

**Efecto de Sustratos Orgánicos en la Germinación de Semillas de Guanábana (*annona muricata*) en su Desarrollo Vegetativo Inicial.**

**Effect of Organic Substrates on the Germination of Soursop Seeds (*Annona muricata*) in Its Initial Vegetative Development.**

*Wilver Humberto Santana Alvarado, Marlon Fernando Monge Freile, Darío Fernando Herrera Jácome, Leonilo Alfonso Durazno Delgado & Jose Noel Condori Cahuapaza.*

**PUNTO CIENCIA.**

julio - diciembre, V°6 - N°2; 2025

**Recibido:** 18-09-2025

**Aceptado:** 20-09-2025

**Publicado:** 30-12-2025

**PAIS**

- Ecuador, Quevedo
- Ecuador, Quevedo
- Ecuador, Quevedo
- Ecuador, Quevedo
- Perú, Cusco

**INSTITUCION**

- Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Universidad Tecnológica de los Andes

**CORREO:**

- ✉ [wsantanaa@uteq.edu.ec](mailto:wsantanaa@uteq.edu.ec)
- ✉ [mmongef@uteq.edu.ec](mailto:mmongef@uteq.edu.ec)
- ✉ [dherreraj@uteq.edu.ec](mailto:dherreraj@uteq.edu.ec)
- ✉ [ldurazno@uteq.edu.ec](mailto:ldurazno@uteq.edu.ec)
- ✉ [jncondoric@cip.org.pe](mailto:jncondoric@cip.org.pe)

**ORCID:**

- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-6735-1257>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0001-5397-910X>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0003-2569-796X>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-9446-1267>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0001-6194-2091>

**FORMATO DE CITA APA.**

Santana, W., Monge, M., Herrera, D., Durazno, L. & Condori, J. (2025). Efecto de Sustratos Orgánicos en la Germinación de Semillas de Guanábana (*annona muricata*) en su Desarrollo Vegetativo Inicial. *Revista G-ner@ndo*, V°6 (N°2). Pág. 1557 – 1576.

**Resumen**

La guanábana (*Annona muricata*) es una planta tropical de gran valor económico y medicinal que ha experimentado un crecimiento significativo en Ecuador, especialmente en las provincias de Guayas y Santa Elena. Este aumento en la producción ha sido impulsado por la creciente demanda local e internacional de la fruta. No obstante, los productores enfrentan desafíos relacionados con la obtención de plántulas de alta calidad, ya que las plántulas débiles o mal desarrolladas afectan negativamente el rendimiento del cultivo. El sustrato utilizado en los viveros es un factor crucial para garantizar el desarrollo adecuado de las plántulas. Este estudio evaluó el impacto de cinco sustratos orgánicos en la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas de guanábana. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (suelo), T2 (50 % cascarilla de arroz + 50 % suelo), T3 (50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo), T4 (50 % estiércol de equino + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo) y T5 (50 % estiércol de bovino + 50 % suelo). Los resultados mostraron que el tratamiento T3, que consistió en una mezcla de pollinaza, cascarilla de arroz y suelo, fue el más eficaz, promoviendo una mayor altura de planta, diámetro del tallo y longitud de raíz en comparación con los otros tratamientos. El tratamiento control (T1) con solo suelo presentó los resultados más bajos en la mayoría de las variables evaluadas. Los hallazgos sugieren que el uso de sustratos orgánicos, particularmente la combinación de pollinaza y cascarilla de arroz, mejora significativamente el crecimiento inicial de las plántulas de guanábana. Estos resultados son de gran relevancia para los productores ecuatorianos, ya que pueden optimizar sus prácticas de cultivo mediante la elección de los sustratos adecuados, lo que podría mejorar la calidad de las plántulas y, en consecuencia, el rendimiento del cultivo. Además, el uso de sustratos orgánicos promueve prácticas agrícolas más sostenibles, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

**Palabras clave:** Sustratos orgánicos, Guanábana, Germinación, Desarrollo vegetativo, Vivero.

**Abstract**

Soursop (*Annona muricata*) is a tropical plant of significant economic and medicinal value, which has experienced substantial growth in Ecuador, particularly in the provinces of Guayas and Santa Elena. This increase in production has been driven by the rising local and international demand for the fruit. However, producers face challenges in obtaining high-quality seedlings, as weak or poorly developed seedlings negatively affect crop yield. The substrate used in nurseries is a crucial factor in ensuring proper seedling development. This study evaluated the impact of five organic substrates on the germination and early development of soursop seedlings. The treatments evaluated were: T1 (soil), T2 (50% rice husks + 50% soil), T3 (50% chicken manure + 25% rice husks + 25% soil), T4 (50% horse manure + 25% rice husks + 25% soil), and T5 (50% cattle manure + 50% soil). The results showed that treatment T3, consisting of a mixture of chicken manure, rice husks, and soil, was the most effective, promoting greater plant height, stem diameter, and root length compared to other treatments. The control treatment (T1) with only soil showed the lowest results in most of the evaluated variables. The findings suggest that the use of organic substrates, particularly the combination of chicken manure and rice husks, significantly improves the early growth of soursop seedlings. These results are highly relevant for Ecuadorian producers, as they can optimize their cultivation practices by choosing the right substrates, which could improve seedling quality and, consequently, crop yield. Additionally, the use of organic substrates promotes more sustainable agricultural practices, reducing the reliance on chemical fertilizers and contributing to environmental conservation.

