

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**EFFECTO DE TRES TIPOS DE COMPOST EN EL CRECIMIENTO DE  
PLANTONES DE *Colubrina glandulosa* Perkins (SHAINA) EN EL  
VIVERO FORESTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
DE LA SELVA**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**TAN VASQUEZ JHUNIOR MAYCO**

**Tingo María – Perú.**

**2025**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°140-2025-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 04 de diciembre de 2025, a horas 06:00 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“EFECTO DE TRES TIPOS DE COMPOST EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE *Colubrina glandulosa* Perkins (SHAINA) EN EL VIVERO FORESTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA”**

Presentado por el Bachiller: **TAN VASQUEZ, JHUNIOR MAYCO** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 15 de diciembre de 2025

  
Ing. M. Sc. **RAUL ARAUJO TORRES**  
**PRESIDENTE**

  
Ing. MSc. **JOSE ANTONIO DIONISIO ARMAS**  
**MIEMBRO**

  
Ing. MSc. **GUNTER DAZA PANDURO**  
**MIEMBRO**

  
Ing. MSc. **BRAYAN ANDRE CALDAS DE LA CRUZ**  
**ASESOR**





UNAS

VICERRECTORADO DE  
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE  
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE  
CIENTÍFICO  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 426 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

### Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

### Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EFFECTO DE TRES TIPOS DE COMPOST EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE Colubrina glandulosa Perkins (SHAINA) EN EL VIVERO FORESTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	TAN VASQUEZ JHUNIOR MAYCO	08 % Ocho	Menor a 20 %

Tingo María, 22 de diciembre de 2025.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO  
  
ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES  
JEFE

C.C. Archivo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**EFFECTO DE TRES TIPOS DE COMPOST EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES  
DE *Colubrina glandulosa* Perkins (SHAINA) EN EL VIVERO FORESTAL DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

<b>Autor</b>	: Jhunion Mayco, Tan Vasquez.
<b>Asesor (es)</b>	: Ing. M.Sc. Brayan Andre Caldas de la Cruz.
<b>Programa de investigación</b>	: Gestión de bosques y plantaciones forestales.
<b>Línea de investigación</b>	: Silvicultura, dendrología, manejo y ordenación forestal.
<b>Eje temático</b>	: Instalación, producción y manejo de viveros forestales.
<b>Lugar de ejecución</b>	: Vivero forestal UNAS.
<b>Duración del Trabajo</b>	: Seis (06) meses.
<b>Financiamiento</b>	: S/. 8857,42

**Tingo María - Perú**

**Noviembre, 2025**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino.

A mis queridos padres, Castinaldo Tan Gonzales y Melanía Vasquez Tarrillo, por su amor infinito, sacrificio constante y apoyo incondicional. Esta meta alcanzada es también suya, fruto de su dedicación y ejemplo. Gracias por ser mi mayor inspiración.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma máter, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme como profesional en sus aulas.

A la Facultad de Recursos Naturales Renovables y a los estimados docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, por compartir sus conocimientos y experiencias, pilares fundamentales para mi desarrollo académico.

Al Ing. M.Sc. Brayan Andre Caldas de la Cruz, asesor de la presente investigación, por su guía, confianza, paciencia y valiosas enseñanzas fueron indispensables durante todo el proceso ejecución de la investigación.

A los miembros del jurado de tesis: Ing. Mg. Sc. Raul Araujo Torres, Ing. M. Sc. Gunter Daza Panduro y el Ing. M. Sc. Jose Antonio Dionisio Armas; por sus sabios comentarios, sugerencias y oportunas observaciones que enriquecieron significativamente esta investigación.

A los técnicos del vivero forestal de la UNAS, por su constante atención, apoyo incondicional y por compartir sus conocimientos prácticos que facilitaron la instalación y desarrollo de la investigación.

A mis queridos compañeros y colaboradores, Yelman Soto Gomez, Junior Rafael Medina Vilchez, Jorge Luis Braulio Vergara Pastor, Franky Maykel Rojas Sangama y Emerson Medina Paucar, por su disposición, colaboración activa y dedicación, fundamentales para la culminación exitosa de la presente investigación.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Generalidades de <i>C. glandulosa</i> .....	3
2.1.2. Características generales de la especie en estudio .....	3
2.1.3. Sustrato .....	7
2.2. Estado del arte.....	10
2.2.1. Internacionales .....	10
2.2.2. Nacionales.....	11
2.2.3. Locales .....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.1.1. Ubicación política.....	13
3.1.2. Ubicación geográfica .....	13
3.1.3. Clima.....	13
3.1.4. Zona de vida .....	13
3.2. Materiales y equipos .....	13
3.2.1. Materiales biológicos.....	13
3.2.2. Materiales de campo .....	13
3.2.3. Insumos.....	13
3.2.4. Equipos .....	14
3.2.5. Programas .....	14
3.3. Metodología.....	14
3.3.1. Tipo y nivel de investigación.....	14
3.3.2. Población y muestra.....	14
3.3.3. Variables de estudio.....	14
3.3.4. Diseño de investigación.....	15
3.3.5. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	17

3.3.6. Determinación del efecto de tres tipos de compost en la altura total, diámetro del tallo y número de hojas de plántones de <i>C. glandulosa</i> Perkins (Shaina) en el vivero forestal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.....	18
3.3.7. Análisis estadísticos.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.1. Determinación del efecto de tres tipos de compost en la altura de plántones de <i>C. glandulosa</i> Perkins (Shaina) .....	22
4.2. Determinación del efecto de tres tipos de compost en el diámetro de plántones de <i>C. glandulosa</i> Perkins (Shaina) .....	27
4.3. Determinación del efecto de tres tipos de compost en el número de hojas de plántones de <i>C. glandulosa</i> Perkins (Shaina) .....	32
V. CONCLUSIONES .....	38
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	39
VII. REFERENCIAS.....	40
ANEXOS.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Propiedades químicas de la tierra agrícola.....	8
2. Propiedades químicas del estiércol de cuy.....	9
3. Composición química de la gallinaza .....	9
4. Propiedades químicas del estiércol de vacuno .....	10
5. Características de los tratamientos .....	15
6. Esquema del análisis de varianza (ANVA).....	21
7. Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) de la altura (cm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> entre 15 y 105 días de evaluación .....	22
8. Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para la altura (cm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> por efecto del tipo y dosis de compost entre 15 y 105 días de evaluación.....	24
9. Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) del diámetro (mm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> entre 15 y 105 días de evaluación .....	28
10. Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) del diámetro (mm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> por efecto del tipo y dosis de compost entre 15 y 105 días de evaluación.....	30
11. Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) del número de hojas de plántones de <i>C. glandulosa</i> entre 15 y 105 días de evaluación .....	33
12. Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para el número de hojas de plántones de <i>C. glandulosa</i> por efecto del tipo y dosis de compost entre 15 y 105 días de evaluación .....	35
13. Estadísticos de la altura (cm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> durante los 105 días de evaluación .....	45
14. Estadísticos del diámetro (mm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> durante los 105 días de evaluación.....	47
15. Estadísticos del número de hojas de plántones de <i>C. glandulosa</i> durante los 105 días de evaluación.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Croquis del campo experimental.....	17
2. Croquis de unidad experimental de un tratamiento.....	17
3. Incremento de la altura (cm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> por efecto de los tipos de compost cada 15 días.....	26
4. Incremento de la altura (cm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> por efecto de los tratamientos cada 15 días .....	27
5. Incremento del diámetro (mm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> por efecto de tipos de compost durante 105 días.....	31
6. Incremento del diámetro (mm) de plántones de <i>C. glandulosa</i> por efecto de los tratamientos durante 105 días.....	32
7. Incremento del número de hojas de plántones de <i>C. glandulosa</i> por efecto de tipos de compost durante 105 días .....	36
8. Incremento del número de hojas de plántones de <i>C. glandulosa</i> por efecto de los tratamientos durante 105 días.....	37
9. Preparación de los diferentes tipos de compost .....	51
10. Compost obtenido a base de tres tipos de estiércol.....	51
11. Instalación de la cama de germinación .....	52
12. Siembra de semillas de <i>C. glandulosa</i> en la cama de germinación .....	52
13. Aplicación de Vitax para la sanidad de semillas de <i>C. glandulosa</i> .....	53
14. Adecuación de las bolsas llenadas con los tratamientos de compost y suelo agrícola .....	53
15. Instalación de los tratamientos de compost en plántones de <i>C. glandulosa</i> en el vivero forestal.....	54
16. Visita del jurado en la instalación de los tratamientos de plántones de <i>C. glandulosa</i> en el vivero forestal.....	54
17. Segunda repetición del tratamiento T <sub>0</sub> .....	55
18. Segunda repetición del tratamiento T <sub>1</sub> .....	55
19. Segunda repetición del tratamiento T <sub>2</sub> .....	56
20. Primera repetición del tratamiento T <sub>4</sub> .....	56
21. Primera repetición del tratamiento T <sub>6</sub> .....	57
22. Segunda repetición del tratamiento T <sub>9</sub> .....	57

23. Preparación de Vitavax para aplicarlo con la mochila de pulverizar..... 58
24. Pulverización con Vitavax para evitar la chupadera de los plantones de *C. glandulosa*..... 58
25. Labores culturales de riego de los tratamientos de plantones de *C. glandulosa*..... 59

## RESUMEN

El compost es una enmienda orgánica obtenida mediante la descomposición controlada de residuos orgánicos, como el estiércol de distintos animales. El uso de compost en especies forestales ha contribuido a mejorar el desarrollo de plántulas en fase de vivero. La investigación consistió en evaluar el efecto de tres tipos de compost en el crecimiento de plántulas de *Colubrina glandulosa* Perkins (Shaina) en el vivero forestal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Se elaboraron tres tipos de compost a base de estiércol de cuy, de gallina y de ganado; luego, se llenaron bolsas con suelo agrícola mezclado con los tipos de compost en dosis de 10%, 15% y 20%, empleando un DCA con arreglo factorial desbalanceado de 4×4, con nueve tratamientos y un testigo con tres repeticiones cada uno, obteniéndose 600 bolsas con sustrato donde se repicaron plántulas de *C. glandulosa*, previamente germinadas en camas. La aplicación de los tres tipos de compost en distintas dosis tuvo efectos significativos ( $p < 0,001$ ) sobre la altura (cm), diámetro (mm) y número de hojas de los plántulas de *C. glandulosa* durante 105 días de evaluación. El tratamiento T<sub>3</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>) correspondiente al 20% de compost de estiércol de cuy + suelo agrícola, generó el mayor efecto significativo en plántulas de *C. glandulosa*, presentando valores promedio de 26,4 cm, 3,38 mm y 12,8 hojas para la altura, diámetro y número de hojas, respectivamente, durante los 105 días de evaluación en fase de vivero.

**Palabras clave:** shaina, compost, dosis, estiércol de cuy, vivero

## ABSTRACT

The compost was an organic amendment, obtained through the controlled decomposition of organic waste such as manure from distinct animals. The use of compost on forest species has contributed to improving the development of the seedlings during the nursery phase. The research consisted of evaluating the effect of three types of compost on the growth of *Colubrina glandulosa* Perkins (glandular nakedwood) seedlings in a forest nursery at the Universidad Nacional Agraria de la Selva. Three types of compost were elaborated based from guinea pig manure, from chicken manure and from cow manure; later, bags were filled with agricultural soil mixed with the types of compost at doses of 10%, 15% and 20%, using a CRD (DCA in Spanish) with an unbalanced factorial arrangement of 4×4, with nine treatments and a control with three repetitions each. Six hundred bags of substrate were obtained, where *C. glandulosa* seedlings were transplanted that had been previously germinated in seed beds. The application of the three types of compost at distinct doses had significant effects ( $p < 0.001$ ) on the height (cm), diameter (mm) and number of leaves for the *C. glandulosa* seedlings during the 105 days of evaluation. Treatment T<sub>3</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>), corresponding to 20% guinea pig compost + agricultural soil, generated the greatest significant effect on the *C. glandulosa* seedlings, presenting average values of 26.4 cm, 3.38 mm and 12.8 leaves for the height, diameter and number of leaves, respectively, during the 105 days of evaluation for the nursery phase.

**Keywords:** glandular nakedwood, compost, dose, guinea pig manure, nursery

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de agroquímicos en el crecimiento de plántones forestales ha sido una práctica común para mejorar el crecimiento y desarrollo de diversas especies. Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes químicos puede tener efectos negativos sobre la calidad del suelo, reduciendo la biodiversidad microbiana y la capacidad de mineralización de la materia orgánica. Esta situación ha llevado a la búsqueda de alternativas más sostenibles, como el uso de compost y otros abonos orgánicos que permiten mantener la fertilidad del suelo sin comprometer el ecosistema.

El compost es un abono orgánico que se obtiene mediante la descomposición controlada de residuos orgánicos, como restos de cultivos, estiércol y otros materiales biodegradables. Este proceso, conocido como compostaje, da lugar a un material rico en nutrientes y microorganismos que favorecen la regeneración del suelo y mejoran la estructura y capacidad de retención de agua del sustrato. El uso de compost ha ganado relevancia como una alternativa ecológica frente a los agroquímicos, promoviendo una agricultura y silvicultura más sostenibles.

En las especies forestales, el uso de compost ha demostrado ser eficaz para mejorar el desarrollo de plántones en bolsas de almácigo, ya que incrementa la disponibilidad de nutrientes esenciales. Esto favorece el crecimiento temprano y fortalece el sistema radicular de las plantas, permitiéndoles una mejor adaptación al campo definitivo. Además, su uso continuo puede mejorar la estructura del suelo, lo que resulta en una mayor retención de humedad y la disminución de la compactación, aspectos críticos en la supervivencia y desarrollo de los plántones forestales.

En el Perú, la utilización de compost en el crecimiento de especies forestales ha ido ganando importancia, especialmente en la reforestación de áreas degradadas. Aunque aún hay un camino por recorrer en cuanto a su implementación a gran escala, diversas instituciones académicas y gubernamentales han promovido su uso en viveros forestales, lo que ha dado resultados alentadores en la mejora de la calidad de los plántones producidos.

La especie *Colubrina glandulosa* Perkins (Shaina) es de gran relevancia en la provincia de Leoncio Prado debido a su valor ecológico y comercial. Sin embargo, existe poca investigación local sobre el efecto del compost en su crecimiento en vivero. Dado que el compost es una opción viable y ecológica para mejorar la calidad de los plántones.

Por lo antes expuesto, en este estudio se planteó la siguiente interrogante ¿Cuál será el efecto de tres tipos de compost en el crecimiento de plántones de *Colubrina glandulosa* Perkins (Shaina) en el vivero forestal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?, teniendo como hipótesis que los tres tipos de compost tendrán un efecto estadísticamente significativo en el crecimiento de plántones de *Colubrina glandulosa* Perkins (Shaina) en el vivero forestal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### **1.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de tres tipos de compost en el crecimiento de plántones de *Colubrina glandulosa* Perkins (Shaina) en el vivero forestal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### **1.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el efecto de tres tipos de compost en la altura de plántones de *C. glandulosa* Perkins (Shaina)
- b) Determinar el efecto de tres tipos de compost en el diámetro de plántones de *C. glandulosa* Perkins (Shaina).
- c) Determinar el efecto de tres tipos de compost en el número de hojas de plántones de *C. glandulosa* Perkins (Shaina).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Generalidades de *C. glandulosa*

*Colubrina glandulosa* es un árbol de crecimiento rápido que puede alcanzar alturas notables y es valorado por sus características morfológicas y su potencial para la reforestación en áreas degradadas (Araujo, 2023; Hidalgo, 2021; Torres, 2013). Según Hidalgo (2021), esta especie no es caducifolia, generalmente mide entre 30 y 45 m de altura, aunque puede llegar hasta los 50 m, con un DAP de hasta 2 m. El tronco no es recto, sino que se ramifica en los primeros 12 a 18 metros, formando grandes equilibrios. Las copas de los árboles más grandes pueden alcanzar diámetros de hasta 20 m. La corteza es delgada y suave en su juventud, pero al madurar se vuelve escamosa y adquiere un tono canela terroso.

Las plantas juveniles de *C. glandulosa* presentan hojas más grandes en comparación con los árboles adultos, con ramas largas y delgadas, como lo reporta Araujo (2023) y Runco (2018). Las hojas son simples, opuestas o subopuestas, y pueden medir de 5 a 20 cm de largo y de 3 a 10 cm de ancho, con una base cordada y bordes enteros. En cuanto a la floración, las flores son amarillentas, y los frutos son cápsulas triloculares de 0,6 a 0,8 cm, que al madurar se tornan de un marrón oscuro y se abren espontáneamente, según lo mencionado por Salazar (2020). Además, esta especie es de rápido crecimiento, alcanzando hasta 4 metros en dos años bajo condiciones favorables (Torres, 2013).

#### 2.1.2. Características generales de la especie en estudio

##### 2.1.2.1. Clasificación taxonómica

Según Johnston (1971), esta especie presentan la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Equisetopsida C. Agardh
Subclase	: Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	: Rosanae Takht.
Orden	: Rosales Bercht. & J. Presl
Familia	: Rhamnaceae Juss.
Género	: <i>Colubrina</i> Rich. ex Brongn.
Especie	: <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins (1911)

### 2.1.2.2. Características morfométricas

*Colubrina glandulosa* Perkins, comúnmente conocida como "shaina", es una especie de árbol que se distribuye en diversas regiones de América Latina, destacándose por su gran variabilidad morfológica. Sus características estructurales permiten su adaptación a distintos hábitats, siendo una especie de interés para estudios botánicos y ecológicos.

