

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE**  
**SUELOS Y AGUA**



**EFFECTO DE LA DOSIS DEL COMPOST ODINSU SOBRE EL CRECIMIENTO DE**  
***Calathea inocephala* (Kuntze) H. Kenn. & Nicolson “BIJAO” ESTABLECIDAS A RAÍZ**  
**DESNUDA EN EL DISTRITO DE DANIEL ALOMÍA ROBLES, REGIÓN HUÁNUCO**

**TESIS**

**Para optar el título profesional de:**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'James Pashco Suarez', is positioned to the right of the text 'Para optar el título profesional de:'.

**INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

**PRESENTADO POR:**

**JAMES PASHCO SUAREZ**

**Tingo María – Perú**

**2025**



**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 019-2025-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 04 del año 2025, a horas 4:00 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“EFECTO DE LA DOSIS DEL COMPOST ODINSU SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Calathea inocephala* (Kuntze)H. Kenn & Nicolson “BIJAO” ESTABLECIDAS A RAÍZ DESNUDA EN EL DISTRITO DE DANIEL ALOMIA ROBLES, REGION HUÁNUCO”**

Presentado por el Bachiller: **JAMES, PASHCO SUAREZ**, 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 EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 05 de febrero de 2025

**Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ**  
**PRESIDENTE**

**Dr. JOSE DOLORES LEVANO CRISOSTOMO**  
**MIEMBRO**

**Ing. JAIME TORRES GARCIA**  
**MIEMBRO**



**Dr. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO**  
**ASESOR**



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 054 - 2025 - 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 en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE LA DOSIS DEL COMPOST ODINSU SOBRE EL CRECIMIENTO DE Calathea inocephala (Kuntze) H. Kenn. & Nicolson "BIJAO" ESTABLECIDAS A RAÍZ DESNUDA EN EL DISTRITO DE DANIEL ALOMÍA ROBLES, REGIÓN HUÁNUCO	JAMES PASHCO SUAREZ	<b>19 %</b> <b>Diecinueve</b>

Tingo María, 14 de febrero de 2025

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  
-----  
Dr. Tomas Menacho Malqui  
D.P.E.

C.C. Archivo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE**  
**SUELOS Y AGUA**



**EFFECTO DE LA DOSIS DEL COMPOST ODINSU SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Calathea inocephala* (Kuntze) H. Kenn. & Nicolson “BIJAO” ESTABLECIDAS A RAÍZ DESNUDA EN EL DISTRITO DE DANIEL ALOMÍA ROBLES, REGIÓN HUÁNUCO**

**Autor** : James Pashco Suarez

**Asesor (es)** : Dr. Wilfredo Alva Valdiviezo

**Escuela profesional** : Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y  
Agua

**Programa** : Ciencias Básicas

**Línea de investigación** : Ecología y Conservación de Suelos

**Eje temático** : Abonos orgánicos

**Lugar de ejecución** : Daniel Alomía Robles

**Duración del trabajo** : 06 meses

**Financiamiento** : 2 895,75 soles

Propio: sí

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'James Pashco Suarez', is written over the right side of the text block.

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS Y A MI FAMILIA**

Dedico el éxito y la satisfacción de esta investigación a Dios quien me regala los dones de la sabiduría y el entendimiento

A mis padres; Grimaneza Suarez Villa y Ezequiel Abraham Pashco Ampicha, a mi esposa; Maily Campos Celestino, y a mis hijos; Lyone Pashco Campos, Jazuo Pashco Campos, Lyotto Pashco Campos, quienes aún en la distancia siempre han estado conmigo para así poder llevar a cabo la culminación de este proyecto.

A mi Hermanos; Jessica segura Suarez, Ronald Jimmy Pashco Suarez, Magaly Pashco suarez por su gran calidad humana y apoyo incondicional, amor, alegría y ánimo empresarial contagioso, que no me dejaron desfallecer. Y por último a mi suegro Marcelino Yulve Campos Cárdenas que siempre me motivo a seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, esa fuerza superior en quienes muchos no creen y se respeta, pero a ese ser que es omnipotente, quien me regalo a mí familia, quien me regala cada amanecer y por sobre todo quien me regala el entendimiento para realizar cada reto de vida.

A mí Papá y a mi mamá, quienes siempre están pendientes de encomendarme en sus oraciones y de pedir por mí, para que cada día sea mejor, no solo en lo que hago como trabajo, sino de ser mejor como persona, a ellos a quienes tanto amo de nuevo Gracias.

A mi esposa e hijos, que son las fuerzas que me motivan a seguir adelante cada día y asimismo son la razón de querer superarme cada vez más.

A distintos amigos, por sus valiosos aportes, dedicación constante, y porque en muchas oportunidades el tiempo transcurre muy rápidamente, pero descubres que no solo hay conocimiento.

