

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



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA  
PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE *Guazuma crinita* (BOLAINA  
BLANCA) EN TINGO MARÍA, REGIÓN HUÁNUCO**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**DARRY MAYNARD SAAVEDRA AYALA**

**Tingo María – Perú**

**2023**



**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 095-2024-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 07 de Setiembre de 2023, a horas 10:00 a.m. en la sala de grados de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para calificar la tesis titulada:

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE *Guazuma crinita* (BOLAINA BLANCA) EN TINGO MARÍA, REGIÓN HUÁNUCO ”**

Presentado por el Bachiller: SAAVEDRA AYALA, DARRY MAYNARD, 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, 17 de septiembre de 2024

**Ing. MSc. ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ**  
**PRESIDENTE**

**Ing. MSc. RAUL ARAUJO TORRES**  
**MIEMBRO**

**Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO**  
**MIEMBRO**



**Dr. DAVID P. QUISPE JANAMPA**  
**ASESOR**

**Ing. MSc. RICARDO OCHOA CUYA**  
**ASESOR**



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 283 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación 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% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE Guazuma crinita (BOLAINA BLANCA) EN TINGO MARÍA, REGIÓN HUÁNUCO	DARRY MAYNARD SAAVEDRA AYALA	<b>16 %</b> <b>Dieciséis</b>

Tingo María, 09 de octubre de 2024

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  
Dr. Tomas Menacho Mallqui  
JEFE

C.C. Archivo

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



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN  
DE PLANTONES DE *Guazuma crinita* (BOLAINA BLANCA) EN TINGO MARÍA,  
REGIÓN HUÁNUCO**

<b>Autor</b>	: Darry Maynard Saavedra Ayala.
<b>Asesor(es)</b>	: Ing. M. Sc. David Prudencio, Quispe Janampa. Ing. Mag. Sc. Ricardo, Ochoa Cuya.
<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>	: Planta de producción O&D INNOVATIONS.
<b>Duración</b>	: 06 meses.
<b>Financiamiento</b>	: S/. 2 087,00

**Tingo María – Perú.**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso, por su infinita misericordia y amor, por darme la fuerza y la vida para seguir cada día en el proceso de lograr uno de los anhelos más deseados.

A mi querida madre, por su gran amor y apoyo incondicional, porque lucho mucho por mi felicidad, educación y salud. Por ser un ejemplo de perseverancia que me impulsa a lograr mis metas.

A mi esposa e hijo, por su amor, por brindarme su apoyo, la fuerza y la motivación durante la realización de este proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria La Selva, mi “Alma mater”, por brindarme las aulas de formación académica durante mis años de estudiante, tengo el orgullo de ser Unasino.

A mis queridos y prestigiosos docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, por todos los conocimientos impartidos, por su paciencia y guiarnos siempre para convertirnos en los mejores profesionales.

A los M. Sc. Quispe Janampa, David y Ochoa Cuya, Ricardo, por sus sabios consejos siendo de vital importancia en esta investigación. Sin sus valiosos aportes, experiencias y conocimientos, no hubiera podido completar mi investigación.

A mi madre Ayala Saavedra Isabel, hermanos y familia, muchas gracias por su invaluable apoyo porque estuvieron desde un principio hasta el día de hoy.

A mi esposa e hijo Ramos Díaz, Nathaly s. y Saavedra Ramos, Dean khaleb, por ser el motor que me motiva a seguir esforzándome cada día a ser mejor.

A mis padrinos Reátegui Díaz, Fernando y Chin Muñoz, Mónica, por la motivación y los consejos que me impulsaron a desarrollarme profesionalmente.

A todos mis amigos que me han impulsado hacia adelante con la realización de este proyecto, Medina Villanueva, Carlos, Vela Zevallos, Andy, Hipólito Vázquez, Frank, Crispín Sánchez, Martín. Gracias a todos.

A la empresa O&D Innovation Sustainable E.I.R.L, por haber puesto sus recursos a disposición para mi desarrollo profesional y superación personal.

## ÍNDICE

	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo general .....	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Plantación forestal .....	3
2.1.2. Descripción de <i>G. crinita</i> .....	3
2.1.3. Nutrientes esenciales para el desarrollo de plantas .....	6
2.1.4. Síntomas de deficiencia nutricional .....	7
2.1.5. Fertilización.....	8
2.1.6. Abonos orgánicos.....	9
2.1.7. Calidad de plantones .....	15
2.2. Estado del arte .....	19
2.2.1. Nacional .....	19
2.2.2. Local.....	22
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1. Lugar de ejecución .....	23
3.1.1. Clima .....	23
3.1.2. Zona de vida.....	24
3.2. Materiales y equipos.....	24
3.2.1. Material genético.....	24
3.2.2. Materiales .....	24
3.2.3. Herramientas .....	24
3.2.4. Equipos.....	24
3.2.5. Insumos .....	24
3.3. Metodología.....	24
3.3.1. Tipo de investigación y diseño experimental.....	24
3.3.2. Diseño estadístico.....	24
3.3.3. Componentes en el estudio.....	24
3.3.4. Análisis de varianza .....	25

3.3.5. Determinación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la altura, diámetro y número de hojas de plantones de <i>Guazuma crinita</i> .	26
3.3.6. Determinación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la biomasa radicular y aérea de <i>Guazuma crinita</i> .....	28
3.3.7. Determinación de la influencia de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad de plantones de <i>Guazuma crinita</i> .....	29
3.3.8. Procesamiento de datos .....	29
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
4.1. Determinación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la altura, diámetro y número de hojas de plantones de <i>Guazuma crinita</i> .....	30
4.1.1. Efecto en la altura de los plantones de <i>G. crinita</i> .....	30
4.1.2. Efecto en el diámetro de los plantones de <i>G. crinita</i> .....	33
4.1.3. Efecto en el número de hojas de los plantones de <i>G. crinita</i> .....	36
4.2. Determinación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la biomasa radicular y aérea de <i>Guazuma crinita</i> .....	39
4.2.1. Biomasa aérea (BA) en plantones de <i>G. crinita</i> .....	39
4.2.2. Biomasa radicular (BR) en plantones de <i>G. crinita</i> .....	41
4.2.3. Relación de BA/BR.....	43
4.3. Determinación de la influencia de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad de plantones de <i>Guazuma crinita</i> .....	46
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>VI. PROPUESTAS A FUTURO .....</b>	<b>49</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Variables morfológicas para la determinación de calidad en plantas.....	16
2. Coeficientes o índices para evaluar y determinar la calidad de la planta .....	19
3. Datos climáticos del periodo de ejecución del estudio .....	23
4. Factores en estudio .....	25
5. Esquema del análisis de varianza (ANVA) .....	25
6. Análisis de variancia en altura de plantón (cm) por evaluaciones realizadas.....	31
7. Valores promedio de la altura (cm) de los tipos de abono orgánico por evaluación realizada.....	32
8. Análisis de variancia del crecimiento en diámetro de plantón (mm) .....	34
9. Valores promedio del crecimiento en diámetro (cm) por tipo de abono orgánico .....	35
10. Análisis de variancia del número de hojas por plantón .....	37
11. Valores promedio del número de hojas de <i>G. crinita</i> .....	38
12. Análisis de varianza para la biomasa aérea en <i>G. crinita</i> (g) .....	40
13. Valores promedio de la biomasa aérea en <i>G. crinita</i> (g) .....	40
14. Análisis de varianza para la biomasa radicular en <i>G. crinita</i> (g).....	42
15. Valores promedio de la biomasa radicular en <i>G. crinita</i> (g) .....	42
16. Matriz de correlación y relación para las variables biomasa aérea y radicular en plantones de <i>G. crinita</i> .....	45
17. Valores por índice de calidad de plantones en <i>G. crinita</i> .....	46
18. Registro del Tratamiento 1 (testigo) tierra agrícola.....	58
19. Registro del Tratamiento 2 compost de plumas de pollo .....	62
20. Registro del Tratamiento 3 compost de residuos de plátano .....	66
21. Registro del Tratamiento 4 compost de estiércol de ganado .....	71
22. Registro de datos para obtención de biomasa.....	75
23. Calidad de plantones según las variables de altura total y diámetro del tallo .....	78
24. Calidad de plantones según la relación biomasa seca aérea/ biomasa seca radicular...78	
25. Calidad de plantones según las variables Relación A/LR, índice de robustez y el índice de calidad de Dickson .....	79
26. Calidad de plantones de <i>G. crinita</i> .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla	Página
1. Datos climáticos del periodo de ejecución del estudio .....	23
2. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el crecimiento en altura de plantón (cm) de <i>G. crinita</i> .....	33
3. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el crecimiento en diámetro de <i>G. crinita</i> .....	36
4. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el número de hojas de <i>G. crinita</i> .....	39
5. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la biomasa aérea de <i>G. crinita</i> .....	41
6. Efecto del abono orgánico en la biomasa radicular en plantones de <i>G. crinita</i> .....	43
7. Curva de relación de la biomasa aérea vs biomasa radicular en plantones de <i>G. crinita</i> .....	44
8. Relación entre la biomasa aérea y biomasa radicular (BA/BR) en plantones de <i>G. crinita</i> .....	45
9. Construcción de vivero .....	80
10. Germinación de semillas de <i>G. crinita</i> .....	80
11. Mezcla de tierra negra con compost .....	81
12. Llenado de bolsas de polietileno.....	81
13. Repique de plántulas de <i>G. crinita</i> .....	82
14. Evaluación de la altura de plantones de <i>G. crinita</i> .....	82
15. Evaluación del diámetro de plantones de <i>G. crinita</i> .....	83
16. Evaluación del número de hojas plantones de <i>G. crinita</i> .....	83
17. Evaluación de biomasa área y radicular .....	84
18. Lavado de raíces .....	84
19. Muestras para la obtención de biomasa aérea y radicular .....	85
20. Pesado de muestras .....	85
21. Secado de muestras.....	86

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la aplicación de abonos orgánicos en la producción de plantones de *Guazuma crinita* en la fase de vivero en Tingo María, Huánuco. Los abonos empleados fueron tierra agrícola, compost de plumas de pollo, compost residuos de plátano y compost de estiércol de ganado. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos y 3 repeticiones, donde se midieron las variables de altura, diámetro de tallo, número de hojas, biomasa aérea y biomasa radicular que fueron evaluadas mediante ANVA y la prueba Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Asimismo, se determinó la calidad de los plantones mediante la relación altura/longitud radicular (RA/LR), Índice de Robustez (IR) y el Índice de Calidad Dickson (ICD). Los abonos orgánicos tuvieron efectos estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) en la altura y diámetro de *G. crinita* a partir del primer mes de evaluación, siendo el mejor tratamiento el compost de estiércol de ganado (T4) con medias de 54,39 cm y 0,60 cm. Por el contrario, ningún abono orgánico tuvo efectos significativos ( $p > 0,05$ ) sobre el número de hojas, que disminuyó hasta un promedio de 9 hojas por planta. Además, según la RA/LR y el ICD, los plantones tuvieron calidad media a alta, mientras que el IR indicó que tuvieron calidad baja a media. Se concluye que la aplicación de abonos orgánicos produce plantones de calidad media a alta, y el abono orgánico de mayor efecto favorable sobre las características morfológicas de *G. crinita* fue el compost de estiércol de ganado (T4).

Palabras clave: Plantones, compost, calidad, *G. crinita*

## ABSTRACT

The research aimed to evaluate the application of organic fertilizers in the production of *Guazuma crinita* seedlings in the nursery phase in Tingo Maria, Huánuco. The fertilizers used were agricultural soil, chicken feather compost, banana waste compost, and cattle manure compost. A Completely Randomized Design (CRD) was used, with 4 treatments and 3 replications, where the variables of height, stem diameter, number of leaves, aboveground biomass, and root biomass were measured and evaluated using ANOVA and Tukey's test ( $\alpha = 0,05$ ). Additionally, the quality of the seedlings was determined using the height/root length ratio (H/RL), the Robustness Index (RI), and the Dickson Quality Index (DQI). The organic fertilizers had statistically significant effects ( $p < 0,05$ ) on the height and stem diameter of *G. crinita* starting from the first month of evaluation, with the cattle manure compost (T4) being the best treatment, with means of 54,39 cm and 0,60 cm, respectively. In contrast, none of the organic fertilizers had a significant effect ( $p > 0,05$ ) on the number of leaves, which decreased to an average of 9 leaves per plant. Furthermore, according to the H/RL and DQI, the seedlings had medium to high quality, while the RI indicated that they had low to medium quality. It is concluded that the application of organic fertilizers produces medium to high-quality seedlings, and the organic fertilizer with the most favorable effect on the morphological characteristics of *G. crinita* was cattle manure compost (T4).

Keywords: Seedlings, compost, quality, *G. crinita*

## I. INTRODUCCIÓN

Los fertilizantes químicos y el uso excesivo de productos industriales (derivados de restos fósiles) utilizados con el afán de acelerar la producción agrícola han tenido como consecuencia el desgaste de los nutrimentos minerales del suelo debido a que las poblaciones microbiológicas se ven afectadas por la reducción del proceso de mineralización y descomposición de los restos orgánicos.

Los abonos orgánicos provienen de residuos de animales, cultivos y otras fuentes orgánicas y naturales, estos materiales aportan microorganismos y nutrientes esenciales al sustrato, el cual estimula el desarrollo de la flora y son materiales que aportan sostenibilidad a la fertilidad de la capa edáfica. La incorporación de materia orgánica o compost incrementa la actividad biológica en el suelo y es una alternativa eficaz, económica y viable.

Para que las especies forestales crezcan y se desarrollen bien, es fundamental que obtengan los nutrientes que necesitan, en las cantidades adecuadas y en el momento adecuado, con el fin de obtener el mayor beneficio. Si la planta se encuentra bien nutrida desde la fase inicial en vivero, hasta ser instaladas en campo definitivo, esta desarrollará una buena resistencia frente al estrés provocado por la falta de nutrientes, agua, ataques de diversos insectos, hongos y otros patógenos.

Actualmente, se están realizando esfuerzos con el objetivo de promover la forestación y reforestación de áreas degradadas en el territorio peruano; es por ello que el éxito de las plantaciones forestales radica principalmente la calidad de los plántones obtenidos en vivero; porque durante este período se obtendrá una nueva plántula a partir de la semilla; siendo esta una etapa importante en el desarrollo de las plantas; aquí se determina el crecimiento, desarrollo, potencial y calidad de la planta una vez establecido en campo definitivo

Para obtener plántones forestales con alto potencial de supervivencia en campo definitivo es necesario realizar una correcta fertilización. En la agricultura, los abonos suministran una mayor cantidad y mejor calidad de elementos nutritivos, por lo que facilita el crecimiento, desarrollo y por ende la producción de las plantas agrícolas.

Sin embargo, en la provincia de Leoncio Prado no se cuenta con experiencias concretas de fertilización con abonos orgánicos en *Guazuma crinita*, por lo que se planteó la siguiente interrogante: ¿Cuál será el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de plántones de *Guazuma crinita* en fase de vivero?; teniendo asimismo la siguiente hipótesis: “La aplicación de abonos orgánicos tiene efecto en el crecimiento de plántones de *Guazuma crinita* en fase de vivero”; el estudio demostró que el sustrato conformado por la mezcla de tierra

agrícola y estiércol de ganado tuvieron los mejores resultados en el estudio, respondiendo a la interrogante planteada.

### **1.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de plántones de *Guazuma crinita* en Tingo María, región Huánuco.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la altura, diámetro y número de hojas de plántones de *Guazuma crinita*.
- Determinar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la biomasa radicular y aérea de *Guazuma crinita*.
- Determinar la influencia de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad de plántones de *Guazuma crinita*.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Plantación forestal

Se refiere al establecimiento de árboles individuales que forman un grupo boscoso, la misma que tiene un diseño de plantación, tamaño y una especie específica, estas masas boscosas cumplen propósitos específicos, tales como: protección del suelo, eliminación de problemas de erosión de suelo, producción de madera, etc. Los objetivos de una plantación ayudan a definir o determinar la densidad de las plantaciones, así como la productividad y los costos asociados al establecimiento de la plantación, teniendo en cuenta lo anterior, el éxito de las plantaciones forestales depende de los estudios previos de las condiciones naturales del área donde se realiza la plantación y de la calidad del material genético vegetal (Andrade y Tigua, 2020).

#### 2.1.2. Descripción de *G. crinita*

Especie forestal de gran importancia económica en la amazonia peruana, su importancia radica en el rápido crecimiento y el uso diverso de la madera. Sin embargo, en gran parte del territorio amazónico se han instalado plantaciones sin un control adecuado del material genético por lo que las plantaciones no han tenido el éxito anhelado (Ramos y Domínguez, 2016).

##### 2.1.2.1. Taxonomía

El sistema de clasificación APG III (2009), clasifica a la especie de la siguiente manera:

<b>Reino</b>	: Plantae
<b>Filo</b>	: Tracheophyta
<b>Clase</b>	: Eudicotas
<b>Orden</b>	: Malvales
<b>Familia</b>	: Sterculiaceae
<b>Género</b>	: Guazuma
<b>Especie</b>	: <i>G. crinita</i>

##### 2.1.2.2. Descripción botánica

*G. crinita* es una especie que en su madurez puede alcanzar 35 metros de altura y 50 cm de diámetro. Esta especie posee una copa plana. El fuste es agrietado con tendencia a fisurado de color grisáceo casi negruzco, la corteza posee muchas laminillas largas, en arboles gruesos se han observado hasta dos capas; la capa externa es de apariencia

fibrosa pero compacta y la capa interna es fibrosa laminar, el color de las capas es crema, pero al ser expuestos al aire estas se oxidan y obtienen un color marrón oscuro, el fuste de los árboles exudan mucilago incoloro, escaso y dulceino. La forma de las hojas de los árboles de esta especie es lanceoladas, alternas y simples, el largo de las hojas es de 3 a 13 cm y el ancho es de 1,5 a 6,5 cm, el margen laminar es aserrado, el color de las hojas es verde oscuro. Las ramas juveniles son de color pardo y cilíndrico. Las flores se ubican en las axilas de las hojas generalmente están dispuestos en grupos. Su fruto es de forma globosa cuyo tamaño es de 2 a 4 cm de longitud y de 5 a 6 mm de diámetro (Rodríguez y Sibille, 1996).

### **2.1.2.3. Distribución ecológica**

Es una especie pionera cuyo crecimiento es acelerado, pertenece al gremio de las heliófitas durables, crecen en suelos del orden ultisol, entisol, inceptisol y con pH ligeramente ácido, generalmente se encuentran en purmas y bosques secundarios. Estas especies han sido observados con abundancia en caminos y zonas con alteración antropológica. En las orillas de los ríos se pueden observar rodales. *G. crinita* se desarrolla con otras especies como *Cecropia* sp (cetico), *Ochroma pyramidale* (topa), *Croton* sp (sangre de grado) y otras especies. Se distribuye en bosques muy húmedo subtropical y en bosque húmedo premontano. *G. crinita* soporta precipitaciones de 1 800 a 2 500 mm por año y 25 °C de temperatura media anual. La especie ha sido observada en área cuyos suelos son limosos a arenosos a veces pedregosos con escasa fertilidad con lluvias intensas y continuas, así como en áreas con estaciones secas pronunciadas; en su etapa de plántula no tolera inundaciones (Baldoce y Pinedo, 1991).

### **2.1.2.4. Fenología**

Los árboles de *G. crinita* florecen y cada año dan frutos de tipo globoso de 5 a 6 mm de diámetro, cubierto de pelos largos, de 2 a 4 cm. Primero, la floración de esta especie dura 2 meses, debido a la gran cantidad de flores que produce la copa del árbol se cubre de un color ligeramente rosado. Los frutos comienzan a emerger después de 3 a 4 semanas, y están cubiertas de largos pelos marrones. El periodo de la maduración de los frutos ocurre entre 2 y 3 meses, y el punto máximo de la dispersión de semillas ocurre en los meses de septiembre y octubre, mes en el que llega el final de la estación seca. La defoliación parcial del dosel puede ocurrir durante la fructificación y la reproducción (Flores, 2002).

### **2.1.2.5. Descripción de la semilla**

Las semillas poseen un embrión bien desarrollado, cubierto por un endospermo carnosos, formado a partir de lípidos y proteínas. Generalmente son pequeñas

de 1 mm de diámetro y altura. El fruto de *G. crinita* posee entre 10 a 20 semillas y el total de semillas en 1 kg es de 700 000; 860 000 y 900 000 semillas aproximadamente (Flores, 2002).

#### **2.1.2.6. Distribución natural**

*G. crinita* está distribuida en la región neotropical desde América central hasta la región amazónica, abarca países como Brasil, Bolivia y Perú. En el Perú esta especie se ha observado en la región Loreto, Amazonas, Ucayali, Huánuco, San Martín, Madre de Dios, Junín y Cerro de Pasco (CMP, 2008).

#### **2.1.2.7. Manejo en vivero**

En los viveros instalados en la amazonia peruana, la germinación de las semillas se realiza en camas también conocidas como camas germinadoras, donde se realiza la siembra por voleo. Las semillas germinan en 5 a 8 días. El riego se realiza con duchas finas dos veces al día, generalmente en las mañanas y en las tardes (Wightman *et al.*, 2006).

En condiciones ambientales las semillas frescas germinan entre 6 y 8 días, a una temperatura de 25°C el porcentaje de germinación es de 65% y pueden almacenarse durante 280 días reduciendo la tasa de germinación a un 40%. El periodo de germinación es de 15 a 20 días con semillas frescas, justo después de la cosecha, las semillas se siembran en camas de almacigo con sustrato de arena mediante el método de voleo finalmente se cubren con una capa delgada de 1–2 cm de arena. El repique se realiza cuando las plantas alcanzan de 10 a 15 cm de altura (Reynel *et al.*, 2003).

#### **2.1.2.8. El suelo y la materia orgánica**

Para diversos autores el suelo es un ente viviente que ha evolucionado durante millones de años a través de ciclos naturales continuos, su formación esta condicionados por diferentes factores como el material parental, el clima, los microorganismos, relieve y tiempo. Los principales componentes del suelo es la materia orgánica que contiene minerales en forma de nutrientes, además de agua y aire (Salas y Rojas, 2021).

El material orgánico del suelo está conformado por la descomposición de la flora y fauna, como resultado de la degradación de estos compuestos orgánicos, en especial de aquellos que contienen lignina, se forma el abono. El compost es un abono muy importante para la nutrición del suelo debido a sus componentes de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y otros oligoelementos. Por otro lado, el ácido poliurónico el cual es un intermediario en la elaboración de humus, se encarga de conservar la estructura del suelo (Rojas, 2015). Autores como Salas y Rojas (2021) definen al suelo como la fracción orgánica formada por residuos de animales y vegetales descompuestos, además de pequeños organismos que habitan el suelo y sustancias que producen los habitantes del suelo.

