

Relación entre crecimiento vegetativo y producción de maní (*Arachis hypogaea* L.) en la Amazonía ecuatoriana

Marco Vizuete-Montero^{1*}; Carlos Carpio-Quillay²; Jennifer Vargas-Bereche³;
Liseth Grefa-Alvarado⁴; Carlos García-Vargas⁵; Martha Calle-Urgiles⁶

Resumen

El maní (*Arachis hypogaea* L.) se presenta como una alternativa promisoriosa para la diversificación agrícola de la Amazonía ecuatoriana; sin embargo, las relaciones entre crecimiento vegetativo y productividad permanecen poco exploradas en ecosistemas tropicales húmedos. Este estudio evaluó experimentalmente, durante 75 días posteriores a la siembra, las relaciones entre parámetros morfológicos y variables productivas del cultivo mediante ensayos de campo en condiciones edafoclimáticas amazónicas. Se implementó un diseño experimental con 270 plantas distribuidas en tres tratamientos de fertilización (T1:0.38 g/planta; T2: 0.75 g/planta; T3: 1.50 g/planta), con aplicaciones quincenales. Se evaluaron altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas, flores y vainas, así como la masa de vaina y semilla. Los análisis estadísticos incluyeron análisis de varianza, prueba de Tukey y Análisis de Componentes Principales (ACP). Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la altura de la planta ($p=8.6e-5$) entre tratamientos, indicando una respuesta del crecimiento vegetativo al nivel de fertilización durante el periodo evaluado. En contraste, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso de la semilla ($p=0.263$), lo que demuestra que el incremento del crecimiento vegetativo no se tradujo en aumentos productivos en las fases tempranas del cultivo. El APC explicó el 68.2% de la variabilidad total, identificando una diferenciación funcional entre variables vegetativas y reproductivas en condiciones locales.

Palabras clave: *Arachis hypogaea*, ecosistema tropical, fertilizaciones diferenciadas, compensaciones fisiológicas, productividad agrícola.

Relationship between vegetative growth and production of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in the Ecuadorian Amazon

Abstract

Peanuts (*Arachis hypogaea* L.) are a promising alternative for agricultural diversification in the Ecuadorian Amazon; however, the relationships between vegetative growth and productivity remain poorly explored in humid tropical ecosystems. This study experimentally evaluated, for 75 days after planting, the relationships between morphological parameters and crop productivity variables through field trials under Amazonian soil and climate conditions. An experimental design was implemented with 270 plants distributed across three fertilization treatments (T1: 0.38 g/plant; T2: 0.75 g/plant; T3: 1.50 g/plant), with fortnightly applications. Plant height, stem diameter, number of branches, flowers, and pods were evaluated, as well as pod and seed mass. Statistical analyses included analysis of variance, Tukey's test, and principal component analysis (PCA). The results showed statistically significant differences in plant height ($p=8.6e-5$) between treatments, indicating a response of vegetative growth to the level of fertilization during the evaluation period. In contrast, no statistically significant differences were observed in seed weight ($p=0.263$), demonstrating that increased vegetative growth did not translate into increased production in the early stages of cultivation. PCA explained 68.2% of the total variability, identifying a functional differentiation between vegetative and reproductive variables under local conditions.

Keywords: *Arachis hypogaea*, tropical ecosystem, differentiated fertilization, physiological trade-offs, agricultural productivity.

Recibido: 17 de julio 2025
Aceptado: 31 de marzo 2026

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; marco.vizuete@esepoch.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-8272-419X>

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; julio.carpio@esepoch.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0006-3032-7364>

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; jennifer.vargas@esepoch.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0008-8422-8390>

⁴ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; liseth.grefa@esepoch.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0002-5046-4578>

⁵ Investigador independiente; carlytos24@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-4525-2104>

⁶ Unidad Educativa Presidente Tamayo; marthacalle75@yahoo.es; <https://orcid.org/0009-0007-7939-4426>

*Autor de correspondencia

I. INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea L.*) es una leguminosa oleaginosa de importancia económica mundial, cultivada principalmente en regiones tropicales y subtropicales por pequeños, medianos y grandes productores comerciales (Desmae et al., 2022). Esta especie tetraploide, única en su género, presenta características geocárpicas distintivas que han llevado a su adaptación en diversos ecosistemas agrícolas (Song et al., 2023). En la región amazónica ecuatoriana, el cultivo de maní representa una alternativa potencial para la diversificación agrícola, dado su uso tanto en sistemas de subsistencia como en esquemas productivos de pequeña escala, especialmente en contextos de agricultura sostenible (Abady et al., 2019 ; Dey et al., 2004).