Al Dr. Wilfredo Alva Valdiviezo, mi asesor de tesis, de gran trayectoria profesional como también de gran espíritu y calidad humana, Gracias por haberme brindado la oportunidad para la realización de la tesis.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Fertilización orgánica .....	3
2.1.2. El compost Odinsu .....	6
2.1.3. El cultivo de <i>Calathea</i> sp. (bijao).....	7
2.2. Estado del arte.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1. Lugar de ejecución.....	14
3.2. Material y métodos .....	15
3.2.1. Materiales y equipos.....	15
3.2.2. Metodología.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.1. Efecto de las dosis del compost Odinsu sobre las características de las hojas de <i>C. inocephala</i> .....	22
4.1.1. Cantidad de hojas en <i>C. inocephala</i> .....	22
4.1.2. Ancho de hoja en <i>C. inocephala</i> .....	26
4.1.3. Largo de hoja en <i>C. inocephala</i> .....	29
4.1.4. Área foliar en <i>C. inocephala</i> .....	32
4.2. Efecto de las dosis del compost Odinsu sobre las características de las matas del <i>C. inocephala</i> .....	37
4.2.1. Mortalidad en <i>C. inocephala</i> .....	37
4.2.2. Ancho de mata en <i>C. inocephala</i> .....	39
4.2.3. Altura de mata en <i>C. inocephala</i> .....	41
4.2.4. Cantidad de hijuelos en <i>C. inocephala</i> .....	44

V. CONCLUSIONES .....	48
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	49
VII. REFERENCIAS.....	50
ANEXO.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Esquema del ANVA para el contraste de hipótesis.....	19
2. Estadísticos descriptivos para la cantidad de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	22
3. ANVA para la cantidad de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	24
4. Estadísticos descriptivos para la cantidad de hojas por parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	24
5. ANVA para la cantidad de hojas por parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	26
6. Estadísticos descriptivos para el ancho de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	26
7. ANVA para el ancho de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	27
8. Prueba Duncan para el ancho de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	29
9. Estadísticos descriptivos para el largo de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	29
10. ANVA para el largo de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	30
11. Prueba Duncan para el largo de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	32
12. Estadísticos descriptivos para el área foliar en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	32
13. ANVA para el área foliar en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	33
14. Prueba Duncan para el área foliar en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	34

15.	Estadísticos descriptivos para el área foliar/parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	35
16.	ANVA para el área foliar/parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	36
17.	Prueba Duncan para el área foliar/parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	36
18.	Estadísticos descriptivos para la mortalidad en plantas de <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	37
19.	ANVA para la mortalidad en plantas de <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	38
20.	Estadísticos descriptivos para el ancho de matas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	39
21.	ANVA para el ancho de matas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	40
22.	Prueba Duncan para el ancho de matas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	41
23.	Estadísticos descriptivos para la altura de mata en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	41
24.	ANVA para la altura de mata en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	42
25.	Prueba Duncan para la altura de mata en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	43
26.	Estadísticos descriptivos para la cantidad de hijuelos en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	44
27.	ANVA para la cantidad de hijuelos en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	45
28.	Estadísticos descriptivos para la cantidad de hijuelos/parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico. ....	46
29.	ANVA para la cantidad de hijuelos/parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	47
30.	Operacionalización de las variables. ....	57

31.	Matriz de datos procesados de mortalidad, cantidad, largo y ancho de hojas.....	57
32.	Matriz de datos procesados de área foliar, diámetro de copa, altura y cantidad de hijuelos por mata.....	58
33.	Datos recolectados en terreno definitivo.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Comportamiento de la precipitación mensual en el año 2 024.....	14
2. Distribución de los tratamientos en la parcela experimental.....	17
3. Unidad de estudio.....	21
4. Cantidad de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	23
5. Cantidad de hojas por parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	25
6. Ancho de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	27
7. Largo de hojas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	30
8. Área foliar en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	33
9. Área foliar/parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	35
10. Mortalidad en plantas de <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	38
11. Ancho de matas en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	39
12. Altura de mata en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	42
13. Cantidad de hijuelos en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	45
14. Cantidad de hijuelos/parcela en <i>C. inocephala</i> sometidos a distintas dosis de abono orgánico.....	46
15. Limpieza general para establecer la parcela experimental.....	61
16. Alineado en la parcela experimental.....	61
17. Plateo previo a la apertura de hoyos.....	62
18. Apertura de hoyos.....	62
19. Pesado del abono orgánico.....	63

20.	Aplicación del abono orgánico.....	63
21.	Aplicación del abono orgánico.....	64
22.	Mezcla del suelo con el abono orgánico. ....	64
23.	Extracción de esquejes. ....	65
24.	Esquejes establecidos en la parcela experimental. ....	65
25.	Colocación de códigos de los tratamientos. ....	66
26.	Emisión de brotes nuevos.....	66
27.	Medición de la longitud de la hoja. ....	67
28.	Medición del ancho de la hoja.....	67
29.	Limpieza de la parcela experimental.....	68
30.	Evaluación final de las características de la hoja. ....	68
31.	Compost utilizado en el experimento.....	69
32.	Página de descarga de reportes mensuales meteorológico de la estación más cercana a la parcela experimental. ....	69