El movimiento pasivo de los iones de la solución acuosa afecta a la disponibilidad de minerales en el suelo, debido a la difusión, desarrollo y crecimiento de la raíz y por el movimiento de los iones a través del sistema radicular. Las plantas absorben agua disponible del suelo mediante un proceso conocido como "flujo de masa" y este es controlado por la demanda transpiratoria, las plantas absorben los iones desde el suelo mediante el proceso de difusión pasiva es decir de una concentración alta a una más baja este proceso también es conocido como absorción activa. Las elongaciones de las raíces de las plantas ayudan a obtener fuentes nuevas de minerales (Jones, 1983).

Entre los microorganismos que viven en la biocorteza del suelo se encuentran las cianobacterias o bacterias fototrópicas, estas son las encargadas de fijar el nitrógeno y carbono atmosférico al suelo, otros procesos como la síntesis de la clorofila y la ficobilina, también intervienen en la producción de los exopolisacáridos, este sirve para dar mayor estabilidad y fertilidad al suelo (Márquez y González, 2022).

La capacidad y las condiciones del suelo para sostener a las plantas es el resultado de la interacción de las características fisicoquímicas y biológicas. La fertilización del suelo es fundamental para las plantaciones ya sean forestales o agrícolas, sin embargo, el factor climático es decisivo para la supervivencia de los individuos en los bosques (Domínguez, 1988).

Como cualquier planta, las especies forestales obtienen sus minerales a través de las raíces, directamente de la solución acuosa del suelo y los reponen mediante el intercambio de cationes con las partículas de la misma (Landis, 1989). A medida que las plantas crecen y absorben nutrientes, estos se agotan, los nutrientes de suelo se mueven a favor de la gradiente hacia la raíz a través de las corrientes de agua (Domínguez, 1988).

### **2.1.3. Nutrientes esenciales para el desarrollo de plantas**

Según la FAO (2020), dieciséis son los elementos más importantes y necesarios para las plantas, estos elementos provienen del aire y de la descomposición de los restos de seres vivos (plantas y animales). Los nutrientes son transportados por el agua que absorbe el suelo.

Los nutrientes necesarios son:

- a) **Del aire:** carbono (C) como CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono).
- b) **Del agua:** hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H<sub>2</sub>O (agua).
- c) **Del suelo:** el fertilizante y abono animal nitrógeno (N), las plantas leguminosas obtienen el nitrógeno del aire con la ayuda de bacterias

que viven en los nódulos de las raíces (Rhizobium / Fijación Biológica de N / Abono Verde / Mycorrhizae).

**d) Otros elementos importantes son:** fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

El abonamiento aumenta la fertilidad del suelo y la oferta de nutrientes claves que necesitan los principales cultivos (FAO, 2020). Las plantas con buen suelo, con condiciones óptimas de pH y nutrientes, producen cosechas con alto rendimiento y calidad. El pH juega un papel muy importante en desarrollo de plantas, este puede ser ácido o alcalino, la disponibilidad de los nutrientes en el suelo como son el fósforo, nitrógeno, aluminio, manganeso, potasio y calcio garantiza el éxito de las plantaciones. Si las plantas no tienen los nutrientes en cantidades adecuadas los rendimientos serán bajos. Además, el suelo con pH neutro es el más favorable para el desarrollo de las plantas, ya que los macro y micronutrientes están presentes, las hojas tendrán una buena pigmentación, las raíces tendrán un buen funcionamiento en cuanto a la absorción de nutrientes ya que no estarán obstruidas, además tendrán un buen metabolismo y un excelente follaje (Rivera *et al.*, 2018).

La dinámica de los nutrientes presentes en el suelo es una función básica del metabolismo de la planta, que determina en gran medida el rendimiento y la respuesta de las plantaciones frente a la variación de los actores ambientales (Escudero y Mediavilla, 2003).

#### **2.1.4. Síntomas de deficiencia nutricional**

Las deficiencias de nutrientes se caracterizan por los síntomas específicos y que son observables a simple vista, los síntomas pueden ser variables dependiendo de la especie forestal, es importante y muy útil hacer un diagnóstico de las deficiencias de nutrientes, muchas de ellas por ejemplo presentan amarillamiento o clorosis, las cuales pueden ser causadas por diversas deficiencias de nutrientes, así que es necesario analizar los nutrientes en las plantas para conseguir un diagnóstico preciso (Landis, 1989).

La deficiencia nutricional en plántulas forestales afecta a la altura, a la raíz y a las hojas tanto en su forma, tamaño, textura y color. También suelen presentar quemazones, clorosis y otros síntomas. La mayoría de los síntomas visuales reportado en especies forestales se deben a las deficiencias nutricionales; sin embargo, estos se pueden manifestar de diferente forma, la intensidad puede ser mayor o menor dependiendo de la especie (Sepúlveda *et al.*, 2014).

### 2.1.5. Fertilización

Los nutrientes fundamentales para el desarrollo de plantas provienen del suelo y aire. Si se proporciona la cantidad necesaria al suelo, las plantas tendrán un buen desarrollo e incrementarán sus rendimientos. Por otro lado, el suministro inadecuado de los nutrientes más importantes puede limitar su crecimiento y rendimiento (FAO, 2020).

La técnica más efectiva para promover la supervivencia y el buen desarrollo de las plantas en la fase de vivero y en el establecimiento en campo es la fertilización (Ruiz *et al.*, 2001), el riego es una de las actividades primordiales y culturales que tienen mayor impacto en el desarrollo y por ende influyen en la calidad de los plántones producidos en vivero cuyo limitado espacio implica una brusca alteración en las condiciones generales del crecimiento de las plántulas. Puede acelerar o retardar el crecimiento de las plantas, incluidas las partes aéreas y las raíces; puede cambiar la composición nutricional de los tejidos, afectando el nivel de reservas, la capacidad de enraizamiento, la tolerancia al estrés hídrico, la resistencia al frío y a las enfermedades; en resumen, afecta a todas las características de calidad tradicionalmente consideradas en la caracterización de las plantas forestales, muchas de las cuales determinan el éxito de las plantaciones en estrictas condiciones estacionales (Oliet *et al.*, 1999).

Los fertilizantes son aquellas sustancias que se elaboran a partir de compuestos orgánicos o químicos, que proporcionan los elementos básicos como el nitrógeno, fósforo y potasio, azufre, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, cobre, boro, zinc (Ramírez, 2015). La aplicación de cualquiera de ellas requiere un conocimiento continuo de las necesidades de nutrientes de la planta, así como de la capacidad del suelo para garantizar que estos nutrientes se suministren en las cantidades adecuadas y en el momento adecuado. Además, aplicando las dosis correctas de fertilizantes en mantenimientos óptimos de plantaciones forestales se alcanzan ganancias en volumen, lo que hace rentable la inversión por fertilización (Ruiz *et al.*, 2001).

La magnitud de la silvicultura se refleja en el uso de fertilizantes con fin de incrementar el crecimiento de las plantas causados generalmente por las deficiencias nutricionales (Marees, 1988). El propósito de la fertilización es proporcionar a las plantas los nutrientes necesarios para optimizar el desarrollo adecuado logrando satisfacer los requerimientos de los propietarios de las plantaciones. Por tanto, se hace necesario tener en cuenta las condiciones fisicoquímicas del suelo, la dosificación y momento para aplicación de estos nutrientes, las características de las especies y el clima local de la zona, esto permite el uso óptimo del suelo, la vegetación y los factores climáticos (Toro, 1995).

Los microorganismos fijadores de nitrógeno y los solubilizadores de fosfato se utilizan hoy en día como base para la producción de biofertilizantes y son un contribuyente biológico muy importante para la agricultura orgánica porque facilitan el reciclaje de los nutrientes necesarios para las plantas, además reducen el uso de los fertilizantes químicos. Tiene la capacidad de convertir los nutrientes esenciales de las plantas de una forma inaccesible a una forma utilizable a través de procesos biológicos. Existen numerosas especies de hongos y bacterias asociados y de vida libre, que se caracterizan por su capacidad de fabricar fertilizantes orgánicos; estos individuos pertenecen al grupo de microorganismos que promueven el crecimiento de las plantas (PGPM) y están relacionados con la nutrición de las plantas porque juegan un papel importante en el proceso biofertilización (Beltrán y Bernal, 2022).

Sin embargo, el uso en exceso de los fertilizantes químicos en las actividades agrícolas ha contaminado gravemente el medio ambiente como por ejemplo al recurso agua, suelo y aire. Debido a la presencia de metales pesados y radionúclidos en los fertilizantes aumenta el riesgo de acumulación inorgánica, eutrofización de las fuentes de agua y, por otro lado, la formación de partículas y las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que reduce los rendimientos y la calidad de los cultivos (Meena y Busi, 2019).

#### **2.1.6. Abonos orgánicos**

Cada año se genera una cantidad significativa de desechos agrícolas, pero solo una parte se usa específicamente para la alimentación, por lo que se desperdicia una gran cantidad de desechos, convirtiéndose en un potencial altamente peligroso para el medio ambiente. Al convertir estos desechos orgánicos en abono, se convierte una forma eficiente de reciclar adecuadamente los nutrientes, promoviendo el desarrollo y crecimiento de las plantaciones forestales y agrícolas, además ayudan a mejorar y conservar las propiedades del suelo (Ramos y Terry, 2014).

El objetivo principal del compost es proporcionar a las plantas minerales en forma de nutrientes inorgánicos. Durante la preparación del compost, los minerales se retienen en el material orgánico y las plantas los absorben fácilmente, los patógenos que pueden ser dañinos para las plantas se eliminan del material orgánico fresco. Para destruir o eliminar los microorganismos patógenos se debe realizar en temperaturas de 50 a 70 °C (Restrepo, 2007)

El compost es un producto sumamente valioso, es esencial para la nutrición de los organismos del suelo, también ayudan a mejorar las condiciones y estructura del suelo, disminuye la erosión, regula la temperatura, ayuda en el almacenamiento de agua, mejorando así en gran medida la fertilidad del suelo (FAO, 2020).

El objetivo principal del abonamiento de las especies forestales es promover su desarrollo y crecimiento. El abonamiento ayuda a obtener los beneficios máximos en menor tiempo, en ella radica la importancia de conocer y comprender los requerimientos del suelo y los nutrientes necesarios para la especie a cultivar, de este modo se optimizará los recursos de manera eficiente para obtener los resultados en menor tiempo (Solórzano, 2001).

Los abonos orgánicos introducen materia orgánica en el suelo para proporcionar y mantener los nutrientes disponibles o almacenar nitrógeno, potasio, fósforo, azufre y oligoelementos vegetales, al mismo tiempo que aumentan la estabilidad y las propiedades fisicoquímicas del suelo. Se muestra una mejor permeabilidad, capacidad de ventilación y humectación, estabilidad estructural, actividad microbiana y compactación reducida (Centeno, 2012).

#### **2.1.6.1. Ventajas**

Las principales ventajas del uso de abonos orgánicos según Restrepo y Hensel (2009) son:

- Disminuye el factor de riesgo que podría afectar la salud humana.
- No son dañinos para medio ambiente y la biodiversidad que habita en él.
- Mejora la fertilidad, nutrición y vitalidad del suelo asociada con el micro y el macroorganismos del suelo.
- Estimulan el ciclo vegetativo de la flora.
- Genera mayor rendimiento por hectárea.
- Ayuda a la absorción de agua y disminuye la temperatura del suelo, por lo que se ahorra agua y tiempos de riego por cultivo.
- Reducen la escorrentía superficial del agua.
- Mejora la permeabilidad y la bioestructura del suelo.
- Aportan al suelo una alta tasa de humus microbiano a largo plazo.
- Contribuye a una cosecha más segura y eficiente.
- Mayor rentabilidad económica por área de tierra cultivable.
- Brindan a los agricultores más opciones económicas con menor costo de producción.
- Los cultivos orgánicos en términos de nutrición superan a cualquier otro sistema de producción de alimentos basado en nutrientes.

- Los abonos orgánicos son una fuente continua de fertilización y nutrición, con una liberación gradual y prolongada de los macro y micronutrientes.
- Las plantas incrementan la capacidad de absorber nutrientes, debido al crecimiento del sistema radicular.
- Finalmente proporcionan plantas sanas, vigorosas y libres de enfermedades, porque son protegidas naturalmente, el equilibrio nutricional inherente en presencia de hormonas vegetales, vitaminas, catalizadores y enzimas, basándose en la actividad fisiológica continúa, es lograda por las condiciones ambientales favorables.

#### **2.1.6.2. Desventajas**

La desventaja en la elaboración de abonos orgánicos es que se requiere de gran cantidad de materia orgánica para elaborar un volumen suficiente de abono, otra desventaja es que se requiere de tiempo para el proceso de descomposición, donde se pierde gran parte del contenido nutricional y energético (Restrepo, 2007).

#### **2.1.6.3. Compost de plumas de pollo**

En los últimos años el compostaje ha captado mayor atención, como una opción económica. El compostaje es una forma segura de disponer los residuos orgánicos y de obtener abono de buena calidad en cuanto a nutrientes especialmente de nitrógeno. Pero las plumas de pollo suelen presentar una gran dificultad de disolverse debido a la composición molecular de los aminoácidos que lo componen y que dan rigidez a las plumas (Riffel y Brandelli, 2006).

La industria avícola nacional es una industria muy desarrollada, por lo que se ha incrementado el porcentaje de producción de los residuos obtenidos de la crianza y del sacrificio de las aves. El peso vivo de un ave está constituido por al menos 5 a 10 % del peso de plumas, por lo que se estima una producción de 5 millones de toneladas de plumas por año en el mundo. Las plumas de pollo poseen una compleja estructura, está formada básicamente de queratina, por lo que su degradación es lenta. Es estudios recientes se descubrió especies de bacterias y hongos que tienen la capacidad de producir enzimas queratinolíticas capaces de degradar las estructuras de queratina actuando sobre los enlaces disulfuro y peptídico. Las cepas identificadas para la degradación de plumas fueron identificadas como *Brevundimonas vesicularis* y *Burkholderia cepacia* (Hernández, 2020).

El compost producido con pluma de pollo es incorporado al suelo y este suelo se vuelve muy rico en materia orgánica, microorganismos, con buena textura y

estructura. La aplicación de pluma de pollo ha facilitado la no dependencia de fertilizantes químicos permitiendo la autosostenibilidad. Con la aplicación del compost de pluma fresca de pollo se evidencia buenos resultados, ya que en experimentos recientes y comparada con suelos sin aplicación de compost a base de pluma de pollo, proporciona mayor crecimiento, mejor coloración y robustez del tallo permitiendo un mayor rendimiento de hasta un 40% en la producción de pasto (Córdova, 2013).

Por otro lado, el abono elaborado con plumas aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, con un 79,1% y 3,49% de nitrógeno, pero el pH, fósforo, calcio y magnesio se reduce considerablemente, aunque están dentro del rango ideal para un compost maduro (Florida *et al.*, 2019).

#### **2.1.6.4. Compost de residuos de plátano**

El pH de los abonos elaborados a partir de residuos de plátano varía de ligeramente salinos (pH = 7.8) hasta fuertemente salinos (pH = 9.9). A demás posee mayor contenido de fósforo y potasio, debido a que un racimo de banano almacena 2,75% de potasio (Cadena, 2005). Otros autores como Florida *et al.* (2019) reportaron valores entre 7 a 7,9 de pH después de 90 días de compostaje y 8,6 de pH después de 120 días; 36,07% de materia orgánica y 1,2% de Nitrógeno. Sin embargo, reportó niveles relativamente inferiores de 1,74 % de calcio y 0,96 % de Magnesio.

El abono obtenido de los residuos de plantaciones de plátano, contiene un alto valor nutricional, además estos elementos orgánicos son fácilmente degradables. La combinación con excremento de cerdo aporta una fuente importante fuente de nitrógeno. Este abono contiene N, P, K, Ca, Mg, S, Mo, C y la relación C: N es estable durante 150 días de la elaboración. También contiene bajos porcentajes de metales pesados y una adecuada cantidad de microorganismos beneficiosos para las plantas. Sin embargo, el almacenamiento por periodos largos disminuye el aporte nutricional y microbiológico (Ramos *et al.*, 2014)

#### **2.1.6.5. Compost de estiércol de ganado vacuno**

El estiércol de ganado está compuesto por sólidos y líquidos, mayormente por heces y orina del ganado, la parte líquida es rica en potasa. El estiércol posee gran cantidad de nitrógeno y la orina posee al menos la mitad del nitrógeno en comparación con las heces, principalmente en forma de urea y otros compuestos que se asemejan a la urea. (Plaster, 2000) Además la composición de nutrientes en el estiércol es muy diversa, dependiendo de muchos factores como: tipo de animal, origen, tiempo de fermentación, edad, sexo, estado fisiológico, tiempo de almacenamiento (Almansa *et al.*, 2007).

El estiércol de ganado en la fertilización del suelo ha sido ampliamente utilizado en la parte sierra del territorio peruano. Las aplicaciones de más de 10 toneladas de abono de estiércol demuestran el efecto positivo en la agricultura, sin embargo, cuando el estiércol proviene del corral, la pérdida de los elementos es mayor a medida que el tiempo transcurre. El estiércol es particularmente útil en la agricultura, siempre y cuando se produzca en el mismo fundo, de lo contrario es antieconómico (Zavaleta, 1992).

El excremento de vaca es considerado como la mezcla de compuestos muy complejos, desde lignina hasta compuestos amoniacos, estos son compuestos que se descomponen fácilmente (Van Kessel *et al.*, 2000). En otros estudios las muestras de estiércol vacuno analizados presentaron valores inferiores al estiércol de ave en la mayoría de las propiedades, excepto densidad, contenido de agua, pH, relación C/N y contenido de Fe. La densidad fue en promedio 0,64 g cm<sup>-3</sup>, y el contenido promedio de humedad, 40 %. La concentración de N varió de 10,6 a 13,5 g kg<sup>-1</sup> y la de C total entre 183 y 271 g kg<sup>-1</sup> (Barbazán *et al.*, 2011).

Salazar *et al.* (2007) reportaron el contenido de lignina en el compost de estiércol de ganado obteniendo un promedio de 140 g kg<sup>-1</sup>, con un rango de variación muy amplio de 76 a 204 g kg<sup>-1</sup>. El abono de estiércol está compuesto por micronutrientes, cuyos valores en promedio son: Cu (19 mg kg<sup>-1</sup>), Fe (3 087 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (277 mg kg<sup>-1</sup>) y Zn (58 mg kg<sup>-1</sup>). Estos valores pueden variar de acuerdo a las dietas concentradas y más balanceadas. Por su parte Florida *et al.* (2019) reportó 7,42 de pH, además se encontró 25,7% de materia orgánica, pero son más ricos en N<sub>2</sub> con un total de 2,2 %.

#### **2.1.6.6. Microorganismos eficientes (ME)**

Los microorganismos eficientes incluyen a las bacterias ácidos lácticos, fotosintéticos, levaduras, actinomicetos y hongo fermentadores de apariencia filamentosa. Tienen muchos usos, facilita la germinación de semillas, aumenta la floración, promueve el desarrollo de los frutos, incrementa la biomasa, aseguran la reproducción exitosa de las plantas, mejora la estructura del suelo, aumenta la fertilidad química y suprimen agentes patógenos. Por otro lado, la actividad fotosintética, la absorción de agua y nutrientes en las plantas se incrementa. También ayudan en los tiempos de maduración de abonos orgánicos en el composteo (Tanya y Leiva, 2019).

#### **A. Efectos de los ME sobre la nutrición y adquisición del agua**

Los ME influyen en el crecimiento de las raíces y mejora considerablemente la nutrición de las plantas, debido a una mejor adquisición de nutrientes del suelo. Existen microorganismos encargado de la descomposición de algunos minerales como

el fósforo, potasio y otros elementos responsables de la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, convirtiéndolos en forma asimilable para las plantas. También ayudan al crecimiento y desarrollo del sistema radicular de las plantas permitiendo una buena absorción de agua (Aung *et al.*, 2018).

### **B. Efectos de los ME sobre la tolerancia a factores estresantes**

Las pseudomonas son microorganismos que colonizan las raíces y los tejidos de las plantas, su principal objetivo es reducir los niveles de estrés ambiental, estimular la absorción de nutrientes, disminuir y regular la expresión de los genes de crecimiento y los niveles de hormonas, además inducen la acumulación de antioxidantes y osmolitos (Vacheron *et al.*, 2013).

### **C. Efectos de los ME sobre la fotosíntesis**

Los microorganismos que regulan y mejoran la actividad fotosintética son las rizobacterias, estos microorganismos permiten el aumento de la conductancia estomática y la eficiencia fotoquímica. Además, ayudan a la asimilación de dióxido de carbono, incrementando la eficiencia de carboxilación el cual influye en el aumento de la clorofila y el transporte de electrones. Las rizobacterias son muy importantes porque protegen la actividad fotoquímica de los fotosistemas, evitando la presión energética sobre los fotosistemas II (Olanrewaju *et al.*, 2017).

### **D. Efecto de los ME en el incremento de biomasa**

Existen bacterias como las endofíticas las cuales colonizan los tejidos internos de la planta, promoviendo su crecimiento, en consecuencia, incrementar la biomasa de las plantas. Según Santoyo *et al.* (2016) las bacterias endofíticas al igual que las rizobacterias contribuyen en la absorción de nutrientes del suelo beneficiando al crecimiento y desarrollo de las plantas.

### **E. Efecto de los ME sobre enraizamiento**

Algunos microorganismos ayudan en el enraizamiento debido a su capacidad de producción de ácido indol acético lo que contribuye a los cambios del balance fitohormonal. Además, estas bacterias son capaces de solubilizar los minerales que se encuentran presente en el suelo, como los fosfatos (Ahmad *et al.*, 2008). Del mismo modo, existen diversas especies de hongos y bacterias que son capaces de solubilizar el potasio, debido a su capacidad de producir polisacáridos, ácidos orgánicos e inorgánicos. El potasio es el nutriente que estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas (Sindhu *et al.*, 2016).

### 2.1.7. Calidad de plántones

Los científicos forestales han estado trabajando con el objetivo de identificar las variables cuantificables, que puedan ser utilizados como indicador para la determinar la calidad de plántones e incluso predecir su rendimiento una vez instaladas en el campo. En este sentido Thompson, (1985), afirma que las variables cuantitativas en cuanto a calidad de plantas es la altura, diámetro de tallo, número de hojas, biomasa aérea y radicular, la forma y crecimiento de la raíz.

Resulta difícil y en ocasiones engañoso interpretar las variables para determinar calidad de plantas, el índice de Dickson *et al.* (1960) fue desarrollado con el fin de evaluar y determinar la calidad de plantas eficientemente, este establece los estándares de producción de plantas en vivero, y pueden varían según la especie (Flores *et al.*, 2001).

La calidad de los plántones hace referencia a las características morfológicas y fisiológicas deseables según el objetivo de la plantación, pues de ellas depende el éxito y la supervivencia de las plantaciones. El comportamiento de las plantas en campo está determinado por sus atributos morfológicos y fisiológicos, estas características pueden ser manipulados en vivero mediante las actividades de riego y abonamiento (González, 2007).