A pesar de su relevancia agronómica, existe una brecha significativa de información experimental sobre la relación específica entre crecimiento vegetativo y la producción de maní bajo condiciones edafoclimáticas propias de la Amazónica ecuatoriana. Investigaciones previas se han centrado principalmente en regiones semiáridas de África y Asia, donde las condiciones climáticas y edáficas difieren considerablemente del ecosistema tropical amazónico (Olayinka y Etejere, 2015). Esta diferencia ambiental limita la extrapolación directa de los resultados y subraya la necesidad de investigaciones locales que permitan comprender el comportamiento del cultivo en ambientes locales.

Estudios recientes han demostrado y comprobado que el crecimiento vegetativo del maní presenta correlaciones positivas significativas con el rendimiento final. El rendimiento de semillas correlaciona positivamente con todos los parámetros fisiológicos de crecimiento ($r^2 = 0,69-0,95$), indican la importancia de estos índices como predictores de productividad (Naab et al., 2009). Las investigaciones de Asante et al. (2020); Paredes et al. (2025), sugieren que las rizobacterias promotoras del crecimiento influyen en el crecimiento, rendimiento y absorción de nutrientes, estableciendo vínculos entre desarrollo vegetativo y productividad.

Dentro de la importancia que tiene esta investigación está en conocer las relaciones que existe entre crecimiento vegetativo y producción en el maní amazónico es crucial para desarrollar estrategias de manejo específico que optimicen la productividad en

este ecosistema único. Por otro lado, las leguminosas son importantes para el bienestar ambiental, dado que contribuyen a reducir las emanaciones de gases de efecto invernadero, ya que liberan de entre 5 y 7 veces menos los Gases de Efecto Invernadero (GEI) por unidad de área comparando con otros cultivos, lo que refuerza su importancia en sistemas agrícolas sostenibles y resilientes (Desmae et al., 2022); Asante et al. (2020). Los sistemas de cultivos diversificados, especialmente aquellos que incluyen leguminosas, han demostrado ventajas de rendimiento del 20% en sistemas basados en leguminosas, subrayando el potencial que tiene el maní en la agricultura amazónica.

En este contexto, se plantea la hipótesis de que existen asociaciones entre parámetros de crecimiento vegetativo (altura de la planta, diámetro del tallo y número de ramas) y variables productivas del maní, las cuales pueden manifestarse de manera diferenciada bajo distintos niveles de fertilización. Dichas asociaciones, sin embargo, pueden variar según el momento fenológico evaluado y las condiciones ambientales específicas, por lo que se deben evaluar con cautela.

Por lo tanto, el presente trabajo investigativo tuvo como objetivo evaluar experimentalmente las relaciones entre crecimiento vegetativo y producción en maní bajo las fases vegetativas y reproductivas tempranas, mediante ensayos de campo en la finca experimental de “La Belleza” del cantón Francisco de Orellana (El Coca). Los resultados buscan aportar evidencia empírica local, que contribuya al entendimiento del comportamiento agronómico del maní en condiciones amazónicas, sin pretender extrapolaciones más allá del periodo evaluado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y lugar de estudio

Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo experimental, para ello se utilizó el método experimental puro, esto permitió establecer relaciones causales entre el tipo de fertilización y las variables agronómicas del cultivo de maní (*Arachis hypogaea L.*). Se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio estratificado, lo que permitió asegurar representatividad en las unidades muestrales y controlar el efecto borde, garantizando la validez interna del estudio (Fuentes y Cordovil, 2021).