## RESUMEN

En el estudio se consideró como objetivo determinar el efecto de las dosis del compost Odinsu sobre el crecimiento de *Calathea inocephala* (bijao) establecidas a raíz desnuda en el distrito de Daniel Alomía Robles, región Huánuco. La parcela experimental se estableció en un terreno privado distribuido bajo un diseño en bloque completo al azar en donde los tratamientos estuvieron conformados por las dosis por planta del compost Odinsu: T<sub>1</sub> (0 g), T<sub>2</sub> (250 g), T<sub>3</sub> (500 g), T<sub>4</sub> (750 g) y T<sub>5</sub> (1000 g), pasado los seis meses de establecido se procedió a contar la cantidad de hojas e hijuelos, medir el ancho de hoja, largo de hoja, ancho de mata y altura de mata, así como determinar el área foliar; los datos fueron sometidos al análisis de la varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Duncan. Como resultados se tiene que, el T<sub>4</sub> afectó en el ancho de hoja, largo de hoja y área foliar, el T<sub>3</sub> favoreció significativamente en el ancho de mata y altura total de la mata, mientras que la cantidad de hijuelos y hojas, así como la mortalidad de plantas no fue favorecido por el abonamiento. Se concluye que la aplicación del abono orgánico previa a la siembra afecta de manera significativa en la mayoría de las características de las hojas y mata de *C. inocephala*.

**Palabras clave:** Abonamiento, hijuelo, hoja, mata, siembra.

## ABSTRACT

The objective of the study was to determine the effect of the doses of Odinsu compost on the growth of *Calathea inocephala* (bijao) established with bare roots in the district of Daniel Alomía Robles, Huánuco region. The experimental plot was established on a private land distributed under a complete randomized block design where the treatments were made up of the doses per plant of Odinsu compost: T<sub>1</sub> (0 g), T<sub>2</sub> (250 g), T<sub>3</sub> (500 g), T<sub>4</sub> (750 g) and T<sub>5</sub> (1000 g), after six months of establishment, the number of leaves and shoots was counted, leaf width, leaf length, bush width and bush height were measured, as well as determine leaf area; The data were subjected to analysis of variance and comparison of means using the Duncan test. The results show that T<sub>4</sub> affected leaf width, leaf length and leaf area, T<sub>3</sub> significantly favored the width of the bush and total height of the bush, while the number of shoots and leaves, as well as the Plant mortality was not favored by fertilization. It is concluded that the application of organic fertilizer prior to sowing significantly affects most of the characteristics of the leaves and bushes of *C. inocephala*.

**Keywords:** Fertilization, sucker, leaf, bush, sowing.

## I. INTRODUCCIÓN

La actividad humana ejecutada de una manera desmedida sobre el aprovechamiento de los recursos naturales trae consigo alteraciones que disminuyen su capacidad productiva de diversos medios, no siendo ajeno el recurso suelo de nuestra Amazonía peruana, ya que además de la actividad antrópica se tiene un clima muy lluvioso que facilita la disminución de los nutrientes en los suelos y los convierte en improductivos.

El distrito de Rupa Rupa, ubicado en la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, es una zona de alta biodiversidad donde la agricultura y la conservación de especies vegetales nativas son actividades clave para la sostenibilidad local. En este contexto, la *Calathea inocephala*, conocida como “bijao”, destaca no solo por su importancia cultural, sino también por su potencial como recurso económico, especialmente en actividades gastronómicas y artesanales. Sin embargo, el cultivo de esta especie enfrenta desafíos relacionados con la optimización de prácticas agrícolas que favorezcan su crecimiento y desarrollo.

Existiendo la necesidad de identificar métodos efectivos para mejorar las prácticas agrícolas y garantizar un manejo sostenible de esta especie en sistemas agroforestales, surge la interrogante ¿Existirá efecto al utilizar las dosis del compost Odinsu sobre el crecimiento de *Calathea inocephala* “bijao” establecidas a raíz desnuda en el distrito de Daniel Alomía Robles, región Huánuco?

La importancia de abordar este problema radica en que la aplicación de compost orgánico podría ser una solución sostenible para incrementar el crecimiento y la calidad de *C. inocephala*, reduciendo la dependencia de insumos químicos y promoviendo la salud del suelo. Esto beneficiaría a los productores locales, fortaleciendo su economía y contribuyendo a la preservación del medio ambiente.

Para Cerrato et al. (2007), “el aprovechamiento de los residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrimentos, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo. La aplicación de abonos orgánicos en el establecimiento del bijao es favorable debido a su alto contenido en carbono orgánico que ofrece una fuente de energía inmediata para el desarrollo microbiológico del suelo, que ayuda a la recuperación de los ciclos nutritivos.

Los alcances de este estudio están dirigidos a productores agrícolas, técnicos en manejo sostenible de cultivos y comunidades locales interesadas en optimizar el cultivo de

esta especie. Además, los resultados podrían aportar información valiosa para la investigación agronómica y el diseño de estrategias sostenibles de producción en la región Huánuco y otras áreas similares.

Con los resultados alcanzados sobre el establecimiento de *C. inocephala* utilizando dosis de del compost Odinsu se va generar información para futuros estudios sobre el cultivo de esta especie muy prometedor en el mercado nacional e internacional, más aún si es favorecida en su rendimiento en suelos degradados por el uso de dicho abono orgánico. Además, se ratifica la hipótesis concerniente a que la aplicación de las dosis del compost Odinsu genera efectos significativos sobre el crecimiento de *C. inocephala* establecidas a raíz desnuda en el distrito de Daniel Alomía Robles, región Huánuco.