Hidalgo (2021); Johnston (1971) y Runco (2018) describen las siguientes características morfométricas que contribuyen al desarrollo y dispersión de la shaina en los ecosistemas donde se encuentra:

#### a. Altura

La altura de los plántones de shaina puede variar considerablemente en un periodo de 140 días, alcanzando un rango que va desde los 11,94 cm hasta los 21,51 cm. Este crecimiento depende de factores como las condiciones ambientales, la calidad del sustrato, la disponibilidad de nutrientes y las prácticas de manejo, tales como el riego, la iluminación y el control de malezas. En condiciones óptimas, los plántones tienden a mostrar un desarrollo más vigoroso, reflejando el potencial de esta especie para adaptarse y prosperar en diferentes ecosistemas. No obstante, aunque la altura es un buen indicador del crecimiento en campo, no predice la supervivencia.

#### b. Diámetro

El diámetro del tallo es una de las características más importantes para predecir la supervivencia de la planta en campo, ya que refleja la robustez y vigor del plánton. Un mayor diámetro, generalmente superior a 5 mm, confiere a las plantas mayor resistencia al doblamiento y mejor tolerancia frente a plagas y fauna nociva, aunque esta tolerancia puede variar según la especie. En el caso de la shaina, el diámetro puede alcanzar entre 3.16 mm y 4.70 mm en un periodo de 140 días, lo que indica un desarrollo adecuado en las condiciones iniciales de cultivo (Camara et al., 2017; Rodrigues et al., 2020).

#### c. Hojas

Las hojas son subopuestas y estacionalmente caducas, con láminas de forma elíptica a elíptico-ovada o lanceolada, con un tamaño de 7 a 25,5 cm de largo y 20 a 115 mm de ancho, siendo de 1.9 a 4 veces más largas que anchas. La base de las hojas puede ser redondeada, muy superficialmente cordiforme o cuneada, mientras que el ápice es agudo, generalmente poco acuminado o, en raras ocasiones, obtuso. Los márgenes de las hojas son enteros a ligeramente ondulados, con glándulas en los senos poco profundos. En la parte superior, las hojas son generalmente glabras, de color verde oscuro y lustrosas, con las venas

ligeramente impresas; en la parte inferior, presentan un tomento oscuro oxidado, similar al de las ramillas. Las venas secundarias son pinnadas, con 4 a 6 venas camptodómicas cerca de los márgenes, y las terciarias son irregularmente percurrentes.

#### **d. Flores**

Las flores se agrupan en inflorescencias tipo tirso, con una longitud de aproximadamente 5 a 30 mm y de 10 a 50 flores dicotómicas (compuestos de dos cimbras iguales). Los pedúnculos de las inflorescencias son muy cortos, midiendo entre 1 a 7 mm de largo, y están cubiertos de una fina pubescencia. Los pedicelos miden de 1 a 3 mm durante la floración, aunque pueden elongarse hasta alcanzar los 3 a 12 mm en la fase de fructificación. El cáliz de la flor tiene un ancho aproximado de unos 2,5 a 3 mm, con sépalos erectos y también cubiertos de pubescencia. El estilo está dividido en tres partes, las cuales miden entre un cuarto y un tercio de su longitud total, presentándose cortas, afiladas y extendidas.

#### **e. Fruto**

El fruto mide entre 6 y 8 mm de largo, es de color fuscoso o negro, glabro, y tiene forma casi esférica o ligeramente oblonga. Posee una pared bastante gruesa y es superficialmente tricoso. Este fruto presenta dehiscencia explosiva, es decir, se abre rápidamente al madurar. El cáliz permanece adherido al fruto, representando entre dos quintos y un tercio de la longitud de este.

Los frutos de *C. glandulosa* se abren en el árbol cuando están listos para liberar las semillas. Por lo tanto, para su recolección se deben cortar las ramas antes de que los frutos se abran, ya que estos están unidos de manera axilar. Cuando los frutos aún están de color verde brillante, pueden secarse al sol entre 20 y 30 horas para facilitar su apertura, pero es crucial no exceder el secado, ya que esto afecta la viabilidad de las semillas.

#### **f. Semilla**

Las semillas son obovadas, casi orbiculares, de 4-5 mm de largo y 3-4 mm de ancho. Son turgentes, biconvexas, de paredes gruesas, negras y brillantes, con una base dentada. El endospermo blanco tiene lentes laterales más gruesas que los cotiledones amarillentos adyacentes.

#### **g. Germinación**

Se ha evidenciado que las semillas de shaina pueden mantener una capacidad de germinación de hasta el 90% incluso después de cuatro años de almacenamiento, lo que subraya su viabilidad a largo plazo. Asimismo, cada kilogramo de semillas que contiene entre 400,000 y 750,000 unidades puede llegar a tener un costo

aproximado de 200 soles, destaca su relevancia económica dentro de los procesos de producción agrícola y reforestación (Hidalgo, 2021; Runco, 2018).

Para su germinación, las semillas no requieren tratamientos previos, sin embargo, se puede obtener una germinación más uniforme al remojarlas en agua durante 48 horas. Debido a su pequeño tamaño, se recomienda sembrarlas inicialmente en camas de germinación con arena fina o directamente en sacos con sustrato especializado. Por lo general, se utilizan alrededor de 50 gramos de semillas, lo que equivale a aproximadamente 40,000 semillas por metro cuadrado, a una profundidad de entre 0,5 y 1,5 cm. Este proceso de germinación comienza entre los 6 y 8 días, alcanzando su culminación alrededor del día 15, cuando los plántones logran una altura de entre 2 y 3 cm, momento en el que también emergen las primeras hojas verdaderas (Hidalgo, 2021).

Adicionalmente, Hidalgo (2021) y Runco (2018) enfatizan la importancia de llevar a cabo pruebas de germinación bajo condiciones controladas, como la desinfección y el control adecuado de la temperatura. Estas condiciones óptimas no solo favorecen una germinación más efectiva, sino que también pueden elevar los porcentajes de éxito entre un 75% y un 85%, siendo particularmente beneficiosas para especies que requieren una mayor exposición a la luz para su desarrollo adecuado.

### **2.1.2.3. Distribución y ecología**

Se distribuye principalmente en regiones tropicales de América, siendo común en países como Brasil y presente en el Perú, especialmente en la región de San Martín (Araujo, 2023). Esta especie se desarrolla en áreas de baja a mediana elevación, típicamente en climas húmedos o muy húmedos (Runco, 2018; Salazar, 2020). Es habitual encontrarla en bosques secundarios y áreas abiertas, donde se adapta bien a suelos degradados. Según Araujo (2023), *C. glandulosa* deja caer sus hojas durante la estación seca y las renueva al comienzo de la estación lluviosa, floreciendo y fructificando entre diciembre y mayo.

Ecológicamente *C. glandulosa* Perkins pertenece al grupo ecológico de las heliófilas durables, lo que implica que puede coexistir con especies heliófitas efímeras o en estadios sucesionales más avanzados, incluyendo maderas preciosas (Runco, 2018). La shaina, como es comúnmente conocida, es empleada frecuentemente como sombra en cultivos de cacao, junto con otras plantas como *Calycophyllum spruceanum* (capirona), *Inga edulis* (guaba) y *Sikinga wiliamsi* (pucaquiro). Además de proporcionar sombra, estas especies aportan beneficios como la mejora del suelo a través de la fijación de nitrógeno, la supresión de malezas, la prevención de la erosión y el incremento de la capacidad de fijación de carbono (Muñoz, 2014; Torres, 2013).

#### **2.1.2.4. Importancia económica de la shaina**

La shaina es una especie no leguminosa de rápido crecimiento, lo que la convierte en una fuente valiosa de madera de diámetros menores, utilizada principalmente en la construcción de techos, cercas y otros elementos estructurales. Además, esta madera se emplea en zonas rurales y urbanas para la fabricación de vigas, viguetas, caibros, y cercos de protección. En la región del Bajo Mayo destacan que, en solo tres años, las plantaciones de shaina alcanzan hasta 11,20 metros de altura, logrando producir madera en los primeros cinco años para construcciones, y entre los ocho y diez años para postes de alumbrado público. Su versatilidad y rápido crecimiento la hacen una opción atractiva desde el punto de vista económico, aportando tanto a la infraestructura local como a la generación de empleo en comunidades rurales (Salazar, 2020).

#### **2.1.3. Sustrato**

Es cualquier material, distinto del suelo, que proporciona soporte a las raíces de las plantas, cumpliendo una función clave en el ciclo de nutrición mineral. La primera formulación estándar de sustrato data de los años treinta en Inglaterra, combinando turba, arena y fertilizantes. Desde entonces, aunque los componentes base se han mantenido, se han incorporado subproductos y residuos industriales. Los factores que influyen en la selección de los componentes de un sustrato incluyen aspectos económicos (coste, disponibilidad, continuidad, facilidad de mezcla), factores químicos (CIC, nutrientes, pH, esterilidad) y factores físicos (aireación, capacidad de almacenamiento de agua, tamaño de partículas, densidad) (Hidalgo, 2021).

##### **2.1.3.1. Funciones del sustrato**

El sustrato cumple un papel esencial al proporcionar ciertos elementos clave para el desarrollo de las plantas. En primer lugar, debe tener una alta capacidad para retener agua y suministrarla a la planta entre los ciclos de riego. Además, actúa como el medio a través del cual la planta absorbe los nutrientes minerales necesarios para su crecimiento y la realización de sus funciones fisiológicas. Exceptuando el carbono, hidrógeno y oxígeno, las plantas dependen del sustrato para obtener los 13 nutrientes minerales esenciales que requieren para su desarrollo completo (Hidalgo, 2021).

##### **2.1.3.2. Tierra agrícola**

Las propiedades químicas del suelo agrícola muestran un pH fuertemente ácido, con niveles medios de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, y bajos contenidos de  $K_2O$ . Las propiedades de los sustratos afectan el suministro de nutrientes, influenciado por el intercambio de cationes y la acidez del sustrato. La tierra o suelo agrícola

es el sustrato más usado en viveros, y su calidad puede mejorarse combinándolo con materiales que aumenten la porosidad para optimizar el desarrollo radicular. Cabe resaltar la importancia de equilibrar micronutrientes, pH y capacidad de intercambio catiónico para obtener un sustrato ideal (Tabla 1).

**Tabla 1.** Propiedades químicas de la tierra agrícola

<b>Propiedad química</b>	<b>Valor</b>	<b>Nivel</b>
pH	4,55	Fuertemente ácido
M.O. (%)	3,91	Medio
N (%)	0,19	Medio
P (ppm)	13,95	Medio
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )	140,02	Bajo

Fuente: Hidalgo (2021)

### 2.1.3.3. Compost

Hidalgo (2021) indica que el uso de compost ofrece múltiples beneficios para las plantas y el suelo. Entre las ventajas se encuentran su capacidad para proporcionar nutrientes esenciales como nitratos y fosfatos, mejorar la capacidad de intercambio catiónico y proteger el suelo de cambios bruscos en acidez, salinidad y toxicidad de metales pesados. Además, los compost equilibran la erosión provocada por el agua y el viento, proporcionan alimento a organismos beneficiosos, y amortiguan las fluctuaciones de temperatura en la superficie del suelo. También reducen la formación de costras y mejoran la infiltración de agua, contribuyendo a un suelo más saludable y productivo.

### 2.1.3.4. Estiércol

El estiércol es un desecho animal generado durante la digestión de los alimentos. Se estima que entre el 60% y el 80% de los nutrientes consumidos por los animales se excretan en forma de estiércol. La calidad de este residuo orgánico varía según el tipo de alimento que ingieren los animales y el manejo que se le otorgue antes de su aplicación en el suelo. Un adecuado manejo es fundamental para maximizar su valor como fertilizante y asegurar su efectividad en la mejora de las características del suelo (Solorzano, 2024).

### 2.1.3.5. Estiércol de cuy

El estiércol de cuy se utiliza de diversas maneras, especialmente en la producción de fertilizantes orgánicos, gracias a su elevado contenido de nutrientes, particularmente oligoelementos (Tabla 2). Este tipo de estiércol es considerado uno de los

mejores debido a sus ventajas, como la ausencia de olores desagradables, la no atracción de moscas y su presentación en forma de polvo. Es crucial emplear este fertilizante orgánico de manera limpia y eficiente en los cultivos, garantizando que su uso no afecte negativamente al medio ambiente (Solorzano, 2024).

**Tabla 2.** Propiedades químicas del estiércol de cuy

Propiedad química	Valor
M.O. (%)	38
N(%)	1,5
P (%)	0,7
K (%)	1,7

Fuente: Solorzano (2024)

#### 2.1.3.6. Estiércol de gallina

La gallinaza es un abono orgánico ampliamente utilizado que depende de la alimentación y las condiciones de alojamiento de las aves. Proveniente de ranchos en los que las aves están en contacto con el suelo, la gallinaza se compone de una mezcla de estiércol y materiales absorbentes como virutas de madera o paja, los cuales permanecen en el gallinero durante todo el ciclo productivo. Este fertilizante es altamente nutritivo, conteniendo grandes cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio y carbono (Tabla 3), lo que lo convierte en uno de los abonos más completos y eficaces para el suelo (Hidalgo, 2021).

**Tabla 3.** Composición química de la gallinaza

Compuesto	Proporción
N (%)	4,34
P (%)	1,47
Ca (%)	3,20
Mg (%)	0,56
K (%)	2,05
S (%)	1,65
Fe (mg/kg)	412
Cu (mg/Kg)	47
Zn (mg/kg)	338
Mn (mg/kg)	314

Hernández y Cruz (1993) modificado por Hidalgo (2021)

### 2.1.3.7. Estiércol de ganado o vacuno

El estiércol vacuno es una mezcla de excretas sólidas y líquidas junto con el material de cama utilizado por los animales, que ha pasado por un proceso de fermentación parcial. Durante este proceso, se puede recuperar aproximadamente el 75% del nitrógeno, el 80% del fósforo, el 90% del potasio y el 50% de la materia orgánica ingerida por el animal (Tabla 4), lo que lo convierte en un recurso valioso para la fertilización de suelos debido a su alto contenido de nutrientes esenciales.

**Tabla 4.** Propiedades químicas del estiércol de vacuno

Propiedad química	Valor
M.O. (%)	25-30
N (%)	1-3
P (ppm)	0,2-1
K (%)	1 – 4
Ca (%)	1,5 – 5,0
Mg (%)	0,4 – 1,2
Na (%)	0,3 – 3,0

Fuente: Solorzano (2024)

## 2.2. Estado del arte

### 2.2.1. Internacionales

En Río de Janeiro, Brasil, Camara et al. (2017) determinaron que al producir plantones de *Colubrina glandulosa* Perkins en un sustrato (T<sub>8</sub>) constituido por estiércol bovino (20%), tierra de horizonte A (60%), arena (10%) y vermiculita (10%), con hongos micorrícicos arbusculares (arbuscular mycorrhizal fungi o AMF por sus siglas en inglés) como *Rhizophagus clarum* Becker & Gerdemann, *Gigaspora margarita* Becker & Hall, y *Dentiscutata heterogama*, en 115 días se obtuvieron plantones con una altura de 11,94 cm, un diámetro de 3,16 mm, materia seca de raíz (MSR) de 1,21 g, y un índice de calidad de Dickson de 0,53. Por otro lado, los plantones con mayor materia seca de parte aérea (MSPA), con un promedio de 1,50 g, se obtuvieron en el tratamiento T<sub>6</sub>, donde no se empleó arena. Además, el tratamiento T<sub>1</sub> (20% estiércol bovino y 80% tierra de horizonte A) produjo la mayor relación MSPA/MSR, con un promedio de 2,56. Finalmente, el mayor porcentaje de colonización radicular (39%) se presentó en el tratamiento T<sub>5</sub>, compuesto por estiércol bovino (20%), tierra de horizonte A (60%), vermiculita (20%) y sin inoculación de hongos micorrícicos arbusculares.

Asimismo, en Rio de Janeiro, Brasil, Rodrigues et al. (2020) señalaron que la inoculación de AMF como *D. heterogama*, *G. margarita* y *R. clarus* sobre semillas pregerminadas de *C. glandulosa* Perkins, en 140 días produce plantones con altura de  $21,51 \pm 4,46$  cm, diámetro de cuello de  $4,70 \pm 0,78$  mm, biomasa seca de la parte aérea (SDM) de  $3,09 \pm 1,17$  g, masa seca radicular (RDM) de  $1,28 \pm 0,41$  g, biomasa seca total (TDM) de  $4,3 \pm 1,51$  g y Relación SDM/RDM de  $2,42 \pm 0,63$ . No obstante, el tratamiento que tuvo solo la inoculación *R. clarus* produce significativamente ( $p < 0,05$ ) plantones con un mejor Índice de calidad de Dickson y la tasa porcentual de colonización por los AMF con medias de  $0,62 \pm 0,20$  y 20 respectivamente.

Posteriormente, Rodrigues et al. (2021) reportaron que los plantones de *C. glandulosa* Perkins producidos en sustrato con 0% de graba y con inoculación de hongos micorrízicos arbusculares (+AMF) como *G. margarita*, *R. clarus* y *D. heterogama*, a los 120 días después del trasplante presentaron un mejor promedio de altura de 9,25 cm, un diámetro promedio de 3,57 mm; biomasa seca de la parte aérea (DMS) de 1,67 g; biomasa seca de las raíces (DMR) fue de 1,06 g; índice de área foliar (LAI) de 131,10 cm<sup>2</sup> y la mayor tasa de colonización de las raíces por hongos micorrízicos arbusculares (COL%) con una media de 14% .