La investigación se efectuó en la Finca experimental “La Belleza” ubicada geográficamente en las coordenadas Zona 18 M; Coordenada este 272857.55 m E; Coordenada Norte 9929695.72 m S, en la región amazónica ecuatoriana. Este predio corresponde a un ecosistema tropical húmedo con precipitación anual promedio de 3200 mm, con una temperatura promedio de 26°C y con una humedad relativa del 85%.

Población y muestra

La población experimental consistió en 900 plantas de maní (*Arachis hypogaea L.*) distribuida uniformemente en el área de estudio. El tamaño de la muestra se determinó mediante análisis de potencia estadística, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ y una potencia del 80% para detectar diferencias mínimas significativas entre tratamientos (Festing, 2018).

Para el control del efecto borde, se estableció una zona de amortiguamiento de 0,5 metros alrededor de cada unidad experimental, excluyendo estas plantas de las evaluaciones para evitar inferencias de factores externos que pudiera afectar la validez de los resultados (Vásquez et al., 2024). Por tanto, la muestra efectiva consistió en 30 plantas por unidad experimental, seleccionadas aleatoriamente de la zona central de la parcela, utilizando 270 plantas para las evaluaciones (Carvajal et al., 2025).

Instrumentos de recolección de datos

Se emplearon instrumentos calibrados y validados, como fue la cinta métrica para medición de altura, calibrador Vernier para el diámetro del tallo y balanza digital de precisión para la determinación de la masa de vainas y semillas. Los registros del número de ramas, flores y vainas se realizaron de forma manual. La recolección de datos se efectuó en intervalos de 15 días hasta los 75 días posteriores a la siembra, periodo que corresponde a las fases vegetativas y reproductivas tempranas del cultivo, siguiendo el procedimiento descrito por (Gómez y Gómez, 2004). Este periodo evaluado no cubre el ciclo fenológico completo del maní ni su madurez fisiológica.

Definición de variables.

Las variables independientes correspondieron

al tipo de tratamiento de fertilización T1 (0.38 g/planta), T2 (0.75 g/planta), T3 (1.50 g/planta), aplicados de manera uniforme en todas las unidades experimentales.

Las variables dependientes fueron: altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), número de ramas, número de flores, número de vainas, masa de la vaina (g), masa de la semilla (g). Finalmente, la variable de control fue el manejo agronómico uniforme aplicado durante todo el periodo experimental.

Análisis estadístico

Los datos fueron procesados con el software RStudio 4.4.2. Se aplicó estadística descriptiva, ANOVA para determinar diferencias significativas entre tratamientos, y la prueba de Tukey al 5% ($p < 0.05$).

Adicionalmente se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para explorar relaciones multivariadas entre variables de crecimiento vegetativo y producción. La interpretación de los resultados estadísticos se limitó al periodo evaluado (75 días posteriores a la siembra), sin extrapolaciones al rendimiento final del cultivo, considerando que no se evaluaron las fases fenológicas avanzadas (R6-R8) del maní (R Core Team, 2023).

II. RESULTADOS

De acuerdo a la Figura 1, se muestra la altura de las plantas de maní en función a tres tratamientos (T1, T2, T3), cada una con tres réplicas (R1, R2, R3). Se observa una variabilidad entre tratamientos, donde T1 presenta alturas menores (0-40 unidades), mientras tanto T2 muestra un incremento notable (40-60 unidades) y T3 alcanza las mayores alturas, aunque con cierta dispersión en sus réplicas. Esta distribución indica diferencias en el crecimiento vegetativo asociadas a los tratamientos de fertilización, las cuales fueron confirmadas mediante el análisis estadístico, sin que ello implique una superioridad agronómica absoluta de un tratamiento sobre otro. La variabilidad intra-tratamiento sugiere la influencia de factores ambientales y heterogeneidad experimental, propios de ensayos de campo.