**Keywords:** Organic substrates, Soursop, Germination, Vegetative development, Nursery.

## Introducción

La guanábana (*Annona muricata*) es una planta tropical que ha ganado una creciente relevancia tanto a nivel global como local. Esta fruta es ampliamente reconocida por sus múltiples beneficios para la salud, gracias a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas. En muchas culturas, la guanábana se ha utilizado durante siglos como medicina tradicional para tratar diversas afecciones, desde problemas digestivos hasta enfermedades más complejas como el cáncer. Además de sus propiedades medicinales, la guanábana es valorada por su sabor único, lo que la convierte en un ingrediente clave en la producción de jugos, helados y otros productos alimenticios. A nivel mundial, la demanda de guanábana ha aumentado considerablemente debido al creciente interés por los alimentos funcionales y naturales. Esto ha impulsado su cultivo en diversas regiones tropicales, donde se encuentra un clima adecuado para su desarrollo.

En este contexto, Ecuador se ha posicionado como uno de los países más importantes en la producción de guanábana, especialmente en las provincias de Guayas, Santa Elena y Los Ríos. La creciente demanda tanto local como internacional ha llevado a un aumento significativo en las plantaciones comerciales de guanábana. Este auge en la producción ha convertido a la guanábana en un cultivo estratégico para muchos agricultores, quienes han visto una oportunidad de diversificar su oferta agrícola y aumentar su rentabilidad. Sin embargo, a pesar de este crecimiento, los productores ecuatorianos enfrentan varios desafíos, principalmente relacionados con la obtención de plántulas de alta calidad. Las plántulas de guanábana, al ser el punto de partida para la producción del cultivo, deben ser sanas y robustas para asegurar que el rendimiento en el campo sea óptimo. Sin embargo, muchas veces las plántulas que se producen en los viveros no cumplen con los estándares necesarios, lo que reduce su potencial de crecimiento y supervivencia en el campo.

---

El problema radica en que las plántulas débiles o mal desarrolladas tienen menos probabilidades de sobrevivir y prosperar en el ambiente de cultivo, lo que afecta directamente el rendimiento y la calidad de la fruta. Los viveristas, que son responsables de la producción de estas plántulas, deben enfrentar el reto de garantizar que las condiciones en los viveros sean las más adecuadas para el desarrollo de las plántulas. Entre los factores más importantes que afectan el desarrollo inicial de las plantas, se encuentran el tipo de sustrato utilizado en el vivero, así como las prácticas de manejo agrícola empleadas.

El sustrato es el medio en el que las semillas germinan y las plántulas se desarrollan antes de ser trasplantadas al campo. Un sustrato adecuado es esencial para proporcionar a las plantas el anclaje necesario para sus raíces y asegurar que reciban suficiente agua y nutrientes para su crecimiento. El uso de un sustrato inadecuado puede afectar negativamente el desarrollo de las plántulas, retrasando su crecimiento o incluso provocando su muerte. En muchos viveros de guanábana, los productores recurren a suelos tradicionales como sustratos para las plántulas, sin tener en cuenta las propiedades específicas del suelo que podrían favorecer o limitar el desarrollo de las plantas. Además, algunos productores no tienen acceso a información actualizada sobre las mejores prácticas para la producción de plántulas de guanábana, lo que aumenta el riesgo de utilizar métodos ineficaces o subóptimos.

En este sentido, los sustratos orgánicos se han posicionado como una alternativa prometedora para mejorar el desarrollo de las plántulas de guanábana. Los sustratos orgánicos, como la cascarilla de arroz, el estiércol de bovino y la pollinaza, ofrecen ventajas significativas sobre los suelos tradicionales. Estos materiales no solo proporcionan una mejor estructura para el crecimiento de las raíces, sino que también aportan nutrientes esenciales que favorecen el desarrollo vegetativo temprano de las plántulas. Además, los sustratos orgánicos son más sostenibles, ya que utilizan recursos locales y reducen la dependencia de insumos químicos. Sin embargo, a pesar de las ventajas potenciales de los sustratos orgánicos, existe una falta de

---

información específica sobre su efectividad en el cultivo de guanábana, especialmente en el contexto ecuatoriano. Aunque se han realizado estudios sobre el uso de sustratos orgánicos en otras especies, las investigaciones centradas en la guanábana son limitadas, lo que deja a los productores ecuatorianos con pocas opciones informadas para elegir los mejores sustratos para sus viveros.

Este vacío de conocimiento sobre los sustratos adecuados para la guanábana representa un desafío importante para los productores. Sin una comprensión clara de cómo los diferentes sustratos afectan el desarrollo de las plántulas, los viveristas pueden seguir utilizando métodos tradicionales que no optimizan el crecimiento de las plantas. Esto, a su vez, afecta la productividad de las plantaciones comerciales, reduciendo la rentabilidad del cultivo de guanábana. Es por esta razón que este estudio se centra en evaluar el impacto de distintos sustratos orgánicos sobre la germinación y el desarrollo vegetativo de las plántulas de guanábana. El objetivo principal de esta investigación es proporcionar a los productores de guanábana en Ecuador información precisa sobre qué sustratos favorecen el crecimiento temprano de las plántulas y, por ende, mejoran la productividad del cultivo.