También en Rio de Janeiro, Brasil, Monteiro et al. (2021) investigaron el efecto de la aplicación de estiércol bovino (BM), suelo del horizonte A (SAH); compost de restos de poda urbana (CP) y vermiculita (V) en distintas proporciones como sustrato de plantones de *Colubrina glandulosa* Perkins. Después de 120 días de evaluación, obtuvieron los mejores plantones de *C. glandulosa* con una altura de 19,65 cm, diámetro de 5,83 mm, masa seca de la parte aérea (SDM) de 6,20 g, masa seca de las raíces (RDM) de 2,15 g, masa seca total (TDM) de 7,30 g e Índice de calidad de Dickson de 1,30 con la aplicación del tratamiento T<sub>3</sub> (20:60:0:20 de BM:SAH:CP:V). Por otro lado, el tratamiento T<sub>5</sub> (10:70:10:10 de BM:SAH:CP:V) mostró un mejor efecto sobre la relación altura/diámetro y relación SDM/RDM con valores promedio de 2,89 y 6,94 respectivamente.

### 2.2.2. Nacionales

En Lamas, San Martín, Hidalgo (2021) reportó que la aplicación de una mezcla de suelo agrícola, cascarilla compostada y gallinaza (4-2-1) como sustrato de plantones de *C. glandulosa* Perkins tuvo un efecto estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ) en la longitud de raíz, obteniendo plantones con un promedio de 19,43 cm. Sin embargo, aunque encontró diferencias estadísticamente significativas en parámetros morfológicos como el diámetro (1.75 mm), la altura (12,31 cm) y el número de hojas (6,23), los valores obtenidos en los tratamientos

no superaron al del grupo control o testigo ( $T_0$ ), donde solo se aplicó suelo agrícola como sustrato. Además, señaló que el pH, fósforo y potasio presentaron valores más altos en comparación con los de la tierra negra.

### 2.2.3. Locales

En el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria - Puerto Sungaro (CIPTALD), Huánuco, Torres (2013) señaló que al emplear el sustrato del tratamiento  $T_1$ , compuesto por tierra agrícola (57,2%), aserrín (28,6%) y Bokashi (14,2%), en plántones de *C. glandulosa* Perkins, se obtuvieron efectos estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) en su altura y número de hojas, con valores promedio de  $31,10 \pm 0,68$  cm y  $12 \pm 0,16$  hojas, respectivamente. Por otro lado, el tratamiento  $T_3$  (2-1-1,5) fue el que mostró el mejor efecto en el diámetro basal del tallo de *C. glandulosa*, con un promedio de  $3,40 \pm 0,11$  mm.

En Tingo María, Huánuco, Runco (2018) reportó que la aplicación de un biofertilizante elaborado con microorganismos eficientes, en una dosis de 1380 ml ( $T_5$ ), sobre plántones de *C. glandulosa* Perkins, produjo un efecto estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ) en su altura, diámetro y biomasa aérea, con valores promedio de 48,52 cm, 3,57 cm y 1,476 g, respectivamente. Además, con esta misma dosis se obtuvo un Índice de calidad de Dickson promedio de 0,17. Sin embargo, los plántones del grupo control ( $T_0$ ) presentaron un mayor índice de robustez (13,25) y una mayor relación altura/longitud de raíz (4,28). Por otro lado, el biofertilizante no tuvo un efecto significativo en la biomasa radicular de los plántones de *C. glandulosa*.

En Luyando, Huánuco, Salazar (2020) determinó que el sustrato a base de roca fosfórica, compost y fertilizante inorgánico 20-20-20, en proporciones de 100, 1000 y 80 g, tuvo efectos estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) sobre la altura, el diámetro del tallo, el diámetro de copa y la mortalidad de plántones de *C. glandulosa* Perkins, obteniendo valores promedio de  $92,48 \pm 13,05$  cm,  $11,35 \pm 2,00$  cm y  $52,55 \pm 9,09$  cm, respectivamente. Por otro lado, no se observó significancia en la robustez de los plántones, obteniendo un valor de hasta  $8,21 \pm 0,97$  a los 150 días con la aplicación de dolomita como sustrato.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

##### **3.1.1. Ubicación política**

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, el cual se encuentra políticamente ubicado en la ciudad de Tingo María, en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y región Huánuco.

##### **3.1.2. Ubicación geográfica**

La instalación del experimento se realizó en las camas del Vivero Forestal, ubicado geográficamente ubicado en las coordenadas 390224,73 m E y 8970721.15 m S, según el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM). Además, se sitúa a una altitud de 661 m.s.n.m. dentro del área correspondiente al empalme de la hoja 19-k (Tingo María) de la Carta Nacional elaborada por el Instituto Geográfico Nacional.

##### **3.1.3. Clima**

El vivero presenta una temperatura mínima de 19,2°C, máxima de 29,4°C y una media de 24,3°C. Además, se encuentra a una altitud de 660 m.s.n.m., y cuenta con una precipitación media anual de 3300 mm y hasta un 87% de humedad relativa (Estación Climática Principal Tingo María, 2018).

##### **3.1.4. Zona de vida**

Holdridge (1987) ubica a Tingo María en la zona de vida de formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT) y de acuerdo con las regiones naturales del Perú se encuentra en la selva alta o Rupa Rupa.

#### **3.2. Materiales y equipos**

##### **3.2.1. Materiales biológicos**

Semillas de shaina (*C. glandulosa* Perkins).

##### **3.2.2. Materiales de campo**

Machete, pala, regadera, malla raschel, bolsas de polietileno de 5 × 8, wincha de 5 m, regla graduada, plástico transparente de 26×2 m, plástico negro, etiquetas, cartel de investigación, libreta de apuntes, lapicero, plumón indeleble, tijera y registro de evaluación.

##### **3.2.3. Insumos**

Suelo agrícola, aserrín, microorganismos eficientes, estiércol de cuy, estiércol de gallina, estiércol de ganado, cal agrícola y vitax.

### 3.2.4. Equipos

Cámara fotográfica, vernier digital y mecánico, balanza electrónica y GPS.

### 3.2.5. Programas

Microsoft Office vers. 2019 (Word, Excel y Power Point), RStudio (vers. 2022.07.1).

## 3.3. Metodología

### 3.3.1. Tipo y nivel de investigación

#### 3.3.1.1. Tipo de investigación

Aplicado, porque se recorrió a las ciencias forestales y biológicas para solucionar el problema del efecto de la aplicación de tres tipos de compost en la producción de plántones de *C. glandulosa* Perkins en Tingo María.

#### 3.3.1.2. Nivel de investigación

Experimental, porque se buscó determinar el efecto de la manipulación de la variable independiente (tipos de compost) sobre la variable dependiente (propiedades morfométricas de los plántones) en un ambiente controlado (a nivel de vivero) (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

### 3.3.2. Población y muestra

#### 3.3.2.1. Población

La población estuvo compuesta por los 600 plántones de *C. glandulosa* existentes en el Vivero Forestal de la UNAS, Tingo María, 2024.

#### 3.3.2.2. Muestra

Se tomó como muestra, 10 plántones de obtenidos de cada unidad experimental instalada en el Vivero Forestal de la UNAS, Tingo María, 2024.

**Muestreo:** El tipo de muestreo fue aleatorio simple, porque cualquiera de los plántones de shaina pudieron ser seleccionados en la muestra (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

### 3.3.3. Variables de estudio

#### a) Variable dependiente

Y = Propiedades morfométricas de *C. glandulosa*

#### b) Variable independiente

##### Factor A: Tipos de compost

a<sub>1</sub> = Sin compost

a<sub>2</sub> = Compost de estiércol de cuy

a<sub>3</sub> = Compost de estiércol de gallina

$a_4$  = Compost de estiércol de ganado

### Factor B: Dosis de compost

$b_1$  = 10%

$b_2$  = 10%

$b_3$  = 15%

$b_4$  = 20%

### 3.3.4. Diseño de investigación

#### 3.3.4.1. Tipo de diseño

En la investigación se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial desbalanceado de  $4 \times 4$ , ya que se ejecutó en condiciones controladas de un vivero (Tabla 5). Se empleó 9 tratamientos ( $T_1, T_2, T_3, \dots$  y  $T_9$ ) y un testigo ( $T_0$ ) con 3 repeticiones por tratamiento (Tabla 5). Para el  $T_1, T_2$  y  $T_3$  (tratamientos con aplicación de SA + CC) se consideró suelo agrícola más una dosis de compost elaborado a base de estiércol de cuy, en proporciones de 10, 15 y 20% respectivamente. Para el  $T_4, T_5$  y  $T_6$  (tratamientos con aplicación de SA + CGL) se consideró suelo agrícola más una dosis de compost elaborado a base de estiércol de gallina, en proporciones de 10, 15 y 20% respectivamente. Para el  $T_7, T_8$  y  $T_9$  (tratamientos con aplicación de SA + CG) se consideró suelo agrícola más una dosis de compost elaborado a base de estiércol de ganado, en proporciones de 10, 15 y 20% respectivamente. Para el testigo se utilizó suelo agrícola sin compost. Por lo tanto, cada unidad experimental (repetición) estuvo constituida por 20 plantones, por lo que se tuvo un total de 600 plantones de shaina a evaluar.

**Tabla 5.** Características de los tratamientos

Tratamiento		Descripción de tratamientos	
Nº	Clave	Dosis	Sustratos
$T_0$	-	0%	Suelo agrícola sin compost
$T_1$	$a_1b_1$	10%	Compost de estiércol de cuy + Suelo agrícola
$T_2$	$a_1b_2$	15%	Compost de estiércol de cuy + Suelo agrícola
$T_3$	$a_1b_3$	20%	Compost de estiércol de cuy + Suelo agrícola
$T_4$	$a_2b_1$	10%	Compost de estiércol de gallina + Suelo agrícola
$T_5$	$a_2b_2$	15%	Compost de estiércol de gallina + Suelo agrícola
$T_6$	$a_2b_3$	20%	Compost de estiércol de gallina + Suelo agrícola
$T_7$	$a_3b_1$	10%	Compost de estiércol de ganado + Suelo agrícola
$T_8$	$a_3b_2$	15%	Compost de estiércol de ganado + Suelo agrícola
$T_9$	$a_3b_3$	20%	Compost de estiércol de ganado + Suelo agrícola

### 3.3.4.2. Características del campo experimental

#### A. Tratamientos

a) Número de tratamientos	: 10
b) Número de plantas/tratamiento	: 60
c) Número de plantas evaluadas/tratamiento	: 10
d) Número de plantas/U.E.	: 20
e) Largo de cada U.E.	: 0,50 m
f) Ancho de cada U.E.	: 0,50 m
g) Área de tratamientos	: 0,25 m <sup>2</sup>

#### B. Repeticiones

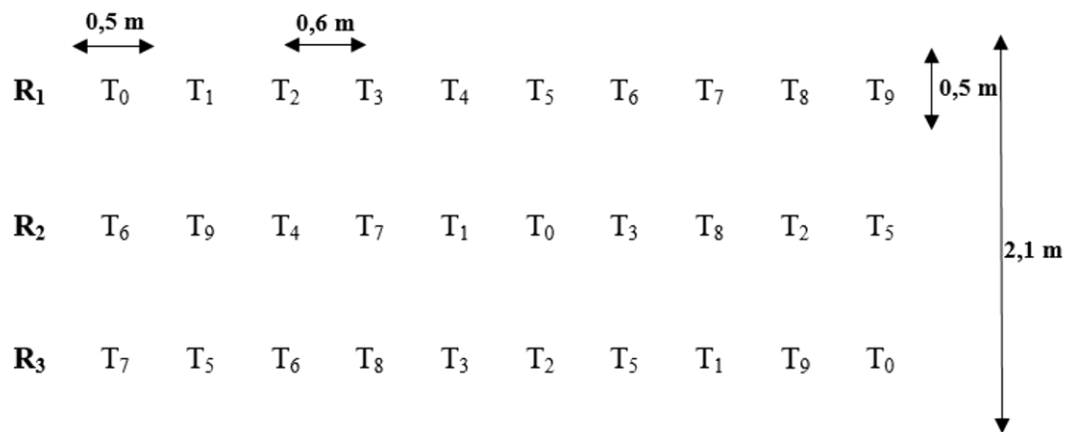
a) Número de repeticiones	: 3
b) Largo de cada repetición	: 10,40 m
c) Ancho de cada repetición	: 0,50 m
d) Área de repetición	: 5,25 m <sup>2</sup>

#### C. Parcela

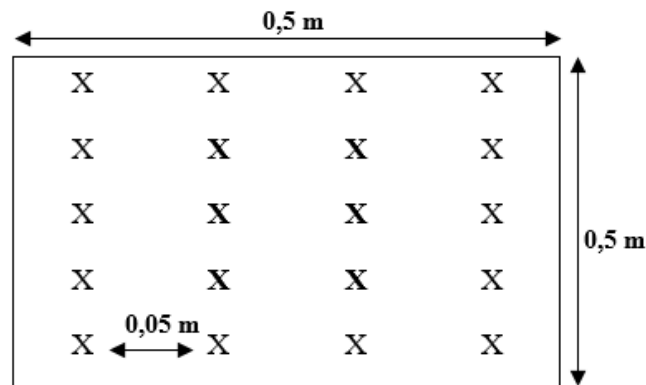
a) Número total de plantas	: 600
b) Número total de plantas evaluadas	: 300
c) Espacio entre tratamientos	: 5 cm
d) Espacio entre U.E.	: 0,60 m
e) Espacio entre repeticiones	: 0,30 m
f) Largo de parcela	: 10,40 m
g) Ancho de parcela	: 2,10 m
h) Área de parcela	: 21,84 m <sup>2</sup>

### 3.3.4.3. Croquis del experimento

El croquis del experimento estuvo de acuerdo con el diseño experimental (Figura 1), así como el croquis de evaluación de cada unidad experimental (Figura 2), los croquis se muestran a continuación:



**Figura 1.** Croquis del campo experimental



**Figura 2.** Croquis de unidad experimental de un tratamiento

### 3.3.5. Técnicas e instrumento de recolección de datos

#### 3.3.5.1. Para la revisión bibliográfica

##### A. Técnicas bibliográficas

a) Revisión y compilación de fuentes bibliográficas especializadas, incluyendo artículos científicos y tesis de repositorios institucionales.

b) Análisis crítico de la información recopilada para la construcción de la revisión de literatura de la investigación.

##### B. Instrumentos bibliográficos

a) Fichas bibliográficas: Contienen información sobre autoría, año, título, edición, lugar de publicación, editorial, número de páginas y observaciones adicionales.

b) Fichas de contenido: Integran síntesis, extractos textuales y anotaciones críticas de las fuentes consultadas.

### 3.3.5.2. Para las actividades de campo

#### A. Técnicas de campo

- a) Observación in situ de los plantones
- b) Medición de las características morfométricas

#### B. Instrumentos de campo

- a) Libreta de campo
- b) Formato de registro de características morfométricas

### 3.3.5.3. Para el análisis estadístico

#### A. Técnicas estadísticas

Se empleó la estadística descriptiva para la presentación de datos mediante figuras y tablas que muestren el efecto de la aplicación de los tipos de compost sobre las características morfométricas de *C. glandulosa*.

#### B. Instrumentos estadísticos

El procesamiento de datos se realizó mediante el software RStudio vers. 2024.12.1, el cual permitió analizar los datos de acuerdo con los objetivos establecidos.

### 3.3.6. Determinación del efecto de tres tipos de compost en la altura total, diámetro del tallo y número de hojas de plantones de *C. glandulosa* Perkins (Shaina) en el vivero forestal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

#### A. Elaboración de tipos de compost

##### a) Compost de estiércol de cuy

Se acondicionó una pila de 40 kg de estiércol de cuy mezclado con 20 kg de aserrín, a la cual se le inoculó 1000 ml de una dilución (2:1) de microorganismos eficientes (EM) y agua, con el fin de acelerar la descomposición y mejorar la calidad del compost. Con la ayuda de una pala esta pila fue volteada cada 3 días durante la primera semana, y posteriormente, cada 7 días hasta completar un periodo de 60 días, además se midió la temperatura (°C) y pH para garantizar así una adecuada maduración del compost.

##### b) Compost de estiércol de gallina

Para la elaboración de compost a partir de estiércol de gallina, se empleó 40 kg de este material y 20 kg de aserrín. A esta cantidad, se le añadió 1000 ml de EM y agua diluidos en una proporción de 2:1. La pila de compost se volteó cada 3 días durante la primera semana para asegurar una aireación adecuada y favorecer la actividad de los microorganismos. Después de la primera semana, los volteos se realizaron cada 7 días hasta completar 60 días, periodo en el cual también se midió la temperatura (°C) y pH.

### **c) Compost de estiércol de ganado**

Se empleó 40 kg de estiércol de ganado y 20 kg de aserrín, a los cuales se les inoculó 1000 ml de una dilución de EM y agua en 2:1 respectivamente. La pila de compost se volteó cada 3 días durante la primera semana y, posteriormente, cada 7 días hasta completar un periodo de 60 días, además se midió la temperatura (°C) y pH con el fin de asegurar que el compost producido alcance la madurez adecuada.

### **B. Germinación de semillas de shaina**

Para la obtención de plántones, se adquirió las semillas de shaina y luego se germinó en camas de almacigo con las siguientes dimensiones 1×1,5×10 cm, donde se empleó como único sustrato la arena. Después de un mes de germinación, se seleccionó los plántones con mejor altura y diámetro, teniendo en cuenta que todas deben ser uniformes presentar buen vigor, con ausencia de enfermedades, plagas o daño físico (Hidalgo, 2021).