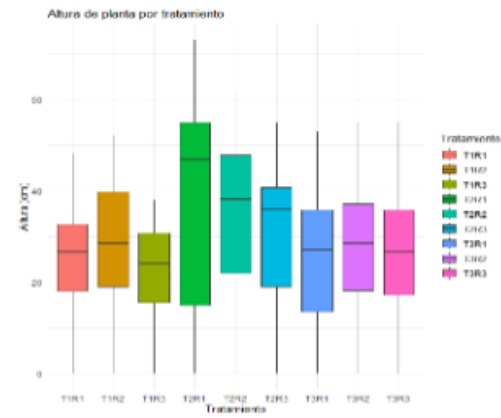


Figura 1. Altura de la planta de maní por tratamiento

De acuerdo a la Figura 2, la distribución del peso de las semillas de maní por tratamiento muestra valores entre 0 y 40 gramos, el tratamiento T1R1 presenta valores dispersos, alcanzando hasta 37 g; mientras tanto el T1R2 y T1R3 registran máximos cercanos a 40 g y 30 g respectivamente. Así mismo, T3R1 representa varios valores entre 30 y 40 g.

Si bien se observan diferencias descriptivas entre tratamientos y réplicas, estas no representan diferencias estadísticamente significativas, por lo que las variaciones observadas deben interpretarse como tendencias y no como efectos atribuibles directamente al tratamiento de fertilización. Además, se evidencia una alta variabilidad intra-tratamiento.

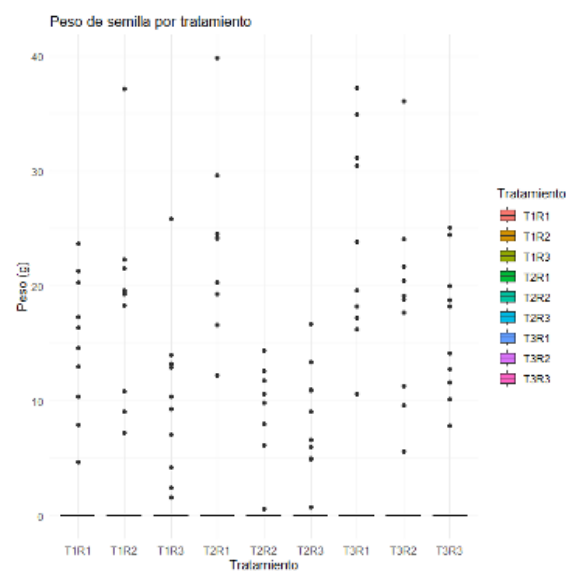


Figura 2. Peso de semilla por tratamiento

De acuerdo a la Tabla 1, el análisis de varianza (ANOVA) revela diferencias altamente significativas con un $(p = 8.6 \times 10^{-5})$, lo que indica que al menos uno de los tratamientos influyó de manera distinta sobre esta variable. la suma de cuadrados (9651) y media cuadrática (1206) asociadas al factor de

tratamiento con los valores residuales (1283332), evidenciado la existencia de variabilidad atribuible al tratamiento. Estos resultados confirman diferencias estadísticas en el crecimiento vegetativo, limitadas exclusivamente a la variable altura de planta dentro del periodo evaluado.

Tabla 1. Análisis de varianza (ANOVA), altura planta

| | Df | Sum | Mean | F. value | Pr (>F) |
|-------------|-----|---------|------|----------|--------------|
| Tratamiento | 8 | 9651 | 1206 | 4.146 | 08.6e-05 *** |
| Residuales | 441 | 1283332 | 291 | | |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Según los resultados presentados en la Tabla 2, el análisis de varianza corresponde al peso de la semilla no mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p= 0.263$). El valor de F obtenido no superó el valor crítico esperado, y la mayor proporción de la variabilidad total se explicó por el

error residual. Estos resultados indican que, durante el periodo evaluado, el tratamiento de fertilización no tuvo un efecto estadísticamente detectable sobre el peso de la semilla, por lo que no es posible establecer diferencias productivas entre tratamientos para esta variable.