La importancia de este estudio radica en que los resultados obtenidos pueden servir como base para la mejora de las prácticas de cultivo en los viveros de guanábana. Al seleccionar el sustrato adecuado, los viveristas podrán asegurar plántulas de mayor calidad, lo que redundará en un mejor rendimiento en el campo y en una mayor rentabilidad para los productores. Además, el uso de sustratos orgánicos ofrece la posibilidad de reducir el impacto ambiental de la producción de guanábana, promoviendo prácticas más sostenibles en la agricultura. Este estudio también contribuirá a llenar el vacío de conocimiento en la literatura científica sobre el uso de sustratos orgánicos para el cultivo de guanábana en Ecuador, permitiendo que los productores tomen decisiones más informadas basadas en evidencia científica actualizada.

---

La elección del sustrato adecuado es solo uno de los factores que influye en el éxito de la producción de guanábana. Otros factores, como la calidad de la semilla, las condiciones climáticas y las prácticas de manejo en el vivero, también desempeñan un papel crucial. No obstante, este estudio pone énfasis en el sustrato como un factor clave para el desarrollo inicial de las plántulas, ya que este es un componente fundamental en la fase temprana de crecimiento, cuando las plantas son más vulnerables a factores ambientales adversos. Al optimizar las condiciones en los viveros mediante el uso de sustratos adecuados, los productores podrán mejorar la calidad de las plántulas y asegurar un mejor inicio para el cultivo, lo que se traducirá en mayores rendimientos y mejores frutos en la etapa final de la cosecha.

Este trabajo no solo proporciona datos valiosos sobre la efectividad de los sustratos orgánicos en la producción de guanábana, sino que también ofrece una base para futuras investigaciones que profundicen en las propiedades específicas de cada sustrato y su relación con el crecimiento de las plantas. Además, al promover el uso de recursos orgánicos disponibles localmente, esta investigación favorece un enfoque agrícola más sostenible, alineado con las tendencias globales hacia la producción de alimentos de manera más responsable y respetuosa con el medio ambiente.

La investigación fue de tipo experimental, con un enfoque cuantitativo, en el cual se evaluaron los efectos de diferentes sustratos orgánicos en la germinación de semillas y el desarrollo vegetativo inicial de la guanábana (*Annona muricata*).

El estudio se llevó a cabo en el cantón Ventanas, provincia de Los Ríos, Ecuador, en la propiedad del Sr. Pedro Pablo Ríos Cabrera, ubicada en las coordenadas  $-1,356517^{\circ}$  latitud sur y  $-79,417806^{\circ}$  longitud oeste, a una altura de 51 msnm. Las condiciones climáticas de la zona son favorables para el cultivo, con una temperatura promedio de  $27^{\circ}\text{C}$ , una humedad relativa del 64 % y una precipitación anual de 1,663 mm.

---

## Métodos y Materiales

### Sustratos Utilizados

Para el desarrollo de este experimento, se seleccionaron semillas de guanábana provenientes de frutos maduros de árboles saludables, con el objetivo de asegurar la viabilidad de las semillas. Los sustratos empleados en el estudio fueron los siguientes: cascarilla de arroz, estiércol de bovino, estiércol de equino, pollinaza y suelo de montaña. Cada uno de los sustratos fue preparado en las proporciones específicas indicadas por los tratamientos del experimento y desinfectado para prevenir la presencia de posibles patógenos. Posteriormente, los sustratos fueron cuidadosamente mezclados y preparados para ser utilizados en las camas germinadoras.

Las semillas fueron sembradas en fundas de polietileno de 20 x 25 cm, lo que permitió un adecuado trasplante y seguimiento del desarrollo de las plántulas en condiciones controladas.

### Procedimiento Experimental

El experimento se diseñó bajo un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental consistió en 150 semillas de guanábana sembradas en camas germinadoras dentro de un invernadero de caña guadua, lo que proporcionó un ambiente controlado para las plántulas. En el invernadero, se mantuvieron condiciones de humedad y temperatura constantes para asegurar un entorno favorable para la germinación y el crecimiento de las plántulas.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- T1 (Control): 100 % suelo.
  - T2: 50 % cascarilla de arroz + 50 % suelo.
-

- T3: 50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo.
- T4: 50 % estiércol de equino + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo.
- T5: 50 % estiércol de bovino + 50 % suelo.

Las variables que se evaluaron para monitorear el desarrollo de las plántulas de guanábana incluyeron:

- Porcentaje de germinación (%): Medición del porcentaje de semillas que germinaron por cada tratamiento.
- Número de hojas: Conteo de las hojas desarrolladas en las plántulas.
- Altura de la planta (cm): Medición de la altura de la planta desde la base del tallo hasta el ápice de la planta.
- Diámetro del tallo (mm): Medición del diámetro del tallo en la base de las plántulas.
- Índice de robustez: Cálculo del índice de robustez de la plántula, que refleja su resistencia general y desarrollo.
- Materia fresca y seca: Determinación de la masa fresca y seca tanto de la parte aérea como de las raíces.
- Análisis de viabilidad: Evaluación de la calidad de las semillas y su capacidad para desarrollarse adecuadamente.