### **C. Preparación del sustrato**

Para la preparación del sustrato, se mezcló suelo agrícola con distintas proporciones de compost elaborado según cada tratamiento, considerando que cada bolsa deberá contener aproximadamente 800 g de sustrato aproximadamente. El tratamiento T<sub>0</sub> consistió en un 100% de suelo agrícola. Para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, incluyó un 10, 15 y 20% de compost de estiércol de cuy, respectivamente, completando el peso restante con suelo agrícola. Los tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> siguieron la misma proporción (10, 15 y 20%) pero utilizando el compost de estiércol de gallina. Finalmente, los tratamientos T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub> y T<sub>9</sub> emplearon compost de estiércol de ganado en las proporciones señaladas, también complementando con suelo agrícola.

### **D. Llenado de bolsas**

En bolsas de polietileno de 5" × 8", se llenaron los sustratos previamente preparados hasta alcanzar su capacidad total, aplicando golpes ligeros y presión para asentar y homogeneizar el sustrato. Se llenó una bolsa por cada unidad experimental, obteniendo un total de 200 bolsas, las cuales fueron trasladadas a las camas de repique. Posteriormente, las bolsas fueron desinfectadas utilizando Vitax para asegurar la sanidad del sustrato y prevenir posibles enfermedades.

### **E. Repique de los plántones**

Los plántones seleccionados se retiraron de la cama germinadora sujetándolas cuidadosamente desde el cuello del tallo, evitando dañar las hojas. Fue fundamental regar los plántones 24 horas antes del proceso de repique y se realizó la extracción durante las horas de la mañana para reducir el estrés hídrico. Posteriormente, con la ayuda de

una estaca de 25 cm, se hizo un agujero de 2,5 cm de profundidad en el centro de la bolsa. La plántula se colocó de forma vertical en el agujero, presionando suavemente cerca de las raíces para asegurar el contacto adecuado del sustrato con la parte radicular. Por último, las camas de cría se cubrieron con plástico transparente de 13×2 m para evitar las precipitaciones y a medida que la época lluviosa fue bajando se procedió al retiro.

#### **F. Labores silviculturales**

Con el fin de optimizar la calidad de los plántones, al cumplirse el primer mes después del repique, se ajustó tanto la iluminación como la ventilación, asegurando que las plantas reciban estas condiciones durante 8 horas diarias. Este control permitió tener las condiciones para un crecimiento más uniforme y robusto, favoreciendo el desarrollo adecuado de los plántones y mejorando su adaptación al entorno. Asimismo, se realizaron las siguientes actividades silviculturales:

##### **a) Control de malezas**

De forma manual se procedió a eliminar las hierbas o malezas que emerjan tanto en la cama germinadora como en las bolsas de almácigo, con el objetivo de evitar la competencia por espacio y nutrientes con los plántones cultivados.

##### **b) Control de plagas**

Se aplicó cal alrededor de las camas de almácigo para prevenir la infestación de *Achatina fulica* (caracol africano) en los plántones de shaina.

##### **c) Riego**

Se realizó el riego de forma manual durante la mañana, utilizando un regadero. Fue importante asegurarse de que no se acumule exceso de agua en las bolsas de polietileno, ya que esto podría afectar la salud de los plántones y provocar problemas como la pudrición de las raíces.

#### **G. Evaluación de las características morfométricas**

Los indicadores para evaluar se determinaron cada dos semanas durante tres meses y medio, por lo tanto, en la investigación se realizaron siete evaluaciones de las siguientes características morfométricas de los plántones:

##### **a) Altura total (cm)**

Se midió la altura total de cada plánton utilizando una regla graduada, tomando la medida desde la parte basal hasta la parte apical.

##### **b) Diámetro del tallo (mm)**

Con la ayuda del vernier digital, se midió el diámetro del tallo a la altura del cuello de la planta, aproximadamente a unos 4 cm de la base.

### c) Número de hojas

Se realizó un conteo del número de hojas presentes en cada planta para evaluar su desarrollo.

#### 3.3.7. Análisis estadísticos

Para el análisis de los datos de las características morfométricas se empleó el Análisis de Varianza (ANOVA) con un 95% de nivel de confianza, además se aplicó un test de rangos múltiple de Tukey al 95% (Tabla 6).

El modelo aditivo lineal de esta etapa fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Donde:

$Y_{ijk}$  : Variable respuesta observada en el plantón aplicado con el  $i$ -ésimo tipo de compost (Factor A),  $j$ -ésima dosis (Factor B) y  $k$ -ésima repetición

$\mu$  : Efecto de la media general

$\alpha_i$  : Efecto de la  $i$ -ésimo tipo de compost

$\beta_j$  : Efecto del  $j$ -ésimo dosis de compost

$(\alpha\beta)_{ij}$  : Efecto de la interacción entre la  $i$ -ésimo tipo de y la  $j$ -ésima dosis

$\varepsilon_{ijk}$  : Efecto aleatorio del error experimental

Para:

$i = 1, 2, 3$  : Tipos de compost

$j = 1, 2, 3$  : Dosis de compost

$k = 1, 2, 3$  : Repeticiones

**Tabla 6.** Esquema del análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variación	Fórmula
Tratamientos	ab-1
Factor A	a-1
Factor B	b-1
Interacción AB	(a-1)(b-1)
Error experimental	ab(n-1)
<b>Total</b>	<b>abn-1</b>

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Determinación del efecto de tres tipos de compost en la altura de plantones de *C. glandulosa* Perkins (Shaina)

Según el análisis de varianza (Tabla 7), el tipo de compost (factor A) tuvo un efecto altamente significativo ( $p < 0,001$ ) sobre la altura de los plantones de *C. glandulosa* desde los 30 días de evaluación, manteniéndose esta tendencia en el nivel de significancia hasta los 105 días, mientras que las diferencias no fueron significativas en los primeros 15 días. Este comportamiento indica que la respuesta de crecimiento en la altura de los plantones de *C. glandulosa* estuvo influenciada por el tipo de compost empleado.

Por otro lado, la dosis de compost (factor B) mostró un efecto significativo a partir de los 45 días ( $p < 0,05$ ), alcanzando un efecto altamente significativo ( $p < 0,001$ ) entre los 60 y 75 días (Tabla 7), lo que sugiere que el aumento de la dosis de compost genera diferencias detectables en el crecimiento de los plantones, posiblemente una vez que los nutrientes orgánicos inician su proceso de mineralización. Además, la interacción entre factores (A×B) fue significativa desde los 15 días ( $p < 0,01$ ) y se mantuvo durante todo el periodo de evaluación, con valores altamente significativos ( $p < 0,001$ ) en los días 15, 30, 75 y 105 (Tabla 7), indicando que la respuesta de los plantones dependió de la combinación de ambos factores, lo cual sugiere una interacción sinérgica entre el tipo de compost y la dosis de compost.

**Tabla 7.** Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) de la altura (cm) de plantones de *C. glandulosa* entre 15 y 105 días de evaluación

Evaluaciones	Fuentes de variación			Nivel de significancia		
	Valor del F calculado			A	B	A × B
	A	B	A × B			
15 días	2,247	1,966	4,046	.	NS	**
30 días	13,057	2,201	7,442	***	NS	***
45 días	25,720	4,444	9,714	***	*	***
60 días	6,931	9,232	3,932	***	***	**
75 días	32,703	22,617	16,240	***	***	***
90 días	45,827	4,350	4,219	***	*	**
105 días	63,857	5,328	12,299	***	**	***

A: Tipo de compost; B: Dosis de compost; \*:  $\alpha = 0,5$ ; \*\*:  $\alpha = 0,01$ ; \*\*\*:  $\alpha = 0,001$ ; NS: No significativo

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Monteiro et al. (2021), quienes también reportaron efectos significativos ( $p < 0,05$ ) en la altura de plántulas de *C. glandulosa* al evaluar sustratos con distintas proporciones de estiércol bovino, suelo y vermiculita. En ambos casos, la aplicación de materia orgánica animal generó respuestas significativas en la altura, atribuible a la presunta influencia de la composición orgánica del sustrato sobre el desarrollo inicial de *C. glandulosa*. No obstante, las diferencias en el grado de significancia observadas entre las evaluaciones podrían estar relacionadas con los diferentes tipos de compost aplicados, los cuales tienen diferentes niveles de mineralización y contenido de nutrientes.

De acuerdo con la prueba de Tukey (Tabla 8), se observó que el compost elaborado a base de estiércol de cuy ( $a_2$ ) presentó el mejor efecto sobre la altura de las plántulas de *C. glandulosa* desde los 60 días con un promedio de 15,5 cm, siendo superado a los 90 días por el compost de estiércol de ganado ( $a_4$ ) con un promedio de 22,2 cm, ambos estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ), para finalmente, a los 105 días, volver a presentar la mayor altura promedio con un valor de 24,3 cm, convirtiéndose en el tipo de compost más efectivo para promover el crecimiento en altura. En contraste, el menor promedio se obtuvo con los sustratos que no tuvieron compost de ningún tipo presentando una media de 19,1 cm a los 105 días de evaluación. El mejor desempeño del compost de estiércol de cuy podría explicarse por su contenido de fósforo (2,349%) y potasio (3,083%), nutrientes esenciales para la división celular y la elongación de los tejidos vegetales.

Respecto a la dosis de compost, se observó que 20% de compost ( $b_4$ ) presentó el mejor efecto sobre la altura, a partir de la evaluación realizada a los 75 días con un valor promedio de 19,1 cm, hasta alcanzar los 24,4 cm en la evaluación realizada a los 105 días, valor que es estadísticamente diferente ( $p < 0,05$ ) con los sustratos sin dosis de compost ( $b_1$ ) que alcanzaron un valor de 19,1 cm en la última evaluación (Tabla 8). Este resultado evidencia que un mayor porcentaje de compost en el sustrato mejora su estructura física y retención de humedad, incrementando la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio, lo cual promueve el crecimiento de los tallos de plántulas de *C. glandulosa*. Sin embargo, dosis superiores al 20% podrían generar saturación de sales y compactación, lo que afectaría la aireación y el drenaje del sustrato.

**Tabla 8.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para la altura (cm) de plantones de *C. glandulosa* por efecto del tipo y dosis de compost entre 15 y 105 días de evaluación

Factores	Evaluaciones																				
	15 días			30 días			45 días			60 días			75 días			90 días			105 días		
	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo
Tipo de compost	a1	10,8	a	a1	11,7	a	a1	12,6	a	a2	15,5	a	a2	19,1	a	a4	22,2	a	a2	24,3	a
	a2	10,7	a	a2	11,6	a	a2	12,6	a	a3	14,9	b	a3	18,1	b	a2	22,0	ab	a4	24,0	ab
	a3	10,5	a	a3	11,0	b	a3	11,6	b	a4	14,6	b	a4	17,7	b	a3	21,3	b	a3	23,4	b
	a4	10,3	a	a4	10,8	b	a4	11,3	b	a1	14,3	b	a1	15,4	c	a1	17,5	c	a1	19,1	c
Dosis	b1	10,8	a	b1	11,7	a	b1	12,6	a	b2	15,4	a	b4	19,1	a	b4	22,3	a	b4	24,4	a
	b4	10,6	a	b2	11,3	a	b2	12,1	ab	b3	15,2	a	b2	18,6	a	b2	21,7	ab	b2	23,7	ab
	b2	10,5	a	b4	11,1	a	b3	11,7	bc	b4	14,4	b	b3	17,3	b	b3	21,5	b	b3	23,6	b
	b3	10,3	a	b3	11,0	a	b4	11,6	c	b1	14,3	b	b1	15,4	c	b1	17,5	c	b1	19,1	c
Tipo de compost × Dosis	a2b4	11,2	a	a2b4	12,1	a	a2b4	13,0	a	a2b4	15,6	a	a2b4	19,6	a	a2b4	23,4	a	a2b4	26,4	a
	a1b1	10,8	ab	a1b1	11,7	ab	a1b1	12,6	ab	a2b2	15,6	a	a2b3	19,3	a	a4b2	22,5	ab	a4b2	24,4	b
	a4b2	10,7	ab	a4b2	11,5	ab	a2b3	12,5	ab	a4b2	15,4	ab	a4b2	19,2	a	a4b3	22,1	ab	a4b3	23,9	b
	a3b3	10,6	ab	a2b3	11,4	ab	a2b2	12,2	abc	a2b3	15,3	ab	a4b4	18,9	ab	a4b4	22,0	ab	a4b4	23,7	b
	a3b2	10,5	ab	a2b2	11,3	abc	a4b2	12,2	abc	a3b3	15,2	ab	a3b4	18,7	ab	a3b4	21,6	b	a3b2	23,6	b
	a3b4	10,4	ab	a3b2	11,1	bc	a3b2	11,8	bcd	a3b2	15,2	ab	a2b2	18,5	ab	a2b2	21,2	b	a2b3	23,4	b
	a2b3	10,4	ab	a3b3	11,1	bcd	a3b3	11,5	cd	a4b3	15,0	ab	a3b2	18,1	ab	a2b3	21,2	b	a3b3	23,4	b
	a2b2	10,4	ab	a3b4	10,9	bcd	a3b4	11,4	cd	a1b1	14,3	bc	a3b3	17,6	b	a3b2	21,2	b	a2b2	23,2	b
	a4b4	10,2	b	a4b3	10,5	cd	a4b3	11,2	de	a3b4	14,2	bc	a1b1	15,4	c	a3b3	21,1	b	a3b4	23,2	b
	a4b3	10,0	b	a4b4	10,3	d	a4b4	10,4	e	a4b4	13,5	c	a4b3	15,0	c	a1b1	17,5	c	a1b1	19,1	c

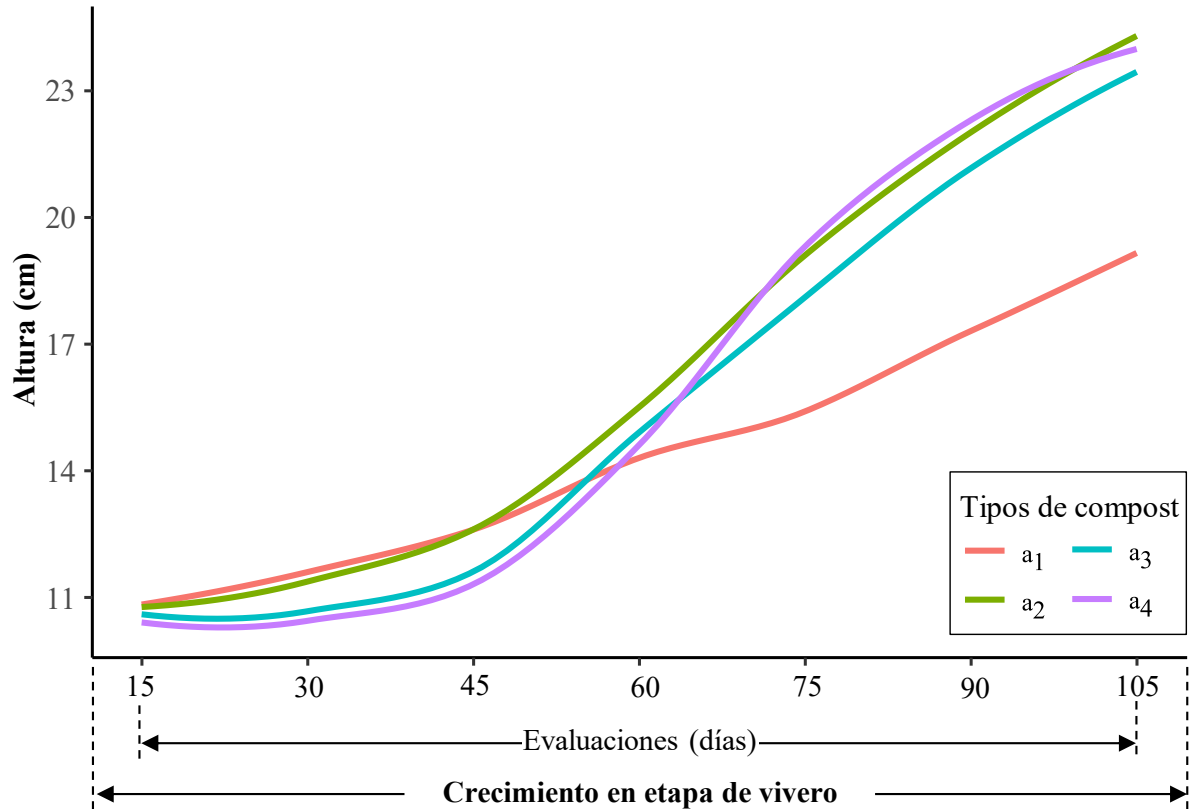
Los promedios seguidos de letras diferentes indican diferencia significativa, mediante la prueba paramétrica de Tukey ( $p < 0,05$ ). a1: Sin compost; a2: Compost de estiércol de cuy; a3: Compost de estiércol de gallina; a4: Compost de estiércol de ganado; b1: Sin dosis; b2: 10%; b3: 15%; b4: 20%

Asimismo, la prueba de Tukey en la interacción entre tipo y dosis de compost indica que el tratamiento  $T_3$  ( $a_2b_4$ ), correspondiente al sustrato al 20% de compost de estiércol de cuy + suelo agrícola, presentó los mayores promedios de altura durante todas las evaluaciones, con valores que oscilaron entre 11,2 cm a los 15 días y 26,4 cm a los 105 días (Tabla 8). Además, se evidencia que este tratamiento ( $T_3$ ) fue estadísticamente superior al resto, mostrando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) respecto al tratamiento testigo  $T_0$  ( $a_1b_1$ ), el cual registró el menor promedio (19,1 cm) (Tabla 8). Estos resultados superan a lo reportado por Hidalgo (2021) y Monteiro et al. (2021), quienes obtuvieron alturas promedio de 12,31 y 19,65 cm, respectivamente. Esta diferencia puede explicarse por la mayor disponibilidad de fósforo y potasio que aporta el compost de estiércol de cuy utilizado en el presente estudio, en comparación con el estiércol de bovino y gallina empleados por los otros autores. Estos elementos son esenciales para la expansión celular y el crecimiento apical, lo que habría promovido un mayor desarrollo de la altura de los plántones de *C. glandulosa*.