### **1.1. Objetivo general**

- Determinar el efecto de las dosis del compost Odinsu sobre el crecimiento de *Calathea inocephala* “bijao” establecidas a raíz desnuda en el distrito de Daniel Alomía Robles, región Huánuco.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Demostrar el efecto de las dosis del compost Odinsu sobre las características de las hojas de *C. inocephala* “bijao”.
- Determinar el efecto de las dosis del compost Odinsu sobre las características de las matas del *C. inocephala* “bijao”.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Fertilización orgánica

Últimamente se retomó la importancia en el uso de diversas fuentes orgánicas a consecuencia de que se incrementó el costo de diversos fertilizantes químicos y debido a que suelen desequilibrar el ambiente expresados en el sistema suelo, adicionalmente, hay la necesidad de que se preserven la materia orgánica en cada sistema agrícola, razón primordial que se relaciona a la productividad y a la sostenibilidad de estos sistemas (Ramírez, 2 005).

La degradación de los recursos naturales por aplicar agroquímicos por muchos agricultores modernos obligó a muchas personas a que se busquen alternativas productivas muy amigable al ambiente. La producción agropecuaria, que también está vinculada a esta problemática mundial viene generando alternativas ecológicas y sustentables, sobresaliendo los cultivos orgánicos en el Perú como en otras partes del mundo (SAG, 2 011).

Es fundamental señalar que los residuos de cosecha representan una de las principales fuentes para su utilización en el compostaje, debido a los altos volúmenes de producción que generan. Además, estos residuos poseen un contenido elevado de materia orgánica con una notable relación C/N, lo que facilita su integración en este proceso. Su composición mineral puede variar según el órgano o la fracción del cultivo de la que provienen. Asimismo, el compostaje de este tipo de residuos, al ser un subproducto de parcelas de cultivo, constituye una acción clave para promover la sostenibilidad del agroecosistema, ya que permite obtener un insumo directamente del lugar de producción. En otras palabras, un residuo generado en la producción vegetal se reincorpora al sistema tras su procesamiento mediante el compostaje y su posterior aplicación al suelo (Martínez, 2 006).

Los beneficios de estos abonos trascienden el ámbito económico, ya que contribuyen al suministro de nutrientes, aumentan la capacidad de retención de humedad y favorecen la actividad biológica, lo que resulta en un incremento de la fertilidad y, por ende, de la productividad del suelo (Ormeño y Ovalle, 2 007). No obstante, su capacidad como fuente de nutrientes es limitada en comparación con los fertilizantes químicos (Álvarez-Solís et al., 2 010).

Arias et al. (2 010) señalaron que la materia orgánica contiene cantidades significativas de elementos minerales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio

(Ca) y magnesio (Mg), además de facilitar la recuperación de nutrientes retenidos en el suelo. Por su parte, Carillo et al. (2012) reportaron que, al utilizar tratamientos con abonos orgánicos, el compost combinado con bocashi promovió el mayor crecimiento en altura, diámetro de cobertura foliar y peso del follaje en cultivos de calabacín, espinaca y remolacha. Asimismo, Silvera et al. (2009), al trabajar con tres especies de árboles maderables, observaron aumentos en el diámetro de los tallos y, en general, un mayor desarrollo de las plantas en los tratamientos con fertilización orgánica.

Mejorador de la bioestructura del suelo: algunos investigadores, como Ana Primavesi, destacada ecóloga de suelos en Brasil, sostienen que en el trópico húmedo no es necesario dedicar tanto esfuerzo a la producción de compost, sino que se debería priorizar la implementación de sistemas que generen desechos frescos. Este enfoque permitiría alcanzar una mayor sostenibilidad y un impacto más significativo en la bioestructura del suelo (Primavesi, 2003). De manera similar, Suichi Okumoto, de la Escuela Agrícola del Trópico Húmedo (EARTH), sugiere aplicar abonos orgánicos en un estado de descomposición intermedia, como el bocashi, en lugar de productos completamente maduros, para estimular de manera más efectiva la vida del suelo.

Las plantas fertilizadas con abonos orgánicos están protegidas frente a infecciones por bacterias patógenas, ya que el calor generado y la microflora beneficiosa controlan estas poblaciones dañinas. Asimismo, los ácidos húmicos presentes en la materia orgánica humificada contribuyen a incrementar la capacidad del suelo para retener agua y mejorar su aireación, además de favorecer la agregación del suelo y prevenir la formación de costras. En las plantas, estos ácidos estimulan el crecimiento de raíces y tallos, optimizan la absorción de nutrientes, y potencian la absorción de nitrógeno, entre otros beneficios (Félix-Herrán et al., 2008).

Los abonos orgánicos contienen altos niveles de nitrógeno mineral y cantidades importantes de otros nutrientes esenciales para las plantas (Cegarra et al., 1993). Su aplicación, dependiendo de la cantidad utilizada, puede incrementar los niveles de materia orgánica en el suelo, mejorar la capacidad de retención de humedad y ajustar el pH (Ouédraogo et al., 2001; Courtney y Mullen, 2008). Además, estos abonos incrementan la disponibilidad de potasio (Erhart y Hartl, 2003), así como los niveles de calcio y magnesio en el suelo (Jakobsen, 1996; Miyasaka et al., 2001). En relación con las propiedades físicas del suelo, contribuyen a mejorar la infiltración de agua, la estructura y la conductividad hidráulica, al tiempo que reducen la densidad aparente y la tasa de evaporación. También favorecen un mejor estado fitosanitario en las plantas (Brechelt, 2004).