La calidad de plántones se clasifica de acuerdo a las variables morfológicas, como son la altura, el diámetro del tallo, tamaño, forma y volumen del sistema radicular, relación altura/diámetro del tallo, relación tallo/raíz, el color del follaje y la sanidad, el peso seco de los tallos, follaje y raíz (**Tabla 1**). Con respecto a las variables fisiológicas, se considera la resistencia al frío, días para que la yema principal inicie su crecimiento, índice de mitosis, potencial hídrico, contenido nutricional y de carbohidratos, tolerancia a sequía, fotosíntesis neta, micorrización y capacidad de emisión de nuevas raíces (Prieto *et al.*, 2009).

- a) **Calidad Alta:** las plantas de esta categoría no deben presentar características indeseables, todas las variables evaluadas deben corresponder a la categoría “calidad alta”, pero se acepta hasta dos variables con la categoría “calidad media” pero en ningún caso variables de calidad baja (Sáenz *et al.*, 2014).
- b) **Calidad Media:** en esta categoría es aceptable hasta tres variables de la categoría “calidad media” pero solo una variable de calidad baja (Sáenz *et al.*, 2014).
- c) **Calidad Baja:** presentan dos a más variables de calidad baja, estas características hacen que las plantas tengan un porcentaje bajo de supervivencia, debido a que no son capaces de adaptarse al realizar la instalación en campo definitivo (Sáenz *et al.*, 2014).

**Tabla 1.** Variables morfológicas para la determinación de calidad en plantas

Variable	Calidad		
	Baja	Media	Alta
Altura (cm)	< 12	12 – 14,9	> 15
Diámetro (mm)	< 2,5	2,5 – 4,9	> 5,0
Índice de Robustez	> 8,0	7,9 – 6,0	< 6,0
Relación BA/BR	> 2,5	2,4 – 2,0	< 2,0
Relación Altura/Longitud de raíz	> 2,5	2,5 – 2,1	< 2,0
Índice de Dickson	< 0,2	0,2 – 0,4	> 0,5

Fuente: Sáenz *et al.* (2014)

### 2.1.7.1. Características morfológicas

Las características morfológicas son las más utilizadas para determinar la calidad de las plantas, estos pueden ser evaluados visualmente por el viverista. Los diversos estudios realizados con el objetivo de demostrar la importancia del rendimiento de una planta instalada en campo definitivo, no responde a las interrogantes de las adversidades que se puedan encontrar una vez instalación la plantación (Gomes, 2001).

Los atributos morfológicos de las plantas atribuyen a las respuestas fisiológicas de la disponibilidad de recursos nutricionales y al nivel de estrés a las que son expuestas las plantas en fase de vivero. Lo deseable es que la fracción aérea y radical estén equilibradas (Cobas *et al.*, 2001).

#### a) Altura de plantón

La altura de un plantón es un atributo que puede manipularse en vivero a través de la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos, y del riego adecuado. Relacionar la variable altura por si sola con el comportamiento de las plantaciones, descartando otras variables, induce a un error. Diversos estudios señalan que la altura en la fase de vivero no se relaciona con el crecimiento una vez realizada la plantación en campo definitivo (Rojas, 2015).

### **b) Diámetro del tallo**

El diámetro es la variable de calidad de planta con mayor importancia, pues predice el éxito de las plantaciones. Determinar la rigidez del tallo, está relacionada con el vigor de la planta. Los árboles de más de 5 mm de diámetro tienen altas tasas de supervivencia, son más resistentes al rompimiento del tallo y al daño causado por plagas y enfermedades, estos pueden variar según la especie (Prieto *et al.*, 2009).

### **c) Sistema radicular**

El sistema radicular es una parte muy importante de las plantas, está compuesta por una raíz principal con abundantes raíces secundarias finas y fibrosas donde se realiza la simbiosis con las micorrizas, las raíces incrementan su tamaño para absorber agua y nutrientes del suelo. Para determinar el nivel de micorrizas en las raíces se realiza una evaluación de las raíces finas (Rodríguez, 2008).

La humedad del sustrato estimula el crecimiento de la raíz. Si la planta recibe mucha agua, esta no estimulará mucho el enraizamiento, pero si es menos, la planta necesitará un gran sistema de raíces para sobrevivir. El riego moderado al final de la temporada de crecimiento detiene el crecimiento en altura de la planta, pero el desarrollo en términos de diámetro del cuello radicular continua, posiblemente por el elongamiento de la raíz (Leyva *et al.*, 2019).

### **d) Relación altura/longitud de raíz**

Esta relación indica equilibrio entre la parte aérea de los plantones conformado por las hojas y tallos con la parte subterránea o de absorción de agua y nutrientes compuesto por raíces finas y gruesas del planton (González, 2007).

El equilibrio y proporción de la parte aérea y radicular de los plantones predice el éxito de las plantaciones forestales. La relación 1:1 favorece a la alta humedad, se recomienda utilizar plantones cuya relación sea de 0,5:1 a 1:1; mientras que en sitios sin condiciones las relaciones pueden ser de 1,5:1 a 2,5:1. Es necesario que los viveristas y plantadores establezcan la relación deseada en función de las especies y características del sitio de plantación (Sáenz *et al.*, 2014).

### **e) Relación Biomasa aérea/Biomasa radicular**

Conocer la biomasa aérea y radicular de los plantones en vivero predice el éxito de las plantaciones. Una de las variables más importante es el diámetro de los plantones ya que está relacionado con el peso de la parte aérea y sistema radicular. El peso seco de los plantones es un indicador muy efectivo cuando se relaciona el peso seco de la parte aérea y del sistema radicular (Thompson, 1985).

La biomasa de los plantones refleja su calidad. Si el resultado de la relación es igual a 1, significa que la biomasa aérea es igual a la radicular; pero si el valor es inferior a 1, indican la excesiva biomasa radicular, caso contrario la biomasa aérea es mayor que la biomasa radicular (Rodríguez, 2008).

Por su parte Thompson (1985) señala que los valores indicados de la relación de la biomasa aérea y radicular son de 1,2 a 2,5. El resultado de la relación no debe ser mayor a 2,5; en particular si la plantación se encuentra localizado en zonas secas con escasa precipitación. Los valores que superan el rango describen la desproporción de la parte aérea y radicular de los plantones.

#### **f) Índice de robustez**

También es conocido como el índice de esbeltez, este indicador determina la resistencia, supervivencia y crecimiento de los plantones al ser instalados en campo. Este índice es el resultado de relación de la altura del plantón expresado en cm entre el diámetro del cuello radicular en mm (Sáenz *et al.*, 2014).

Los valores menores a 6 indican una buena de calidad de plantones, más robustos, bajos con diámetros adecuados cuyas características son los más adecuados para sitios de precipitación escasa. Por otro lado, los valores mayores a 6 describen a los plantones que poseen desproporción de altura y diámetro, como por ejemplo tallos muy grandes de diámetros delgados que son vulnerables a daños causado por el viento, sequias y heladas (Sáenz *et al.*, 2014).

#### **g) Índice de Dickson**

El índice de Dickson permite diferenciar los valores de las variables morfológicas entre los plantones de una muestra. En otros estudios, la fórmula planteada por Dickson se utilizó para predecir el comportamiento de plantaciones de *Picea glauca* y *Pinus strobus*. Este indicador es el más preciso para determinar la calidad de los plantones pues representa un equilibrio entre la parte aérea y radicular, el cual permite descartar ejemplares que no cumplen las características deseadas para su instalación en campo (Sáenz *et al.*, 2014).

Las características morfológicas por si solas no determinan la calidad de la planta, es por ello que Dickson *et al.* (1960) desarrolló una formula con el fin de establecer la calidad evaluando las diferencias morfológicas entre plantas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Coeficientes o índices para evaluar y determinar la calidad de la planta

Índice	Objetivo	Ecuación	Autor
Índice de robustez*	Predecir la supervivencia y crecimiento de la planta en campo	$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}}$	Roller (1977), citado por Thompson (1985)
Relación tallo/raíz*	Predecir la supervivencia de la planta en campo	$BA/BR = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}$	Herman (1964), citado por Thompson (1985)
Índice de calidad de Dickson**	Distinguir plantas idóneas para establecer en campo	$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso de la raíz (g)}}}$	Dickson et al. (1960)

\*Valores bajos indican mejor calidad de planta

\*\*Valores cercanos a la unidad indican mejor calidad de planta

## 2.2. Estado del arte

### 2.2.1. Nacional

Hidalgo (2021) determinó la influencia de sustratos orgánicos en el crecimiento de *G. crinita* en vivero. La investigación se realizó en el Fundo San Jorge ubicado en el distrito de Zapatero, provincia de Lamas en la región San Martín. Los sustratos utilizados fueron tierra agrícola, cascarilla compostada y gallinaza. El diseño experimental aplicado fue un diseño completamente al azar, se determinó 4 tratamientos con 16 repeticiones. Se realizó el ANVA y la prueba Tuckey con un nivel de significancia del 5%. En los resultados se encontraron diferencias significativas estadísticamente en la interacción de especie y sustrato, en cuanto a la variable altura total se obtuvo un valor 13,80 cm, incremento de diámetro 0,60 mm al inicio de la evaluación y 2,14 en la quinta evaluación. Y en la variable número de hojas se reportó 3 hojas en la primera evaluación y en la quinta evaluación 9 hojas. La combinación de suelo agrícola con compost y gallinas en proporciones 3:2:1 presentó valores superiores en el crecimiento de *G. crinita*.

Navarro (2020) evaluó el efecto de los sustratos orgánicos en el crecimiento inicial de *G. crinita*. El estudio fue realizado en un vivero temporal en Lamas, San

Martin. El propósito de la evaluación fue estimar la altura total y diámetro del tallo de los plantones. Se utilizaron plantones de dos meses de edad y como sustratos se empleó tierra agrícola, arena y gallinaza. Se encontró diferencias significativas en las variables de altura y diámetro de los plantones según la aplicación de las dosis de los abonos orgánicos. La altura total fue superior con el sustrato en proporciones 3 – 2 – 2, el sustrato suelo orgánico influyo en el diámetro del tallo.

Marín (2018) evaluó la calidad de plantones de la especie *G. crinita* producidos en vivero. El estudio se realizó en Santa Rosa de Alto Yanajanca en Marañon. El sustrato utilizado fue suelo de purmas altas. Como resultado de las variables morfológicas evaluadas se obtuvo lo siguiente: 47,01 cm de altura, 6,39 mm de diámetro basal, índice de esbeltez o robustez 7,36, relación altura/longitud de raíz 2,12, relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz 1,96, biomasa aérea 6,43 g, biomasa radicular 3,43 g y finalmente el índice de calidad de Dickson 0,44. Al final de su investigación el autor indica que los plantones de *G. crinita* presentaron calidad media.

En su investigación sobre el crecimiento de plantones de *G. crinita* con la aplicación de tres abonos orgánicos; realizado en la ciudad de Pucallpa, los abonos utilizados fueron biol de excremento de vaca, cerdo y cuy, estos productos aportan nitrógeno, fosforo y potasio al sustrato. El diseño de la investigación fue de bloques completamente al azar, y el análisis estadístico se realizó con la prueba de Duncan. El estudio demostró que el biol de heces de cuy es el que mejor resultados tiene en las plantaciones de *G. crinita*, la altura obtenida fue de 85 cm, 36 unidades de hojas, además fueron plantas vigorosas, con resistencia a las plagas durante la fase de vivero. La aplicación de biol elaborado de excreta de vaca y cerdo y el testigo obtuvieron alturas de 50 cm, 45 cm y 40 cm, el total de hojas fue 25, 20 y 30 unidades (Miranda, 2018).

Amasifuén (2017) estudió el efecto de los fertilizantes orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantones de *G. crinita*. Como sustrato utilizo 50 % de tierra negra y 50 % de cascarilla compostada, y como biofertilizante se utilizó microorganismos de montaña (MM) y biol elaborado de excreta de ganado vacuno. Las dosis de aplicación de biofertilizantes fueron de 30 y 60 ml de biol. Cada uno mezclados en 20 litros de agua y se aplicó cada 15 días durante 90 días. Se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos, el uso de microorganismos de montaña mezclado con biol resultó ser una buena alternativa, el cual permite obtener plantones de una calidad adecuada; reportándose una altura promedio de 42,39 cm, biomasa seca aérea 1,41 g, biomasa seco radicular 0,73 g, relación peso seco aéreo/peso seco radicular 0,7 g e índice de robustez 10,61 cm. Pero, el mejor índice de calidad de Dickson

3,08, se obtuvo con la aplicación de biol, demostrando así que los biofertilizantes son una alternativa para la agricultura y manejo de plantaciones, estos productos alternativos minimizan la contaminación de agua, suelo y aire para minimizar la contaminación ambiental.

Julon (2016) determinó la dosis de biol para la fertilización de *G. crinita* en producidos en vivero en el distrito de Río Negro. Se aplicaron cuatro dosis (0, 25, 50 y 100 %) de biol de estiércol vacuno, cada dosis se aplicó con intervalo de 15 días durante 5 meses. Se encontró diferencia altamente significativa entre las dosis, con la aplicación de 25 % de biol se lograron los mejores resultados, en cuanto a la altura se obtuvo 12,89 cm, diámetro del tallo 0,24 cm, también se obtuvo 07 unidades de hojas, biomasa aérea 0,87 g, biomasa de raíz 1,38 g. Sin embargo, la aplicación de biol al 100 % causa marchitamiento, quemaduras y caídas de las hojas. Finalmente se concluye que la dosis apropiada para la producción de plantones en tubetes de 118 m<sup>3</sup> es de 37,93%.

Ruíz (2015) estimó el crecimiento de *G. crinita* aplicando diferentes dosis de biofermento. El diseño aplicado en el estudio fue de bloques al azar. Las dosis utilizadas fueron de: T1 = 0,75 L de biofermento, T2 = 1,50 L de biofermento y T3 = 2,25 L de biofermento, cada dosis se mezcló con 20 L de agua. Se aplicaron cada 15 días por dos meses. El resultado del experimento indica que el tratamiento 3 fue el más adecuado para el crecimiento de *G. crinita*, a los 60 días de evaluación se obtuvo una altura media de 27,4 cm y diámetro medio de 4,7 mm.

Rodríguez (2014) evaluó el efecto de cuatro enmiendas orgánicas. Los resultados determinan la existencia de efecto estadístico significativo en la aplicación de abonos orgánicos, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos conformado por tierra agrícola 63 %, 12% de área y 25 % de aserrín descompuesto y T3 compuesto por tierra agrícola 63 %, 12 % de arena y 25 % de guano de isla. Los resultados de la evaluación realizada a los 105 días, la variable altura obtuvo 64,77 y 66,77 cm, diámetro 6,83 y 7,28 mm y el número de hojas fue de 24 y 22 hojas.

Centeno (2012) estudió el crecimiento de *G. crinita* con la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Se aplicaron 50, 100 y 150 g de guano de isla y como fuente inorgánica se utilizaron cloruro de potasio, superfosfato triple y urea. Como resultado se obtuvo mayor crecimiento de altura y diámetro a los 180 días de instalado en campo definitivo, los valores promedios reportados en la investigación fueron de 142 cm y 26,47 mm respectivamente. Sin embargo, se obtuvo mayores porcentajes (88,89%) de hojas verdes con la aplicación de 150 g de guano.

### 2.2.2. Local

Hidalgo (2011) evaluó la capacidad de crecimiento de los plantones de *G. crinita* en diferentes sustratos (arena, aserrín descompuesto y tierra agrícola) y abono orgánico (bokashi), encontró diferencia estadística entre los tratamientos, además determino que el tratamiento más óptimo fue el sustrato compuesto por 40 % de bokashi, 30 % de arena y tierra agrícola, obteniendo la altura promedio de 47,1 cm, el diámetro en promedio fue 5,9 mm y el promedio de hojas fue de 24,3 unidades.

Cueva (2011) determinó el efecto de la interacción de fertilizantes inorgánicos y orgánicos. El diseño utilizado en el estudio fue en bloques al azar con arreglo factorial y un testigo. Se realizó 4 réplicas. Según el autor la combinación del fertilizante NPK y el guano de isla produce efectos interactivos, encontrándose diferencias estadísticas, la combinación de 70 g de NPK y 100 g de guano de isla presento mayores efectos en el crecimiento en términos de altura reportándose 100 y 187,3 cm; en diámetro se reportó 10,10 y 18,51 mm y finalmente se reportó 146,3 hojas a los 60 y 120 días de la evaluación.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

La ejecución de la tesis se realizó en las instalaciones de la empresa O&D Innovation Sustainable, dedicado a la elaboración de abonos orgánicos; ubicado en el sector de Tingo María-Naranjillo; políticamente pertenece al distrito de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Geográficamente se encuentra en las siguientes coordenadas UTM: 391053,18 Este y 8976257,78 Sur, a una altitud de 610 m s.n.m.

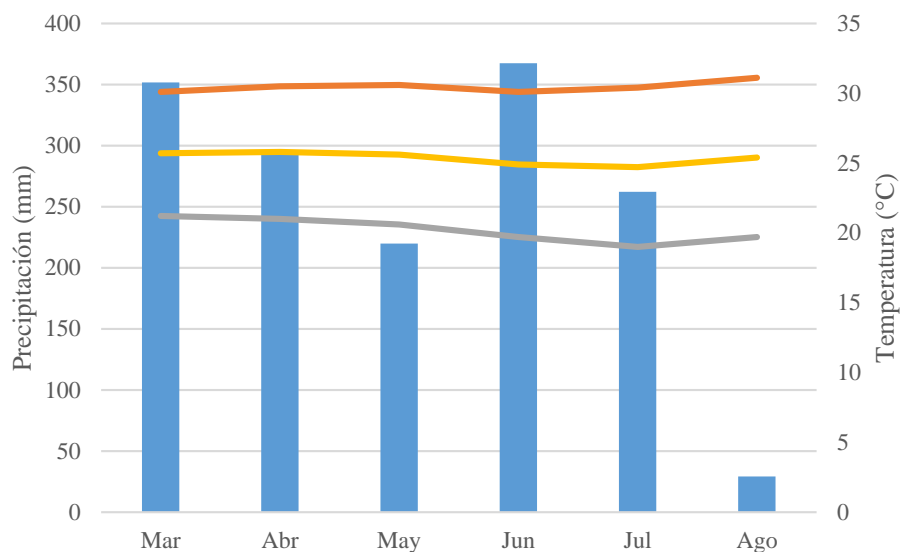
##### 3.1.1. Clima

El distrito de Luyando presentó durante la ejecución una temperatura media de 25,35%, una precipitación de 254.167 mm en promedio y la humedad relativa fue de 83.5 % (Tabla 3 y Figura 1).

**Tabla 3.** Datos climáticos del periodo de ejecución del estudio

Datos climáticos	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Promedio
Precipitación	352	295	220	368	262	29	254.167
Temperatura máxima	30.1	30.5	30.6	30.1	30.4	31	30.4667
Temperatura mínima	21.2	21	20.6	19.7	19	20	20.2
Temperatura media	25.7	25.8	25.6	24.9	24.7	25	25.35
Humedad relativa	85	84	84	83	83	82	83.5

Fuente: Manrique de Lara, 2022



**Figura 1.** Datos climáticos del periodo de ejecución del estudio

### 3.1.2. Zona de vida

Holdridge (1967) ubica al distrito de Padre Felipe Luyando en la zona de vida de Bosque muy húmedo Pre montano Tropical y de acuerdo a las regiones naturales está ubicado en Selva Alta o Rupa Rupa (Pulgar Vidal, 1938).

## 3.2. Materiales y equipos

### 3.2.1. Material genético

Semillas de *Guazuma crinita*.

### 3.2.2. Materiales

Libreta de apunte, etiquetas, bisturí y bolsa de polietileno.

### 3.2.3. Herramientas

Wincha de 5 m, machete, palas, carretillas, bureta y sacabocado

### 3.2.4. Equipos

Regla metálica graduada, estufa, balanza analítica, vernier mecánico, cámara fotográfica y GPS.

### 3.2.5. Insumos

Plumas de pollo, residuos de plátano, estiércol de ganado, microorganismos eficientes y tierra agrícola.

## 3.3. Metodología

### 3.3.1. Tipo de investigación y diseño experimental

La investigación realizada fue de tipo experimental, aplicada y de campo.

### 3.3.2. Diseño estadístico

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) considerando 3 tratamientos y un testigo, con 3 repeticiones por tratamiento. Para el estudio se consideraron tres tipos de compost: plumas de pollo, residuos de plátano, estiércol de vaca y sustrato sin compost aplicados a los plantones de bolaina, y como testigo sustrato 3:2:1 sin compost. La unidad experimental se conformó por 30 plantones (Sub-unidades experimentales) teniendo en un total de 360 plantones de bolaina a evaluar, en un área experimental de 10 m × 3 m (Tabla 4).

### 3.3.3. Componentes en el estudio

#### Variable independiente:

- a) Tipo de abono orgánico

#### Indicadores de la variable independiente:

- Compost de plumas de pollo

- Compost de residuos de plátano
- Compost de estiércol

**Variable dependiente:**

b) Plantones de *Guazuma crinita*

**Indicadores de la variable dependiente:**

- Altura
- Diámetro
- Número de hojas
- Biomasa radicular
- Biomasa aérea
- Índice de calidad

**Tabla 4.** Factores en estudio

Factor	Niveles	Tratamiento	Unidades experimentales	Rep.
Compost	Testigo (sin compost)	T <sub>1</sub>	30	3
	Compost de plumas de pollo	T <sub>2</sub>	30	3
	Compost de residuos de plátano	T <sub>3</sub>	30	3
	Compost de estiércol	T <sub>4</sub>	30	3

### 3.3.4. Análisis de varianza

Los valores fueron ordenados en el software Ms Excel vers. 2016, para posteriormente ser analizados en el paquete estadístico SPSS vers. 25.0 donde se comparó las medias empleando la prueba estadística del análisis de varianza (ANVA) y luego las diferencias de medias con la prueba Tukey, ambos con un nivel de significancia del 5% (Tabla 5).

**Tabla 5.** Esquema del análisis de varianza (ANVA)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Tratamiento	3
Error Experimental	6
Total	9

El modelo aditivo lineal del experimento es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- $Y_{ij}$  : Observación  
 $\mu$  : Media general  
 $\tau_i$  : Efecto del  $i$ ésimo tipo de abono  
 $\varepsilon_{ij}$  : Efecto del error experimental

### **3.3.5. Determinación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la altura, diámetro y número de hojas de plantones de *Guazuma crinita***

#### **A. Obtención de plántulas de bolaina blanca**

Los plantones se obtuvieron mediante producción propia. Una vez adquiridas las semillas de bolaina blanca, se germinaron en camas de almácigo con dimensiones de 1,0 metro de ancho por 1,5 metros de largo y 10 cm de profundidad, utilizando sustrato de arena. Después de un mes de germinación, se seleccionaron los plantones con las mismas características en altura y diámetro, logrando uniformidad y empleándose en la presente investigación.