De forma similar, estos resultados no concuerdan con lo reportado por Rodrigues et al. (2020) quienes alcanzaron un promedio de  $21,51 \pm 4,46$  cm al aplicar residuos de perforación petrolera e inoculación con hongos micorrízicos, ni con lo registrado por Rodrigues et al. (2021), quienes obtuvieron una altura promedio de 9,25 cm al inocular hongos micorrízicos, valor inferior al registrado en el presente estudio (26,4 cm). Esto se debe a que la nutrición de los plántones dependió principalmente de la disponibilidad de los nutrientes aportados de forma directa en el sustrato, y no de la simbiosis de los microorganismos micorrízica arbuscular propuesta por dichos autores. Sin embargo, el valor obtenido se encuentra por debajo de lo reportado por Salazar (2020), quien registró una media de  $92,48 \pm 13,05$  cm al aplicar un fertilizante inorgánico (20:20:20) en plántones instalados en campo, debido a que las enmiendas inorgánicas aportan nutrientes con disponibilidad inmediata, siendo más solubles que los nutrientes aportados por el compost de estiércol de cuy.

En la Figura 3 se observa que la altura de los plántones de *C. glandulosa* Perkins aumentó de forma progresiva durante los 105 días de evaluación; no obstante, este crecimiento varió de acuerdo con el tipo de compost aplicado. En las tres primeras evaluaciones (15 a 45 días) el crecimiento fue similar en todos los tratamientos, con ligeras ventajas en los sustratos con compost de cuy ( $a_2$ ) y gallina ( $a_3$ ); a partir de los 60 días, los tratamientos con compost de cuy y de ganado presentaron un incremento más acelerado, en contraste, el sustrato sin compost mantuvo un crecimiento más lento. Al final del ensayo (90 a 105 días), el desarrollo en altura fue mayor en los plántones con compost de cuy, seguidos por los de compost de ganado, confirmando que el uso de compost de cuy genera condiciones más favorables para el

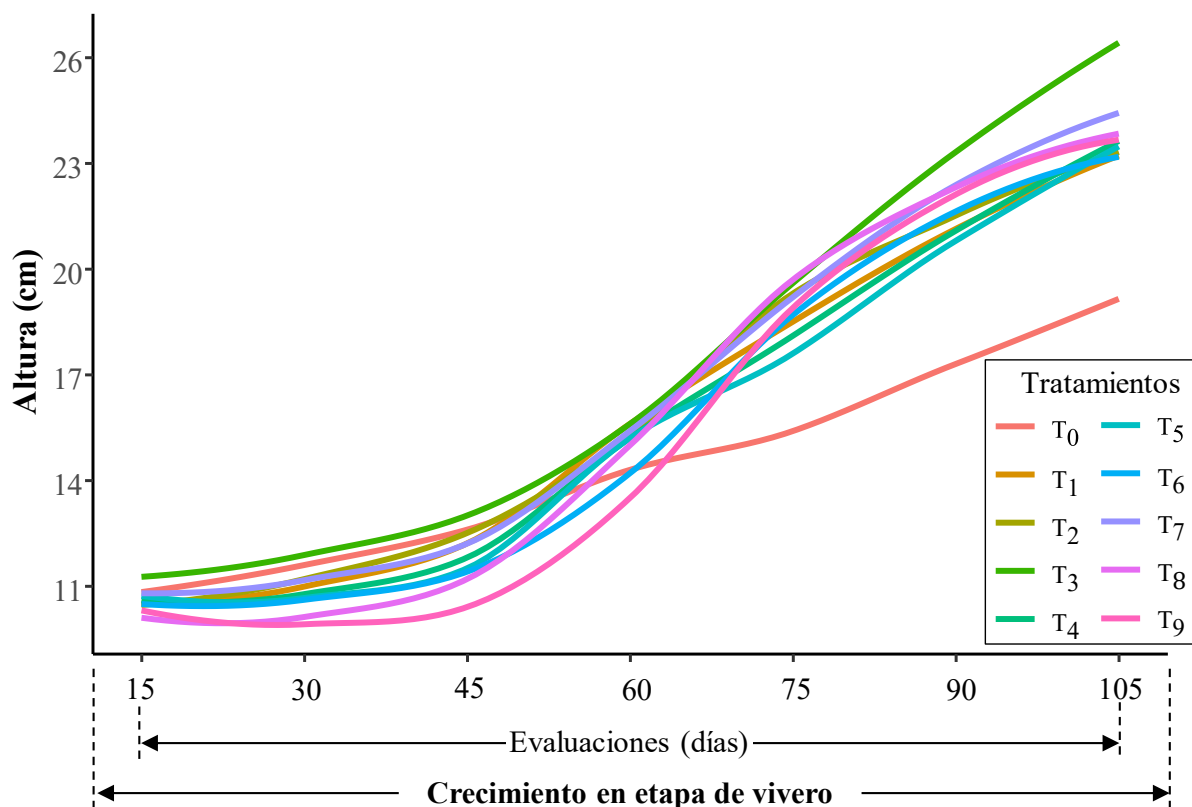
crecimiento en altura y constituye una enmienda orgánica de alta eficiencia para la producción de plantones forestales.



a<sub>1</sub>: Sin compost; a<sub>2</sub>: Compost de estiércol de cuy; a<sub>3</sub>: Compost de estiércol de gallina; a<sub>4</sub>: Compost de estiércol de ganado

**Figura 3.** Incremento de la altura (cm) de plantones de *C. glandulosa* por efecto de los tipos de compost cada 15 días

Por otro lado, en la Figura 4 se observa que hasta los 75 días todos los tratamientos presentaron un crecimiento similar en la altura de los plantones de *C. glandulosa*, excepto del tratamiento T<sub>9</sub> (20% de compost de estiércol de ganado + suelo agrícola) que tuvo un crecimiento más lento hasta los 60 días. Posteriormente, en las últimas evaluaciones, el tratamiento T<sub>3</sub> (20% de compost de estiércol de cuy + suelo agrícola) mostró un mayor crecimiento en comparación con los demás tratamientos, y en contraste, el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) tuvo el menor crecimiento lo que evidencia la influencia positiva del compost de cuy en el crecimiento de los plantones.



T<sub>0</sub>: Testigo (sin compost); T<sub>1</sub>: 10% de compost de cuy; T<sub>2</sub>: 15% de compost de cuy; T<sub>3</sub>: 20% de compost de cuy; T<sub>4</sub>: 10% de compost de gallina; T<sub>5</sub>: 15% de compost de gallina; T<sub>6</sub>: 20% de compost de gallina; T<sub>7</sub>: 10% de compost de ganado; T<sub>8</sub>: 15% de compost de ganado; T<sub>9</sub>: 20% de compost de ganado

**Figura 4.** Incremento de la altura (cm) de plantones de *C. glandulosa* por efecto de los tratamientos cada 15 días

#### 4.2. Determinación del efecto de tres tipos de compost en el diámetro de plantones de *C. glandulosa* Perkins (Shaina)

De acuerdo con el análisis de varianza (Tabla 9), el tipo de compost (factor A) presentó diferencias altamente significativas ( $p < 0,001$ ) en el diámetro del tallo desde los 15 días de evaluación, lo que podría atribuirse a que las diferentes características del compost influyeron tempranamente en el desarrollo basal de los plantones de *C. glandulosa*. Este efecto se mantuvo constante y con alta significancia durante todo el periodo de evaluación, demostrando que el tipo de compost constituye un factor determinante en el aumento del diámetro del tallo.

En cuanto a la dosis de compost (factor B), no presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) durante las tres primeras evaluaciones; sin embargo, a partir de los 60 días se evidenciaron efectos altamente significativos ( $p < 0,001$ ), los cuales se mantuvieron hasta los 90 días y se redujeron ligeramente a un nivel de significancia de  $p < 0,01$  en la última evaluación (Tabla 9). Esto sugiere que las dosis de compost posiblemente comenzaron a influir de manera marcada,

cuando la descomposición del material orgánico alcanzó su fase activa, liberando nutrientes disponibles para el crecimiento del diámetro de los plantones.

La interacción A×B también mostró un comportamiento progresivo, pasando de niveles no significativos en las primeras etapas a diferencias altamente significativas ( $p < 0,001$ ) desde los 60 días hasta los 105 días (Tabla 9). Este resultado evidencia una respuesta combinada entre el tipo de compost y la dosis aplicada, factores que en conjunto condicionan el desarrollo diámetro del tallo en plantones de *C. glandulosa*.

**Tabla 9.** Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) del diámetro (mm) de plantones de *C. glandulosa* entre 15 y 105 días de evaluación

Evaluaciones	Fuentes de variación			Nivel de significancia		
	Valor del F calculado			A	B	A × B
	A	B	A × B			
15 días	8,410	1,269	0,886	***	NS	NS
30 días	3,844	0,808	0,794	*	NS	NS
45 días	8,198	0,541	1,903	***	NS	NS
60 días	6,675	18,936	15,736	***	***	***
75 días	29,840	74,287	44,847	***	***	***
90 días	48,228	12,836	27,986	***	***	***
105 días	51,510	6,914	38,181	***	**	***

A: Tipo de compost; B: Dosis; \*:  $\alpha = 0,5$ ; \*\*:  $\alpha = 0,01$ ; \*\*\*:  $\alpha = 0,001$ ; NS: No significativo

Estos resultados coinciden con lo señalado por Rodrigues et al. (2021), quienes reportaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el diámetro de *C. glandulosa* por efecto de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares. Aunque en el presente trabajo no se emplearon micorrizas, la significancia en la interacción A×B podría asociarse a la actividad microbiana propia del compost, la cual contribuye al incremento de la disponibilidad de nutrientes y, en consecuencia, al aumento del diámetro del tallo.

La prueba de Tukey (Tabla 10) mostró que el compost de estiércol de ganado ( $a_4$ ) tuvo el mejor efecto sobre el diámetro de los plantones de *C. glandulosa* en la mayoría de las evaluaciones, alcanzando un promedio máximo de 3,02 mm a los 105 días. Este valor fue estadísticamente superior al registrado con el compost de estiércol de cuy ( $a_2$ ) de 3,01 mm y de gallina ( $a_3$ ) de 2,89 mm, mientras que los plantones sin compost ( $a_1$ ) presentaron el menor promedio, con un valor de 2,47 mm, indicando que la aplicación de materia orgánica de origen animal mejora el engrosamiento del tallo, sobresaliendo el efecto del compost de ganado y cuy,

En cuanto a las dosis, la aplicación del 20% de compost (b<sub>4</sub>) mostró un mejor efecto, con un promedio de 3,03 mm al final del experimento (Tabla 10). Este valor fue significativamente superior a las demás dosis y al testigo, lo que sugiere que una mayor proporción de compost mejora la aireación y retención de humedad del sustrato, condiciones necesarias para el desarrollo del diámetro del tallo de plántones de *C. glandulosa*.

Respecto a la interacción tipo × dosis, el tratamiento T<sub>3</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>), correspondiente al 20% de compost de estiércol de cuy + suelo agrícola, presentó el mayor diámetro promedio, con un valor de 3,38 mm a los 105 días, seguido por el tratamiento T<sub>7</sub> (a<sub>4</sub>b<sub>2</sub>), compuesto por el 10% de compost de estiércol de ganado, con 3,14 mm. Ambos fueron estadísticamente superiores al testigo T<sub>0</sub> (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>) que generó un diámetro promedio de 2,47 mm (Tabla 10), confirmando que el compost de estiércol de cuy, en dosis altas, puede generar un efecto positivo sobre el crecimiento radial del tallo de plántones de *C. glandulosa*.

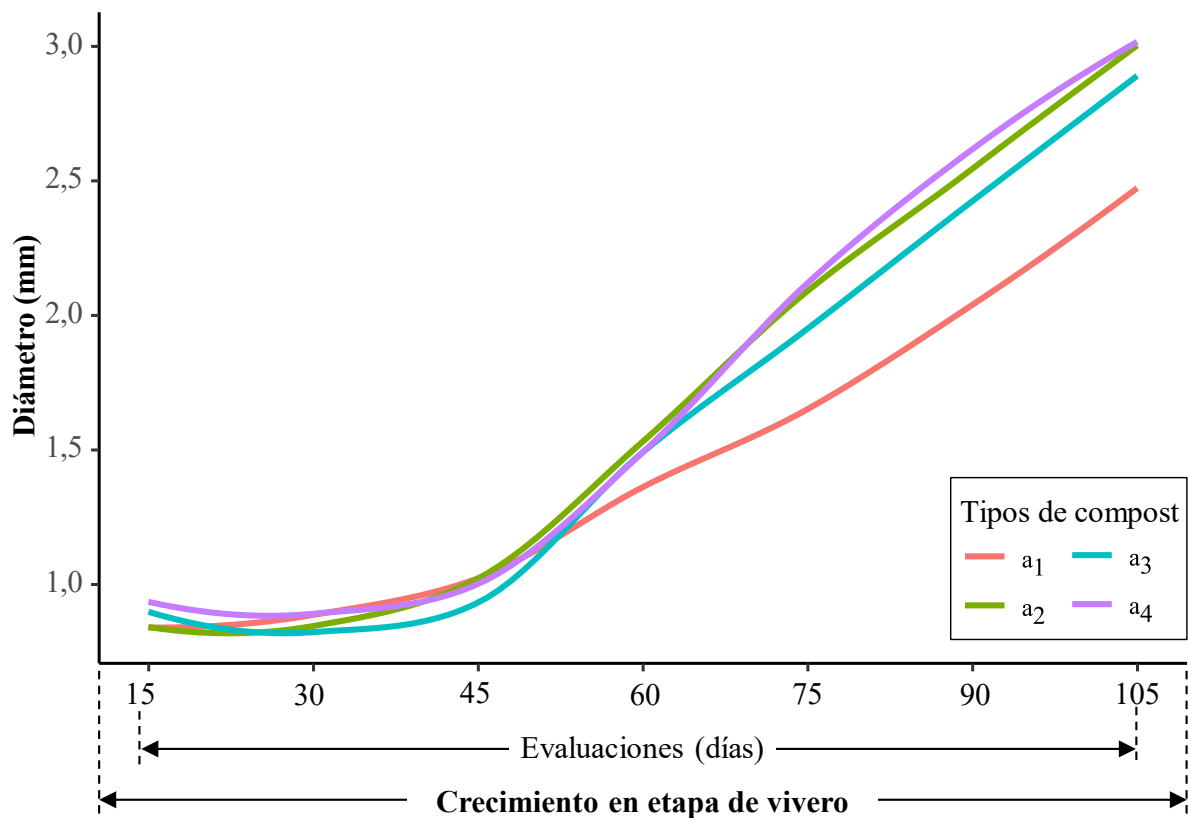
Estos resultados coinciden con lo reportado por Rodrigues et al. (2021), quienes reportaron un diámetro promedio de 3,57 mm en 120 días al inocular hongos micorrízicos, Torres (2013), con 3,40 ± 0,11 mm en 90 días al emplear Bokashi como enmienda orgánica, esto sugiere que la aplicación de abonos orgánicos estimula el crecimiento radial del tallo de los plántones de *C. glandulosa*. No obstante, Monteiro et al. (2021), al aplicar compost de estiércol de bovino alcanzó un diámetro promedio de 5,83 mm. Rodrigues et al. (2020), registró un diámetro de 4,70±0,78 mm al emplear grava petrolera e inoculación con hongos micorrízicos en 120 días, por su parte Salazar (2020) alcanzó un diámetro promedio de 11,35±2,00 mm al aplicar fertilizante inorgánico 20-20-20, estos valores al comparar con el diámetro promedio de 3,38 mm, obtenido en la presente investigación, fueron superiores debido a la naturaleza de la fuente de nutrientes aplicada a los sustratos y los días de evaluación. Por otro lado, el valor registrado al concluir la presente investigación fue mayor a lo reportado por Hidalgo (2021), que obtuvo un diámetro promedio de 1,75 mm al aplicar gallinaza en los sustratos, considerando que este efecto fue progresivo desde los 60 días mostrando coherencia con los resultados obtenidos en la variable altura, indicado que el compost lo cual indica que este tipo de compost no solo promueve la elongación sino también el crecimiento radial del tallo.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) del diámetro (mm) de plantones de *C. glandulosa* por efecto del tipo y dosis de compost entre 15 y 105 días de evaluación