Tabla 2. Análisis de varianza (ANOVA), peso de semilla

| | Df | Sum | Mean | F. value | Pr (>F) |
|-------------|-----|-------|-------|----------|---------|
| Tratamiento | 8 | 557 | 69,64 | 1.259 | 0.263 |
| Residuales | 441 | 24385 | 55.29 | | |

Con base a la Figura 3, el Análisis de Componentes Principales (PCA) permitió explorar la estructura multivariada de los datos, donde el primer componente (Dim1) explicó el 68.2% de la variabilidad total. Las variables altura de la planta, diámetro de tallo, peso de la semilla y peso de la vaina mostraron patrones diferenciados en el espacio

bidimensional. La disposición de las variables sugiere asociaciones funcionales entre componentes vegetativos y reproductivos, sin establecer relaciones causales ni jerárquicas de desempeño entre tratamientos. La contribución equilibrada de las variables al eje principal indica que ninguna de ellas domina de forma exclusiva la estructura de los datos.

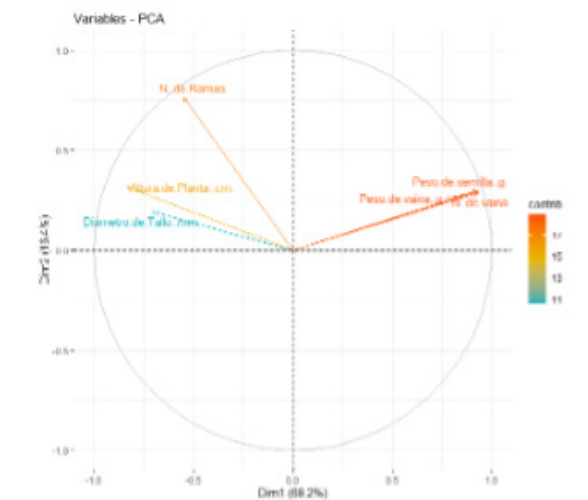


Figura 3. Gráficos de variables

Finalmente, la Figura 4, muestra la distribución de los tratamientos en el espacio definido por el APC. Los tratamientos T2R1 y T3R1 se agrupan en el extremo positivo del primer componente, asociado a valores relativamente mayores de variables vegetativas y reproductivas. Esta agrupación debe interpretarse como un patrón multivariado descriptivo, y no como

evidencia de optimización o superioridad productiva, especialmente considerando que algunas variables clave no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Los restantes tratamientos se distribuyen en posiciones intermedias o negativas del eje principal, reflejando la variabilidad observada en el conjunto de datos.

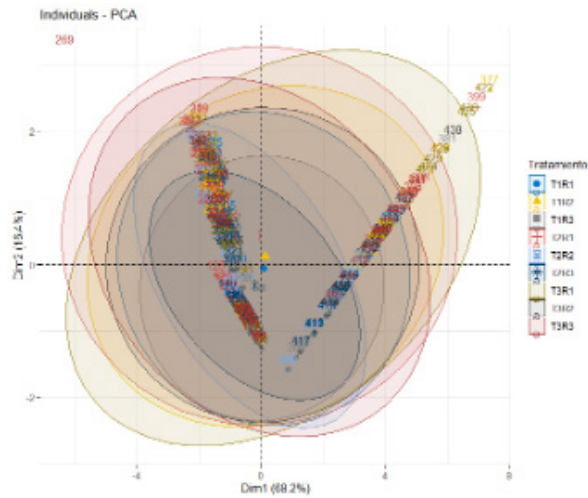


Figura 4. Individuos por tratamiento

III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian diferencias estadísticamente significativas en la altura de la planta del maní entre tratamientos de fertilización ($p=8.6 \times 10^{-5}$), resultado que corresponde exclusivamente al crecimiento vegetativo durante el periodo evaluado. En particular, el tratamiento T3 mostró valores superiores de la altura, lo cual indica una respuesta diferenciada al nivel de fertilización aplicado, sin que ello implique una mejora integral del rendimiento del cultivo. Este comportamiento es coherente con lo reportado por Abady et al. (2019); Akram et al. (2018), quienes documentaron que la fertilización influye principalmente en el desarrollo vegetativo inicial del maní.