Las mediciones se realizaron en tres momentos clave: a los 30, 45 y 60 días después de la siembra. Para las mediciones de altura, diámetro del tallo y otras variables morfológicas, se utilizaron instrumentos precisos, como una regla, un calibrador y una cinta métrica. Estos

---

instrumentos permitieron obtener datos confiables y consistentes para cada tratamiento evaluado.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar las diferencias entre los tratamientos en las variables de interés. La comparación de medias entre los tratamientos se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey, con un nivel de confianza del 95 % ( $p \leq 0,05$ ). Esta prueba estadística es ampliamente utilizada para identificar diferencias significativas en grupos independientes, permitiendo una comparación detallada entre los diferentes sustratos empleados.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software R, elegido por su accesibilidad, versatilidad y potentes capacidades para realizar análisis estadísticos complejos. R es una herramienta ampliamente utilizada en la investigación científica debido a su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos, su amplia gama de paquetes estadísticos y la facilidad con que se puede adaptar a diversas necesidades de análisis. Además, su naturaleza de código abierto y gratuita lo convierte en una opción accesible para investigadores de todo el mundo, lo que asegura que los resultados puedan ser replicados fácilmente y accesibles para otros investigadores en el campo.

### **Análisis de Resultados**

#### **Germinación y Supervivencia**

El porcentaje de germinación de las semillas fue evaluado a los 30 días después de la siembra, y los resultados se presentan en la Tabla 1. Los tratamientos con sustratos orgánicos mostraron una tasa de germinación comparable entre sí, sin diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ). El tratamiento con pollinaza, cascarilla de arroz y suelo (T3) mostró el porcentaje más

---

alto de germinación (18,75 %), mientras que el tratamiento control (T1), con solo suelo, presentó el porcentaje más bajo (16,25 %).

A continuación, se presenta la Tabla 1, que muestra el porcentaje de germinación y supervivencia por tratamiento, proporcionando un resumen numérico claro de los datos.

**Tabla 1.**

*Porcentaje de germinación y supervivencia por tratamiento*

<b>Tratamiento</b>	<b>Germinación (%)</b>	<b>Supervivencia (%)</b>	<b>Núm. De hojas</b>
T1: 50 % estiércol de bovino + 50 % suelo	17,09 a	20,95 a	2,48 b
T2: 50 % cascarilla de arroz + 50 % suelo	17,5 a	23,22 a	2,55 ab
T3: 50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo	18,75 a	23,89 a	2,69 a
T4: 50 % estiércol de equino + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo	17,92 a	23,26 a	2,52 ab
T5: 100 % suelo	16,25 a	22,44 a	2,42 b
p-valor	0,1712	0,3269	0,0033

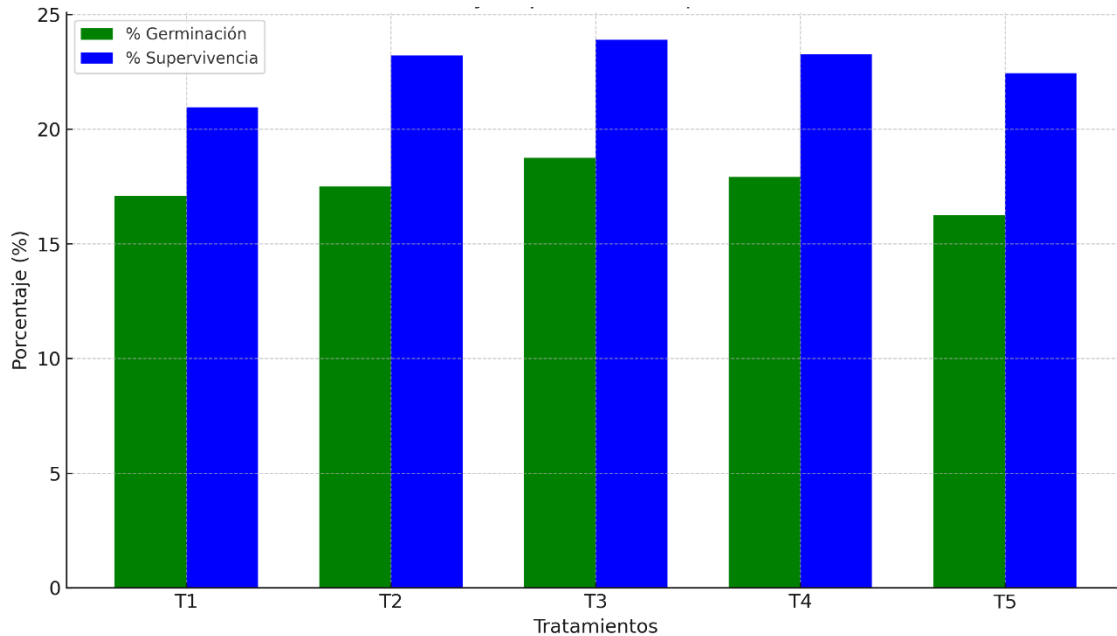
La comparación de medias muestra que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de germinación entre los tratamientos ( $p = 0,1712$ ). Sin embargo, el tratamiento T3 presentó el porcentaje más alto, lo que sugiere que la mezcla de pollinaza, cascarilla de arroz y suelo podría ser ligeramente más efectiva en términos de germinación.

En cuanto a la supervivencia, el tratamiento T3 también mostró la tasa más alta (23,89 %), mientras que el tratamiento T1 presentó la tasa más baja (20,95 %). No se observaron diferencias significativas en la supervivencia entre los tratamientos ( $p = 0,3269$ ), lo que sugiere que la composición del sustrato no afectó significativamente la viabilidad de las semillas durante el periodo de observación.