Los beneficios de utilizar cada enmienda orgánica como es el caso del Bocashi y el compost, es muy conocido en el mundo, sin embargo, la literatura científica viene a ser no muy precisa respecto al contenido de los nutrientes existentes y prácticamente no se hace referencia con respecto a la carga microbiana que suelen existir en dichos materiales (Riveros, 2 006).

### **2.1.1.1. Beneficios de la fertilización orgánica**

Cuando una persona aplica materia orgánica humificada suele aportar nutrientes y posee la función básica para que se formen distintos compuestos que mantendrán las actividades microbianas, siendo estos: distintas sustancias húmicas (ácidos fúlvicos, húmicos y huminas). Las mismas que se incorporan al suelo y ejercen diferentes reacciones en ella siendo estos:

- Mejora su estructura de los suelos, facilita que se formen distintos agregados estables mejorando su permeabilidad, incrementa su fuerza de cohesión en el caso de un suelo arenoso y merma en el caso de un suelo arcilloso (Tisdale y Nelson, 1 966; Guerrero 1 996; Bollo 1 999; Tan y Nopamombodi, 1 979; Bellapart, 1 996).
- Suele mejorar la capacidad de retener la humedad de los suelos su capacidad de retener el agua (Bellapart, 1 996; Bollo 1 999; Tisdale y Nelson 1 966; Guerrero 1 996).
- Suelen estimular su desarrollo de los vegetales (Tan y Nopamombodi, 1 979; Hartwigsen y Evans, 2 000).
- Regula y mejora el valor de la velocidad para infiltrar el agua, debido a que suele disminuir la erosión que se produce por el escurrimiento superficial (Bollo, 1 999).
- Incrementa su capacidad tampón del suelo (Landeros, 1 993; Bollo, 1 999).
- La acción quelante que presenta va contribuir en que se disminuya cada riesgo carencial y también va favorecer que se encuentren disponibles ciertos micronutrientes como el caso del Zn, Cu y Fe para los vegetales que son abonados (Landeros, 1 993; Bollo, 1 999).
- El humus suele aportar distintos elementos minerales en pequeñas cantidades, además de ser una fuente de importancia del carbono para los microorganismos de los suelos (Tisdale y Nelson, 1 966; Bellapart, 1 996; Guerrero, 1 996; Bollo, 1 999).

### 2.1.2. El compost Odinsu

Suele ser un compuesto orgánico cuya finalidad para su elaboración fue que brinde una de las soluciones para la agricultura y al agricultor, tiene beneficios como la mejora de los rendimientos para los cultivos, en su elaboración se utiliza un 80% de residuos animales y se complementa con un 10% de residuos vegetales con la cual se mejora sus propiedades, entre sus propiedades contiene (Chamaya, 2 023):

- Microorganismos benéficos eficientes. Estos microorganismos descomponen la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio de forma accesible para las plantas. Además, promueven la salud del suelo al mejorar la estructura y proteger a las raíces contra patógenos. Para Tanya y Leiva (2 019), su aplicación en la agricultura influye en la mejora de las características físicas químicas, en la germinación de semillas, desarrollo de frutos además limitan a los organismos fitopatógenos; estos organismos suelen incrementar la actividad fotosintética, la absorción agua y nutrientes en las plantas al igual que se reducen los tiempos de maduración de abonos orgánicos en particular el composteo.
- Materia orgánica (30-40%). La materia orgánica es fundamental para mejorar la estructura del suelo, aumentar su capacidad de retención de agua y actuar como fuente de nutrientes a medida que se descompone, liberando carbono y elementos esenciales para el crecimiento vegetal.
- Nitrógeno (1,5-2,5%). El nitrógeno es esencial para la síntesis de proteínas, el desarrollo de hojas y el crecimiento general de las plantas. Su deficiencia causa clorosis (amarillamiento de hojas) y crecimiento limitado.
- $P_2O_5$  (1,5-3,5%). El fósforo favorece el desarrollo de raíces, la floración y la fructificación. También es clave en los procesos energéticos celulares como la fotosíntesis y la transferencia de energía. Para Hernández-Leal et al. (2 011), el fósforo es indispensable en el metabolismo de las plantas.
- $K_2O$  (1,5-3,5%). El potasio regula el balance hídrico, mejora la resistencia a enfermedades y estrés ambiental, y contribuye a la calidad de frutos y flores.
- $CaO$  (2,5-4,0%). El calcio fortalece las paredes celulares, mejora la calidad estructural de las plantas y previene problemas como la podredumbre apical en frutos. Además, regula el pH del suelo.
- $MgO$  (1,0-2,0%). El magnesio es esencial para la clorofila y la fotosíntesis,

además de ser un activador de muchas enzimas responsables del metabolismo de las plantas.