#### **B. Elaboración de abonos orgánicos**

##### **a) Compost de plumas de pollo**

La elaboración de compost de plumas de pollo tuvo una duración de un mes, para lo cual se realizó una mezcla de 8 litros de microorganismos eficientes en 30 litros de agua y se inoculó en 500 kg de plumas de pollo los volteos se realizaron cada 3 días la primera semana y posteriormente cada vez que la temperatura superara los 65°C.

##### **b) Compost de residuos de plátano**

El compost con residuos de plátano se elaboró en un periodo de un mes, se empleó 500 kg de cascara de plátano y 8 litros de microorganismos eficientes diluidos en 30 litros de agua. Se utilizó la misma metodología mencionada en el compost de plumas de pollo.

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

La cama de compost se elaboró en base a 500 kg de estiércol de ganado, el cual se inoculó con 8 litros de microorganismos eficientes en 30 litros de agua por un periodo de 30 días, volteando la pila cada 3 días la primera semana y posteriormente cada 7 días siempre tomando en cuenta la temperatura de esta debiendo ser mayor a los 65°C.

### **C. Preparación de sustrato**

Para preparar el sustrato de los plantones se realizaron diferentes combinaciones: tierra agrícola, tierra agrícola con compost de plumas de pollo, tierra agrícola con compost de residuos de plátano y tierra agrícola con compost de estiércol de ganado, en cuatro dosificaciones. En el sustrato 1 se emplearon 205 kg de tierra agrícola, mientras que en el sustrato 2 se utilizaron 180 kg de tierra agrícola y 25 kg de compost de plumas de pollo. En el sustrato 3 se utilizó tierra agrícola 180 kg junto con 25 kg compost de residuos de plátano, y en el sustrato 4 se utilizó tierra agrícola 180 kg y compost de estiércol vacuno 25 kg.

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

Se realizó de manera manual utilizando bolsas negras de polietileno de 4" x 7", teniendo en cuenta que por cada tratamiento se llenó 90 bolsas obteniendo 360 bolsas con sustrato. Luego de llenar las bolsas hasta el borde se dio un golpe para asentarla, se termina de llenar aprisionándolo con los dedos para que no quede flojo el sustrato, finalmente se trasladaron las bolsas con sustrato a la cama de cría o repique.

### **E. Repique**

El repique de las plántulas se realizó en horas de la noche, un mes después de la germinación de las semillas. En primer lugar, se retiraron las plántulas de la cama germinadora sujetándolas desde el cuello del tallo para evitar dañar las hojas. Luego, se utilizó una estaca pequeña de 25 cm con punta afilada para realizar un agujero de 2,5 cm de profundidad en el medio de la bolsa con sustrato. Posteriormente, se colocó la plántula en forma vertical y se presionó alrededor de la raíz para evitar espacios de aire y que la raíz esté en contacto con el sustrato.

### **F. Labores silviculturales**

La calidad de los plantones producidos en el vivero mejoró al ajustar las condiciones de luz y ventilación durante al menos 8 horas, evitando la exposición a lluvias torrenciales. Por esta razón, se cubrieron con plásticos para protegerlos.

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

La extracción de hierbas o malezas que crecían en la cama de germinación y en las bolsas con el sustrato se llevó a cabo de manera manual con intervalos regulares. Esta actividad fue importante para evitar la competencia de espacio y nutrientes entre las malezas y los plantones.

### b) Riego

Esta actividad se realizó manualmente todos los días en horas de la mañana con la ayuda de un regadero, verificando la cantidad de agua en cada una de las bolsas de polietileno.

## G. Evaluación de las características morfológicas

### a) Altura

La medición de la altura total de cada planta se realizó al inicio de la instalación y se evaluó mensualmente en cuatro ocasiones durante todo el estudio. Las medidas se tomaron desde el suelo hasta la yema terminal de la planta utilizando una regla graduada en centímetros.

### b) Diámetro

La medición del diámetro se realizó de manera paralela a la medición de altura, con los mismos intervalos de evaluación. Se utilizó un calibrador vernier (0.05 mm) para medir el diámetro en la base del cuello de la raíz de los plantones.

### c) Número de hojas

Se realizó un conteo de las hojas a medida que éstas brotaban de cada plantón. La evaluación se llevó a cabo durante todo el proceso de investigación.

### 3.3.6. Determinación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la biomasa radicular y aérea de *Guazuma crinita*

Se seleccionaron aleatoriamente 15 plantones por cada tratamiento. Se procedió a lavar cada plantón para separar el sustrato de la raíz, y luego se separaron las hojas, tallos y raíces de cada uno utilizando una tijera podadora. Cada parte se pesó con una balanza digital con una precisión de centésimas de gramo.

Para determinar la biomasa de los plantones, se registró el peso fresco de la parte aérea y radicular. Luego se colocaron en una bolsa de papel manteca y se introdujeron en una estufa a  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  durante 72 horas para obtener el peso seco de cada parte del plantón.

Los pesos obtenidos se utilizaron para determinar de la relación biomasa seca aérea y radicular de los plantones muestreados, empleando las Ecuaciones 1:

$$BA/BR = \frac{\text{Biomasa aérea (g)}}{\text{Biomasa de raíz (g)}} \quad (1)$$

### 3.3.7. Determinación de la influencia de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad de plántones de *Guazuma crinita*

#### a. Relación altura/longitud de raíz (RA/LR)

Primero se realizó el lavado de cada uno de los plántones según el tratamiento aplicado con el propósito de retirar el sustrato de las raíces. La longitud radicular se midió en centímetros con una regla graduada comenzando desde el cuello de la raíz hasta la terminación de las raíces.

La determinación de la relación altura/longitud de raíz se realizó considerando la Ecuación 2:

$$RA/LR = \frac{\text{Longitud parte aérea (cm)}}{\text{Longitud parte raíz (cm)}} \quad (2)$$

#### b. Índice Robustez (IR)

Este índice fue calculado en función a la altura del plánton y de su diámetro, mediante la Ecuación 3:

$$\text{Índice de robustez (IR)} = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} \quad (3)$$

#### c. Índice Dickson (ICD)

Una vez determinada las variables anteriores, se reemplazaron en la Ecuación 4:

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco aérea (g)}}{\text{Peso seco de la raíz (g)}}} \quad (4)$$

### 3.3.8. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos de las evaluaciones se procesaron en el software SPSS para su análisis estadístico y se crearon tablas con los resultados. Para analizar y explicar el efecto de los sustratos y sus interacciones en los tratamientos, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) mediante el software estadístico Info STAT, que es de licencia libre. Posteriormente, se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey para comparar las medias. Finalmente, se elaboró el informe final en el software Microsoft Word.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Determinación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la altura, diámetro y número de hojas de plántones de *Guazuma crinita*

#### 4.1.1. Efecto en la altura de los plántones de *G. crinita*

La Tabla 6 muestra el análisis de varianza (ANVA) del crecimiento en altura de plántones de *G. crinita* en las cuatro evaluaciones realizadas. Con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0,05$ ), se observó que en todas las evaluaciones se encontró diferencias altamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tipos de abonos orgánicos, lo que indica que la aplicación de los abonos tiene efectos significativos. Por lo tanto, al menos uno de los tipos de abonos tuvo efectos diferentes sobre el crecimiento en altura de plántones de *G. crinita*.

Por otro lado, el coeficiente de variación fue ligeramente variable a lo largo de las cuatro evaluaciones, teniendo el valor más bajo en la primera evaluación con un valor del 23,83%, y el valor más alto en la segunda evaluación con un valor del 35,90%; indicando que la influencia ambiental en la investigación estuvo dentro de los valores esperados.

Los resultados encontrados en las cuatro evaluaciones coinciden con lo reportado por Hidalgo (2011) que utilizó suelo agrícola, arena y bokashi; Amasifuén (2017) a su vez empleó biofertilizantes a base de excremento de ganado e Hidalgo (2021) que aplicó tierra negra, cascarilla compostada y gallinaza, todos encontraron efectos estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) en la altura de *G. crinita*. Mientras que difieren con lo reportado por Julon (2016) que observó un crecimiento homogéneo en la altura de *G. crinita* con la aplicación de dosis de biol a base de estiércol vacuno al tener un resultado no significativo en su análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) (Tabla 6).

Por lo tanto, los resultados obtenidos indican que los abonos orgánicos como el compost de plumas de pollo, residuos de plátano y estiércol de ganado presentan efectos significativos en la altura de los plántones de *G. crinita* desde el primer mes de evaluación (Tabla 6) debido a que estos abonos proporcionan a las plantas minerales en forma de nutrientes inorgánicos que aportan a su crecimiento (Restrepo, 2007; Ramos y Terry, 2014; Rojas, 2015).

**Tabla 6.** Análisis de variancia en altura de plantón (cm) por evaluaciones realizadas

Evaluación	Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr(>F)	Sig.
1	Abonos orgánicos	3	6,08	6,08	3,872	0,00954	**
	Residuals	356	186,19	186,19			
	Total	359	192.27				
2	Abonos orgánicos	3	957,3	319,1	37,17	$<2 \times 10^{-16}$	***
	Residuals	356	3056,3	8,6			
	Total	359	4013.6				
3	Abonos orgánicos	3	10717	3572	107,6	$<2 \times 10^{-16}$	***
	Residuals	356	11815	33			
	Total	359	22532				
4	Abonos orgánicos	3	25798	8599	122	$<2 \times 10^{-16}$	***
	Residuals	356	25084	70			
	Total	359	50882				

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Pr(>F): F tabulado ( $p < 0,05$ ) \* Significación, CV: 23,83% (1); 35,90% (2); 32,07% (3); 27,39% (4).

En la comparación múltiple de medias de altura los plantones de *G. crinita* mediante la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) (Tabla 7), se observó que, durante el primer mes de evaluación, el abono orgánico elaborado con plumas de pollo presentó mayor efecto (3,27 a) sobre la altura de los plantones, indicando que los tratamientos restantes tienen valores estadísticamente similares al testigo. No obstante, es importante destacar que la aplicación de compost de estiércol (T4) presentó una altura promedio mayor (3,08 ab) en comparación con los tratamientos restantes, siendo estadísticamente similar al compost de plumas de pollo.

Por otro lado, a partir de la segunda evaluación se observó que el compost de estiércol de ganado (T4) presentó el mayor efecto con una altura media de 11,8 cm en comparación de los demás tratamientos, que fueron estadísticamente similares al testigo (Tabla 7). Además, en la cuarta semana de evaluación, el compost de estiércol de ganado (T4) volvió

a presentar la mayor altura media con 54,39 cm. Sin embargo, aunque el compost de plumas de pollo (T2) y el compost de residuos de plátano (T3) tuvieron el mismo efecto, sus medias superaron la del testigo. Esto se debe posiblemente a la composición del compost, los microorganismos eficientes empleados contienen bacterias ácido lácticas que estimulan el crecimiento de las plantas ya que estimulan la actividad fotosintética y además ayudan a asimilar los nutrientes del suelo (Tanya y Leiva, 2019), y el estiércol de ganado posee micronutrientes como Cu, Fe, Mn, Zn y N que favorecen al crecimiento de las plantas (Salazar et al., 2007; Amasifuén 2017).

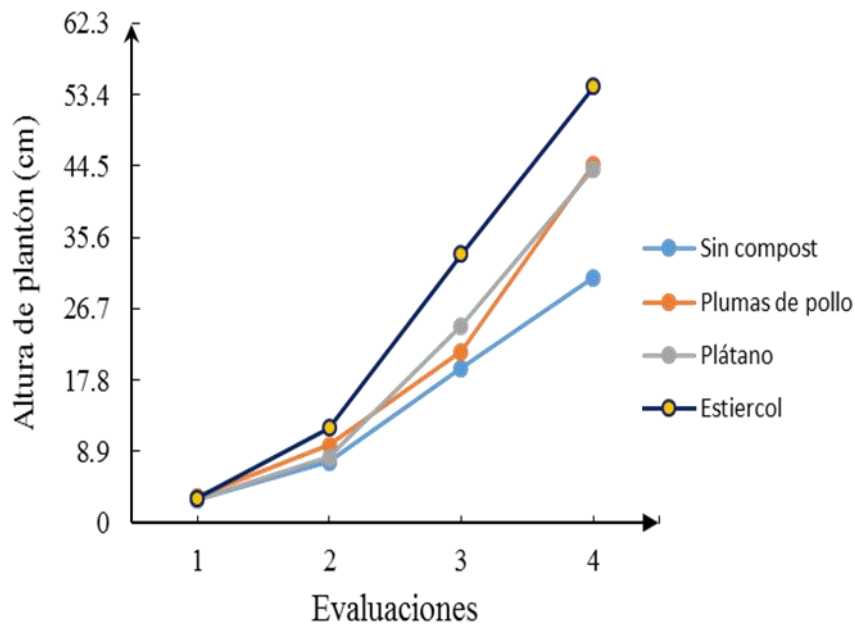
**Tabla 7.** Valores promedio de la altura (cm) de los tipos de abono orgánico por evaluación realizada

Tratamientos	Código	Evaluaciones			
		1	2	3	4
Sin compost	T1	3,01 b	7,58 c	19,28 d	30,61 c
Compost plumas de pollo	T2	3,27 a	9,69 b	21,36 c	44,76 b
Compost de plátano	T3	2,92 b	8,17 c	24,61 b	44,12 b
Compost de estiércol	T4	3,08 ab	11,8 a	33,56 a	54,39 a

Letras distintas por columnas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según prueba de Duncan.

La altura promedio obtenida en los plantones de *G. crinita* fue mayor a lo reportado por Ruíz (2015), Julon (2016) e Hidalgo (2021) quienes encontraron alturas de 27,4 cm; 12,89 cm y 13,80 cm respectivamente, al aplicar biofermento, biol y gallinaza. Por otro lado, fue menor que lo reportado por Cueva (2011), quien aplicó NPK y guano de isla, y obtuvo plantones de 187,3 cm a los cuatro meses de evaluación. Sin embargo, los resultados obtenidos son similares a lo encontrado por Hidalgo (2011), Rodríguez (2014), Amasifuén (2017), Marín (2018), Miranda (2018) y Navarro (2020), quienes reportaron alturas promedio de 47,1 cm; 66,77 cm; 42,39 cm; 47,01 cm; 50 cm y 63 cm al aplicar bokashi, guano de isla, microorganismos de montaña y biol, suelo de purmas altas, excremento de vaca y gallinaza respectivamente. Por consiguiente, es importante resaltar que la aplicación de los abonos orgánicos a pesar no tener el mismo aporte de nutrientes que los abonos sintéticos, producen una respuesta óptima en los plantones de *G. crinita*.

Por otro lado, al analizar el comportamiento de la altura de los plantones de *G. crinita* durante los cuatro meses de evaluación, se encontró que la aplicación de compost estiércol de ganado (T4), presenta un crecimiento sostenido en comparación con los otros tipos de abonos orgánicos. Este crecimiento empieza a diferenciarse a partir de la segunda evaluación, y se distancia aún más en la tercera y cuarta evaluación. Le siguen en crecimiento de altura los plantones estimulados con los compost producidos a partir de plumas de pollo y residuos de plátano (T2 y T3) (Figura 2).



**Figura 2.** Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el crecimiento en altura de plantón (cm) de *G. crinita*

Este comportamiento de la altura se debe a que el compost de estiércol de ganado proporciona una mayor concentración de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micronutrientes que son beneficiosos para el crecimiento de los plantones de *G. crinita*, en comparación con otros abonos orgánicos que también son elaborados con excretas de animales como el cerdo o cuy (Miranda, 2018).

#### 4.1.2. Efecto en el diámetro de los plantones de *G. crinita*

En las evaluaciones realizadas del crecimiento en diámetro de plantones de *G. crinita*, se encontró que desde el primer mes de evaluación la aplicación de los tipos de abonos de abonos orgánicos tuvo efectos significativos ( $p < 0,05$ ) en el diámetro de los plantones de *G. crinita* (Tabla 8).

Además, los coeficientes de variación señalaron que la influencia ambiental fue mínima o controlable debido a que el mayor valor fue del 35,20 % en la segunda evaluación (Tabla 8).

**Tabla 8.** Análisis de variancia del crecimiento en diámetro de plantón (mm)

Evaluación	Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr(>F)	Sig.
1	Abonos orgánicos	3	0,005932	0,00197741	8,8689	1,11E-05	***
	Residuals	356	0,079373	0,00022296			
	Total	359	0,085305				
2	Abonos orgánicos	3	0,0736	0,024541	3,96	0,00848	**
	Residuals	356	2,2062	0,006197			
	Total	359	2,2798				
3	Abonos orgánicos	3	1,077	0,359	103,5	$<2 \times 10^{-16}$	***
	Residuals	356	1,235	0,0035			
	Total	359	2,312				
4	Abonos orgánicos	3	1,7182	0,57272	73,171	$1,11 \times 10^{-5}$	***
	Residuals	356	2,7864	0,00783			
	Total	359	4,5046				

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Pr(>F): F tabulado ( $p < 0,05$ ) \* Significación, CV: 12,47% (1); 35,20% (2); 23,34% (3); 22,36% (4)

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Hidalgo (2011), Julon (2016), Amasifuén (2017), e Hidalgo (2021) que obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el diámetro de *G. crinita* al aplicar bokashi, biol, microorganismos de montaña más biol, y compost de gallinaza respectivamente, lo cual indica que los abonos orgánicos contribuyen con el crecimiento de *G. crinita*.

En cuanto al contraste de medias mediante el estadístico de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), se observó que en el primer mes solo el compost de estiércol tuvo efectos significativos ( $p > 0,05$ ) en el diámetro de *G. crinita* (Tabla 9). Asimismo, desde la segunda evaluación, el compost de estiércol de ganado (T4) mostró los mejores resultados debido a que aportó al crecimiento de un diámetro promedio de 0,25<sup>a</sup>; 0,41<sup>a</sup> y 0,60<sup>a</sup> respectivamente, sugiriendo que estos plantones poseen altas tasas de supervivencia, son más resistentes al doblamiento y al daño de plagas y enfermedades (Prieto et al., 2009). Cabe resaltar que el compost de plumas de pollo (T2) y el compost de residuos de plátano (T3) no presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) entre ellos, pero sí presentaron efectos significativos en comparación con el testigo (T1), ya que presentaron medias mayores en el diámetro de los plantones de *G. crinita* en la segunda, tercera y cuarta evaluación (Tabla 9), cabe resaltar que el principal objetivo de la aplicación de abonos orgánicos en especies forestales es promover el desarrollo de las plantas en el menor tiempo posible (Solórzano, 2001).

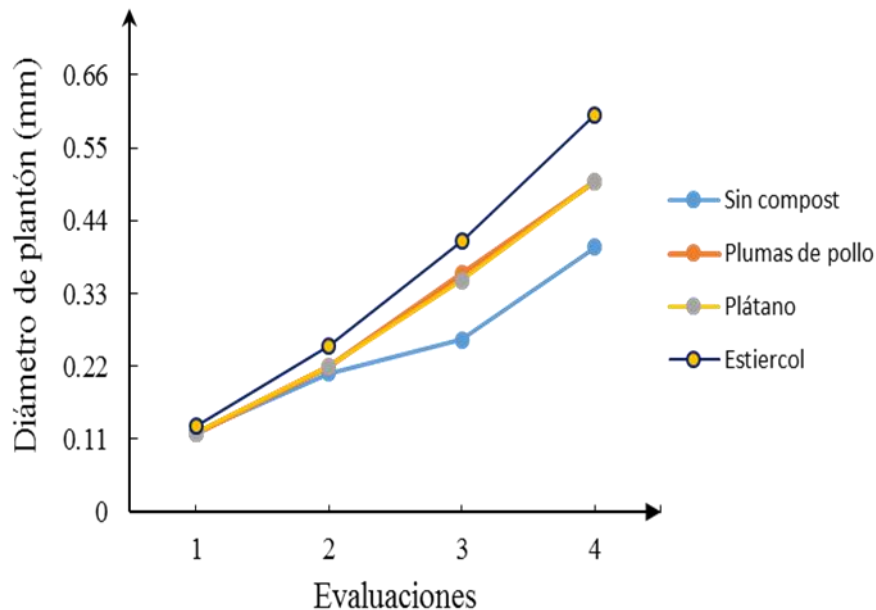
**Tabla 9.** Valores promedio del crecimiento en diámetro (cm) por tipo de abono orgánico

Tratamientos	Código	Evaluaciones			
		1	2	3	4
Sin compost	T1	0,12 b	0,21 b	0,26 c	0,41 c
Compost plumas de pollo	T2	0,12 b	0,23 ab	0,36 b	0,5 b
Compost de plátano	T3	0,12 b	0,22 b	0,35 b	0,5 b
Compost de estiércol	T4	0,13 a	0,25 a	0,41 a	0,6 a

Letras distintas por columnas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), según prueba de Duncan

El diámetro promedio que alcanzaron los plantones de *G. crinita* son similares a lo reportado por Hidalgo (2021) que obtuvo un diámetro promedio de 0,60 mm; sin embargo, este se obtuvo en la mitad de tiempo (60 días), debido posiblemente a que el compost aplicado estuvo compuesto de gallinaza. Por otro lado, estudios previos indican que al aplicar biofermento, bokashi, suelo de purmas altas o una mezcla de NPK con guano de isla pueden generar plantones de *G. crinita* con diámetros hasta de 4,7 mm, 5,9 mm, 6,39 mm y 18,5 mm, respectivamente (Cueva, 2011; Hidalgo, 2011; Ruiz, 2015; Marín, 2018). Esto indica que el uso de los abonos orgánicos es una forma eficiente de reciclar adecuadamente los nutrientes, el cual mejora y promueve el crecimiento de las plantas (Ramos y Terry, 2014).

Al analizar el comportamiento del diámetro de los plantones de *G. crinita* durante los cuatro meses de evaluación, se observó que el compost estiércol de ganado (T4) proporcionó un crecimiento sostenido en comparación con los otros tipos de abonos orgánicos, diferenciándose desde la primera evaluación y manteniéndose en todas las evaluaciones posteriores (Figura 3).



**Figura 3.** Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el crecimiento en diámetro de *G. crinita*

Se ha observado un comportamiento similar en estudios previos en los cuales se aplicaron compost a base de excretas de diferentes animales incluyendo de gallinas, cuyes, cerdos y vacas. Sin embargo, se ha destacado que el estiércol de vaca sobresale al producir un mayor diámetro en los plantones de *G. crinita* (Miranda, 2018; Hidalgo, 2021).

#### 4.1.3. Efecto en el número de hojas de los plantones de *G. crinita*

En el análisis del número de hojas de plantones de *G. crinita* mediante el ANVA ( $\alpha = 0,05$ ), se observó que durante los cuatro meses de evaluación los tipos de abonos orgánicos presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), lo que indica que el número promedio de hojas en todos los plantones fue estadísticamente diferente independientemente del tipo de abono orgánico que se aplicó (Tabla 10).