A continuación, se presenta el Figura 1, que ilustra visualmente los porcentajes de germinación y supervivencia por tratamiento. Este gráfico proporciona una representación clara de cómo se distribuyen los porcentajes en los distintos tratamientos evaluados

**Figura 1.**

*Germinación y supervivencia por tratamiento*



La Figura 1. presenta la comparación de los porcentajes de germinación y supervivencia por tratamiento en la producción de plántulas de guanábana. Se observa que el tratamiento T3 (50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo) obtuvo el mayor porcentaje de germinación (18.75 %) y de supervivencia (23.89 %), destacándose como el más efectivo en ambos parámetros. Por otro lado, el tratamiento T5 (50 % estiércol de bovino + 50 % suelo) mostró los porcentajes más bajos de germinación (16.25 %) y supervivencia (22.44 %). Estos resultados sugieren que la combinación de pollinaza y cascarilla de arroz favorece tanto la germinación como la supervivencia de las plántulas, mientras que el uso exclusivo de suelo con estiércol de bovino no optimiza estos procesos. Sin embargo, las diferencias entre los

tratamientos no fueron altamente significativas, lo que indica que otros factores también podrían influir en los resultados obtenidos.

### Supervivencia

La tasa de supervivencia de las plántulas fue evaluada a los 60 días después de la siembra. Los resultados muestran que el tratamiento T3 tuvo la mayor supervivencia (23,89 %), mientras que el tratamiento T1 (control) presentó la tasa más baja (20,95 %). No se observaron diferencias significativas en la supervivencia entre los tratamientos ( $p = 0,3269$ ), lo que sugiere que la composición del sustrato no afectó significativamente la viabilidad de las semillas durante el periodo de observación.

### Altura de la Planta

La altura de las plántulas fue una de las variables más destacadas en este estudio, y los resultados se presentan en la Tabla 2. El tratamiento T3 (50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo) presentó la mayor altura promedio (3,64 cm), significativamente superior al resto de los tratamientos ( $p < 0,0001$ ). Los tratamientos T1 y T5 (100 % suelo) mostraron los valores más bajos, con 3,25 cm de altura promedio.

**Tabla 2.**

*Altura de planta por tratamiento*

<b>Tratamiento</b>	<b>Altura de Planta (cm)</b>
T1: 100 % suelo	3,25 c
T2: 50 % cascarilla de arroz + 50 % suelo	3,31 bc
T3: 50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo	3,64 a
T4: 50 % estiércol de equino + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo	3,42 b
T5: 50 % estiércol de bovino + 50 % suelo	3,25 c

El tratamiento T3 fue significativamente más efectivo en promover el crecimiento vertical de las plántulas, lo que indica que la combinación de pollinaza con cascarilla de arroz y suelo ofrece un entorno más favorable para el desarrollo de la altura de la planta.

#### Diámetro del Tallo

El diámetro del tallo también mostró diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento T3 tuvo el diámetro más grande (2,02 mm), mientras que el tratamiento T5 presentó el diámetro más pequeño (1,89 mm). Los resultados de esta variable se presentan en la Tabla 3. La diferencia fue estadísticamente significativa ( $p = 0,0291$ ), indicando que la composición del sustrato influye en el grosor del tallo de las plántulas.

**Tabla 3.**

*Diámetro del tallo por tratamiento.*

Tratamiento	Diámetro del Tallo (mm)
T1: 100 % suelo	1,94 ab
T2: 50 % cascarilla de arroz + 50 % suelo	1,99 ab
T3: 50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo	2,02 a
T4: 50 % estiércol de equino + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo	1,97 ab
T5: 50 % estiércol de bovino + 50 % suelo	1,89 b

#### Longitud de la Raíz

La longitud de la raíz fue otra de las variables evaluadas. Los resultados mostraron que el tratamiento T3 y T4 (50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo y 50 % estiércol de equino + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo) promovieron la mayor longitud de raíz, con un promedio de 3,21 cm. El tratamiento T1, con solo suelo, presentó la menor longitud de raíz

(2,98 cm). Los resultados para esta variable se presentan en la Tabla 4, donde se observa una diferencia significativa entre los tratamientos ( $p = 0,0003$ ).