Factores	Evaluaciones																				
	15 días			30 días			45 días			60 días			75 días			90 días			105 días		
	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo
Tipo de compost	a4	0,92	a	a4	0,94	a	a1	1,02	a	a2	1,53	a	a2	2,09	a	a4	2,61	a	a4	3,02	a
	a3	0,88	ab	a1	0,91	ab	a2	1,02	a	a4	1,49	a	a4	1,95	b	a2	2,52	b	a2	3,01	a
	a2	0,83	b	a2	0,88	b	a4	1,00	a	a3	1,49	a	a3	1,95	b	a3	2,43	c	a3	2,89	b
	a1	0,83	b	a3	0,88	b	a3	0,93	b	a1	1,36	b	a1	1,65	c	a1	2,05	d	a1	2,47	c
Dosis	b3	0,89	a	b4	0,91	a	b1	1,02	a	b4	1,57	a	b4	2,17	a	b4	2,61	a	b4	3,03	a
	b2	0,87	a	b1	0,91	a	b4	0,99	a	b2	1,54	a	b2	2,05	b	b2	2,52	b	b2	2,99	ab
	b4	0,87	a	b3	0,90	a	b2	0,98	a	b3	1,41	b	b3	1,78	c	b3	2,44	b	b3	2,91	b
	b1	0,83	a	b2	0,89	a	b3	0,97	a	b1	1,36	b	b1	1,65	d	b1	2,05	c	b1	2,47	c
Tipo de compost × Dosis	a4b4	0,93	a	a4b4	0,95	a	a2b4	1,05	a	a2b4	1,72	a	a2b4	2,33	a	a2b4	2,84	a	a2b4	3,38	a
	a4b3	0,92	ab	a4b3	0,94	a	a4b4	1,02	ab	a3b2	1,67	ab	a4b4	2,24	ab	a4b2	2,73	ab	a4b2	3,14	b
	a3b3	0,90	abc	a4b2	0,91	a	a4b3	1,02	abc	a4b4	1,55	bc	a4b2	2,19	abc	a4b4	2,64	bc	a3b2	3,06	bc
	a4b2	0,89	abc	a2b4	0,91	a	a1b1	1,02	abc	a4b2	1,49	cd	a3b2	2,07	bcd	a3b2	2,55	bcd	a4b4	2,96	bcd
	a3b2	0,88	abc	a1b1	0,91	a	a2b2	1,01	abc	a2b2	1,45	cd	a2b3	2,05	cde	a2b3	2,47	cde	a4b3	2,95	cd
	a2b3	0,85	abc	a3b2	0,89	a	a2b3	0,99	abc	a4b3	1,44	cd	a3b4	1,94	def	a4b3	2,45	de	a2b3	2,90	cde
	a3b4	0,84	abc	a2b3	0,89	a	a4b2	0,97	abc	a3b4	1,43	cd	a2b2	1,88	ef	a3b3	2,39	def	a3b3	2,87	de
	a1b1	0,83	bc	a3b3	0,88	a	a3b2	0,96	abc	a2b3	1,42	cd	a3b3	1,85	f	a3b4	2,34	ef	a2b2	2,76	e
	a2b2	0,83	bc	a3b4	0,87	a	a3b3	0,92	bc	a3b3	1,37	d	a1b1	1,65	g	a2b2	2,26	f	a3b4	2,75	e
a2b4	0,82	c	a2b2	0,86	a	a3b4	0,91	c	a1b1	1,36	d	a4b3	1,44	h	a1b1	2,05	g	a1b1	2,47	f	

Los promedios seguidos de letras diferentes indican diferencia significativa, mediante la prueba paramétrica de Tukey ( $p < 0,05$ ). a<sub>1</sub>: Sin compost; a<sub>2</sub>: Compost de estiércol de cuy; a<sub>3</sub>: Compost de estiércol de gallina; a<sub>4</sub>: Compost de estiércol de ganado; b<sub>1</sub>: Sin dosis; b<sub>2</sub>: 10%; b<sub>3</sub>: 15%; b<sub>4</sub>: 20%

En la Figura 5 se observa que el incremento del diámetro del tallo de los plantones de *C. glandulosa* Perkins fue homogéneo en todos los tratamientos hasta los 60 días de evaluación, independientemente del tipo de compost empleado. Posteriormente, se evidencia que los tratamientos que contenían compost de estiércol de ganado ( $a_4$ ) presentaron un mayor incremento en el diámetro del tallo, seguido por los tratamientos con compost de estiércol de cuy ( $a_2$ ) con el mismo comportamiento. Por el contrario, los plantones *C. glandulosa* que no tuvieron aplicación de compost ( $a_1$ ) presentaron un incremento más lento a partir de los 60 días de evaluación. En general, el diámetro aumentó de manera progresiva en todos los tratamientos, reflejando una tendencia similar al crecimiento en altura, aunque con diferencias más marcadas a partir de la segunda mitad del periodo de evaluación.

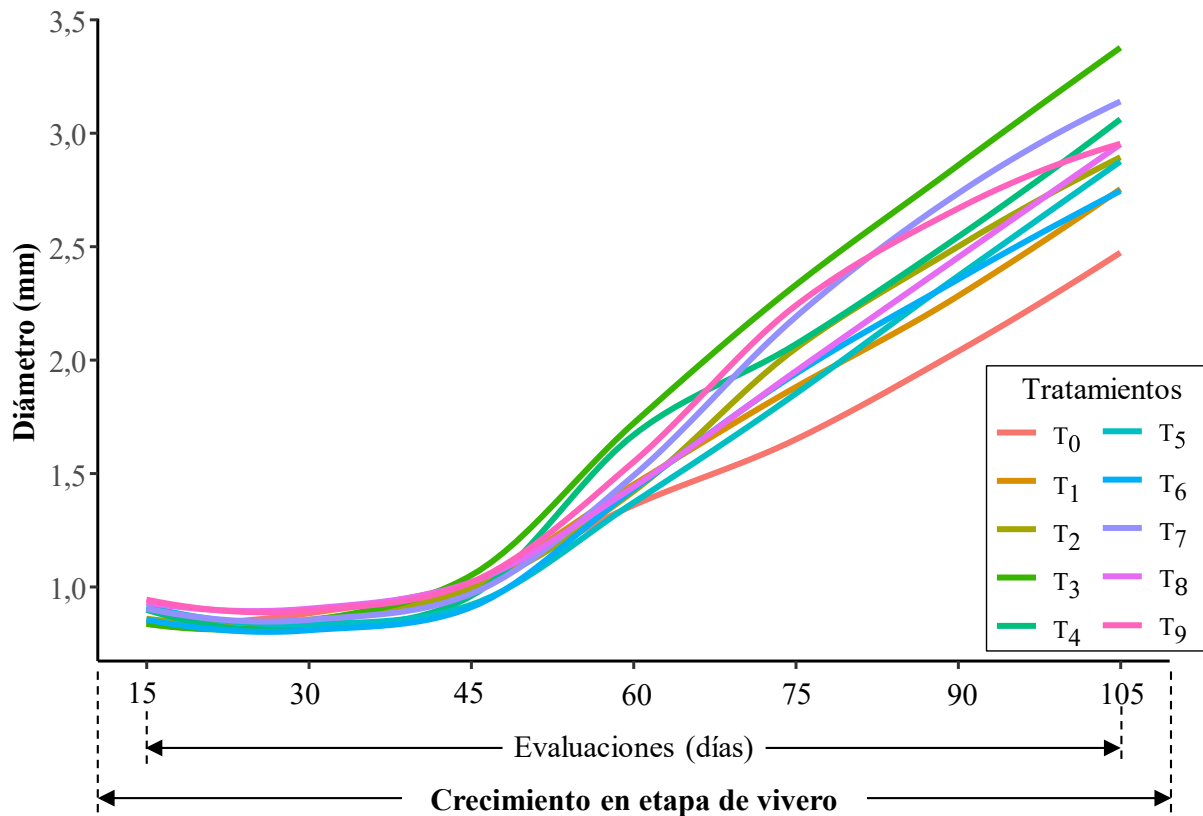


a<sub>1</sub>: Sin compost; a<sub>2</sub>: Compost de estiércol de cuy; a<sub>3</sub>: Compost de estiércol de gallina; a<sub>4</sub>: Compost de estiércol de ganado

**Figura 5.** Incremento del diámetro (mm) de plantones de *C. glandulosa* por efecto de tipos de compost durante 105 días

Asimismo, se observa que el comportamiento del incremento del diámetro en los plantones de *C. glandulosa* fue similar en todos los tratamientos hasta los 45 días de evaluación (Figura 6). Sin embargo, a partir de los 60 días se evidenció que la interacción entre el tipo y dosis del compost promovió un mayor incremento radial del tallo, sobresaliendo el tratamiento

T<sub>3</sub> (20% de compost de estiércol de cuy + suelo agrícola), que presentó un mayor incremento en comparación con los demás tratamientos, mientras que el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) tuvo un incremento más lento del diámetro.



T<sub>0</sub>: Testigo (sin compost); T<sub>1</sub>: 10% de compost de cuy; T<sub>2</sub>: 15% de compost de cuy; T<sub>3</sub>: 20% de compost de cuy; T<sub>4</sub>: 10% de compost de gallina; T<sub>5</sub>: 15% de compost de gallina; T<sub>6</sub>: 20% de compost de gallina; T<sub>7</sub>: 10% de compost de ganado; T<sub>8</sub>: 15% de compost de ganado; T<sub>9</sub>: 20% de compost de ganado

**Figura 6.** Incremento del diámetro (mm) de plantones de *C. glandulosa* por efecto de los tratamientos durante 105 días

#### 4.3. Determinación del efecto de tres tipos de compost en el número de hojas de plantones de *C. glandulosa* Perkins (Shaina)

El análisis de varianza (Tabla 11) muestra que el tipo de compost (factor A) presentó efectos altamente significativos ( $p < 0,001$ ) en todas las etapas de evaluación, desde los 15 hasta los 105 días. Este comportamiento indica que el origen del compost influyó de manera constante en la emisión foliar de los plantones de *C. glandulosa*, reflejando que la constitución de cada tipo de compost ejerce un efecto diferencial sobre el desarrollo foliar.

Por su parte, la dosis de compost (factor B) no mostró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la primera evaluación (15 días), pero sí alcanzó niveles significativos y altamente significativos ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,001$ ) desde los 30 hasta los 105 días (Tabla 11), lo que evidencia

que el incremento de la dosis de compost tuvo un impacto progresivo sobre la producción de hojas de plantones de *C. glandulosa*. Este efecto podría asociarse a la mayor disponibilidad de nitrógeno y fósforo liberado durante la descomposición del material orgánico, nutrientes directamente relacionados con la formación de tejidos fotosintéticamente activos (Salazar, 2020).

Asimismo, la interacción entre ambos factores (A×B) tuvo un comportamiento variable, presentando efectos significativos a partir de los 30 días ( $p < 0,05$ ), alcanzando efectos altamente significativos ( $p < 0,001$ ) en evaluaciones realizadas a los 60 y 75 días (Tabla 11). Esto señala que la respuesta en el número de hojas de plantones de *C. glandulosa* dependió tanto del tipo como de la dosis de compost, sugiriendo una interacción sinérgica entre la calidad nutricional y la concentración del material orgánico incorporado en el sustrato.

**Tabla 11.** Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) del número de hojas de plantones de *C. glandulosa* entre 15 y 105 días de evaluación

Evaluaciones	Fuentes de variación			Nivel de significancia		
	Valor del F calculado			A	B	A × B
	A	B	A × B			
15 días	11,492	0,804	1,612	***	NS	NS
30 días	83,362	9,378	3,014	***	***	*
45 días	121,311	12,497	4,430	***	***	**
60 días	89,998	4,147	21,828	***	*	***
75 días	98,376	5,646	12,856	***	**	***
90 días	115,709	9,308	4,228	***	***	**
105 días	128,084	27,655	2,662	***	***	*

A: Tipo de compost; B: Dosis; \*:  $\alpha = 0,5$ ; \*\*:  $\alpha = 0,01$ ; \*\*\*:  $\alpha = 0,001$ ; NS: No significativo

Los resultados son guardan relación con lo descrito por Hidalgo (2021), quien reportó efectos significativos ( $p < 0,05$ ) en el número de hojas al emplear sustratos compuestos por suelo agrícola, cascarilla compostada y gallinaza, demostrando que la adición de materia orgánica promueve el crecimiento foliar de plantones de *C. glandulosa*.

De acuerdo con la prueba de Tukey (Tabla 12), el compost de estiércol de cuy ( $a_2$ ) fue el que mostró el mejor efecto sobre el número de hojas en todas las evaluaciones, alcanzando un promedio final de 12,0 hojas a los 105 días. Este valor fue significativamente superior al obtenido con los compost de gallina ( $a_3 = 10,5$  hojas), de ganado ( $a_4 = 9,8$  hojas) y con el testigo sin compost ( $a_1 = 9,2$  hojas). Dicho resultado evidencia que el compost de cuy favorece una

mayor brotación foliar, lo cual puede atribuirse a su adecuada composición en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, que estimulan la formación de hojas de los plántones.

En cuanto a las dosis, la aplicación del 20% de compost ( $b_4$ ) registró el mejor desempeño, con un promedio de 11,3 hojas, siendo estadísticamente superior a las demás dosis y al tratamiento sin compost ( $b_1 = 9,2$  hojas) (Tabla 12). Este comportamiento indica que dosis más altas de compost incrementan la disponibilidad de nutrientes y la capacidad del sustrato para retener humedad, factores que estimulan la producción de hojas nuevas y, por ende, un mayor desarrollo vegetativo.

Respecto a la interacción tipo  $\times$  dosis, el tratamiento  $T_3$  ( $a_2b_4$ ), correspondiente al 20% de compost de estiércol de cuy + suelo agrícola, presentó el mayor promedio de hojas, con un valor 12,8 hojas a los 105 días, siendo estadísticamente superior al testigo  $T_0$  ( $a_1b_1$ ), con 9,2 hojas y al resto de los tratamientos (Tabla 12). Seguido del tratamiento  $T_2$  ( $a_2b_3$ ), con 11,6 hojas y  $T_1$  ( $a_2b_2$ ) con 11,5 hojas promedio, aunque mostraron valores altos, fueron inferiores a  $T_3$ , indicando que el compost de estiércol de cuy es la enmienda orgánica con mayor efecto sobre el desarrollo foliar de *C. glandulosa* Perkins.

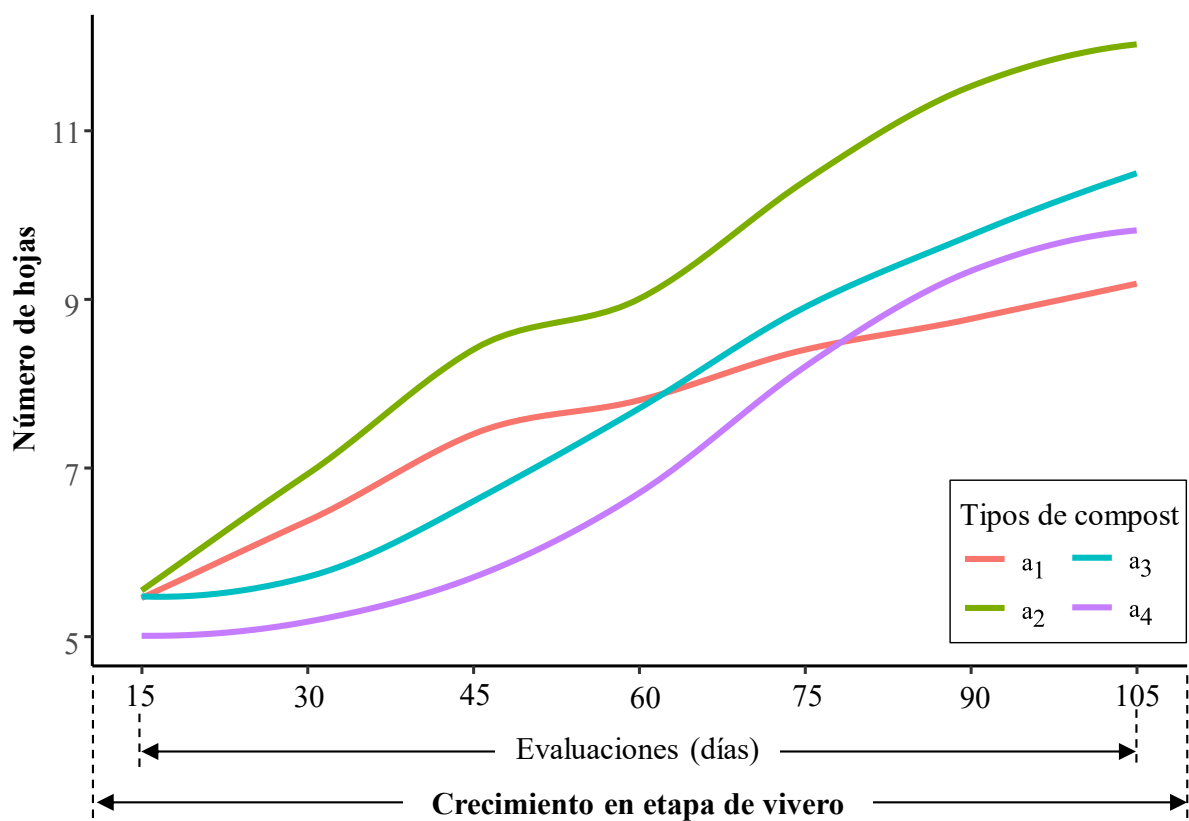
Estos resultados concuerdan con lo reportado por Torres (2013), quien registró un promedio de  $12 \pm 0,16$  hojas en 90 días al aplicar Bokashi como fuente de materia orgánica, evidenciando que la adición de compost o biofertilizantes estimula la emisión foliar en plántones de *C. glandulosa*. Sin embargo, los resultados no coinciden con Hidalgo (2021), quien alcanzó un promedio de 6,23 hojas en 150 días empleando compost de gallinaza como parte del sustrato; cabe resaltar que, aunque el periodo de evaluación fue mayor, este valor fue superado por las 12,8 hojas promedio registrado en el presente estudio. Esto demuestra que la fuente y calidad del compost influyen directamente en el desarrollo foliar, lo cual puede explicarse debido a que el compost de cuy presenta un alto contenido de fósforo (2,349%), que favorece la formación de brotes y el desarrollo de yemas laterales, y por su alta concentración de potasio (3,083%), que regula la apertura estomática y mejora la eficiencia fotosintética. Asimismo, su adecuada relación carbono-nitrógeno (moderado contenido de materia orgánica de 243,90%) permite una mineralización equilibrada que mantiene la disponibilidad de nutrientes durante todo el crecimiento del plánton. En comparación, el compost de gallina presentó una menor proporción de fósforo (0,285%) y un contenido elevado de cenizas (285,71%), lo que podría limitar su eficiencia en la emisión foliar.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para el número de hojas de plantones de *C. glandulosa* por efecto del tipo y dosis de compost entre 15 y 105 días de evaluación