- pH (6,0-7,5). Un pH equilibrado asegura que los nutrientes estén disponibles para las plantas. Valores dentro de este rango optimizan la absorción de nutrientes esenciales y la actividad microbiana.
- Humedad (15-20%). Una humedad adecuada en el compost garantiza que los microorganismos benéficos se mantengan activos, promoviendo la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes.
- Retención de humedad (100%). La capacidad de retener agua mejora la disponibilidad hídrica en el suelo, ayudando a las plantas a enfrentar periodos secos y reduciendo la necesidad de riego frecuente.
- Relación C/N (10-15%). Una relación carbono/nitrógeno equilibrada asegura la disponibilidad del nitrógeno para las plantas. Relaciones más altas pueden inmovilizar el nitrógeno, mientras que más bajas pueden causar pérdidas por volatilización.
- Microelementos. Cobre (Cu): Participa en el metabolismo de carbohidratos y mejora la resistencia a enfermedades. Zinc (Zn): Es esencial para la síntesis de auxinas y la formación de clorofila. Manganeso (Mn): Actúa en la fotosíntesis y el metabolismo de nitrógeno. Hierro (Fe): Fundamental para la producción de clorofila y procesos respiratorios. Boro (B): Importante en la división celular, la formación de flores y frutos, y el transporte de azúcares.

### **2.1.3. El cultivo de *Calathea* sp. (bijao)**

Una de las especies que se cultiva es *Calathea lutea* (bijao), se caracteriza por ser importante a distintos campesinos entre los cuales se encuentran los del municipio Guavatá, Vélez, Monquirá, Puente Nacional y Barbosa (González y Suspe, 2 017).

La agricultura que predomina suele ser de tipo familiar en transición, que se caracteriza por el uso de la mano de obra de la familia y genera un ingreso suficiente para su subsistencia, siendo la mujer rural que viene cumpliendo un rol principal porque participa en la totalidad del proceso de transformar las hojas de esta planta, además desempeñan las actividades en sus hogares. También se encontró aproximadamente 50 especies en asocio con el bijao, así como la presencia de dos variedades de las misma que se diferencian generalmente por la coloración que presentan sus venas (morada y blanca). En la comunidad se identificaron 12 servicios ecosistémicos que se asocian a cultivo de *C. lutea*: retener y

conservar el agua, proteger los cuerpos de agua, regular los microclimas y temperatura, limpiar y purificar el aire, aportar la materia orgánica, prevenir la erosión, conservar los suelos, controlar las plantas arvenses, refugiar a los anfibios, refugiar a los artrópodos, refugiar a las plantas y lo importante que es culturalmente al ser usado para envolver el bocadillo veleño (González y Suspe, 2 017).

Por otro lado, al estudiar cada servicio ecosistémico prestados por el cultivo de *C. lutea* se encontró inexistencia de publicaciones científicas. Se vienen registrando pérdida de distintos servicios ecosistémicos que ocurren muchas veces porque se desconocen los mismos, se vienen destruyendo muchos ecosistemas, se reduce la diversidad biológica y se carece de políticas o planes cuyos fines es la de proteger a los sistemas proveedoras (Mathon, 2 012).

Uno de los estudios de mayor importancia que se relaciona con esta especie lo realizaron Prada et al. (2 006), donde se encuentran informaciones correspondientes a la importancia ambiental, social, económica y cultural del bijao vinculadas a las familias campesinas de Boyaca y Santander, de manera similar se indican el manejo asignado al cultivo, el proceso de transformar y comercializar a las cuales son sometidas las hojas. Adicionalmente hay recomendaciones concernientes a la mejora de las instalaciones en cada finca, la tecnificación del cultivo y el manejo microbiológico de las envolturas en las fábricas que compran.

Horvitz y Beattie (1 980) señala que, dos especies de plantas herbáceas tropicales, *Calathea microcephala* y *Calathea ovandensis*, exhiben adaptaciones morfológicas para la dispersión de semillas por las hormigas. En el campo, 21 especies de hormigas son atraídas por los arilos de las semillas. Anteriormente conocidos como carnívoros depredadores, las hormigas poneinas *Odontomachus laticeps*, *O. minutus*, *Pachycondyla harpax* y *P. apicalis* llevan las semillas hacia sus nidos, comportándose como si llevaran presas. Estas hormigas eliminan el arilo en el nido, y las semillas sin arilos germinan más fácilmente que las semillas con arilos. Las distancias de búsqueda de hormigas pueden explicar la distribución de las plántulas. Myrmecochory puede ser mucho más común en las selvas tropicales de lo que se sospechaba anteriormente.

La distribución de esta especie abarca ampliamente el Neotrópico, habiéndose registrado desde México hasta Perú, a altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1 600 m. En Colombia, se ha recolectado en altitudes de hasta 1 090 m, en departamentos como Amazonas, Antioquia, Caquetá, Casanare, Chocó, Guaviare, Magdalena, Meta, Norte de Santander, Santander, Valle del Cauca y Vaupés. Dentro de la jurisdicción de

Corantioquia, *C. inocephala* ha sido colectada entre los 400 y 760 m de altitud, en municipios como Cáceres, Gómez Plata, Vegachí y Yolombó (Suárez et al., 2 007).

En Costa Rica, Herbert & Larsen (1985) estudiaron el movimiento de las hojas en *Calathea lutea* (Marantaceae), escogiendo plantas de sitios que eran áreas donde había aparecido vegetación sucesional luego de una reciente limpieza para actividades como agricultura o la construcción. Aunque las precipitaciones en dichas áreas fueron sustanciales (2 500 a 5 000 mm/año), solamente se producía una cantidad muy pequeña durante la estación seca, desde finales de diciembre hasta abril.