**Tabla 4.**

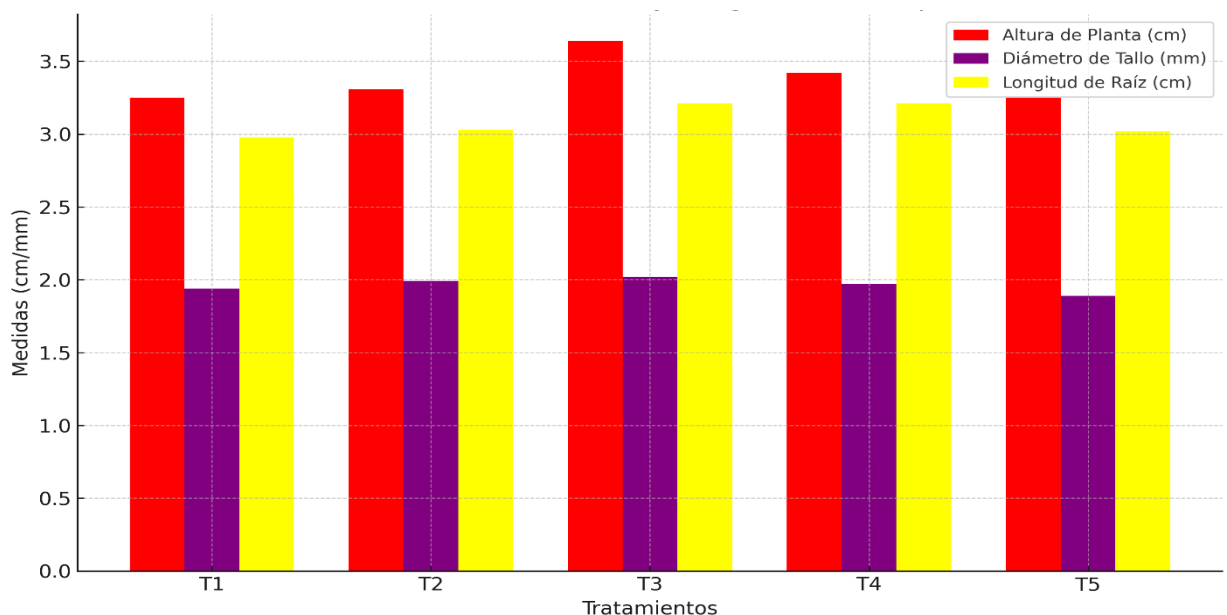
*Longitud de raíz por tratamiento.*

Tratamiento	Longitud de Raíz (cm)
T1: 100 % suelo	2,98 b
T2: 50 % cascarilla de arroz + 50 % suelo	3,03 b
T3: 50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo	3,21 a
T4: 50 % estiércol de equino + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo	3,21 a
T5: 50 % estiércol de bovino + 50 % suelo	3,02 b

Los tratamientos con una mayor proporción de pollinaza y cascarilla de arroz favorecieron el desarrollo de las raíces, lo que indica que estos sustratos pueden proporcionar mejores condiciones para el crecimiento radicular.

**Figura 2.**

*Altura de la Planta, Diámetro del Tallo y Longitud de Raíz.*



La Figura 2. Ilustra visualmente las diferencias entre los tratamientos en cuanto a altura de planta, diámetro del tallo y longitud de raíz. En cuanto a la altura de planta, T3 destacó con el mayor valor (3,64 cm), superando a los otros tratamientos. El tratamiento T1 (50 % estiércol de bovino + 50 % suelo) y T5 (100 % suelo) mostraron las alturas más bajas (3,25 cm), lo que sugiere que la mezcla de pollinaza y cascarilla de arroz favorece un mayor crecimiento vertical de las plántulas. Para el diámetro del tallo, T3 nuevamente tuvo el valor más alto (2,02 mm), seguido por T2 (1,99 mm) y T4 (1,97 mm), mientras que el tratamiento T5 presentó el valor más bajo (1,89 mm). En cuanto a la longitud de la raíz, los tratamientos T3 y T4 mostraron los valores más altos (3,21 cm), lo que indica que estos sustratos promueven un mayor desarrollo radicular en comparación con T1 y T5 (2,98 cm y 3,02 cm, respectivamente).

#### Análisis Fenológico

Los resultados muestran que los sustratos orgánicos tienen un impacto significativo en el desarrollo inicial de las plántulas de guanábana. El tratamiento T3, que consiste en una mezcla de pollinaza, cascarilla de arroz y suelo, fue el más efectivo en términos de altura de la planta, diámetro del tallo y longitud de la raíz. Esto sugiere que la combinación de estos sustratos mejora notablemente el crecimiento vegetativo de las plántulas en sus primeras etapas. Sin embargo, las diferencias observadas en el porcentaje de germinación y supervivencia no fueron estadísticamente significativas. Esto indica que, aunque los sustratos orgánicos influyen positivamente en el desarrollo vegetativo, no afectan drásticamente la viabilidad de las semillas en la fase inicial. Este análisis fenológico resalta la importancia de la composición del sustrato para optimizar el crecimiento de las plántulas sin que se presenten alteraciones en su viabilidad.

#### Número de Hojas

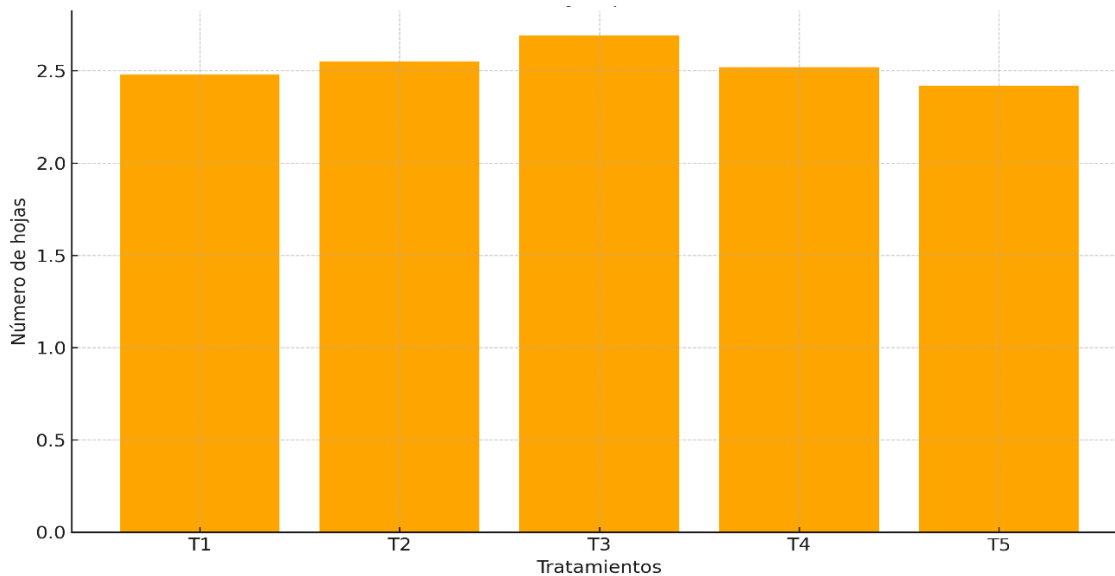
El número de hojas presentó diferencias significativas ( $p = 0,0033$ ), siendo T3 el tratamiento con mayor número de hojas, mientras que T5 presentó el menor valor. Esto indica