Asimismo, el coeficiente de variación mostró un rango entre el 22,06 y 48,31% correspondiente a la primera y cuarta evaluación respectivamente, lo que denota que la influencia ambiental fue controlable (Tabla 10).

**Tabla 10.** Análisis de variancia del número de hojas por plantón

<b>Evaluación</b>	<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>	<b>Sig.</b>
	Abonos orgánicos	3	91,7	30,566	24,12	3,11E-14	***
1	Residuals	356	451,1	1,267			
	Total	359	542,8				
	Abonos orgánicos	3	237	78,91	7,555	6,51×10 <sup>-5</sup>	***
2	Residuals	356	3719	10,45			
	Total	359	3956				
	Abonos orgánicos	3	785,4	261,788	19,475	1,03×10 <sup>-11</sup>	***
3	Residuals	356	4785,5	13,442			
	Total	359	5570,9				
	Abonos orgánicos	3	296,5	98,832	7,5382	6,66×10 <sup>-5</sup>	***
4	Residuals	356	4667,5	13,111			
	Total	359	4964				

GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Pr(>F): F tabulado ( $p < 0,05$ ) \* Significación, CV: 22,60% (1); 35,90% (2); 32,47% (3); 48,31% (4)

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Cueva (2011), Julon (2016) e Hidalgo (2021), quienes reportaron efectos estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) en la producción del número de hojas en plántones de *G. crinita*, al aplicar otros tipos de abonos orgánicos como la mezcla NPK con guano de isla, biol, y gallinaza, respectivamente.

Con respecto a la comparación múltiple de medias del número de hojas de *G. crinita* mediante la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), se observó que durante todos los meses de evaluación hubo efectos significativos ( $p > 0,05$ ) entre los tipos de abonos orgánicos (Tabla 11). En cuanto a los valores, se puede afirmar que el compost de estiércol de res presentó el mayor número de hojas desde la primera evaluación, con valores entre los 6,18<sup>a</sup> a 13,5<sup>a</sup> hojas respectivamente, aunque disminuyó en la cuarta evaluación a 8,29<sup>a</sup> hojas (Tabla 11).

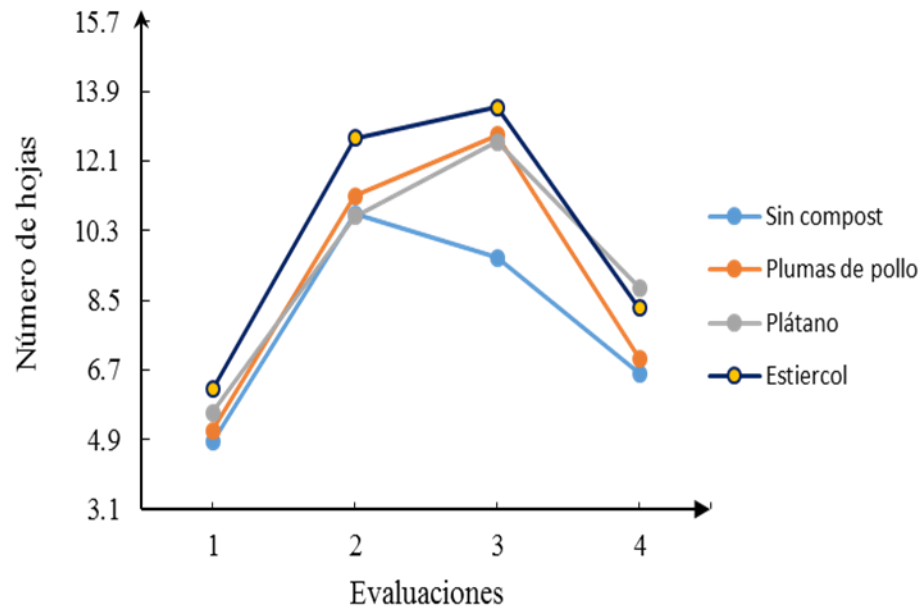
**Tabla 11.** Valores promedio del número de hojas de *G. crinita*

Tratamientos	Código	Evaluaciones			
		1	2	3	4
Sin compost	T1	4,83 c	10,73 b	9,63 b	6,63 b
Compost plumas de pollo	T2	5,16 c	11,2 b	12,79 b	7,01 b
Compost de plátano	T3	5,6 b	10,69 b	12,62 b	8,86 a
Compost de estiércol	T4	6,18 a	12,69 a	13,48 a	8,29 a

Letras distintas por columnas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según prueba de Duncan

El promedio de número de hojas en los plántones de *G. crinita* en este estudio no coincide con reportes previos que señalaron haber encontrado plántones con un promedio de hojas de hasta 146,3; 24,3; 22 y 25 utilizando otros tipos de abonos orgánicos (NKP, guano de isla y bokashi) a excepción del último que, aunque también utilizó compost de estiércol de vaca el resultado es mayor a lo obtenido en esta investigación (Cueva, 2011; Hidalgo, 2011; Rodríguez, 2014; Miranda 2018). Sin embargo, hubo similitud con Julon (2016) e Hidalgo (2021), quienes encontraron un promedio de 7 y 9 hojas en cada plánton de *G. crinita*, además observaron también que al aplicar altas dosis de abonos orgánicos estos provocaron quemadura y caídas de hojas, por lo que se obtuvo menos hojas en comparación con otros tipos de abonos orgánicos.

Al analizar el comportamiento del número hojas de plántones de *G. crinita*, se observó que el compost estiércol de res (T4) presentó el mayor número de hojas hasta la tercera evaluación, pero en la cuarta evaluación tuvo un efecto similar al compost de plátano (T3). Esto debido a que (T4) se desarrolló en menos tiempo alcanzando más altura alargando el tallo y reduciendo su número de hojas, ya que, en todas las variables evaluadas, este tipo de abono se diferenció de los demás (Figura 4).



**Figura 4.** Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el número de hojas de *G. crinita*

Este comportamiento también se observó en el estudio realizado por Miranda (2018), que también aplicó compost a base de excretas de ganado, sin embargo, las excretas de cuy generan mayor cantidad de hojas durante el periodo de evaluación, indicando que este tipo de abono orgánico tiene mayor potencial en la foliación de los plantones de *G. crinita*.

#### **4.2. Determinación del efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la biomasa radicular y aérea de *Guazuma crinita***

##### **4.2.1. Biomasa aérea (BA) en plantones de *G. crinita***

El ANVA indica que los tipos de abono orgánicos presentaron efectos estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) en la biomasa aérea de plantones de *G. crinita* (Tabla 12). Estos hallazgos coinciden con Julon (2016) y Amasifuén (2017), quienes también encontraron diferencias altamente significativas en la biomasa aérea de *G. crinita* al aplicar abonos orgánicos, sugiriendo que estos sustratos producen un efecto favorable para el crecimiento de los plantones en vivero.

Además, el coeficiente de variación de los datos fue alto, con un valor del 62,36%, lo que sugiere una influencia ambiental notable en el experimento (Tabla 12). Por lo tanto, indican que varios factores variables hayan afectado los resultados obtenidos, además de la influencia de los abonos orgánicos (Tabla 12).

**Tabla 12.** Análisis de varianza para la biomasa aérea en *G. crinita* (g)

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ftab</b>	<b>Sig 0,05</b>
Tipos de abono orgánico	3	125,64	41,88	27,27	5,28E-11	***
Bloques	56	85,99	1,54			
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>211,63</b>				

FV: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ( $p < 0,05$ ) \* Significación, CV (%) = 62,36

La comparación múltiple de las medias de biomasa aérea de *G. crinita* mediante la prueba estadística de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), señala que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre el compost de estiércol de ganado (T4) y los demás tipos de abonos orgánicos (T2, T3 y T1), siendo estos últimos los que presentaron valores similares ( $p > 0,05$ ) y los de menor promedio de biomasa aérea, no obstante, los valores obtenidos están por encima de la media del testigo (Tabla 13).

**Tabla 13.** Valores promedio de la biomasa aérea en *G. crinita* (g)

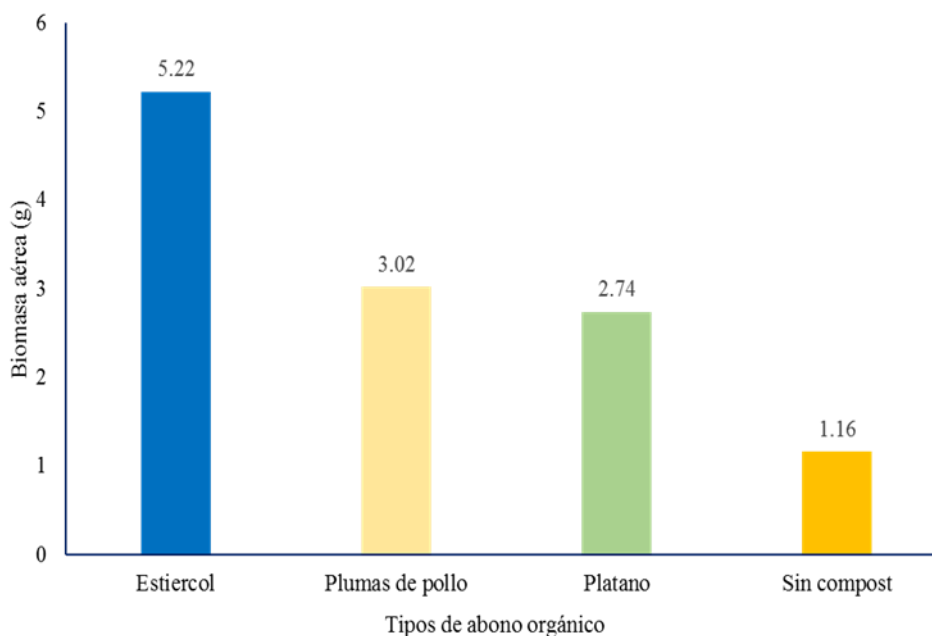
<b>Tipo de abono orgánico</b>	<b>Código</b>	<b>Promedio (g)</b>	<b>Sign. Alpha 0,05</b>
Compost de estiércol	T4	5,22	a
Compost plumas de pollo	T2	3,02	b
Compost de plátano	T3	2,74	b
Sin compost	T1	1,16	c

Letras distintas por columnas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), según prueba de Duncan

Estos resultados sugieren que los plantones que recibieron la aplicación de compost de estiércol de ganado presentaron un mejor desarrollo, probablemente debido a la presencia de bacterias endófitas de microorganismos eficientes en el compost, los cuales colonizan los tejidos de los órganos de las plantas y facilitan la absorción de nutrientes y agua, contribuyendo así con el crecimiento de la biomasa (Thompson, 1985; Santoyo et al., 2016; Olanrewaju et al., 2017).

La diferencia en el efecto de los distintos tipos de abonos orgánicos se refleja en la biomasa aérea promedio de los plantones de *G. crinita*. El compost de estiércol de

ganado (T4) mostró la mayor biomasa aérea promedio con 5,22 g, seguido por el compost de plumas de pollo con 3,02 g, mientras que los plantones del grupo control (T1) presentaron la menor generación de biomasa aérea promedio con un valor de 1,16 g (Figura 5).



**Figura 5.** Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la biomasa aérea de *G. crinita*

La biomasa aérea promedio estuvo por encima de lo reportado por Julon (2016) y Amasifuén (2017), quienes reportaron plantones de *G. crinita* con una biomasa aérea promedio de 0,87 g y 1,41 g respectivamente. Sin embargo, fueron menores a lo reportado por Marín (2018), que obtuvo una biomasa aérea promedio de 6,43 g lo cual sugiere el potencial de los abonos para aumentar la biomasa en los plantones en vivero.

#### 4.2.2. Biomasa radicular (BR) en plantones de *G. crinita*

Los efectos de la aplicación de los tipos de abonos orgánicos fueron estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) en la generación de biomasa radicular de plantones de *G. crinita* (Tabla 14). Concordando con Julon (2016) y Amasifuen (2018), quienes también encontraron diferencias estadísticamente significativas en la biomasa radicular de *G. crinita*. Esto se debe probablemente a que los abonos orgánicos utilizados contienen microorganismos eficientes como hongos y bacterias que producen ácido indol acético, lo que ayuda en el balance fitohormonal de las plantas y solubilizar los minerales como los fosfatos y el potasio para facilitar su adsorción (Ahmad et al., 2008; Sindhu et al. 2016).

Además, es importante señalar que la biomasa radicular de *G. crinita* estuvo fuertemente influenciada por factores ambientales, ya que el experimento presentó un coeficiente de variación del 52,08% (Tabla 14).

**Tabla 14.** Análisis de varianza para la biomasa radicular en *G. crinita* (g)

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ftab</b>	<b>Sig 0.05</b>
Tipos de abono orgánico	28,32	3	9,44	10,51	1,38E-05	***
Bloques	50,28	56	0,898			
Total	78,6	59				

FV: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, SC: Suma cuadrada, CM: Cuadrado medio, Fc: F calculado, Ft: F tabulado ( $p < 0,05$ ) \* Significación, CV (%) = 52,08

Con respecto, al contraste de las medias de la biomasa radicular de *G. crinita* realizado mediante la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), se observó que el compost de estiércol de ganado (T4) es el mejor abono orgánico en términos generación de biomasa radicular, ya que este tratamiento presento una media mayor y diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) con la biomasa radicular promedio de los demás abonos orgánicos (T2 y T3). No obstante, estos últimos son estadísticamente similares ( $p > 0,05$ ) y se encuentran por encima de la biomasa radicular generada en los plantones del grupo testigo (T1) (Tabla 15).

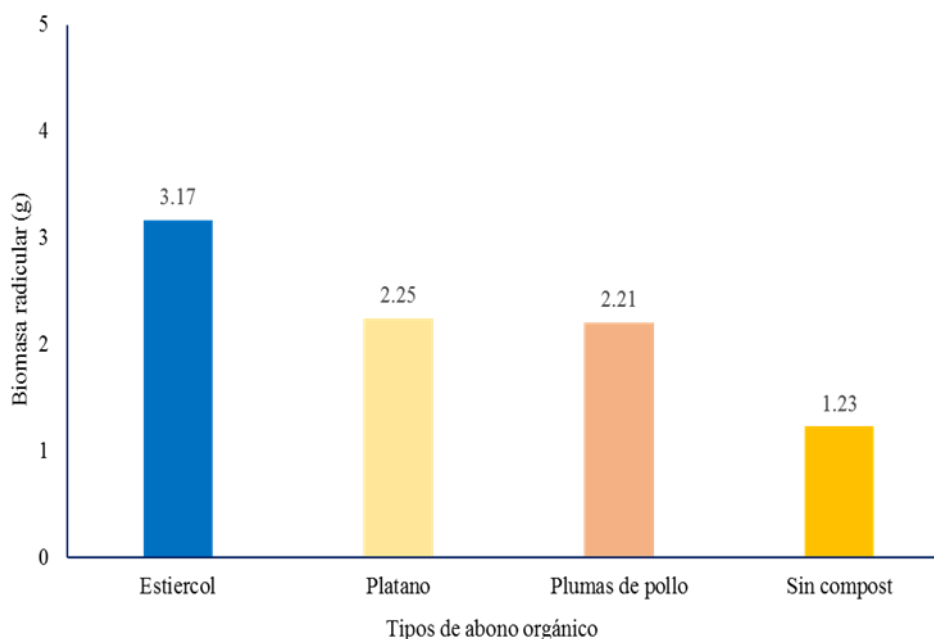
**Tabla 15.** Valores promedio de la biomasa radicular en *G. crinita* (g)

<b>Tipo de abono orgánico</b>	<b>Código</b>	<b>Promedio (g)</b>	<b>Sign. Alpha 0.05</b>
Compost de estiércol	T4	3,17	a
Compost de plátano	T3	2,25	b
Compost plumas de pollo	T2	2,21	b
Sin compost	T1	1,23	c

Letras distintas por columnas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según prueba de Duncan

La diferencia en el efecto de los distintos tipos de abonos orgánicos también se refleja en la biomasa radicular promedio de los plantones de *G. crinita*. Se destaca el efecto del compost de estiércol de ganado (T4), que aportó la mayor biomasa radicular promedio de 3,17 g; seguido por el compost de residuos de plátano (T2) y el compost de plumas

de pollo (T3) con 2,25 g y 2,21 respectivamente. En contraste, los plantones del grupo control (T1) presentaron la menor generación de biomasa radicular promedio con un valor de 1,23 g (Figura 6). Estas diferencias, yacen en la composición química de los sustratos y posiblemente por su porcentaje de humedad, debido a que un alto porcentaje de humedad puede limitar el crecimiento de la raíz y por ende la biomasa radicular (Leyva et al., 2019).

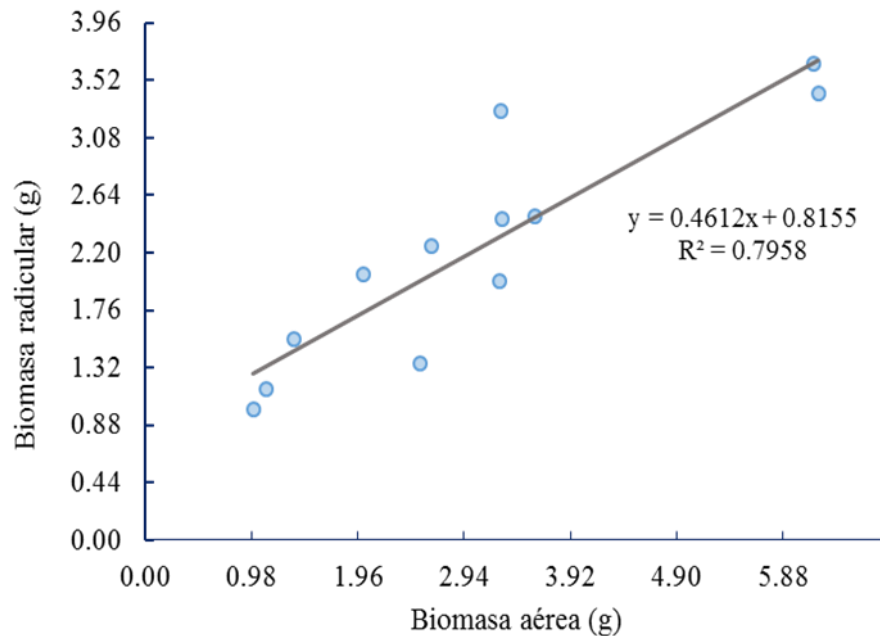


**Figura 6.** Efecto del abono orgánico en la biomasa radicular en plantones de *G. crinita*

Este comportamiento en la biomasa radicular de *G. crinita* estuvo por encima de lo reportado por Amasifuén (2017) que obtuvo una biomasa radicular promedio de 0,73 g al aplicar microorganismos de montaña más biol. Sin embargo, Julon (2016) y Marín (2018) si reportaron valores de 1,38 g y 3,43 g respectivamente, dentro del rango encontrado en esta investigación.

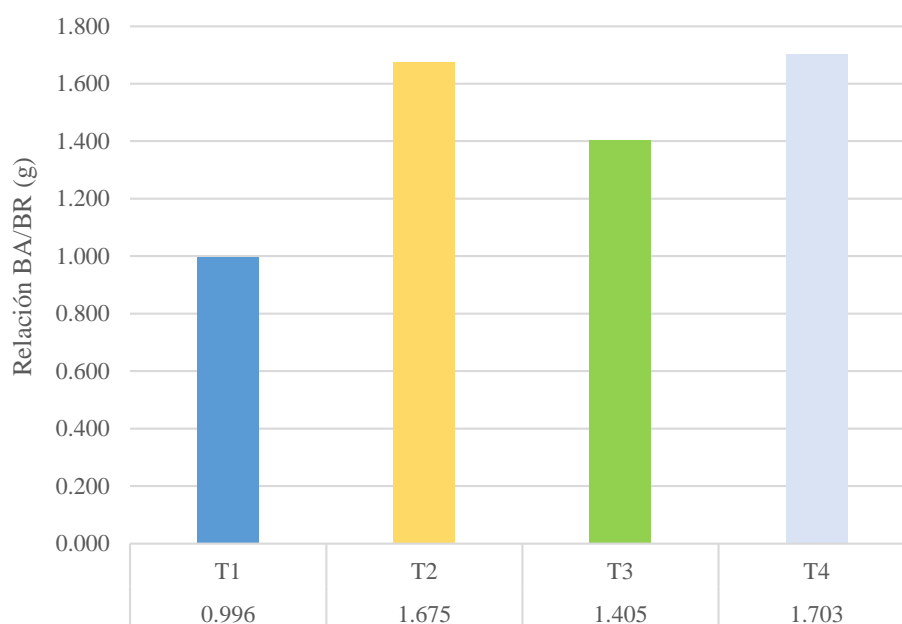
#### 4.2.3. Relación de BA/BR

Al analizar el modelo lineal entre la biomasa aérea y la biomasa radicular, se obtuvo un coeficiente de determinación del 79,58%, lo que indica una alta relación directamente proporcional entre la biomasa aérea y la biomasa radicular de los plantones de *G. crinita*. Esto significa que la aplicación de los diferentes tipos de abonos orgánicos contribuyó a que los plantones presentaran una mayor biomasa, y que aquellos con mayor biomasa aérea también tuvieron una mayor biomasa radicular (Figura 7).



**Figura 7.** Curva de relación de la biomasa aérea vs biomasa radicular en plantones de *G. crinita*

Además, se observó que el compost de estiércol de ganado (T4) presentó una mayor relación BA/BR con un valor de 1,703, seguido del compost de plumas de pollo (T2) y el de residuos de plátano (T3) con valores de 1,672 y 1,405, respectivamente, por encima del testigo (Figura 8). Estos resultados indican que la aplicación de los diferentes tipos de abonos orgánicos genera una mayor biomasa tanto aérea como radicular, siendo el compost de estiércol de ganado el tratamiento más efectivo para obtener mejores resultados en la biomasa de los plantones de *G. crinita*, sugiriendo el potencial de supervivencia que pueden tener los plantones al si se instalarían en campo definitivo (Thompson, 1985).



**Figura 8.** Relación entre la biomasa aérea y biomasa radicular (BA/BR) en plantones de *G. crinita*

Este comportamiento en la relación BA/BR de *G. crinita* es mayor a lo reportado Amasifuén (2017) que obtuvo un valor de 0,73g. No obstante, coincide con Marín (2018), que obtuvo un valor de 1,96 en la relación BA/BR de los plantones, indicando el aporte al crecimiento tanto aéreo como radicular de *G. crinita* que tienen los abonos orgánicos.

Por otro lado, la covarianza con un valor de 1,25 indica que los plantones que obtienen una mayor biomasa aérea también presentan una mayor biomasa radicular (Tabla 16). Asimismo, según el coeficiente de Pearson, la relación BA/BR muestra una correlación positiva considerable, con un valor del 79%. Por otro lado, el coeficiente de Spearman con un valor del 92% indica que existe una fuerte correlación entre la biomasa aérea y la biomasa radicular (Tabla 16).

