and Environmental Science* [online]. 2020, pág. 012014. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/425/1/012014/pdf>.
 13. SUÁREZ-SORIA, FRANCISCA; CASTELLANOS-MATOS, XIOMARA; RODRÍGUEZ-SUÁREZ, GUIOMAR. Desarrollo de la labor investigativa de los estudiantes a partir de las potencialidades que brinda el uso de biofertilizantes. *EduSol* [online]. 2016, vol. 16, n.º 55, págs. 75-82. Disponible en: http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v42n1/en_2078-8452-pyf-42-01-39.pdf.
 14. CARDOZO, ANDREA GABRIELA; EL MUJTAR, VERÓNICA; ALVAREZ, VALERIA; SISÓN, LEANDRO A. Manual para la elaboración de biofertilizante a partir de desechos agropecuarios. *INTA-FONTAGRO* [online]. 2021. Disponible en: https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16680_-_Producto_5.pdf.
 15. TRUJILLO, JOSÉ ALBERTO GÍO; ALVARADO, CARLOS JUAN; PACHECO, NEITH ARACELY; ALEJO, JAIRO CRISTÓBAL.; REYES, ARTURO. Perspectivas futuras de la biofortificación de alimentos: la asociación con microorganismos del suelo. *Revista Ra Ximhai* [online]. 2022, vol. 18, n.º 4, págs. 175-199. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8557920>.
 16. HERNÁNDEZ, ALBERTO; PÉREZ, JUAN MIGUEL; BOSCH, DALMACIO; CASTRO, NELSON. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. *Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba* [online]. 2015, vol. 93, pág. 91. Disponible en: https://ediciones.inca.edu.cu/files/libros/clasificacionsueloscuba_%202015.pdf.
 17. TUKEY, JOHN WILDER. Clasificación de los Efectos de orgánico e inorgánico fertilizantes

- on growth, activity of nitrate reductase and chlorophyll contents of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *Conference series: Earth and Environmental Science* [online]. 2019, pág. 012048. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/250/1/012048/meta>.
18. PURBAJANTI, ENDANG DWI; SLAMET W.; FUSKHAH, ENY; ROSYDA, ROSYDA. Clasificación de los efectos de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el crecimiento, actividad de nitrato reductasa y contenidos de clorofila de las arachis (*Arachis hypogaea* L.). [Online]. 1949, vol. 5, págs. 99-114. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/3001913>.
 19. ARANGOTE, VIOLIJIM RANAY; SAURA, REX BOMVET DE LEÓN.; ROLLON, REUBEN JAMES CILLO. Growth and yield response of peanut (*Arachis hypogaea* L.) and soil characteristics with application of inorganic and organic fertilizer and dolomite addition. *International Journal of Biosciences* [online]. 2019, vol. 15, n.º 6, págs. 164-173. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/15.6.164-173>.
 20. CÁRDENAS, K. Influencia de la fertilización sobre la morfología fisiológica, plagas, enfermedades y el rendimiento agrícola en el maní (*Arachis hypogaea* L.) en el municipio Placetas. *Tesis (Ingeniero Agrónomo), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Agronomía* [online]. 2012.
 21. GONZÁLEZ, A. Influencia de tres dosis de Fitomas- E en parámetros agroproductivos del cultivo del maní (*Arachis hypogaea* L.). *Tesis (Ingeniero Agrónomo), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Agronomía* [online]. 2012.
 22. MÉNDEZ-NATERA, JESÚS RAFAEL. Características de la semilla y del fruto de once cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) bajo condiciones de sabana. *Rev. Fav. Agron. (LUZ)*. [Online]. 2017, vol. 24, n.º 1, págs. 231-237. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26715>.
 23. BARREDA-VALDÉS, AMILCAR; CHACÓN-IZNAGA, AHMED; ALEMÁN-PÉREZ, REINALDO; DÍAZ-CASTELLANOS, MANUEL; RODRÍGUEZ-VALDÉS, GUDELIA; CARBONELL-RÍOS, JORGE A.; DÍAZ-MARTÍN, BLADIMIR. Evaluación productiva de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.) en un suelo pardo mullido medianamente lavado, en época de primavera. *Centro Agrícola* [online]. 2009, vol. 36, n.º 2, págs. 25-30. Disponible en: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V36-Número_2/cag052091668.pdf.
 24. KUNDU, RAJIB; SARKAR, ARIDAM; PODDAR, RATNESWAR; JASH, SUBHEDU; MOINUDDIN, GOLAM; SEN, ARUP. Bio-formulation in combination with inorganic fertilizer improves crop growth, productivity and economics of Kharif groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in Red and Laterite soils. *Archives of Agronomy and Soil Science* [online]. 2023, vol. 69, n.º 15, págs. 3438-3454. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03650340.2023.2241828>.
 25. CHALWE, HENDRIX; LUNGU, OBED ISAAC; MWEETWA, ALICE MUTITI; PHIRI, ELIJAH; NJOROGÉ, SAMUEL MURIU; BRANDENBURG, R. L.; JORDAN, DAVID. Effects of compost manure on soil microbial respiration, plant-available-water, peanut (*Arachis hypogaea* L.) yield and pre-harvest aflatoxin contamination. *Peanut Science* [online]. 2019, vol. 49, n.º 1, págs. 42-49. Disponible en: <https://doi.org/10.3146/PS18-6.1>.



Artículo de **libre acceso** bajo los términos de una **Licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual 4.0 Internacional**. Se permite que otros remezcLEN, adapten y construyan a partir de su obra sin fines comerciales, siempre y cuando se otorgue la oportuna autoría y además licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.