---

que ciertos sustratos, como la mezcla de pollinaza, cascarilla de arroz y suelo, favorecen el desarrollo foliar inicial, probablemente por la mayor disponibilidad de nutrientes.:

### Figura 3.

*Número de hojas por tratamiento.*



La Figura 3. presenta la comparación del número de hojas por tratamiento, donde se observa que el tratamiento T3 (50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo) resultó en el mayor promedio de hojas (2.69), superando a los otros tratamientos. El tratamiento T5 (100 % suelo) registró el promedio más bajo (2.42), seguido de cerca por T1 (50 % estiércol de bovino + 50 % suelo), con 2.48 hojas. Los tratamientos T2 (50 % cascarilla de arroz + 50 % suelo) y T4 (50 % estiércol de equino + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo) mostraron valores intermedios de 2.55 y 2.52, respectivamente. Este gráfico refleja que la combinación de pollinaza con cascarilla de arroz y suelo favorece el desarrollo foliar, lo que podría estar relacionado con una mejor disponibilidad de nutrientes y una estructura más adecuada del sustrato para el crecimiento de las plántulas. Las diferencias observadas en el número de hojas entre los tratamientos son significativas, lo que indica que la composición del sustrato tiene un impacto directo en el desarrollo temprano de las plantas.

## Discusiones

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que los sustratos orgánicos tienen un efecto significativo en el desarrollo inicial de las plántulas de guanábana (*Annona muricata*). El tratamiento T3 (50 % pollinaza + 25 % cascarilla de arroz + 25 % suelo) fue el más efectivo en términos de altura de la planta, diámetro del tallo y longitud de la raíz, lo que indica que la combinación de estos materiales orgánicos mejora el crecimiento vegetativo de las plántulas en comparación con otros tratamientos.

Este hallazgo coincide con lo reportado por Sierra et al. (2022), quienes encontraron que el uso de sustratos orgánicos en viveros de guanábana mejora el desarrollo de las plantas, especialmente en lo que respecta a la altura y diámetro del tallo. En su estudio, la combinación de sustratos como la cascarilla de arroz y estiércol de bovino favoreció un crecimiento más robusto, similar a los resultados obtenidos en el tratamiento T3 de este estudio. Además, Sánchez Soledispa (2018) también resalta que el uso de bioestimulantes orgánicos como la pollinaza mejora la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas, lo cual es consistente con los beneficios observados en este estudio.

Aunque se encontró que el suelo puro (T5) mostró los peores resultados en términos de altura de la planta y diámetro del tallo, los resultados en términos de germinación y supervivencia no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos. Este resultado sugiere que, si bien el sustrato influye en el crecimiento vegetativo, los sustratos no afectan tan marcadamente la viabilidad de las semillas en la fase inicial. Este fenómeno es consistente con los resultados obtenidos por Bonilla (2016), quien observó que el suelo favoreció una buena germinación en varios cultivos, aunque el desarrollo posterior de las plántulas podría mejorarse con la adición de otros materiales orgánicos.

---

A pesar de que el tratamiento con pollinaza resultó ser el más efectivo en términos de crecimiento, es importante resaltar que las diferencias no fueron drásticas en algunas variables, como el porcentaje de supervivencia. Esto coincide con los hallazgos de Candelario (2023), quien destacó que la supervivencia de las plántulas de guanábana puede no depender exclusivamente del sustrato, sino también de factores como el manejo en vivero y la calidad de las semillas.

En cuanto al número de hojas, el tratamiento T3 presentó un número significativamente mayor de hojas, lo que sugiere que una combinación de sustratos ricos en nutrientes orgánicos como la pollinaza puede promover el desarrollo foliar, lo cual es crucial para el desarrollo fotosintético de las plantas en sus etapas iniciales. Este patrón también fue reportado por Bonilla et al. (2014), quienes encontraron que el uso de sustratos orgánicos en viveros forestales contribuyó a un mayor número de hojas en las plántulas.

Los resultados de este estudio proporcionan información clave para los productores de guanábana en Ecuador, sugiriendo que la mezcla de pollinaza, cascarilla de arroz y suelo (tratamiento T3) es la opción más eficaz para mejorar el crecimiento y desarrollo inicial de las plántulas de guanábana. Estos hallazgos pueden ayudar a optimizar los métodos de cultivo y aumentar la productividad de los viveros de guanábana en la región. Además, el uso de estos sustratos orgánicos podría representar una alternativa sostenible que reduzca la dependencia de fertilizantes químicos, contribuyendo así a prácticas más amigables con el medio ambiente.