**Tabla 16.** Matriz de correlación y relación para las variables biomasa aérea y radicular en plantones de *G. crinita*

Estadísticos	Covarianza	Pearson	Spearman
Valores	1,25	0,79	0,92

Valor crítico Spearman ( $p <= 0,05$ ): 2,23

### 4.3. Determinación de la influencia de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad de plantones de *Guazuma crinita*

Según la relación altura/longitud radicular (RA/LR), todos los tratamientos produjeron plantones de *G. crinita* de alta calidad. No obstante, se encontró que la aplicación de compost de estiércol de ganado (T4) generó una calidad aún mayor, con un valor de 1,98 muy más cercano a 2, en comparación con los demás tratamientos, indicando que estos plantones tuvieron un balance entre la parte transpiratoria y de asimilación de agua y nutrientes (Sáenz et al., 2014). Por otro lado, los plantones del testigo presentaron la menor calidad (Tabla 17).

De acuerdo con el Índice de Robustez (IR), se encontró que los plantones del testigo presentaron una calidad media. Por el contrario, los plantones tratados con abonos orgánicos (T2, T3 y T4) presentaron una calidad baja debido a que en estos tratamientos se obtuvieron plantones de mayor altura. En consecuencia, particularmente el compost de estiércol de ganado, con los plantones de mayor altura, presentó la calidad más baja en contraste con los plantones que presentaron una calidad baja (Tabla 17) indicando que probablemente estos plantones no tendrían la resistencia al viento, supervivencia y crecimiento al ser instalados en campo definitivo (Sáenz et al., 2014).

Asimismo, el Índice de Dickson (ID) indicó que los plantones *G. crinita* con aplicación de abonos orgánicos presentaron calidad alta. Entre ellos la aplicación de compost de estiércol de ganado (T4) generó la mayor calidad con valor de 0,78, por encima de la aplicación de compost de plumas de pollo y el compost de residuos de plátano con valores de 0,51 y 0,50 respectivamente (Tabla 17) señalando que estos plantones tienen menos probabilidades de ser descartados para la instalación en campo definitivo (Sáenz et al., 2014).

**Tabla 17.** Valores por índice de calidad de plantones en *G. crinita*

<b>Tipos de abono orgánico</b>	<b>Código</b>	<b>Relación A/LR</b>	<b>Índice Robustez</b>	<b>Índice Dickson</b>
Sin compost	T1	1,16	7,47	0,28
Compost plumas de pollo	T2	1,76	8,95	0,51
Compost de plátano	T3	1,88	8,82	0,50
Compost de estiércol	T4	1,98	9,06	0,78

Estos resultados concuerdan con Amasifuén (2017) que reportó un IR e ICD de 10,61 y 3,08 respectivamente, lo cual indica que los que los plantones de *G. crinita* presentaron baja calidad según su robustez y de alta calidad según el índice de Dickson, debido que también emplearon estiércol de vaca en la elaboración de los abonos orgánicos. Este tipo de excretas probablemente aporten nutrientes que promueven un mayor crecimiento de los plantones en comparación con los otros tipos de abonos.

Sin embargo, no coinciden con Marín (2018), quien reportó plantones de *G. crinita* con calidad media al obtener un IR de 7,36; una relación altura/ longitud radicular (RA/LR) de 2,12 e ICD de 0,44 al utilizar como sustrato el suelo orgánico extraído de purmas altas.

## V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de abonos orgánicos tiene efectos favorables en la altura, diámetro y número hojas de los plántones de *G. crinita* desde el primer mes de evaluación, siendo el compost de estiércol de ganado (T4) el tratamiento de mayor efecto. No obstante, estos efectos son más marcados a partir del segundo mes de evaluación.
2. La aplicación de abonos orgánicos tiene efectos significativos en la generación de biomasa aérea (BA) y biomasa radicular (BR) de los plántones de *G. crinita*. En particular, compost de estiércol de ganado (T4) fue el tratamiento que produjo la mayor cantidad de BA y BR, y presentó la mayor relación BA/BR entre todos los tratamientos evaluados.
3. La aplicación de abonos orgánicos produjo plántones de *G. crinita* de alta calidad según la relación de altura/longitud radicular (RA/LR) y el Índice de Dickson (ICD), siendo los plántones tratados con compost de estiércol de ganado (T4) los de mayor calidad. Sin embargo, este tratamiento tuvo una calidad baja según el Índice de Robustez (IR).

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

1. Se recomienda instalar plantaciones, utilizando como material vegetal plantones producidos en viveros y realizar monitoreos de las características morfológicas y fisiológicas de las plantas.
2. Realizar análisis de sustrato para determinar las especies de microorganismos eficientes presentes en cada uno de los abonos orgánicos.
3. Identificar los microorganismos eficientes que influyen en la calidad de los plantones producidos en vivero.
4. Se debe analizar las características fisicoquímicas de los sustratos al inicio y final de la investigación.

## VII. REFERENCIAS

- Ahmad, F., Ahmad, I., & Khan, M. (2008). Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological research*, 163(2), 173-181. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2006.04.001>
- Almansa, M., Fernández, M., Valero, J., López, M., y Soliva, M. (2007). Velocidad de mineralización del estiércol vacuno según su estabilidad. *Residuos: Revista técnica*, 17(96), 30-37.
- Amasifuén, E. (2017). *Evaluación de tres biofertilizantes en el desarrollo de bolaina blanca (Guazuma crinita mart) a ensayarse en reforestación para la mitigación del cambio climático, IIAP San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/3253>
- Andrade, J. T., & Tigua, E. M. (2020). *Efecto de cuatro dosis de abono completo (N10%—P30%—K10%) en el crecimiento inicial de Ochroma pyramidale (Cav. Ex Lam.)* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3435>
- Aung, K., Jiang, Y., & He, S. Y. (2018). The role of water in plant–microbe interactions. *The Plant Journal*, 93(4), 771-780. <https://doi.org/10.1111/tpj.13795>
- Baldoceda, R., & Pinedo, V. (1991). *Temas forestales (Silvicultura de la bolaina blanca)* (Vol. 84).
- Barbazán, M., del Pino, A., Moltini, C., Hernández, J., & Rodríguez, J. (2011). Caracterización de materiales orgánicos aplicados en sistemas agrícolas intensivos de Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 15(1), 82-92.
- Beltrán, M. E., & Bernal, A. A. (2022). Biofertilizantes: Alternativa biotecnológica para los agroecosistemas. *Revista Mutis*, 12(1). <https://doi.org/10.21789/22561498.1771>
- Cadena, R. O. (2005). *Efecto de abonos orgánicos fermentados en banano (Musa acuminata) cv. «Gran enano» en la región de Alto Beni* [Tesis de pregrado]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/11620>
- Centeno, J. M. (2012). *Dosis de fertilización en el crecimiento inicial de bolaina (Guazuma crinita Mart.) y capirona (Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook F.) en Juan Guerra, Región San Martín.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/539>

- Cobas, M., Castillo, I., & González, E. (2001). Comportamiento de diferentes parámetros morfológicos en la calidad de la planta de *Hibiscus elatus* Sw. Cultivada en viveros sobre tubetes en la provincia de Pinar del Río. *Revista Avances*, 3(1), 12-17.
- Confederación Peruana de la Madera - CMP. (2008). *Compendio de información técnica de 32 especies forestales* (2.<sup>a</sup> ed.).
- Córdova, J. (2013). *Boletín FUNDESYRAM, Camino al Desarrollo. El Salvador. Boletín de enero 2013*.
- Cueva, F. M. (2011). *Crecimiento de Guazuma crinita C. Martius (bolaina blanca) bajo efectos de mezcla entre fertilizante de fuentes inorgánica y orgánica en Tingo María*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/548>
- Dickson, A., Leaf, A. L., & Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, 36(1), 10-13. <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>
- Domínguez, A. (1988). *Los microelementos en Agricultura* (Ediciones Mundi-Prensa. Impreso en España).
- Escudero, A., y Mediavilla, S. (2003). Dinámica interna de los nutrientes: *Ecosistemas*, 12(1), Article 1. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/247>
- Flores, L. A., Pincheira, M. E., Quiroz, I., y Villarroel, A. J. (2001). *Manual de viverización y plantación de especies nativas. Zona centro sur de Chile*. INFOR. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/1438>
- Flores, Y. (2002). *Manual de semillas de especies forestales de importancia económica en la región Ucayali*. INIA. Estación Experimental Agraria Pucallpa - Ucayali. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/861>
- Florida, N., Reátegui, F., y Pocomucha, V. (2019). Caracterización del compost a base de plumas de pollos (*Gallus gallus domesticus*) y otros insumos. *RevIA*, 6(2), Article 2. <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/124>
- Gomes, J. M. (2001). *Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K* [Tesis Doctoral, Universidad Federal de Viçosa]. <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11393>
- González, M. J. (2007). *Crecimiento de plantas de Nothofagus dombeyi (Mirb.) Oerst 1/0 producidas en contenedor en función de dosis de fertirriego* [Tesis de pregrado,

- Universidad Austral de Chile].  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fifg643c/doc/fifg643c.pdf>
- Hernández, L. E. (2020). *Estrategia biotecnológica para la biodegradación de la pluma de pollo con bacterias productoras de enzimas queratinasas* [Tesis de pregrado, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla].  
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/10017>
- Hidalgo, D. (2021). *Efecto de sustrato orgánico en crecimiento de plántulas bolaina blanca (Guazuma crinita) y shaina (Colubrina glandulosa Perkins.) en fase de vivero -San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de Selva].  
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1986>
- Hidalgo, F. (2011). *Efecto de los tipos de sustratos en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de Bolaina Blanca (guazuma crinita C. Martius) en fase de vivero*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de Selva].  
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/956>
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center.
- Jones, J. (1983). *Una guía para el cultivo hidropónico y cultivos de crecimiento en suelos*. Portland, OR. Timber Press EUA.
- Julon, I. L. (2016). *Influencia del biol en el crecimiento de Cedrelinga catenaeformis Ducke, Guazuma crinita Mart y Swietenia macrophylla King en vivero—Distrito de Río Negro* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].  
<http://hdl.handle.net/20.500.12894/3990>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2020). *Los fertilizantes y su uso*. 83. <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- Landis, T. (1989). *Manual de viveros para especies forestales de contenedor: Fertilización y riego*.
- Leyva, F., Zamora, M., Cordoví, R. Á., & Torres, O. (2019). Manejo del endurecimiento por sustrato de las plántulas de acacia para elevar supervivencia en campo (Original). *Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 3(2), 242-258.  
<https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/820>
- Manrique De Lara, Lucio. 2022. Comportamiento meteorológico y determinación de los índices climáticos durante el periodo 1990 - 2020 en Tingo María. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2137>
- Marín, B. A. (2018). *Evaluación de la calidad de plantones forestales producidos bajo un vivero temporal en el distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca, provincia de Marañón*,

- Huánuco—Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1436>
- Márquez, J. N., & González, R. (2022). Tecnologías ómicas para la exploración de la biocostra del suelo. *Terra Latinoamericana*, 40, 13. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1062>
- Meena, H., & Busi, S. (2019). Chapter 13—Use of microbial biofertilizers technology in agro-environmental sustainability. En J. S. Singh (Ed.), *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering* (pp. 199-211). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818258-1.00013-3>
- Miranda, E. (2018). Efecto de tres tipos de abono orgánico líquido (biol), en la etapa de desarrollo en vivero de bolaina blanca (*Guazuma crinita*) en Pucallpa – Perú. *TZHOECOEN*, 10(3), 371-382. <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.327529>
- Navarro, A. C. (2020). *Efecto de diferentes dosis de sustratos orgánicos en el crecimiento de plántulas de Guazuma crinita Mart en fase de vivero en el distrito de Lamas, San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1852>
- Olanrewaju, O. S., Glick, B. R., & Babalola, O. O. (2017). Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(11), 1-16.
- Oliet, J., Segura, M. L., Dominguez, F. M., Blanco, E., Serrada, R., Arias, M. L., & Artero, F. (1999). Los fertilizantes de liberación controlada lenta aplicados a la producción de planta forestal de vivero. Efecto de dosis y formulaciones sobre la calidad de *Pinus halepensis* mill. *Forest systems*, 8(1), 207-228.
- Plaster, E. J. (2000). *La ciencia del suelo y su manejo* (Número 631.4 P715c). S.A. Ediciones Paraninfo.
- Prieto, R. J. A., García, R. J. L., Mejía, B. J. M., Huchín, A. S., & Aguilar, V. J. L. (2009). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. *Publicación Especial*, 28, 48.
- Pulgar Vidal, J. (1938). *Las ocho regiones naturales del Perú*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Ramírez, K. (2015). *Efecto de dosis del fertilizante compomaster en el crecimiento de Cedrela odorata l. En Tingo María, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1097>

- Ramos, A. E., & Domínguez, G. (2016). Selección de árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* mart.) como candidatos a árboles “plus” para ensayos de rejuvenecimiento y brotación. *Ecología Aplicada*, 15(2), 115. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.751>
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&tlng=pt).
- Ramos, D., Terry, E., Soto, F., & Cabrera, J. A. (2014). Bocashi: Abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-59362014000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362014000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
- Restrepo, J. (2007). *Manual práctico el A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. SIMAS.
- Restrepo, J., & Hensel, J. (2009). *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra*.
- Reynel, C., Pennington, R. T., Flores, C., & Daza, A. (2003). *Arboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos; un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies*. Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería, Lima (Perú).
- Riffel, A., & Brandelli, A. (2006). Keratinolytic bacteria isolated from feather waste. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37, 395-399. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822006000300036>
- Rivera, E., Sánchez, M., & Domínguez, H. (2018). PH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de Iniciación Científica*, 4, 101-105. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1829>
- Rodríguez, D. A. (2008). *Indicadores de calidad de planta forestal*. Mundi-Prensa.
- Rodríguez, G. N. (2014). *Efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento inicial de Bolaina blanca (Guazuma crinita Mart.) en fase de vivero, en el distrito de Honoría, Puerto Inca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/99>
- Rodríguez, M., & Sibille, A. M. (1996). *Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina*. Instituto Nacional de Investigación Agraria.
- Rojas, N. (2015). “Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de tornillo (*Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke*), en Tingo María” [Tesis de pregrado,

- Universidad Nacional Agraria de Selva].  
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1050>
- Ruiz, F., Soria, F., Pardo, M., y Toval, G. (2001). Ensayos factoriales de fertilización en masas de *Eucalyptus globulus* (Labill.) de mediana edad. Análisis de rentabilidad de inversión por fertilización. *Congreso Forestal Español*, 6. [http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos\\_forestales/article/view/15724](http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/15724)
- Ruíz, M. Á. (2015). *Efecto de diferentes dosis de biofermento en el crecimiento inicial de bolaina blanca (Guazuma crinita Martius) Aucayacu—Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/401>
- Sáenz, J. T., Muñoz, H. J., Pérez, C. M. Á., Rueda, A., & Hernández, J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero “Morelia”, estado de Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(26), 98-111. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v5i26.293>
- Salas, J., & Rojas, J. (2021). *PROCAS proyecto conservación de agua y suelo: Materia orgánica y organismos del suelo*. <https://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/37430>
- Salazar, F., Dumont, J. C., Chadwick, D., Saldaña, R., & Santana, M. (2007). Caracterización de purines de lecherías en el Sur de Chile. *Agricultura Técnica*, 67(2), 155-162. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072007000200005>
- Santoyo, G., Moreno, G., Orozco, M., & Glick, B. R. (2016). Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiological research*, 183, 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.11.008>
- Sepúlveda, Y. L., Díez, M. C., Osorio, N. W., Moreno, F. H., & León, J. D. (2014). Caracterización de los síntomas visuales de deficiencias nutricionales de plántulas del roble andino en invernadero. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 161-171. <https://doi.org/10.15517/rac.v38i1.15164>
- Sindhu, S., Parmar, P., Phour, M., & Sehrawat, A. (2016). *Potassium-solubilizing microorganisms (KSMs) and its effect on plant growth improvement*. 171-185. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-2776-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2776-2_13)
- Solórzano, P. R. (2001). Manual para la fertilización de cultivos en Venezuela. *Agroisleña CA*.
- Tanya, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

- The angiosperm phylogeny group - APG III. (2009). Una actualización de la clasificación del Grupo de filogenia de angiospermas para los órdenes y familias de plantas con flores: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 105-121. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- Thompson, B. E. (1985). *Seedling morphological evaluation: What you can tell by looking*.
- Toro, J. (1995). *Avances en fertilización en Pino radiata y Eucalyptus en Chile*. 293-298. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/14337>
- Vacheron, J., Desbrosses, G., Bouffaud, M.-L., Touraine, B., Moëgne, Y., Muller, D., Legendre, L., Wisniewski, F., & Prigent, C. (2013). Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. *Frontiers in plant science*, 4, 356. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00356>
- Van Kessel, J., Reeves III, J., & Meisinger, J. (2000). Nitrogen and carbon mineralization of potential manure components. *Sociedad Estadounidense de Agronomía, Sociedad de Ciencias de Cultivos de América y Sociedad de Ciencias del Suelo de América.*, 29(5), 1669-1677. <https://doi.org/10.2134/jeq2000.00472425002900050039x>
- Wightman, K., Cornelius, J., & Ugarte, J. (2006). *¡Plantemos madera!: Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía peruana* (Vol. 4). World Agroforestry Centre.
- Zavaleta, A. (1992). *Edafología; el suelo en relación con la producción*.

## **ANEXOS**

## Anexo A. Datos registrados

Tabla 18. Registro del Tratamiento 1 (testigo) tierra agrícola

Trat.	Evaluación	Bloque I			Bloque II			Bloque III		
		Altura (cm)	Diámetro (cm)	N°. de hojas	Altura (cm)	Diámetro (cm)	N°. de hojas	Altura (cm)	Diámetro (cm)	N°. de hojas
T1	1	2,5	0,11	4	3,5	0,14	5	2	0,1	4
T1	1	3	0,12	5	3,7	0,12	4	2,9	0,11	4
T1	1	3	0,11	5	1,5	0,1	4	3,2	0,11	5
T1	1	2,6	0,11	6	3	0,14	5	2	0,11	4
T1	1	3,2	0,12	6	1,6	0,1	4	3	0,12	5
T1	1	3	0,15	6	2,1	0,11	5	4	0,1	5
T1	1	3,5	0,1	5	2,5	0,1	4	3,1	0,11	5
T1	1	2,3	0,1	4	2,5	0,11	4	3	0,11	4
T1	1	2,8	0,13	6	3	0,12	4	4	0,13	5
T1	1	3,7	0,14	6	3,5	0,12	5	3,9	0,13	5
T1	1	3,4	0,15	7	2,5	0,12	4	3,1	0,12	5
T1	1	4,2	0,15	6	2,5	0,11	4	3	0,12	5
T1	1	3,5	0,12	6	3	0,11	5	3	0,11	4
T1	1	4	0,14	6	3,5	0,11	4	4	0,15	4
T1	1	3,3	0,14	6	3,5	0,13	4	3	0,12	5
T1	1	4,7	0,12	7	2,1	0,11	4	2,9	0,12	4
T1	1	2	0,1	4	2,5	0,11	4	2,8	0,12	4
T1	1	2,6	0,12	5	2	0,11	5	1,8	0,11	4
T1	1	3,7	0,11	7	2,5	0,1	3	4	0,12	5
T1	1	4,8	0,14	6	3,4	0,11	4	3	0,15	4
T1	1	2,9	0,13	6	3	0,12	4	2,5	0,11	4
T1	1	3,2	0,1	4	3	0,11	4	2,7	0,15	5
T1	1	2,5	0,13	6	2,5	0,11	6	4	0,14	5
T1	1	3,1	0,15	6	2,3	0,1	5	3	0,12	4

T1	1	3	0,13	5	3,2	0,11	4	2	0,11	5
T1	1	4	0,12	6	3,1	0,13	4	3	0,14	6
T1	1	4	0,12	6	3,5	0,12	4	3	0,11	4
T1	1	3,1	0,15	6	2,2	0,1	5	3	0,13	5
T1	1	3	0,14	6	3	0,11	4	4	0,11	4
T1	1	2,5	0,13	5	2,9	0,11	4	2	0,1	5
T1	2	7,8	0,2	17	5,5	0,23	12	7,8	0,2	15
T1	2	8,8	0,23	13	5,4	0,18	8	5,3	0,15	9
T1	2	8	0,25	13	7,8	0,24	10	6,2	0,18	6
T1	2	7	0,185	12	7	0,2	16	4,3	0,16	7
T1	2	4	1,19	11	8,7	0,22	16	8	0,18	10
T1	2	6,5	0,2	15	11	0,25	15	5	0,15	10
T1	2	8,3	0,23	11	4,5	0,18	8	3,5	0,11	6
T1	2	8	0,2	11	9	0,26	14	9	0,22	14
T1	2	10	0,17	11	8,4	0,22	12	6	0,14	8
T1	2	9	0,24	10	10,2	0,22	12	6	0,16	8
T1	2	7	0,19	10	10,9	0,25	14	6,4	0,17	8
T1	2	9	0,2	8	9,8	0,2	9	3,9	0,11	7
T1	2	7,5	0,24	11	5	0,16	6	7,5	0,15	8
T1	2	11	0,25	13	7	0,2	11	6,4	0,15	9
T1	2	10	0,21	13	9,7	0,2	11	5	0,14	8
T1	2	9	0,31	12	10,7	0,2	11	4,9	0,14	9
T1	2	6,5	0,24	10	10,6	0,26	13	4,8	0,13	7
T1	2	6,5	0,22	12	11,5	0,3	6	6	0,28	13
T1	2	10	0,25	12	5,6	0,21	20	3,5	0,16	8
T1	2	11	0,22	10	6,7	0,2	11	5,8	0,17	6
T1	2	8,5	0,19	8	10,7	0,25	11	6,5	0,2	9
T1	2	7	0,18	11	11,4	0,25	15	7,2	0,19	8
T1	2	7,5	0,22	10	9,5	0,2	12	4,5	0,11	8
T1	2	10,5	0,28	21	12,3	0,3	10	5,7	0,16	8