Es importante destacar que los resultados del presente estudio se limitan a las variables evaluadas y al periodo experimental de 75 días posteriores a la siembra, por lo que las inferencias deben restringirse a estas condiciones. En este sentido, Valdés et al. (2024) reportaron incrementos del 20 – 30% en la altura de plantas asociadas a prácticas de manejo nutricional, dichos estudios se desarrollaron en contextos edafoclimáticos distintos, lo que limita su comparación directa con los resultados obtenidos en la Amazonía ecuatoriana.

La variabilidad observada entre réplicas dentro de un mismo tratamiento puede atribuirse a la heterogeneidad natural del suelo amazónico. Según Sánchez et al. (2024), los ecosistemas tropicales húmedos presentan mayor variabilidad espacial en sus propiedades edáficas en comparación con

ambientes semiáridos, lo que pueden generar respuestas diferenciadas en el crecimiento vegetativo. En el presente estudio, esta variabilidad se manifestó incluso bajo condiciones de manejo agronómico estable, lo que sugiere la influencia de factores edáficos y microclimas no controlados. Resultados similares han sido reportados por Valdés et al. (2024); Montero (2020); sin embargo, en este trabajo dicha heterogeneidad se reconoce como una fuente de variación experimental más que como un efecto atribuible al tratamiento.

En relación con el peso de la semilla, los resultados obtenidos en este estudio no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p=0.263$). Este hallazgo indica que, durante el periodo evaluado, el incremento del crecimiento vegetativo no se produjo en un aumento proporcional de la producción reproductiva. Si bien Ramírez et al. (2023) reportaron correlaciones positivas entre variables de crecimiento y rendimiento final del maní, estos autores evaluaron el cultivo hasta fases avanzadas del ciclo fenológico, lo cual difiere del alcance temporal del presente estudio.

Por lo tanto, la ausencia de significancia estadística en el peso de la semilla debe interpretarse como parte del estudio y no como una contradicción directa con la literatura existente, sino más bien como una evidencia de que las relaciones entre crecimiento vegetativo y productividad pueden variar según el momento fenológico evaluado. En este contexto, Bozzer y Cisneros (2024), señalan que el llenado de semillas ocurre principalmente durante las fases R5-

R8, etapas que no fueron cubiertas en el presente experimento.

El Análisis de Componentes Principales (PCA), permitió explorar la estructura multivariada de los datos, mostrando que el primer componente explicó el 68.2% de la variabilidad total. En este estudio, el ACP se utilizó como una herramienta exploratoria, evidenciando una diferenciación funcional entre variables vegetativas y reproductivas, sin establecer relaciones causales ni jerárquicas de desempeño entre tratamientos. Resultados comparables han sido reportados por Bozzer y Cisneros (2024); Zhang et al. (2023); no obstante en el presente trabajo el ACP se interpreta únicamente como un apoyo para la comprensión conjunta de las variables evaluadas.

La agrupación de algunos tratamientos en el espacio multivariado, como T2R1 y T3R1, deben entenderse como un patrón descriptivo, asociado a combinaciones particulares de variables, y no como evidencia de optimización agronómica. Estudios como el de Asante et al. (2020); Paredes et al. (2025), han identificado patrones similares mediante técnicas de fenotipado avanzado, sin embargo, las comparaciones deben realizarse con cautela debido a las diferencias metodológicas y temporales entre estudios.

Finalmente, los resultados de este estudio se interpretaron considerando las limitaciones experimentales, particularmente la duración del ensayo y la variabilidad ambiental inherente al sistema amazónico. En este sentido, los hallazgos obtenidos constituyen una aproximación inicial al análisis de las relaciones entre crecimiento vegetativo y producción temprana del maní en la Amazonía ecuatoriana, aportando evidencia empírica local sin pretender generalizaciones más allá del alcance experimental evaluado.

IV. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió evaluar las relaciones entre crecimiento vegetativo y producción temprana del maní (*Arachis hypogaea* L) bajo condiciones edafoclimáticas de la Amazonía ecuatoriana, considerando un periodo experimental de 75 días posteriores a la siembra, correspondiente a las fases vegetativas y reproductivas iniciales del cultivo.