Al establecer plantaciones de *Calathea lutea*, Cuenca (2 022) refiere que hay diferencias morfológicas correspondientes al largo, ancho y área foliar entre las tres localidades de procedencia como son La Avelina, Casacay y Pejeyacu del país ecuatoriano.

#### **2.1.3.1. Uso de *Calathea* sp.**

En el caso de *C. lutea*, es una especie vegetal ampliamente utilizada en América Latina debido a sus diversas aplicaciones en la gastronomía, la artesanía y la construcción. Su versatilidad ha permitido que muchas comunidades rurales encuentren en su uso una fuente de ingresos y una alternativa sostenible para la elaboración de productos tradicionales y contemporáneos.

En el ámbito gastronómico, el follaje del bijao se emplea en varios países latinoamericanos para envolver tamales y otros guisos, aportando aroma y sabor a los alimentos, además de ofrecer una barrera natural contra microorganismos (Chávez et al., 2 009). Esto demuestra la importancia del bijao no solo desde una perspectiva culinaria, sino también sanitaria, ya que contribuye a la preservación de los alimentos de manera natural. Además, el proceso de alimentación nutricional en estas comunidades es interdisciplinario, lo que indica que la elección de estos materiales responde a un conocimiento tradicional transmitido de generación en generación.

En Colombia, el bijao tiene un papel fundamental en la producción del bocadillo veleño, un producto emblemático del país. La producción de estas hojas implica un proceso de transformación que incluye sancochado, lavado, secado, desvenado y corte, actividades que representan una fuente de ingresos significativa para muchos agricultores (González y Suspe, 2 017). Sin embargo, se evidencia una limitación en la visibilización de otros servicios ecosistémicos que brinda esta especie, lo que indica una oportunidad de expansión en su valorización económica y ecológica.

En Ecuador, el uso del follaje del bijao trasciende lo gastronómico, pues se emplea junto con la caña guadua y la paja toquilla en la construcción

de cubiertas para viviendas y cabañas turísticas, además de utilizarse en techos tejidos con caña rolliza (Morant et al., 2 015). Este uso demuestra su importancia en la arquitectura vernácula y su contribución a la sostenibilidad, pues son materiales biodegradables y de fácil acceso en las comunidades rurales.

Asimismo, el bijao se destaca en la artesanía debido a la extracción de fibras de sus peciolos para la elaboración de canastos, cestas, abanicos y esteras (Linares, 1 994). Sus características físico-químicas, especialmente la cera blanco-pruinosa en el envés de la hoja, permiten la fabricación de betunes, lustra muebles y ceras para pisos, constituyéndose en una alternativa innovadora para la industria de productos derivados (Cogollo et al., 2 007).

#### **2.1.3.2. Periodo de crecimiento de *Calathea* sp. (años)**

Hay reportes divergentes sobre este tema, tal es el caso registrado por Ríos (2 012) donde considera que para la especie *C. lutea* en el centro poblado El Abujao que se localiza en la cuenca del río Abujao enmarcada en el departamento de Ucayali, no registra el periodo para que un cultivo alcance su cosecha, pero si indica que para comercializar las hojas se necesita dimensiones desde los 26 cm hasta los 39 cm para el caso del ancho y respecto a la longitud se registra dimensiones desde 45 a 50 cm.

Para el caso de la especie *C. inocephala* y bajo condiciones de la provincia de Leoncio Prado, Del Aguila (2 014) registró valores de crecimiento de las hojas hasta los 9,5 meses y proyectándolo se tiene que a los 12 meses después del establecimiento ya se pueden iniciar el comercio de sus hojas.

#### **2.1.3.3. Suelo propicio para *Calathea* sp.**

En el caso de *C. lutea*, esta especie requiere de un suelo con un alto contenido de materia orgánica, buen drenaje, profundos, aireados, alto contenido de nutrimentos, prefieren suelos de clase textural franco-arcilloso o franco limoso, lo que influye en el buen desarrollo del cultivo (Ríos, 2 012); se recomienda un suelo humífero y húmedo, que presente un pH de 6,5, y una buena capacidad de intercambio catiónico (Bardales, 2012).

Además, Cogollo et al. (2 007) encontraron que crece en climas de zonas tropicales y subtropicales húmedos, es de adaptabilidad variada, hasta los 2400 msnm de altitud.

#### **2.1.3.4. Variedades del género *Calathea***

*Calathea* es un género de plantas perteneciente a la familia Marantaceae, originario de regiones tropicales de América, especialmente Brasil y Perú. Muchas especies de este género son utilizadas como plantas ornamentales en el hogar debido

a sus atractivas hojas, y algunas son conocidas con nombres comunes como "planta de la plegaria" o "cebra". Sin embargo, su clasificación ha cambiado: anteriormente el género comprendía 287 especies aceptadas, pero tras un estudio filogenético (es decir, un análisis basado en su evolución y parentesco genético), más de 200 especies fueron reclasificadas dentro del género *Goeppertia*. Esto significa que la diversidad originalmente atribuida a *Calathea* ha sido reducida y redistribuida en otra categoría taxonómica.