T1	2	11,5	0,28	15	4,9	0,14	16	4,5	0,12	6
T1	2	11,5	0,29	14	6	0,16	7	4	0,11	10
T1	2	13	0,29	16	4,5	0,14	8	6	0,14	8
T1	2	10	0,22	8	6,9	0,2	7	5,2	0,14	7
T1	2	7	0,22	11	8,5	0,19	14	5	0,12	9
T1	2	12,5	0,31	13	10	0,25	11	5	0,18	9
T1	3	14,5	0,3	10	16	0,3	9	24,5	0,23	13
T1	3	13,5	0,25	15	14,2	0,31	7	19	0,22	10
T1	3	13	0,28	13	10	0,2	7	23	0,3	10
T1	3	18,2	0,28	12	15,1	0,3	8	22	0,2	8
T1	3	15	0,25	13	14,5	0,25	9	22	0,21	9
T1	3	15,3	0,3	12	11,4	0,24	9	25	0,22	12
T1	3	15,5	0,25	12	19	0,26	10	17,8	0,18	6
T1	3	20	0,24	8	18	0,29	7	25,8	0,33	10
T1	3	11	0,2	6	21,5	0,31	9	27	0,23	10
T1	3	21,5	0,3	13	18	0,32	11	30	0,22	10
T1	3	18	0,28	15	19,5	0,34	7	27,5	0,24	10
T1	3	17,6	0,27	12	15,4	0,24	6	24	0,2	9
T1	3	14,5	0,23	14	18,9	0,3	10	20,5	0,3	8
T1	3	15,6	0,24	15	21,4	0,3	4	27,5	0,21	10
T1	3	22	0,3	13	21,7	0,3	4	30	0,2	10
T1	3	16,4	0,3	10	16	0,2	12	27	0,23	6
T1	3	14	0,2	9	19,8	0,31	10	26,5	0,2	10
T1	3	18,5	0,2	10	13,2	0,3	4	23	0,3	9
T1	3	24,4	0,28	12	18,5	0,28	6	24	0,21	5
T1	3	23,2	0,3	10	19,2	0,3	9	26,5	0,22	8
T1	3	11	0,28	8	22	0,3	11	25,5	0,26	10
T1	3	17	0,3	15	19,5	0,4	10	27,5	0,33	10
T1	3	17,6	0,3	7	16,5	0,3	10	20	0,21	6
T1	3	17,4	0,3	14	9	0,2	7	21	0,21	7

T1	3	19,4	0,3	13	12,2	0,2	6	23,5	0,25	10
T1	3	21	0,3	12	18	0,3	10	22,5	0,13	5
T1	3	14,2	0,3	12	17,5	0,24	5	24	0,22	6
T1	3	19	0,29	18	14	0,22	5	28,5	0,21	8
T1	3	21	0,25	17	12	0,23	8	28	0,18	8
T1	3	10,5	0,25	20	11	0,25	5	19	0,2	9
T1	4	32	0,5	10	24	0,29	3	21	0,4	9
T1	4	29	0,47	10	27	0,38	9	30	0,5	8
T1	4	21,5	0,4	7	22	0,26	3	51	0,4	12
T1	4	31	0,48	5	26	0,35	8	28	0,42	8
T1	4	26	0,4	4	20	0,38	10	36	0,41	14
T1	4	28	0,59	6	20	0,38	12	22	0,31	8
T1	4	23,5	0,4	4	27	0,4	10	32	0,51	5
T1	4	28	0,45	5	30	0,34	4	35	0,33	15
T1	4	31,5	0,36	4	32	0,36	3	37	0,42	8
T1	4	30,5	0,5	7	29	0,38	6	34	0,44	8
T1	4	31,5	0,5	6	28	0,9	8	36	0,41	6
T1	4	24	0,4	8	24	0,38	8	30	0,33	5
T1	4	36,5	0,5	5	29	0,3	3	27	0,38	7
T1	4	30	0,47	5	34	0,41	5	40	0,44	13
T1	4	32,5	0,48	4	32	0,44	4	33	0,35	8
T1	4	42,5	0,54	6	28	0,3	4	36	0,32	8
T1	4	33,5	0,39	4	37	0,43	6	31	0,46	5
T1	4	28	0,58	4	23	0,3	3	34	0,46	17
T1	4	27,5	0,38	4	36	0,4	4	28	0,4	6
T1	4	36	0,48	5	33	0,38	3	31	0,45	7
T1	4	37	0,35	4	35	0,35	3	40	0,42	6
T1	4	38,5	0,46	4	32	0,32	5	38	0,43	7
T1	4	33	0,3	4	32	0,39	6	33	0,38	7
T1	4	35	0,4	6	32	0,3	5	32	0,39	9

T1	4	26	0,4	5	23	0,31	3	31	0,44	10
T1	4	30	0,5	7	33	0,4	6	12	0,12	12
T1	4	39,5	0,5	6	36	0,4	8	27	0,37	5
T1	4	33	0,48	5	26	0,3	5	28	0,35	10
T1	4	33	0,38	4	24	0,3	4	40	0,4	10
T1	4	26	0,4	6	27	0,35	4	27	0,4	15

**Tabla 19.** Registro del Tratamiento 2 compost de plumas de pollo

Trat.	Evaluación	Bloque I			Bloque II			Bloque III		
		Altura (cm)	Diámetro (cm)	Nº. de hojas	Altura	Diámetro	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Nº. de hojas	Nº. de hojas
T2	1	3	0,1	5	2	0,11	5	4,7	0,13	6
T2	1	3,3	0,11	5	3,5	0,11	4	4,3	0,12	5
T2	1	2,5	0,12	5	2	0,1	4	3,5	0,11	4
T2	1	3	0,12	6	3	0,13	6	2,4	0,12	4
T2	1	2,6	0,11	4	2,5	0,12	6	3,3	0,12	5
T2	1	2,7	0,12	6	3,5	0,12	6	3,4	0,12	4
T2	1	3,2	0,13	6	2,5	0,13	6	4	0,13	5
T2	1	2,7	0,11	6	2,5	0,13	6	4,5	0,12	5
T2	1	2,8	0,12	6	2,5	0,11	5	3,3	0,15	5
T2	1	3,5	0,14	5	3,2	0,13	5	3,5	0,12	6
T2	1	3	0,13	6	2,5	0,11	4	3,8	0,15	5
T2	1	3,5	0,15	7	3,5	0,14	5	2,7	0,11	5
T2	1	2	0,11	4	2	0,12	4	3	0,11	5
T2	1	2,5	0,13	6	2,7	0,1	4	4	0,11	5
T2	1	2,5	0,12	4	2,8	0,11	4	4,1	0,14	5
T2	1	3,4	0,13	6	3	0,12	4	3	0,13	5
T2	1	3,5	0,12	6	2	0,11	5	3,6	0,15	7
T2	1	4	0,14	5	2	0,12	3	3,5	0,14	5

T2	1	3	0,11	4	2	0,11	4	3,1	0,12	5
T2	1	2,4	0,11	4	4	0,12	5	4,7	0,14	5
T2	1	2,5	0,11	4	4	0,14	5	4,8	0,12	4
T2	1	2,5	0,11	6	3	0,12	4	4,5	0,13	6
T2	1	2,1	0,12	5	4	0,12	6	3	0,12	5
T2	1	3	0,13	4	2,5	0,15	5	3,5	0,11	6
T2	1	3	0,14	6	2,5	0,11	5	5	0,14	4
T2	1	5	0,13	5	3,9	0,12	5	3,1	0,11	5
T2	1	5	0,15	11	3	0,13	6	4,3	0,12	5
T2	1	3	0,13	6	3,8	0,13	7	4,1	0,11	5
T2	1	5,5	0,15	6	3,5	0,14	5	3,5	0,12	5
T2	1	3,8	0,13	4	3	0,14	5	4,9	0,15	7
T2	2	4,5	0,18	7	7,5	0,2	9	11	0,26	14
T2	2	6,6	0,21	14	7,3	0,19	8	12	0,27	13
T2	2	7,3	0,28	16	4,5	0,17	8	10,4	0,22	11
T2	2	9,2	0,25	14	8,8	0,21	16	7,2	0,18	6
T2	2	7,1	0,22	12	6	0,2	10	9,8	0,22	11
T2	2	6,3	0,22	14	8,8	0,22	16	9,8	0,2	12
T2	2	6,5	0,2	12	8,5	0,2	15	12,5	0,24	12
T2	2	5,4	0,19	7	7,5	0,23	17	16	0,3	11
T2	2	6,5	0,27	9	8,6	0,16	12	15	0,29	11
T2	2	9,9	0,24	12	9,1	0,25	14	14,4	0,25	8
T2	2	9,4	0,22	11	5,5	0,2	7	14,2	0,27	16
T2	2	10,3	0,31	12	9	0,19	17	8,5	0,18	5
T2	2	4,3	0,18	6	5,5	0,16	8	12	0,2	9
T2	2	6,5	0,22	11	6,4	0,21	14	16	0,2	6
T2	2	6,3	0,22	9	7,6	0,2	8	17,5	0,25	12
T2	2	10	0,21	19	7,5	0,19	15	15	0,2	7
T2	2	9,2	0,28	16	6,2	0,17	9	14,5	0,28	10
T2	2	11	0,29	15	8,5	0,22	10	10	0,24	10

T2	2	6,2	0,27	6	6,5	0,3	8	14,5	0,2	11
T2	2	6,5	0,17	7	11,2	0,2	13	17,9	0,3	16
T2	2	7	0,19	13	12,5	0,25	18	14,2	0,2	9
T2	2	9	0,16	6	9	0,3	11	16,2	0,24	10
T2	2	6,7	0,22	8	11	0,16	13	13,5	0,22	9
T2	2	8,3	0,18	11	10,1	0,24	14	12	0,2	6
T2	2	6,6	0,24	8	6	0,21	11	11,4	0,2	9
T2	2	7,1	0,2	11	7,5	0,2	13	9,3	0,2	8
T2	2	11,6	0,34	19	10	0,26	11	12	0,25	10
T2	2	11,6	0,25	14	10,2	0,24	12	12,7	0,25	5
T2	2	14	0,32	18	11,5	0,2	13	11,3	0,23	11
T2	2	8,4	0,25	8	9	0,24	12	14,6	0,3	13
T2	3	24	0,4	8	16	0,3	15	20	0,36	11
T2	3	21	0,4	12	14	0,29	15	25	0,36	16
T2	3	25,5	0,38	14	10	0,28	12	21,5	0,38	14
T2	3	21,5	0,36	10	10	0,31	17	17,5	0,35	8
T2	3	21,5	0,4	12	11	0,36	12	26,3	0,4	16
T2	3	25,5	0,4	12	10	0,4	33	22,1	0,41	10
T2	3	17,3	0,3	11	19	0,4	20	18,4	0,3	13
T2	3	25,5	0,3	14	18	0,39	20	29,8	0,41	20
T2	3	27	0,31	8	20	0,42	14	25,7	0,44	10
T2	3	30	0,4	9	17	0,4	14	30,2	0,36	7
T2	3	34,3	0,4	12	18	0,3	10	20,1	0,5	18
T2	3	23,5	0,41	15	11	0,4	17	20,4	0,3	9
T2	3	20	0,35	10	13	0,33	14	23	0,3	12
T2	3	27	0,36	10	17	0,29	17	32,6	0,34	8
T2	3	28	0,34	14	16	0,34	8	31,5	0,35	9
T2	3	26,5	0,4	11	11	0,4	15	33	0,29	11
T2	3	25	0,35	10	17	0,34	15	26	0,4	12
T2	3	20,2	0,4	10	14	0,32	12	21,2	0,3	12

T2	3	23	0,38	11	18,5	0,3	14	26	0,3	10
T2	3	26	0,3	11	18,8	0,35	13	26	0,4	12
T2	3	22,5	0,3	10	18	0,48	13	32	0,28	13
T2	3	21,5	0,34	8	16	0,36	14	31,2	0,33	14
T2	3	20	0,39	10	12	0,44	12	31	0,33	12
T2	3	21,5	0,33	10	8	0,4	18	28	0,32	14
T2	3	24	0,3	7	12	0,43	14	24	0,37	8
T2	3	22	0,35	10	18	0,37	17	25	0,24	10
T2	3	23	0,4	11	20	0,33	15	23	0,25	12
T2	3	25,5	0,4	11	13	0,4	18	28	0,33	10
T2	3	27,2	0,3	12	10	0,47	17	25,5	0,31	13
T2	3	17	0,31	11	10	0,4	18	25,5	0,47	20
T2	4	32,5	0,5	6	34	0,5	6	44	0,71	20
T2	4	36	0,54	6	38	0,5	12	45	0,52	7
T2	4	48	0,58	5	40	0,4	7	37	0,47	6
T2	4	30	0,48	6	37	0,5	11	34	0,4	15
T2	4	36	0,44	3	34	0,39	6	62	0,56	15
T2	4	37	0,53	9	47	0,58	8	34	0,5	5
T2	4	32	0,39	4	51	0,64	7	30	0,45	4
T2	4	39	0,48	10	52	0,4	6	60	0,7	18
T2	4	48	0,5	7	53	0,58	5	47	0,5	5
T2	4	45	0,5	4	56	0,52	6	42	0,45	4
T2	4	41	0,5	4	42	0,4	4	54	0,5	5
T2	4	31	0,5	12	51	0,5	10	37	0,36	5
T2	4	45	0,5	8	47	0,4	4	38	0,55	10
T2	4	48	0,51	7	44	0,4	6	53	0,5	5
T2	4	49	0,52	4	53	0,48	3	48	0,48	4
T2	4	47	0,62	5	58	0,54	5	53	0,4	4
T2	4	39	0,58	13	50	0,4	5	51	0,5	3
T2	4	37	0,47	5	43	0,4	4	33	0,4	4

T2	4	45	0,47	4	50	0,5	8	52	0,6	15
T2	4	45	0,47	4	53	0,56	8	56	0,51	7
T2	4	46	0,45	4	61	0,66	9	54	0,49	7
T2	4	47	0,5	5	53	0,5	6	47	0,68	7
T2	4	35	0,39	5	54	0,5	9	49	0,4	5
T2	4	32	0,4	5	51	0,6	6	48	0,5	6
T2	4	35	0,44	7	40	0,4	5	40	0,36	6
T2	4	44,5	0,5	4	37	0,44	4	46	0,35	8
T2	4	40,5	0,48	8	48	0,5	8	48	0,49	6
T2	4	45	0,68	6	49	0,51	6	43	0,48	8
T2	4	41,5	0,63	7	61	0,6	6	41	0,46	4
T2	4	30	0,45	5	48	0,6	15	60	0,7	26

**Tabla 20.** Registro del Tratamiento 3 compost de residuos de plátano

Trat.	Evaluación	Bloque I			Bloque II			Bloque III		
		Altura (cm)	Diámetro (cm)	N°. de hojas	Altura	Diámetro	Altura (cm)	Diámetro (cm)	N°. de hojas	N°. de hojas
T3	1	3	0,15	5	2,1	0,11	6	2,3	0,15	5
T3	1	3	0,11	7	2	0,11	5	3,5	0,11	4
T3	1	2,5	0,14	7	3,7	0,13	6	2,5	0,11	4
T3	1	3,2	0,12	6	3,4	0,11	6	2	0,12	5
T3	1	3	0,11	7	3,1	0,13	6	2,6	0,11	4
T3	1	2,5	0,11	6	3,5	0,13	6	2,3	0,13	6
T3	1	2,4	0,13	5	1,8	0,11	6	3	0,16	5
T3	1	2,4	0,13	6	3	0,12	6	2,5	0,12	6
T3	1	2,8	0,12	7	2,7	0,13	6	3	0,11	4
T3	1	2	0,13	7	2,5	0,13	6	2,5	0,11	4
T3	1	2,8	0,13	6	3,1	0,14	5	4,5	0,11	5
T3	1	2,5	0,13	7	3,2	0,14	5	4	0,11	5

T3	1	3	0,14	7	2	0,1	5	3,5	0,12	5
T3	1	3,1	0,11	8	2,3	0,11	5	3	0,1	6
T3	1	3	0,11	8	2,4	0,11	4	4	0,11	5
T3	1	2	0,13	5	3,6	0,13	6	4	0,11	5
T3	1	2,5	0,11	7	3,5	0,14	5	3,5	0,11	5
T3	1	2,6	0,13	8	3,3	0,14	5	2,5	0,11	6
T3	1	2,7	0,12	5	2,4	0,14	5	2,5	0,14	6
T3	1	2,6	0,13	5	2,5	0,15	6	3,4	0,11	5
T3	1	2,3	0,11	6	3,5	0,11	5	4	0,11	5
T3	1	2	0,11	7	3,5	0,13	6	3,7	0,11	6
T3	1	2,6	0,12	4	2,5	0,14	5	3,8	0,11	5
T3	1	1,5	0,1	6	3,5	0,15	6	3,4	0,11	5
T3	1	3,8	0,15	9	2,5	0,1	5	4,1	0,1	5
T3	1	3	0,16	7	2,3	0,1	4	3,9	0,1	4
T3	1	4,3	0,16	8	2,2	0,1	4	3,8	0,11	5
T3	1	3,2	0,12	8	2,5	0,12	4	2,5	0,1	4
T3	1	2,3	0,12	6	3,1	0,11	5	3,5	0,1	4
T3	1	2,3	0,1	7	2,1	0,14	5	4,1	0,11	5
T3	2	6	0,185	8	6,9	0,23	7	6,5	0,15	9
T3	2	7	0,22	15	6,9	0,22	11	10,3	0,24	5
T3	2	6	0,2	9	4,5	0,09	15	8,5	0,2	12
T3	2	6	0,17	8	8	0,23	6	8	0,19	10
T3	2	8	0,235	14	4	0,13	9	9	0,24	9
T3	2	8	0,26	14	4,2	0,18	10	7	0,2	13
T3	2	5,5	0,17	11	7,5	0,19	9	10,2	0,24	11
T3	2	6,2	0,16	9	5,5	0,18	11	13,1	0,22	12
T3	2	9,5	0,23	14	5,2	0,22	14	14,4	0,25	7
T3	2	10	0,28	9	9,2	0,23	11	13,7	0,26	11
T3	2	9,8	0,25	18	7,5	0,29	7	9,5	0,2	13
T3	2	11,8	0,28	18	4,8	0,16	8	8,1	0,21	10

T3	2	10,2	0,24	15	6,8	0,26	8	6,5	0,14	11
T3	2	9,8	0,24	15	7,5	0,26	15	4,9	0,3	6
T3	2	5,7	0,9	17	10,5	0,23	8	14	0,2	15
T3	2	11,8	0,27	8	4,3	0,14	14	12	0,2	18
T3	2	5,5	0,15	8	7	0,2	9	8	0,18	11
T3	2	6,5	0,195	13	4,2	0,16	7	10	0,2	10
T3	2	7,5	0,21	18	6	0,24	10	6,4	0,2	10
T3	2	13,5	0,3	12	8	0,2	10	10,3	0,16	9
T3	2	10	0,28	11	8,3	0,16	9	10	0,18	9
T3	2	7	0,19	14	6,1	0,16	14	12,3	0,19	12
T3	2	8,5	0,22	13	6	0,2	7	12	0,25	8
T3	2	8	0,26	9	4	0,1	7	7	0,28	12
T3	2	8	0,32	13	4,4	0,14	8	5,9	0,16	8
T3	2	9	0,24	14	9	0,24	6	8,9	0,19	5
T3	2	12,8	0,24	14	8	0,24	7	11,3	0,16	13
T3	2	11,7	0,27	14	4,5	0,19	8	12,7	0,2	7
T3	2	9,2	0,2	12	5	0,12	5	12,3	0,2	9
T3	2	6	0,2	12	5	0,12	7	9,6	0,3	11
T3	3	19	0,3	17	26	0,44	16	27	0,4	9
T3	3	19	0,34	10	19,5	0,3	14	18,5	0,3	8
T3	3	18	0,32	10	21	0,45	15	25,3	0,37	14
T3	3	18	0,3	14	24	0,33	12	23,8	0,24	8
T3	3	17	0,35	10	24	0,4	14	27	0,39	12
T3	3	20	0,44	15	21	0,44	19	22	0,32	17
T3	3	19	0,33	9	20,5	0,3	14	31	0,41	10
T3	3	22	0,3	9	25	0,4	18	30	0,33	6
T3	3	16,5	0,3	7	25,6	0,4	16	36	0,45	15
T3	3	22,5	0,28	8	28,7	0,43	16	34,5	0,42	14
T3	3	21	0,29	9	31,7	0,45	12	25	0,3	10
T3	3	23,5	0,31	11	29	0,45	18	27	0,24	12

T3	3	19	0,32	10	25,5	0,35	17	14	0,2	5
T3	3	24	0,3	10	25,5	0,3	15	29	0,4	13
T3	3	20	0,39	10	31,4	0,4	14	31	0,36	12
T3	3	25,3	0,3	10	30	0,38	14	36	0,38	11
T3	3	20,2	0,4	7	28	0,44	20	26,2	0,22	10
T3	3	20,4	0,25	8	26	0,42	23	26,5	0,32	7
T3	3	21,9	0,3	10	19	0,4	14	23	0,3	8
T3	3	17,5	0,37	10	29,5	0,4	16	24,5	0,26	7
T3	3	19,5	0,4	8	35	0,3	21	28	0,3	10
T3	3	11	0,28	10	34,3	0,44	20	32	0,3	9
T3	3	25,5	0,3	15	38,5	0,4	14	33	0,29	12
T3	3	14,4	0,3	22	31,1	0,5	25	27	0,32	14
T3	3	22,5	0,4	14	20	0,3	9	19	0,38	14
T3	3	25,1	0,4	16	22,5	0,3	10	24	0,31	7
T3	3	26	0,36	15	20	0,2	7	26	0,25	10
T3	3	24,5	0,4	12	27,5	0,2	15	30	0,31	10
T3	3	17	0,35	14	27	0,36	14	26	0,5	12
T3	3	26	0,41	18	22,5	0,37	17	28	0,4	13
T3	4	35	0,53	30	33	0,44	3	42	0,6	8
T3	4	28	0,5	13	31	0,46	8	45	0,48	7
T3	4	30	0,5	19	36	0,5	7	46	0,56	10
T3	4	33,5	0,48	17	43	0,39	5	42	0,5	5
T3	4	27	0,49	9	46	0,42	12	47	0,57	6
T3	4	39,5	0,63	15	53	0,6	15	47	0,5	12
T3	4	33,4	0,52	11	32	0,4	3	56	0,7	10
T3	4	54	0,5	10	50	0,51	5	53	0,5	10
T3	4	32	0,41	6	54	0,52	8	54	0,6	5
T3	4	30	0,4	9	48	0,55	8	35	0,45	8
T3	4	40	0,48	10	57	0,53	10	38	0,58	5
T3	4	35	0,44	6	55	0,57	14	52	0,4	7

T3	4	29,5	0,47	12	49	0,45	8	40	0,69	8
T3	4	34	0,55	6	42	0,4	6	56	0,52	10
T3	4	34	0,45	7	52	0,5	5	48	0,54	7
T3	4	38	0,4	10	53	0,5	8	55	0,4	6
T3	4	39	0,48	7	51	0,5	5	46	0,53	4
T3	4	37	0,53	7	48	0,49	17	50	0,43	6
T3	4	33	0,58	9	62	0,54	8	43	0,41	6
T3	4	41	0,47	8	54	0,57	8	44	0,43	6
T3	4	35	0,43	8	70	0,68	9	49	0,39	8
T3	4	35	0,48	7	60	0,45	5	52	0,49	6
T3	4	39,5	0,44	7	54	0,6	5	61	0,38	9
T3	4	48,5	0,62	10	59	0,5	13	47	0,59	4
T3	4	30	0,48	20	50	0,46	5	41	0,46	6
T3	4	36	0,59	18	25	0,33	6	46	0,4	8
T3	4	36,5	0,57	10	37	0,38	5	44	0,4	5
T3	4	41,5	0,6	6	54	0,58	10	45	0,46	6
T3	4	26	0,42	11	50	0,57	11	48	0,56	6
T3	4	47	0,7	7	47	0,56	17	66	0,4	19