Los resultados evidenciaron que la fertilización diferenciada generó diferencias estadísticamente

significativas únicamente en la altura de la planta, lo que indica una respuesta del crecimiento vegetativo al nivel de la fertilización aplicada durante el periodo evaluado. Este efecto se restringe al desarrollo vegetativo temprano y no puede interpretarse como una mejora integral del desempeño productivo del cultivo.

En contraste, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el peso de la semilla entre tratamientos, lo que demuestra que el incremento del crecimiento vegetativo no se tradujo en aumentos productivos durante el proceso de evaluación. Este resultado pone de manifiesto que las relaciones entre crecimiento vegetativo y producción no son necesariamente lineales, especialmente cuando el cultivo no alcanza la madurez fisiológica.

Por otro lado, el análisis de Componentes Principales explicó una proporción elevada de la variabilidad total y permitió identificar una diferenciación funcional entre variables vegetativas y reproductivas. No obstante, estos patrones deben interpretarse de manera exploratoria, sin establecer relaciones causales ni jerarquías de desempeño entre tratamientos, y reconociendo la influencia de la variabilidad ambiental inherente de los sistemas amazónicos.

En conjunto, los resultados confirman que las inferencias del estudio deben limitarse estrictamente al periodo evaluado, ya que no se analizaron las fases fenológicas avanzadas responsables del llenado de semillas y del rendimiento final del cultivo. En este sentido, el estudio aporta evidencia empírica local relevante, pero parcial, sobre el comportamiento temprano del maní en la Amazonía ecuatoriana.

Finalmente, se concluye que las futuras investigaciones deberían extender el periodo experimental hasta la madurez fisiológica del cultivo, incorporar evaluaciones adicionales del rendimiento final y considerar diseños experimentales con mayor control de la variabilidad ambiental, con el fin de comprender de manera integral las relaciones entre crecimiento vegetativo y productividad del maní en ecosistemas tropicales húmedos.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de disponibilidad de datos

Los datos con que se basan las conclusiones de este estudio pueden solicitarse al autor correspondiente.

Declaración de uso de tecnologías de IA

Durante la preparación de este manuscrito se utilizaron tecnologías de IA, en concreto Claude, para perfeccionar el lenguaje, generar ideas para los resúmenes y crear esquemas de contenidos estructurados.

V. REFERENCIAS

- Abady, S., Hussein, H., Pasupuleti, J., y Mashilo, J. (2019). Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) improvement in sub-Saharan Africa: a review. *CABI digital library*, 69(6), 528-545. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1601252>
- Akram, N., Shafiq, F., y Ashraf, M. (2018). Peanut (*Arachis hypogaea* L.): A Prospective Legume Crop to Offer Multiple Health Benefits Under Changing Climate. *Comprehensive Reviews*, 17, 1325-1338. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4337.12383>
- Asante, M., Dzorgbenyui, B., y Atakora, W. (2020). Respuestas al crecimiento, la nodulación y el rendimiento del maní (*Arachis hypogaea* L.) influenciadas por la aplicación combinada de inoculante de *Rhizobium* y fósforo en la zona de sabana de Guinea de Ghana. *International Journal of agronomy*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2020/8691757>
- Bozzer, C., y Cisneros, J. (2024). Análisis espacial multivariado para zonificación por riesgo de erosión eólica en sur de Córdoba. *Ciencia del suelo*, 42(1). <https://ojs.suelos.org.ar/index.php/cds/article/view/844/380>
- Carvajal, A., Romero, B., Díaz, S., y Santamaría, S. (2025). Identificación de áreas prioritarias para conectar fragmentos boscosos en una zona de los Andes, Colombia. *Colombia Forestal*, 28(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/2256201x.21956>
- Desmae, H., Sako, D., y 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). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy12061474>
- Dey, R., Pol, K., Bhatt, D., y Chauhan, S. (2004). Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*(159), 371-394. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micres.2004.08.004>
- Festing, M. (2018). On determining sample size in experiments involving laboratory animal. *LAL laboratory Animals*, 52(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0023677217738268>
- Fuentes, S., y Cordovil, J. (2021). Hipótesis sobre el (des) encuentro entre la investigación artística y la investigación científica. *Índex, revista de arte contemporáneo*, 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.26807/cav.vi12.423>
- Gómez, K., y Gómez, A. (2004). *Statistical procedures for agricultural reseaech*. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=PVN7_XRhpUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=+Statistical+procedures+for+agricultural+research+\(2nd+ed.\)&ots=Ht878gmut8&sig=Ruvrqqca8IL3Eb58N3NajUnKNDQ&redir_esc=y#v=onepage&q=Statistical%20procedures%20for%20agricultural%2](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=PVN7_XRhpUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=+Statistical+procedures+for+agricultural+research+(2nd+ed.)&ots=Ht878gmut8&sig=Ruvrqqca8IL3Eb58N3NajUnKNDQ&redir_esc=y#v=onepage&q=Statistical%20procedures%20for%20agricultural%2)
- Macías, A., Moreira, J., y Muentes, R. (2024). Macronutrientes en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.): una revisión. *Revista Científica Agroindustria, Sociedad y Ambiente (A.S.A.)*, 22, 59-79. <https://doi.org/http://doi.org/10.5281/zenodo.14433147>
- Montero, J. (2020). Importancia nutricional y económica del maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182020000200014&script=sci_arttext
- Naab, J., Chimphango, S., y Dakora, F. (2009). N₂ fixation in cowpea plants grown in farmers' fields in the Upper West Region of Ghana, measured using ¹⁵N natural abundance. *Symbiosis*, 48, 37-46. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03179983>
- Olayinka, B., y Etejere, E. (2015). Growth analysis and yield of two varieties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as influenced by different weed control