Factores	Evaluaciones																				
	15 días			30 días			45 días			60 días			75 días			90 días			105 días		
	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo	Cód.	Prom.	Grupo
Tipo de compost	a2	5,6	a	a2	6,7	a	a2	8,4	a	a2	9,0	a	a2	10,4	a	a2	11,6	a	a2	12,0	a
	a1	5,5	a	a1	6,2	b	a1	7,4	b	a1	7,8	b	a3	8,9	b	a3	9,7	b	a3	10,5	b
	a3	5,5	a	a3	5,6	c	a3	6,6	c	a3	7,7	b	a1	8,4	bc	a4	9,4	b	a4	9,8	c
	a4	5,0	b	a4	5,2	d	a4	5,7	d	a4	6,7	c	a4	8,2	c	a1	8,7	c	a1	9,2	d
Dosis	b1	5,5	a	b1	6,2	a	b1	7,4	a	b3	8,0	a	b4	9,4	a	b4	10,6	a	b4	11,3	a
	b3	5,4	a	b2	6,0	a	b2	7,2	a	b2	7,8	ab	b3	9,2	ab	b3	10,1	b	b3	10,6	b
	b2	5,4	a	b3	6,0	a	b3	7,0	a	b1	7,8	ab	b2	8,9	b	b2	10,0	b	b2	10,4	b
	b4	5,3	a	b4	5,6	b	b4	6,5	b	b4	7,6	b	b1	8,4	c	b1	8,7	c	b1	9,2	c
Tipo de compost × Dosis	a2b4	5,7	a	a2b3	6,9	a	a2b3	8,7	a	a2b4	9,3	a	a2b4	11,2	a	a2b4	12,0	a	a2b4	12,8	a
	a2b3	5,6	ab	a2b4	6,7	ab	a2b4	8,2	a	a2b3	9,0	a	a2b3	10,4	ab	a2b3	11,5	a	a2b3	11,6	b
	a3b2	5,5	ab	a2b2	6,6	ab	a2b2	8,2	a	a2b2	8,6	ab	a2b2	9,7	bc	a2b2	11,4	a	a2b2	11,5	b
	a3b3	5,5	ab	a1b1	6,2	bc	a1b1	7,4	b	a3b4	8,0	bc	a3b4	9,3	cd	a4b4	10,2	b	a3b4	10,7	c
	a1b1	5,5	ab	a3b2	5,9	cd	a3b2	6,9	bc	a1b1	7,8	c	a3b3	8,8	de	a3b2	9,7	bc	a3b3	10,5	c
	a2b2	5,4	ab	a3b3	5,8	cde	a3b3	6,7	bc	a3b3	7,7	c	a4b2	8,5	e	a3b3	9,7	bc	a4b4	10,3	c
	a3b4	5,3	abc	a4b2	5,5	de	a4b2	6,4	cd	a4b2	7,4	c	a3b2	8,5	e	a3b4	9,6	bcd	a3b2	10,2	cd
	a4b2	5,2	abc	a3b4	5,3	ef	a3b4	6,1	cd	a3b2	7,4	c	a1b1	8,4	ef	a4b3	9,2	cde	a4b3	9,6	de
	a4b3	5,1	bc	a4b3	5,2	ef	a4b3	5,7	de	a4b3	7,2	c	a4b3	8,4	ef	a4b2	8,9	de	a4b2	9,4	e
	a4b4	4,8	c	a4b4	4,8	f	a4b4	5,1	e	a4b4	5,5	d	a4b4	7,6	f	a1b1	8,7	e	a1b1	9,2	e

Los promedios seguidos de letras diferentes indican diferencia significativa, mediante la prueba paramétrica de Tukey ( $p < 0,05$ ). a<sub>1</sub>: Sin compost; a<sub>2</sub>: Compost de estiércol de cuy; a<sub>3</sub>: Compost de estiércol de gallina; a<sub>4</sub>: Compost de estiércol de ganado; b<sub>1</sub>: Sin dosis; b<sub>2</sub>: 10%; b<sub>3</sub>: 15%; b<sub>4</sub>: 20%

La Figura 7 muestra que el incremento del número de hojas de los plántones de *C. glandulosa* Perkins durante los 105 días de evaluación presentó una variación en función del tipo de compost aplicado, lo que refleja un crecimiento foliar progresivo en vivero. Se evidencia un incremento progresivo en el grosor del tallo en los tratamientos que contienen compost de estiércol de cuy ( $a_2$ ) desde los 15 días, superando al resto de tratamientos. En contraste, los tratamientos con compost de estiércol de ganado ( $a_4$ ) presentaron un menor incremento en el diámetro desde el inicio de la evaluación; sin embargo, a los 90 días superaron a los tratamientos sin aplicación de compost ( $a_1$ ).

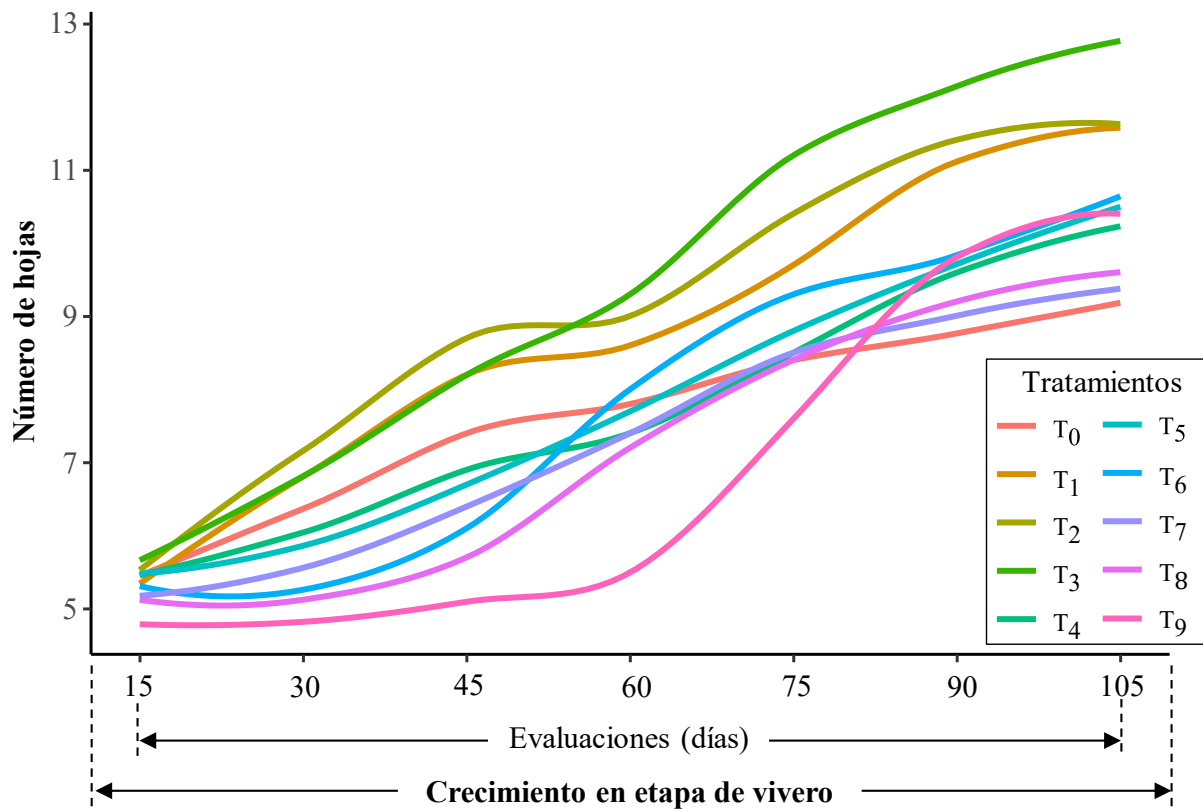


a1: Sin compost; a2: Compost de estiércol de cuy; a3: Compost de estiércol de gallina; a4: Compost de estiércol de ganado

**Figura 7.** Incremento del número de hojas de plántones de *C. glandulosa* por efecto de tipos de compost durante 105 días

De manera similar, los tratamientos presentaron un comportamiento diferencial en el incremento del número de hojas de los plántones de *C. glandulosa* Perkins durante los 105 días de evaluación (Figura 8). Se evidencia que, aunque en los primeros 45 días hubo una mayor generación de hojas en el tratamiento T<sub>2</sub> (15% de compost de cuy + suelo agrícola), a partir de los 60 días los plántones del tratamiento T<sub>3</sub> (20% de compost de estiércol de cuy + suelo agrícola) mostraron un mayor brote foliar, superando significativamente a los demás

tratamientos hacia el final del ensayo. Por su parte, los tratamientos con compost de gallina (T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>) y de ganado (T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub> y T<sub>9</sub>) mantuvieron un incremento constante, pero más reducido, mientras que el testigo (T<sub>0</sub>) registró un menor incremento en el número de hojas durante la parte final del ensayo (90 y 105 días).



T<sub>0</sub>: Testigo (sin compost); T<sub>1</sub>: 10% de compost de cuy; T<sub>2</sub>: 15% de compost de cuy; T<sub>3</sub>: 20% de compost de cuy; T<sub>4</sub>: 10% de compost de gallina; T<sub>5</sub>: 15% de compost de gallina; T<sub>6</sub>: 20% de compost de gallina; T<sub>7</sub>: 10% de compost de ganado; T<sub>8</sub>: 15% de compost de ganado; T<sub>9</sub>: 20% de compost de ganado

**Figura 8.** Incremento del número de hojas de plántones de *C. glandulosa* por efecto de los tratamientos durante 105 días

## V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de tres tipos de compost a diferentes dosis tuvo efectos significativos sobre la altura de plantones de *C. glandulosa* Perkins, a los 105 días de evaluación, evidenciándose que el tratamiento T<sub>3</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>) correspondiente al 20% de compost de estiércol de cuy promovió el mayor crecimiento en altura.
2. El tipo y dosis de compost tuvo efectos significativos en el diámetro de plantones de *C. glandulosa* Perkins en los 105 días de evaluación, siendo el tratamiento con mejor desempeño el correspondiente al 20% de compost de estiércol de cuy (T<sub>3</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>).
3. El compost de estiércol de cuy al 20% (T<sub>3</sub>; a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>) tuvo el mejor efecto significativo sobre el número de hojas de plantones de *C. glandulosa* Perkins en los 105 días de evaluación, siendo el mejor tratamiento el T<sub>3</sub> (a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>) correspondiente al 20% de compost de estiércol de cuy.

## VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Considerar un diseño factorial balanceado para el diseño experimental, para tener un espectro más amplio de los resultados obtenidos en el testigo.
2. Ampliar el periodo de evaluación de las características morfométricas a 150 días para analizar un mejor comportamiento de los tipos y dosis de compost.
3. Evaluar los efectos de las dosis de compost en mayor concentración sobre los plantones de *C. glandulosa* Perkins
4. Evaluar nuevas interacciones ente los tipos y dosis de compost que puedan influir sobre las características como la altura, diámetro y numero de hojas de *C. glandulosa* Perkins
5. Evaluar los efectos de los factores de investigación (tipo y dosis de compost) en plantones de *C. glandulosa* Perkins instalados en campo definitivo.
6. Promover el uso de tratamientos con compost elaborado a base de estiércol de cuy en la producción de plantones de *C. glandulosa* Perkins en fase de vivero.
7. Instalar el experimento en los meses de menor precipitación (junio, julio y agosto) para evitar las condiciones desfavorables del vivero.

## VII. REFERENCIAS

- Araujo, R. (2023). Biomasa vegetal y carbono almacenado en plantación mixta de ocho años de Colubrina glandulosa (Shaina) y Vitex pseudolea (paliperro), Leoncio Prado [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2443>
- Camara, R., Júnior, A. M. F., Sousa, A. C. O., Pereira, M. G., y Júnior, J. Q. O. (2017). Influência Do Substrato E Inoculação Micorrízica Na Produção De Mudras De Colubrina Glandulosa Perkins. *Floresta*, 47(4), 449–458. <https://doi.org/10.5380/rf.v47i4.50661>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. In *Mc Graw Hill* (Vol. 1). McGraw-Hill. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- Hidalgo, D. (2021). Efecto de sustrato orgánico en crecimiento de plantulas bolaina blanca (Guazuma crinita) y shaina (Colubrina glandulosa Perkins.) en fase de vivero -San Martin [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1986>
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (2nd ed.). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Johnston, M. C. (1971). Revision of Colubrina (Rhamnaceae). *Brittonia*, 23(1), 16.
- Monteiro, V., Duarte, V., da Silva, T., Machado, A., Beutler, S., y Pereira, M. (2021). Characterization and use of substrates composed of organic waste in the production of Colubrina glandulosa Perkins seedlings. *Floresta*, 51(2), 381–390. <https://doi.org/10.5380/rf.v51i2.69177>
- Muñoz, R. (2014). Efecto del Fertilizante Foliar en tres especies forestales producidas con un sustrato espuma agrícola en vivero. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/614>
- Rodrigues, A., Camara, R., Pereira, M., Oliveira, J., da Silva, J., y Vinicius, E. (2020). Production of Colubrina glandulosa seedlings with different mycorrhizal inocula. *Floresta*, 50(4), 1731–1740. <https://doi.org/10.5380/rf.v50i4.60840>

- Rodrigues, A., Camara, R., Pereira, M., Ribeiro, J., Oliveira, J., y Zonta, E. (2021). Production of seedlings of *Colubrina glandulosa* Perkins with drilling waste from oil wells and mycorrhizal inoculation. *Floresta*, 51(3), 731–740. <https://doi.org/10.5380/rf.v51i3.72486>
- Runco, P. (2018). Biofertilización con microorganismos eficientes y mezcla de fósforo, boro, cobre y zinc en plantones de shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins) [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2062>
- Salazar, K. (2020). Efecto de la fertilización en el crecimiento de *Colubrina glandulosa* Perkins (shaina) establecido en suelo degradado en el centro poblado de Naranjillo [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1772>
- Solorzano, L. (2024). Efecto del estiércol de cuy en la calidad del compost de residuos orgánicos domiciliarios del asentamiento humano Kahuachi, Pillco Marca, Huánuco [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1507>
- Torres, J. (2013). Efecto del abono orgánico tipo Bokashi sobre el crecimiento de la Shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins) en la etapa de vivero y plantación en campo definitivo en etapa de vivero y campo definitivo en Tulumayo [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/589>

## **ANEXOS**





# ANÁLISIS ESPECIAL

## 1. DATOS

SOLICITANTE:	TAN VASQUEZ JHUNIOR MAYCO	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUÁNUCO	FECHA DE REPORTE:	16/05/2025
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	RECIBO O FACTURA:	51217204
DISTRITO / SECTOR :	RUPA RUPA / UNAS	MUESTRA:	COMPOST

## 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

Código	Dato	RESULTADOS EN BASE HUMEDA										RESULTADOS EN BASE SECA						
		Humedad Hid (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm			
E25-0100	COMPOST DE ESTERCOL DE SALLINA	43,3498	56,6502	28,0788	28,5714	0,8960	0,285	0,101	0,171	0,052	0,515	112,878	2646,957	20,495	425,304			
E25-0101	COMPOST DE ESTERCOL DE CUY	59,5122	40,4878	24,3902	16,0976	0,9520	2,349	0,093	0,357	0,051	3,083	245,880	1190,361	28,072	1457,831			
E25-0102	COMPOST DE ESTERCOL DE GANADO	43,2692	56,7308	35,0962	21,6346	1,1200	4,568	0,193	0,290	0,077	2,289	248,805	940,678	16,525	80,339			

Los Resultados presentados son válidos únicamente para los muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LISHE.  
 Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calibración de la entidad que lo produce.