**Tabla 21.** Registro del Tratamiento 4 compost de estiércol de ganado

Trat.	Evaluación	Bloque I			Bloque II			Bloque III		
		Altura (cm)	Diámetro (cm)	N°. de hojas	Altura	Diámetro	Altura (cm)	Diámetro (cm)	N°. de hojas	N°. de hojas
T4	1	2,5	0,11	5	3,1	0,11	5	3	0,11	5
T4	1	2	0,1	4	3,5	0,13	6	2,5	0,14	6
T4	1	2,7	0,11	6	4	0,15	6	2,5	0,12	5
T4	1	2,7	0,11	6	2	0,11	5	2,1	0,12	5
T4	1	3,7	0,11	6	3	0,13	7	3	0,1	5
T4	1	3,5	0,13	7	3,5	0,13	5	2,5	0,12	5
T4	1	3,5	0,15	6	3,7	0,15	6	3,7	0,12	6
T4	1	3,7	0,14	7	3	0,13	6	2,8	0,13	6
T4	1	3	0,11	6	2,6	0,15	5	2,5	0,14	5
T4	1	3,7	0,14	6	4,2	0,15	8	2,5	0,12	5
T4	1	2,7	0,12	6	3	0,14	5	2,7	0,14	7
T4	1	3,5	0,13	8	3	0,14	8	2,4	0,14	8
T4	1	3,5	0,13	6	4,8	0,15	9	2,5	0,11	8
T4	1	4,5	0,15	6	5,9	0,15	10	2,5	0,13	6
T4	1	3	0,12	5	2,7	0,12	5	2,3	0,15	6
T4	1	2,5	0,12	4	2,5	0,15	6	2	0,13	10
T4	1	4,3	0,14	6	3,5	0,13	7	2,4	0,13	7
T4	1	3,5	0,15	7	2,5	0,13	6	3,9	0,14	6
T4	1	4,1	0,14	4	4,5	0,15	8	2,7	0,12	6
T4	1	3,5	0,14	5	3	0,12	5	3,4	0,13	7
T4	1	2,5	0,14	5	2	0,11	4	3	0,13	9
T4	1	3,3	0,15	5	2	0,11	4	2,3	0,13	8
T4	1	3	0,14	4	3,5	0,14	6	3	0,14	8
T4	1	3,2	0,15	5	2,5	0,13	6	2,5	0,12	5
T4	1	2	0,1	5	3,5	0,16	8	2,3	0,15	7
T4	1	3,5	0,1	5	4,5	0,15	8	3	0,15	8

T4	1	4	0,13	6	4	0,12	6	2,6	0,11	7
T4	1	4,5	0,13	6	2,5	0,11	6	3	0,12	6
T4	1	3,5	0,11	6	3	0,13	7	3	0,14	9
T4	1	2,5	0,13	5	2	0,11	5	3	0,16	9
T4	2	7,6	0,23	16	9	0,23	9	5,2	0,16	7
T4	2	4,2	0,12	7	10,9	0,27	12	5,5	0,22	8
T4	2	10,5	0,28	17	13	0,3	13	6,2	0,18	10
T4	2	7,7	0,22	14	12,5	0,27	16	6,8	0,16	11
T4	2	9,5	0,24	14	11,1	0,25	18	8,3	0,2	13
T4	2	11	0,31	18	11,6	0,3	16	5,3	0,18	9
T4	2	11	0,39	14	15,8	0,31	15	10,2	0,26	14
T4	2	14,5	0,14	17	15,1	0,27	12	11,5	0,25	12
T4	2	5,5	0,27	9	11,5	0,21	13	12,7	0,15	10
T4	2	13,2	0,22	14	15,7	0,31	15	9,8	0,18	7
T4	2	11,5	0,31	10	14	0,24	8	10	0,2	14
T4	2	12	0,24	15	11,5	0,28	15	11,4	0,25	11
T4	2	11,5	0,29	12	16,1	0,27	15	12,5	0,2	10
T4	2	14,8	0,3	15	20,5	0,3	23	17,3	0,29	15
T4	2	10,6	0,24	13	13,5	0,25	15	14,6	0,26	16
T4	2	13,2	0,28	7	13,4	0,28	13	12,5	0,27	15
T4	2	14,1	0,27	12	14,9	0,3	16	13,8	0,27	8
T4	2	11,6	0,25	14	9,8	0,25	12	7,5	0,22	10
T4	2	11,5	0,27	13	15,2	0,3	18	12,2	0,21	9
T4	2	12,2	0,3	12	9	0,19	8	16,1	0,24	14
T4	2	11,5	0,31	8	8,5	0,3	7	19,3	0,28	14
T4	2	14,7	0,24	17	14,5	0,26	12	17,2	0,25	12
T4	2	11,6	0,29	10	14,4	0,31	13	16	0,27	13
T4	2	11,5	0,28	16	10,5	0,3	11	10,5	0,2	11
T4	2	6	0,2	9	17,8	0,23	15	13,5	0,26	12
T4	2	9	0,27	10	14,5	0,23	17	15,3	0,25	12

T4	2	10	0,27	13	10,6	0,21	12	14,4	0,24	14
T4	2	12,9	0,2	13	8,9	0,2	12	10,3	0,2	10
T4	2	8,3	0,2	9	11,5	0,27	15	17,1	0,32	15
T4	2	9	0,21	16	7	0,2	11	14,9	0,3	15
T4	3	23	0,38	12	26	0,4	14	24,6	0,39	10
T4	3	23,2	0,39	13	31	0,35	18	25	0,33	15
T4	3	29	0,5	19	35,5	0,42	18	22	0,25	10
T4	3	28	0,44	12	28,2	0,37	15	27,5	0,33	10
T4	3	30	0,4	13	32,5	0,47	18	27,4	0,34	20
T4	3	27	0,51	14	31	0,35	21	14	0,33	20
T4	3	34,5	0,55	16	35,5	0,34	18	32	0,39	8
T4	3	36,5	0,4	14	35	0,36	18	37	0,43	14
T4	3	19,5	0,4	12	37	0,3	10	40	0,6	17
T4	3	34,5	0,48	15	39	0,5	17	47,1	0,39	9
T4	3	34,5	0,41	8	37,5	0,5	15	38,3	0,42	12
T4	3	29	0,5	14	32	0,45	21	37	0,44	13
T4	3	30	0,4	10	37,1	0,43	15	34,5	0,39	11
T4	3	36	0,4	10	41,5	0,5	15	43	0,44	14
T4	3	38	0,5	12	42,3	0,4	17	38	0,46	17
T4	3	40	0,39	10	40	0,4	18	42	0,4	17
T4	3	38,2	0,39	14	38,9	0,5	21	40,5	0,5	8
T4	3	35,2	0,4	13	30	0,4	13	36	0,3	10
T4	3	30,5	0,34	10	36	0,4	18	39	0,4	11
T4	3	41,8	0,5	14	23,5	0,25	9	32	0,4	12
T4	3	41	0,4	10	26	0,3	6	44,5	0,43	15
T4	3	43	0,4	13	35	0,4	11	41	0,45	14
T4	3	37	0,4	10	40	0,5	20	38,7	0,41	12
T4	3	31,5	0,45	11	39,5	0,5	16	39,5	0,43	12
T4	3	26	0,3	9	35	0,45	16	38	0,4	10
T4	3	23,5	0,38	8	37,5	0,5	17	33	0,41	9

T4	3	31	0,4	12	30,5	0,4	16	36,5	0,41	10
T4	3	34	0,5	14	27,5	0,3	16	27	0,3	10
T4	3	31	0,36	11	31	0,44	13	31,5	0,4	15
T4	3	27,5	0,45	15	25,4	0,33	10	33	0,45	10
T4	4	41	0,6	9	47,5	0,6	11	47	0,54	5
T4	4	42	0,5	12	44	0,64	14	50	0,56	7
T4	4	52	0,62	14	55	0,67	11	35	0,49	7
T4	4	46	0,56	5	42,5	0,6	9	59	0,6	12
T4	4	42	0,58	6	53	0,65	9	50	0,68	12
T4	4	49	0,64	5	47,5	0,65	13	34	0,45	12
T4	4	47	0,78	13	51,5	0,68	13	58	0,56	6
T4	4	58	0,66	10	50	0,57	7	55	0,62	7
T4	4	42	0,4	3	55	0,42	5	67	0,83	12
T4	4	53	0,5	5	60	0,7	8	61	0,49	6
T4	4	56	0,5	5	59	0,65	7	65	0,56	6
T4	4	53,5	0,61	6	50	0,72	11	52	0,5	7
T4	4	36	0,66	12	50	0,6	8	54	0,49	5
T4	4	56	0,66	9	63	0,84	12	66	0,67	7
T4	4	61	0,6	8	60	0,6	5	64	0,65	5
T4	4	52	0,53	9	61	0,5	5	60	0,48	8
T4	4	60	0,53	5	65	0,6	9	72	0,79	9
T4	4	54,5	0,6	6	60	0,68	10	42	0,5	8
T4	4	45	0,59	5	55	0,66	15	60	0,77	7
T4	4	64	0,74	10	48	0,45	9	65	0,5	8
T4	4	61	0,62	6	37	0,4	5	76	0,64	10
T4	4	62	0,6	7	64	0,55	9	75	0,78	8
T4	4	59	0,58	4	65	0,8	10	67	0,5	6
T4	4	57	0,65	7	59	0,7	5	58	0,5	6
T4	4	40	0,45	8	59	0,7	13	54	0,45	5
T4	4	42	0,54	4	60	0,66	9	65	0,6	9

T4	4	44	0,52	6	55	0,56	11	60	0,57	9
T4	4	39	0,6	9	46	0,46	9	64	0,6	10
T4	4	48	0,51	4	53	0,6	5	65	0,8	12
T4	4	40	0,63	9	46	0,6	9	72	0,8	18

**Tabla 22.** Registro de datos para obtención de biomasa

Tratamiento	Bloque	Longitud Aérea	Diámetro	Longitud Radicular	Peso Fresco Aéreo	Peso Fresco Radicular	Peso Seco Aéreo	Peso Seco Radicular	Peso Seco radicular
T1	B1	1	36,2	0,35	28,3	2,03	2,64	0,8781	1,1688
T1	B1	2	36,9	0,47	21,2	3,356	3,779	1,597	1,5217
T1	B1	3	39,6	0,43	20,2	3,502	4,656	1,4343	2,02
T1	B1	4	33,6	0,4	21,2	2,902	2,87	1,3775	1,3198
T1	B1	5	37,2	0,46	24,2	3,07	3,509	1,5676	1,6601
T1	B2	1	37,3	0,43	30,1	3,275	2,054	0,9988	0,937
T1	B2	2	40,1	0,4	30,2	3,31	2,2	1,1316	1,0074
T1	B2	3	41,6	0,39	25,8	3,092	1,56	0,9719	0,662
T1	B2	4	30,1	0,43	29,3	2,063	2,014	0,6599	0,7855
T1	B2	5	41,7	0,38	36,2	3,54	3,602	1,208	1,5886
T1	B3	1	40,1	0,46	23,4	3,438	2,658	1,6778	1,2176
T1	B3	2	40,5	0,4	31,1	2,884	3,461	1,3245	1,6342
T1	B3	3	30,5	0,42	29,1	2,096	2,336	0,8797	1,5016
T1	B3	4	32,9	0,34	19,5	1,408	0,742	0,601	0,4593
T1	B3	5	35,5	0,4	25,1	2,328	1,789	1,0873	0,987
T2	B1	1	54,8	0,6	31,3	7,413	7,777	2,7624	3,3881
T2	B1	2	53,2	0,55	27,3	9,217	4,624	3,2033	2,0393
T2	B1	3	60,2	0,64	34,6	8,894	9,691	3,7286	4,5873
T2	B1	4	51,2	0,55	18,2	7,309	4,817	3,1341	2,1902

T2	B1	5	55,9	0,72	33,5	8,588	9,635	3,5403	4,2206
T2	B2	1	61,2	0,63	31,2	10,082	4,702	3,5404	1,8605
T2	B2	2	64,5	0,58	22,8	7,502	4,616	2,6678	1,912
T2	B2	3	60,2	0,6	21,4	8,678	4,916	3,0365	1,8365
T2	B2	4	77,3	0,7	19,5	10,884	5,566	4,1143	2,2239
T2	B2	5	69,1	0,68	31,5	7,97	5,323	2,9588	2,0738
T2	B3	1	63,3	0,65	27,5	8,157	5,486	3,0016	2,3703
T2	B3	2	71,3	0,55	21,2	8,174	3,97	2,9259	1,7081
T2	B3	3	63,2	0,43	20,1	6,253	2,393	2,43852	1,0251
T2	B3	4	12,9	0,5	19,3	5,816	2,698	2,1939	1,1359
T2	B3	5	13,5	0,4	22	5,352	1,048	2,0913	0,5046
T3	B1	1	57,2	0,52	28,2	5,613	4,688	2,5921	2,2749
T3	B1	2	60,2	0,5	23,1	5,496	5,387	2,3992	4,5227
T3	B1	3	58,2	0,48	25,2	5,565	5,192	1,7217	1,3416
T3	B1	4	56,7	0,48	20,2	4,548	2,683	1,7715	1,2025
T3	B1	5	50,2	0,4	21,2	4,085	1,56	1,5515	0,8194
T3	B2	1	67,3	0,65	24,5	9,16	6,402	3,2109	2,6757
T3	B2	2	68,1	0,61	24,3	8,589	4,631	2,9871	1,7123
T3	B2	3	76,3	0,56	19,5	9,082	2,68	2,6801	0,9202
T3	B2	4	75,2	0,7	24,1	15,036	10,12	5,1328	4,0721
T3	B2	5	65,1	0,7	18,2	12,15	8,094	3,9635	3,0142
T3	B3	1	73	0,7	26,7	9,114	8,9089	3,5944	2,7516
T3	B3	2	65	0,55	25,4	8,651	9,249	3,4772	2,9244
T3	B3	3	82	0,7	25,1	5,84	3,75	2,3606	1,0912
T3	B3	4	70,2	0,69	23,2	5,486	7,43	2,2201	2,2548
T3	B3	5	80,2	0,75	22,3	3,88	7,08	1,5166	2,2398
T4	B1	1	78,3	0,84	20,2	11,655	8,623	5,6956	2,7927
T4	B1	2	75,6	0,7	25,4	15,9	9,708	4,3843	3,3314

T4	B1	3	69,1	0,65	28,3	10,992	10,8108	3,9175	4,0619
T4	B1	4	76,3	0,65	19,9	12,518	8,4125	11,1789	3,1388
T4	B1	5	79,3	0,84	36,5	16,308	10,56	5,8513	3,7662
T4	B2	1	72,3	0,5	45,3	10,83	7,243	3,0142	2,3562
T4	B2	2	73,1	0,48	28,5	8,766	3,331	2,6372	1,1735
T4	B2	3	75,2	0,8	35,4	12,678	7,833	4,3427	2,9938
T4	B2	4	74,1	0,59	35,5	11,064	6,965	3,2574	2,3992
T4	B2	5	78,2	0,6	25,3	11,551	9,474	3,2253	3,3683
T4	B3	1	91,3	0,86	18,2	19,533	9,95	6,8434	3,5862
T4	B3	2	85,5	0,8	24,1	19,018	13,896	7,1839	5,5803
T4	B3	3	87,3	0,72	22,1	14,108	8,222	5,7399	3,5718
T4	B3	4	95,3	0,73	24,5	14,47	6,578	5,8575	2,7663
T4	B3	5	90,2	0,68	22,5	13,087	6,871	5,1731	2,7163

## Anexo B. Análisis de datos

**Tabla 23.** Calidad de plantones según las variables de altura total y diámetro del tallo

Tipos de abono orgánico	Código	Altura		Diámetro	
		H (cm)	Calidad	DB (mm)	Calidad
Sin compost	T1	30,61	A	4	M
Compost plumas de pollo	T2	44,75	A	5	A
Compost de plátano	T3	44,12	A	5	A
Compost de estiércol	T4	54,39	A	6	A

A: alta calidad    M: calidad media    B: calidad baja

**Tabla 24.** Calidad de plantones según la relación biomasa seca aérea/ biomasa seca radicular

Tipos de abono orgánico	Código	Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz	
		RBSA/BSR	Calidad
Sin compost	T1	0,94	A
Compost plumas de pollo	T2	1,37	A
Compost de plátano	T3	1,22	A
Compost de estiércol	T4	1,64	A

A: alta calidad    M: calidad media    B: calidad baja

**Tabla 25.** Calidad de plantones según las variables Relación A/LR, índice de robustez y el índice de calidad de Dickson

Tipos de abono orgánico	Código	Relación A/LR		Índice de Robustez		Índice de calidad de Dickson	
		A/LR	Calidad	IR	Calidad	ID	Calidad
Sin compost	T1	1,16	A	7,47	M	0,28	M
Compost plumas de pollo	T2	1,76	A	8,95	B	0,51	A
Compost de plátano	T3	1,88	A	8,82	B	0,5	A
Compost de estiércol	T4	1,98	A	9,06	B	0,78	A

A: alta calidad    M: calidad media    B: calidad baja

**Tabla 26.** Calidad de plantones de *G. crinita*

Variables	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T3
Altura	A	A	A	A
Diámetro	M	A	A	A
Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz	A	A	A	A
Relación A/LR	A	A	A	A
Índice de Robustez	M	B	B	B
Índice de calidad de Dickson	M	A	A	A
Calidad de plantón	A	M	M	M

A: alta calidad    M: calidad media    B: calidad baja

**Anexo B. Panel fotográfico****Figura 9.** Construcción de vivero**Figura 10.** Germinación de semillas de *G. crinita*



**Figura 11.** Mezcla de tierra negra con compost



**Figura 12.** Llenado de bolsas de polietileno



**Figura 13.** Repique de plántulas de *G. crinita*



**Figura 14.** Evaluación de la altura de plantones de *G. crinita*



**Figura 15.** Evaluación del diámetro de plantones de *G. crinita*



**Figura 16.** Evaluación del número de hojas plantones de *G. crinita*



**Figura 17.** Evaluación de biomasa área y radicular



**Figura 18.** Lavado de raíces



**Figura 19.** Muestras para la obtención de biomasa aérea y radicular

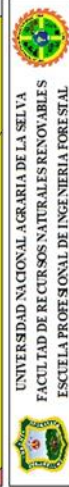
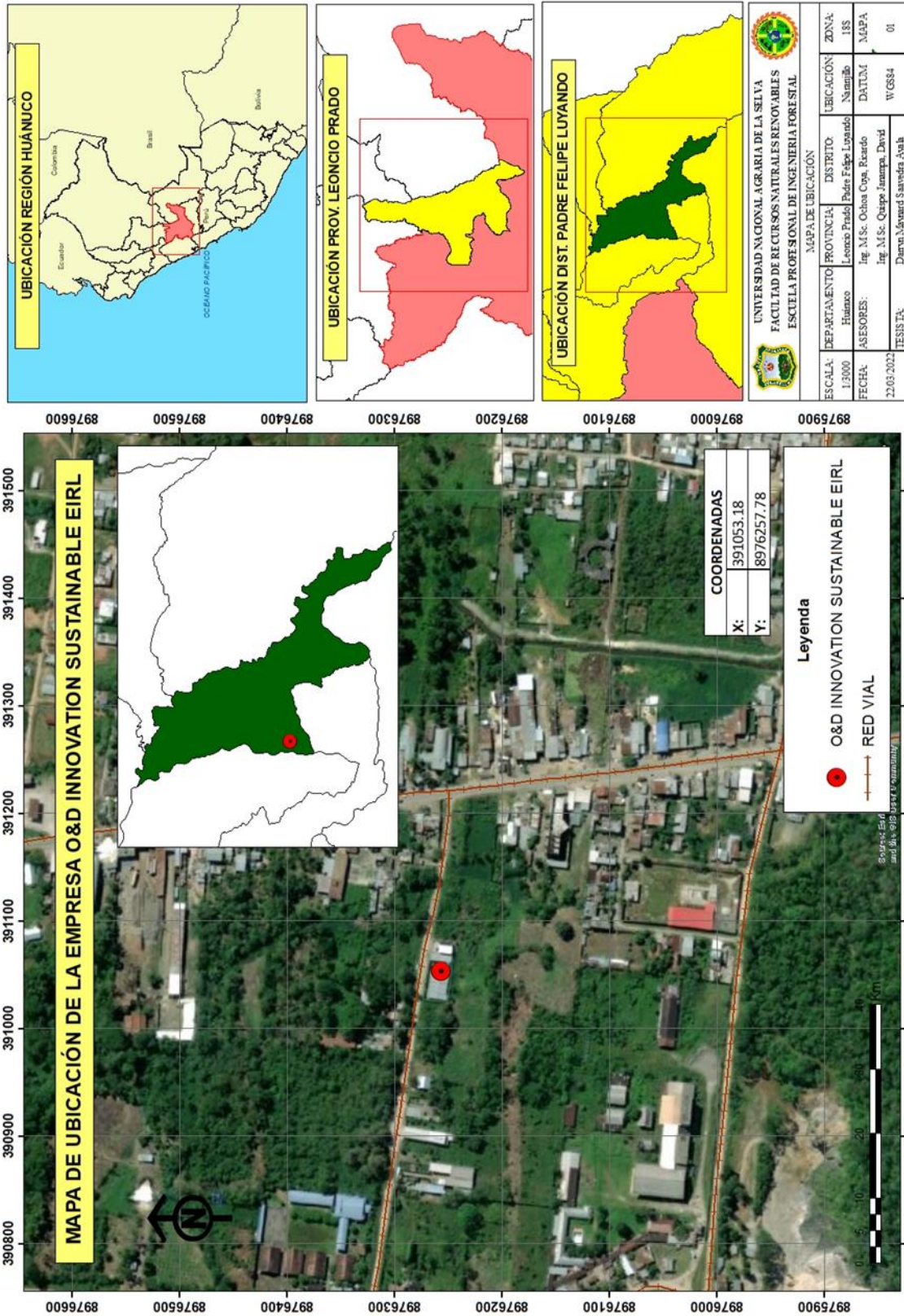


**Figura 20.** Pesado de muestras



**Figura 21.** Secado de muestras

Anexo C. Mapas y/o planos



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

MAPA DE UBICACIÓN

ESCALA:	1:3000	DEPARTAMENTO:	Huánuco	PROVINCIA:	Leoncio Prado	DISTRITO:	Padre Felipe Luyando	UBICACIÓN:	Norante	ZONA:	ISS	
FECHA:	22-03-2022	ASESORES:	Ing. M.Sc. Octavio Cuya, Ricardo		Ing. M.Sc. Quirpe Juanmpi, David		Ing. M.Sc. Daryn Mayara Sarmiento Ayala		DAIUM:	WGS84	MAPA:	01