### **Conclusiones**

Este estudio demuestra que el uso de sustratos orgánicos tiene un impacto significativo en el desarrollo inicial de las plántulas de guanábana, destacándose la combinación de pollinaza, cascarilla de arroz y suelo (T3) como la más eficaz para promover una mayor germinación, supervivencia, altura de planta, diámetro de tallo y longitud de raíz. Los resultados sugieren que los sustratos orgánicos no solo favorecen la germinación, sino que también optimizan el

---

crecimiento vegetativo de las plántulas, lo que puede ser crucial para mejorar la calidad de las plántulas producidas en vivero y, en consecuencia, el rendimiento en campo. Esta investigación resalta la importancia de elegir adecuadamente los sustratos en la producción de guanábana, especialmente en un contexto agrícola donde la calidad del material vegetal es determinante para el éxito de los cultivos. Además, el uso de sustratos orgánicos puede ser una alternativa sostenible para mejorar la productividad, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y contribuyendo a prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente. Este trabajo abre la puerta a futuras investigaciones que profundicen en las propiedades específicas de cada sustrato orgánico y su potencial para optimizar otros aspectos del desarrollo de las plantas.

---

## Referencias bibliográficas

- Sánchez Soledispa, V. B. (2018). Evaluación de la germinación de semillas de *Annona muricata* (Guanábana) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos. Recuperado de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1045/1/TESIS%20DE%20VIVIANA%20SANCHEZ.pdf>
- Sierra, D. A., Esquivel, G. L., Campos, O. J. C., Crespo, E. C., Guerrero, L. G. R., & Palomera, M. R. (2022). Calidad de planta de *Annona muricata* L. en vivero con sustratos de acceso regional en Nayarit, México. *Interciencia*, 47(5), 173-180. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/339/33971297004/html/>
- Bonilla, M. (2016). El productor de guanábana busca mercados en el país. *Revista Líderes*. Recuperado de <http://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-guanabana-mercados-exportacion.html>
- Candelario, A. (2023). La guanábana apunta al crecimiento en 2023. *Camae*. Recuperado de <http://www.camae.org/guanabana-ecuadoriana/la-guanabana-apunta-al-crecimiento-en-2023/>
- Bravo, M. G. (2023). *PortalFruticola.com*. Recuperado de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/04/10/ecuador-potencia-cultivo-de-guanabana-y-busca-llegar-a-ee-uu/>
- López Loor, M. K. (2018). Enraizamiento de esquemas de guanábana (*Annona muricata* Lim.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB). Recuperado de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4712>
- Bonilla, C., Pino, M., & Logroño, J. (2014). Guía Técnica "Manejo de Vivero Forestal". Recuperado de <https://www.jica.go.jp/Resource/project/spanish/ecuador/001/materials/c8h0vm00008bcae4-att/manejo.pdf>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2022). Definición de Vivero. Recuperado de <https://definicion.de/vivero/>
- Jimenez, F. (2004). Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Estructuras Agrarias.
- Valera, B., & Garay, E. (2017). Producción vegetal y establecimiento de plantaciones. Cátedra Plantaciones.
- Samson, J. (1991). *Fruticultura tropical*. LIMUSA.
- Tacán Pérez, M. V. (2007). Caracterización agromorfológica de guanábana (*Annona muricata*) y chirimoya (*Annona cherimola*) en fincas de agricultores y condiciones ex situ e
-

- identificación de zonas potenciales de conservación y producción en Costa Rica.  
Recuperado de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/775>
- Chicaíza Quinaloa, G. L., Pucha Parra, M. P., Urigüen Aguirre, P. A., & Mejía Coronel, M. T. (2003). Proyecto para la producción y exportación de la guanábana en la Hacienda “María Dolores” del Cantón El Guabo - Provincia de El Oro [Tesis]. ESPOL. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55874>
- Morales, A. (1991). Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. La Dirección.
- Alonso, J. (2007). Tratado de fitofármacos y nutracéuticos. Corpus Buenos Aires.
- León, J. (1968). Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. IICA Biblioteca Venezuela. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7769>
- Baraona Cockrell, M. (2000). Jocote, anona y cas: Tres frutas campesinas de América. EUNA.
- Pinto, A. C., Cordiero, M. C. R., de Andrade, S. R. M., Ferriera, F. R., de C. Filguieras, H. A., Alves, R. E., et al. (2005). Annona species. University of Southampton, International Centre for Underutilised Crops. Recuperado de [http://www.icuc-iwmi.org/files/R7187\\_-\\_Annona%20monograph%202005.pdf](http://www.icuc-iwmi.org/files/R7187_-_Annona%20monograph%202005.pdf)
- Yahia, E. M. (2011). Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Cocona to Mango. Elsevier.
- Marcano, E. (2023). Annona muricata – Jardín Botánico Prof. Eugenio de Js. Marcano. Recuperado de <https://botanicodesantiago.com/annona-muricata/>
- Varela, S. A., & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Sistemas Forestales Integrados, 3, 1-10.
- Barrera, A. P., Rodes Blanco, M., Maza, B., Torricelli, Y., Vera, Z. A., & Caicedo, V. C. (2018). Guía para la priorización participativa de especies forestales: Establecimiento y manejo de viveros en las comunidades Kichwas del Alto Napo. Tena, EC: INIAP.
-