methods. *Plant Physiology reports*, 20(2), 130 - 136. <https://doi.org/DOI.10.1007/s40502-015-0151-x>

Osuna, J., Hernández, S., Pacheco, A., Osuna, T., Parra, S., y Romero, C. (2025). Efecto de la salinidad en poblaciones de chile silvestre del Noroeste de México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 11(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.19136/era.a11n3.4092>

Paredes, S., Fernández, R., Ortiz, D., y Huespe, D. (2025). Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo en mijo perenne: influencia en la producción y calidad forrajera en el sudeste de La Pampa. *Semiárida*, 7 - 19. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.19137/semiarida.2025\(2\).7-18](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.19137/semiarida.2025(2).7-18)

R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org>

Ramírez, L., Luna, Á., Chabla, J., y Gálvez, P. (2023). Modelización del rendimiento con Aquacrop-FAO en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.), Ecuador. *Manglar*, 20(151 -63). <https://doi.org/http://doi.org/10.57188/manglar.2023.006>

Reyes, J., Llerena, L., Torres, J., Rodríguez, S., y Sariñana, M. (2025). Respuesta Morfológica y Fenológica de Plantas de Chile Pimiento a la Suplementación de Nanopartículas de Selenio. *Terra Latinoamericana*(43). <https://doi.org/https://doi.org/10.28940/terra.v43i.2084>

Sánchez, D., Bautista, D., y Cabrera, K. (2024). Uso equivalente de la tierra e índices de crecimiento y eficiencia fisiológica en cultivos intercalados de yuca, maní y maíz. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 27(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.31910/rudca.v27.n2.2024.2603>

Song, H., Huang, Y., Ding, L., Duan, Z., y Zhang, J. (2023). *Arachis species: High-quality forage crops—nutritional properties and breeding strategies to expand their utilization and feeding value*, 23(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/qlr2.12059>

Valdés, M., Díaz, K., y Hernández, H. (2024). Sistemas agroforestales en la Región Amazónica Ecuatoriana. *Ciencia Latina*, 8(1), 8587-8613. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10185

Vásquez, S., Villavicencio, E., Guamán, A., Molina, M., y Mestanza, C. (2024). Efecto de la densidad de plantas sobre los componentes del rendimiento de fréjol cultivado en condiciones de campo en un valle interandino de Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 39(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.17163/lgr.n39.2024.10>

Zhang, H., Wang, L., Xiuliang, J., Liming, B., y Yufeng, G. (2023). High-throughput phenotyping of plant leaf morphological, physiological, and biochemical traits on multiple scales using optical sensing. *The Crop Journal*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.04.014>