Tingo-Morán

*[Handwritten Signature]*

Dr. HUGO ALFREDO HUAMAN VILAPARQUI  
 Jefe del Laboratorio de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Anexo A-2. Análisis descriptivo de la caracterización de los tres tipos de compost

**Anexo A-3.** Consolidado de los registros de las características morfométricas de los plantones

**Tabla 13.** Estadísticos de la altura (cm) de plantones de *C. glandulosa* durante los 105 días de evaluación

<b>Evaluación</b>	<b>Trat</b>	<b>n</b>	<b>mean</b>	<b>sd</b>	<b>min</b>	<b>Q1</b>	<b>median</b>	<b>Q3</b>	<b>max</b>
15 días	T0	30	10,77	0,87	9,5	10,0	11,0	11,0	13,0
	T1	30	10,38	1,26	8,0	10,0	10,5	11,0	12,5
	T2	30	10,39	0,94	8,5	9,5	10,5	11,0	13,0
	T3	30	11,19	1,24	9,5	10,0	11,0	12,4	14,0
	T4	30	10,48	1,14	8,0	10,0	10,5	11,0	13,0
	T5	30	10,59	1,06	8,0	10,0	10,9	11,4	12,5
	T6	30	10,44	1,00	8,5	9,7	10,2	11,0	12,0
	T7	30	10,72	1,11	9,0	10,0	10,8	11,2	14,0
	T8	30	9,99	0,88	8,5	9,2	10,0	10,7	11,6
	T9	30	10,23	0,82	9,0	9,8	10,0	10,5	12,1
30 días	T0	30	11,66	0,94	9,6	11,2	11,7	12,2	13,8
	T1	30	11,30	1,12	9,0	10,8	11,4	12,0	13,4
	T2	30	11,38	0,84	10,1	10,8	11,4	11,7	14,1
	T3	30	12,06	1,13	10,1	11,1	12,0	12,7	14,3
	T4	30	11,13	1,12	8,9	10,1	11,2	11,9	13,4
	T5	30	11,07	0,80	8,5	10,6	11,2	11,5	12,7
	T6	30	10,92	0,99	8,8	10,2	10,8	11,5	12,6
	T7	30	11,46	1,29	9,6	10,6	11,3	12,0	15,1
	T8	30	10,52	0,82	9,2	9,8	10,6	11,1	12,0
	T9	30	10,30	0,77	9,0	9,8	10,1	10,5	12,1
45 días	T0	30	12,57	1,24	9,6	11,8	12,5	13,5	15,5
	T1	30	12,22	1,11	9,8	11,7	12,3	13,0	14,3
	T2	30	12,50	1,09	10,7	11,7	12,4	13,3	15,3
	T3	30	12,96	1,23	10,7	12,1	12,7	13,6	15,6
	T4	30	11,79	1,18	9,7	10,7	12,0	12,7	13,7
	T5	30	11,52	0,94	9,1	11,0	11,8	12,2	12,9
	T6	30	11,38	1,02	9,1	10,7	11,1	12,2	13,4
	T7	30	12,20	1,54	9,8	11,2	11,8	13,0	16,0
	T8	30	11,22	1,01	9,9	10,2	11,3	12,1	13,3
	T9	30	10,38	0,76	9,1	10,0	10,2	10,6	12,2

Continuación de la Tabla 13

<b>Evaluación</b>	<b>Trat</b>	<b>n</b>	<b>mean</b>	<b>sd</b>	<b>min</b>	<b>Q1</b>	<b>median</b>	<b>Q3</b>	<b>max</b>
60 días	T0	30	14,33	1,21	12,1	13,4	14,1	15,4	16,4
	T1	30	15,64	1,88	12,2	14,2	15,4	17,1	20,0
	T2	30	15,31	1,58	12,6	14,1	15,3	16,6	18,6
	T3	30	15,64	1,32	13,8	14,7	15,4	16,2	19,3
	T4	30	15,16	1,48	12,7	14,2	14,9	16,5	17,8
	T5	30	15,20	1,81	12,2	13,8	14,7	16,6	19,1
	T6	30	14,21	1,52	10,4	13,3	14,2	15,4	17,2
	T7	30	15,41	1,50	12,0	14,9	15,3	16,2	18,9
	T8	30	15,04	1,97	12,0	13,6	14,8	16,3	19,5
	T9	30	13,47	1,21	11,2	12,7	13,2	14,5	15,6
75 días	T0	30	15,38	1,27	13,5	14,3	15,6	16,3	18,2
	T1	30	18,45	1,73	15,4	16,9	18,5	19,6	22,0
	T2	30	19,26	1,98	15,8	18,0	19,5	20,9	23,1
	T3	30	19,55	1,61	16,7	18,4	19,3	20,6	23,5
	T4	30	18,07	1,68	14,5	17,1	18,2	18,9	21,3
	T5	30	17,60	1,86	12,9	16,4	18,0	18,8	21,1
	T6	30	18,74	1,88	15,4	17,8	19,1	20,0	22,9
	T7	30	19,21	1,93	15,4	18,3	19,0	20,5	24,1
	T8	30	15,04	1,97	12,0	13,6	14,8	16,3	19,5
	T9	30	18,87	2,04	15,0	17,3	18,6	20,3	24,0
90 días	T0	30	17,47	1,42	14,3	16,6	17,2	18,4	21,3
	T1	30	21,24	2,11	17,0	19,8	21,0	22,8	25,2
	T2	30	21,24	1,67	18,2	20,1	21,3	22,4	23,9
	T3	30	23,42	2,21	18,9	21,7	23,4	24,8	28,2
	T4	30	21,23	2,08	15,8	20,0	21,4	23,0	24,3
	T5	30	21,08	1,89	16,4	19,9	21,1	22,0	24,6
	T6	30	21,56	1,68	17,4	20,8	21,4	22,7	25,1
	T7	30	22,51	2,51	16,7	20,8	22,7	24,6	27,1
	T8	30	22,14	2,27	18,8	20,6	21,9	23,7	27,6
	T9	30	21,99	1,96	17,7	20,6	21,7	23,6	25,6
105 días	T0	30	19,13	1,59	16,5	17,8	19,0	20,1	23,8
	T1	30	23,17	2,09	19,3	21,5	23,4	24,4	27,3
	T2	30	23,42	1,68	20,6	21,9	23,8	24,5	26,9
	T3	30	26,41	1,68	23,7	25,2	26,1	27,5	30,2
	T4	30	23,58	2,10	20,2	22,2	23,7	24,7	28,6
	T5	30	23,41	1,83	19,4	22,3	23,8	24,7	26,4
	T6	30	23,16	1,47	19,7	22,2	23,4	24,0	26,6
	T7	30	24,45	2,11	19,9	23,0	24,6	25,7	28,0
	T8	30	23,91	1,80	20,2	22,5	23,9	24,8	28,1
	T9	30	23,71	2,08	20,0	22,2	23,7	25,0	28,2

**Tabla 14.** Estadísticos del diámetro (mm) de plantones de *C. glandulosa* durante los 105 días de evaluación

<b>Evaluación</b>	<b>Trat</b>	<b>n</b>	<b>mean</b>	<b>sd</b>	<b>min</b>	<b>Q1</b>	<b>median</b>	<b>Q3</b>	<b>max</b>
15 días	T0	30	0,83	0,10	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1
	T1	30	0,83	0,09	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1
	T2	30	0,85	0,10	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1
	T3	30	0,82	0,12	0,6	0,8	0,8	0,9	1,2
	T4	30	0,88	0,11	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
	T5	30	0,9	0,15	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
	T6	30	0,84	0,12	0,6	0,7	0,8	1,0	1,0
	T7	30	0,89	0,12	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
	T8	30	0,92	0,13	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
	T9	30	0,93	0,13	0,8	0,9	0,9	1,0	1,3
30 días	T0	30	0,91	0,11	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
	T1	30	0,86	0,18	0,1	0,8	0,9	0,9	1,1
	T2	30	0,89	0,13	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
	T3	30	0,91	0,12	0,7	0,8	0,9	1,0	1,3
	T4	30	0,89	0,12	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
	T5	30	0,88	0,12	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
	T6	30	0,87	0,09	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0
	T7	30	0,91	0,11	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
	T8	30	0,94	0,14	0,7	0,8	0,9	1,0	1,3
	T9	30	0,95	0,13	0,8	0,9	0,9	1,0	1,4
45 días	T0	30	1,02	0,15	0,8	0,9	1,0	1,1	1,4
	T1	30	1,01	0,14	0,8	0,9	1,0	1,1	1,4
	T2	30	0,99	0,13	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
	T3	30	1,05	0,15	0,9	0,9	1,0	1,1	1,4
	T4	30	0,96	0,13	0,7	0,9	0,9	1,0	1,3
	T5	30	0,92	0,13	0,7	0,8	0,9	1,0	1,3
	T6	30	0,91	0,08	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0
	T7	30	0,97	0,15	0,7	0,9	0,9	1,1	1,3
	T8	30	1,02	0,15	0,8	0,9	1,0	1,1	1,4
	T9	30	1,02	0,15	0,8	0,9	1,0	1,1	1,5
60 días	T0	30	1,36	0,11	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5
	T1	30	1,45	0,16	1,2	1,3	1,4	1,5	1,8
	T2	30	1,42	0,13	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7
	T3	30	1,72	0,16	1,5	1,6	1,7	1,8	2,1
	T4	30	1,67	0,20	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1
	T5	30	1,37	0,11	1,2	1,3	1,4	1,4	1,8
	T6	30	1,43	0,22	0,9	1,3	1,4	1,6	1,9
	T7	30	1,49	0,28	0,9	1,4	1,5	1,7	2,1
	T8	30	1,44	0,19	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9
	T9	30	1,55	0,15	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8

Continuación de la Tabla 14

<b>Evaluación</b>	<b>Trat</b>	<b>n</b>	<b>mean</b>	<b>sd</b>	<b>min</b>	<b>Q1</b>	<b>median</b>	<b>Q3</b>	<b>max</b>
75 días	T0	30	1,65	0,11	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8
	T1	30	1,88	0,25	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
	T2	30	2,05	0,16	1,7	2,0	2,1	2,2	2,3
	T3	30	2,33	0,13	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6
	T4	30	2,07	0,19	1,6	2,0	2,1	2,2	2,6
	T5	30	1,85	0,16	1,5	1,8	1,9	1,9	2,2
	T6	30	1,94	0,27	1,5	1,8	2,0	2,1	2,5
	T7	30	2,19	0,36	1,5	2,0	2,2	2,4	3,1
	T8	30	1,44	0,19	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9
	T9	30	2,24	0,27	1,7	2,0	2,2	2,4	2,9
90 días	T0	30	2,05	0,15	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3
	T1	30	2,26	0,18	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6
	T2	30	2,47	0,20	2,0	2,4	2,5	2,6	2,9
	T3	30	2,84	0,16	2,6	2,7	2,8	2,9	3,2
	T4	30	2,55	0,17	2,1	2,4	2,6	2,7	2,8
	T5	30	2,39	0,21	1,9	2,3	2,4	2,5	2,8
	T6	30	2,34	0,24	1,8	2,2	2,3	2,5	2,8
	T7	30	2,73	0,41	1,7	2,5	2,8	3,1	3,4
	T8	30	2,45	0,22	2,1	2,3	2,4	2,6	2,9
	T9	30	2,64	0,23	2,1	2,5	2,6	2,8	3,1
105 días	T0	30	2,47	0,20	2,2	2,3	2,5	2,6	3,1
	T1	30	2,76	0,20	2,4	2,6	2,7	2,8	3,3
	T2	30	2,9	0,19	2,6	2,8	2,9	3,0	3,3
	T3	30	3,38	0,18	3,1	3,2	3,4	3,5	3,8
	T4	30	3,06	0,15	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3
	T5	30	2,87	0,23	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4
	T6	30	2,75	0,20	2,4	2,6	2,8	2,9	3,2
	T7	30	3,14	0,39	2,3	2,9	3,2	3,4	3,8
	T8	30	2,95	0,19	2,6	2,8	2,9	3,1	3,4
	T9	30	2,96	0,24	2,5	2,8	3,0	3,1	3,5

**Tabla 15.** Estadísticos del número de hojas de plantones de *C. glandulosa* durante los 105 días de evaluación

<b>Evaluación</b>	<b>Trat</b>	<b>n</b>	<b>mean</b>	<b>sd</b>	<b>min</b>	<b>Q1</b>	<b>median</b>	<b>Q3</b>	<b>max</b>
15 días	T0	30	5,5	0,51	5	5	6	6	6
	T1	30	5,43	0,57	4	5	5	6	6
	T2	30	5,57	0,5	5	5	6	6	6
	T3	30	5,67	0,48	5	5	6	6	6
	T4	30	5,53	0,51	5	5	6	6	6
	T5	30	5,5	0,51	5	5	6	6	6
	T6	30	5,33	0,55	4	5	5	6	6
	T7	30	5,17	0,65	4	5	5	6	6
	T8	30	5,1	0,4	4	5	5	5	6
T9	30	4,83	1,32	3	4	5	6	7	
30 días	T0	30	6,2	0,43	6	6	6	6	7
	T1	30	6,6	0,67	5	6	7	7	8
	T2	30	6,9	0,84	5	6	7	8	8
	T3	30	6,7	0,60	6	6	7	7	8
	T4	30	5,9	0,63	5	5	6	6	7
	T5	30	5,8	0,68	5	5	6	6	7
	T6	30	5,3	0,52	4	5	5	6	6
	T7	30	5,5	0,82	4	5	5	6	7
	T8	30	5,2	0,48	4	5	5	5	6
T9	30	4,8	1,02	3	4	5	6	7	
45 días	T0	30	7,37	0,76	5	7	8	8	8
	T1	30	8,2	0,96	7	7	8	9	10
	T2	30	8,7	1,32	6	8	9	10	11
	T3	30	8,23	0,77	7	8	8	9	10
	T4	30	6,87	0,86	4	6	7	7	8
	T5	30	6,73	0,83	5	6	7	7	8
	T6	30	6,13	0,73	5	6	6	7	8
	T7	30	6,4	1,13	4	6	6	7	8
	T8	30	5,7	0,75	5	5	6	6	7
T9	30	5,1	1,24	3	4	5	6	7	
60 días	T0	30	7,77	0,73	6	7	8	8	9
	T1	30	8,57	0,9	7	8	8	9	10
	T2	30	9,03	1,33	7	8	9	10	11
	T3	30	9,33	0,84	8	9	9	10	11
	T4	30	7,4	0,72	6	7	7	8	9
	T5	30	7,73	0,94	6	7	8	8	10
	T6	30	7,97	0,89	6	7	8	9	10
	T7	30	7,43	0,9	6	7	8	8	9
	T8	30	7,2	0,76	6	7	7	8	9
T9	30	5,47	1,14	4	5	5	6	8	

Continuación de la Tabla 14 Tabla 15

<b>Evaluación</b>	<b>Trat</b>	<b>n</b>	<b>mean</b>	<b>sd</b>	<b>min</b>	<b>Q1</b>	<b>median</b>	<b>Q3</b>	<b>max</b>
75 días	T0	30	8,4	0,62	7	8	8	9	9
	T1	30	9,73	0,94	8	9	10	10	12
	T2	30	10,4	0,93	9	10	10	11	12
	T3	30	11,17	1,12	9	10	11	12	13
	T4	30	8,5	0,94	7	8	8	9	10
	T5	30	8,77	0,9	7	8	9	9	10
	T6	30	9,33	1,09	7	8	10	10	11
	T7	30	8,5	0,82	7	8	8	9	10
	T8	30	8,37	0,96	7	8	8	9	10
	T9	30	7,63	0,93	6	7	8	8	9
90 días	T0	30	8,73	0,58	7	8	9	9	10
	T1	30	11,43	1,01	10	11	11	12	13
	T2	30	11,47	1,04	10	11	11	12	13
	T3	30	12	1,31	10	11	12	13	14
	T4	30	9,73	1,26	8	9	10	11	12
	T5	30	9,7	0,92	8	9	10	10	11
	T6	30	9,63	0,96	8	9	10	10	11
	T7	30	8,87	0,73	8	8	9	9	10
	T8	30	9,23	0,73	8	9	9	10	11
	T9	30	10,17	0,87	9	10	10	11	12
105 días	T0	30	9,23	0,73	8	9	9	10	11
	T1	30	11,5	1,04	10	11	12	12	13
	T2	30	11,63	0,89	10	11	12	12	13
	T3	30	12,8	0,89	12	12	13	13	15
	T4	30	10,23	0,9	9	10	10	11	12
	T5	30	10,53	0,97	9	10	10	11	12
	T6	30	10,73	0,83	9	10	11	11	12
	T7	30	9,37	0,61	8	9	9	10	11
	T8	30	9,57	0,94	8	9	10	10	11
	T9	30	10,33	0,84	9	10	10	11	12

## Apéndice B. Panel fotográfico



**Figura 9.** Preparación de los diferentes tipos de compost



**Figura 10.** Compost obtenido a base de tres tipos de estiércol



**Figura 11.** Instalación de la cama de germinación



**Figura 12.** Siembra de semillas de *C. glandulosa* en la cama de germinación



**Figura 13.** Aplicación de Vitax para la sanidad de semillas de *C. glandulosa*



**Figura 14.** Adecuación de las bolsas llenadas con los tratamientos de compost y suelo agrícola



**Figura 15.** Instalación de los tratamientos de compost en plántones de *C. glandulosa* en el vivero forestal



**Figura 16.** Visita del jurado en la instalación de los tratamientos de plántones de *C. glandulosa* en el vivero forestal



**Figura 17.** Segunda repetición del tratamiento T<sub>0</sub>



**Figura 18.** Segunda repetición del tratamiento T<sub>1</sub>



**Figura 19.** Segunda repetición del tratamiento T<sub>2</sub>



**Figura 20.** Primera repetición del tratamiento T<sub>4</sub>



**Figura 21.** Primera repetición del tratamiento T<sub>6</sub>



**Figura 22.** Segunda repetición del tratamiento T<sub>9</sub>



**Figura 23.** Preparación de Vitavax para aplicarlo con la mochila de pulverizar



**Figura 24.** Pulverización con Vitavax para evitar la chupadera de los plantones de *C. glandulosa*



**Figura 25.** Labores culturales de riego de los tratamientos de plantones de *C. glandulosa*