## 2.2. Estado del arte

En la tesis titulada “Comportamiento del bijao (*Calathea inocephala* (Kuntze) H. Kenn. & Nicolson) bajo diferentes técnicas de propagación rizomática y fertilización con molimax en campo definitivo, Tingo María”. Del Aguila (2 014) buscó determinar las variables morfológicas y la mortalidad de las plantas de *C. inocephala* bajo la influencia de técnicas de propagación rizomática y fertilización inorgánica en campo definitivo. Se realizó en el centro poblado menor Alfonso Ugarte (Apiza), provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Se determinó mayor crecimiento morfológicos en las plantas de bijao propagadas en (Trasplante directo - TD) con la aplicación de 50 g de fertilizante, no encontrándose interacción entre los niveles de los factores en estudio; la mortalidad de las plantas fue influenciada por la técnica de propagación (rizoma solo RS) y sin fertilización, asimismo, se encontró correlación positiva entre la dosis del fertilizante con las variables número de hojas deterioradas y la cantidad de hijuelos que presentaba cada mata, mientras que con las demás variables no hubo diferencias estadísticas.

En la tesis titulada “Efecto del volumen de sustrato y fertilización con NPK en la producción de plantones y plantación del bijao (*Calathea inocephala* (Kuntze) H. Kenn. & Nicolson) en Tingo María, Huánuco”. Grandez (2 014). Cuyo objetivo fue evaluar el efecto de diferentes volúmenes de sustrato y las dosis de NPK sobre la producción de plantones de *C. inocephala* en la etapa de vivero. La investigación se realizó en dos etapas, la primera en el vivero forestal y ornamental Las Heliconias y la segunda en el predio del sr Daniel Gonzales Malpartida, ubicado en la provincia Leoncio Prado, región Huánuco. a los ocho meses después de la siembra presentaron valores diferentes a causa de las dosis del fertilizante Nitrofoska Azul y las bolsas de polietileno con capacidad de volumen diferente. Las propiedades físicas de los sustratos por efecto del fertilizante y bolsas de polietileno fueron variables, a excepción del pH que presentó menor valor en comparación a sustratos fertilizados. Las plantas en campo presentaron mayor número (14,11), longitud (26,65 cm) y ancho de hojas (16,69 cm) por efecto del uso de 4 g de Nitrofoska Azul durante la producción de plantones, mientras que el volumen de sustrato repercutió en valores de 13.40 hojas, 26.42

cm (longitud de hoja) y 16,79 cm (ancho de hoja) respectivamente.

En el artículo de investigación titulada “Efecto sobre el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas”. Boudet et al. (2017). El trabajo de investigación se realizó en Cuba con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en el comportamiento productivo de *S. lycopersicum* variedad "Vyta". Los tratamientos consistieron en la aplicación de tres dosis de abono orgánico bocashi y un control (2,33 t ha<sup>-1</sup>, 2,66 t ha<sup>-1</sup> y 2,99 t ha<sup>-1</sup>). Las variables evaluadas fueron el rendimiento y sus componentes (número de racimos por planta, número de frutos por planta, masa de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial de los frutos y grosor del mesocarpio). Los resultados obtenidos mostraron que las aplicaciones del abono orgánico influyeron positivamente sobre el rendimiento y sus componentes. Los valores del rendimiento se incrementaron significativamente con el aumento de la materia orgánica desde las dosis de 2,33 a 2,66 y desde esta a 2,99 t ha<sup>-1</sup>. El control sin aplicación fue significativamente inferior que cualquiera de las tres dosis del abono orgánico.

Barrera et al. (2011) encontraron diferencias en la longitud del dedo central de la primera y tercera mano del racimo de plátano Hartón, en trabajos realizados con la combinación de diferentes abonos orgánicos, concluyendo que los abonos orgánicos incrementaron el peso del racimo, longitud de los dedos de la primera y tercera mano y el grosor de los dedos de la primera mano, aunque no lograron afectar positivamente el número de dedos por racimo y el grosor de los dedos de la tercera mano. Estos resultados confirmaron que las aplicaciones de abonos orgánicos suplieron las necesidades para un buen llenado de fruto.

En la tesis titulada “Efecto de diferentes dosis de bocashi EM, sobre el crecimiento en vivero de plantas de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK), producidas en tubetes” Pinchi (2009). El trabajo de investigación se realizó en el centro experimental "El Castañal" del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, ubicado a 21.5 kilómetros de la ciudad de Puerto Maldonado. Esta investigación tuvo como principal objetivo la evaluación de siete dosis de Bocashi EM, sobre el crecimiento de plantas de *B. excelsa*, con el fin de determinar el mejor tratamiento (dosis) para obtener plantas de calidad y así no depender de fertilizantes inorgánicos en la producción de plántulas en tubetes. El experimento estaba representado por 24 bandejas, constituidas por 600 plántulas de Castaña. La cual estaba formada por 8 tratamientos. Se aplicó Bocashi EM, a 7 tratamientos cuyo sustrato estaba compuesto por bagazo de caña, cascarilla de arroz carbonizado y arena fina. El

diseño experimental correspondió a un diseño completamente al azar (DCA), evaluándose tres factores: incremento en altura, incremento en diámetro e incremento en biomasa. Como resultado en incremento en altura, incremento en diámetro e incremento en biomasa, obteniendo el mejor resultado el T1 (BC: Bagazo de caña 50%, CAC: Cascarilla de arroz carbonizado 30%, A: Arena 20%, B: Bocashi EM 0%). Estadísticamente, se demuestra mediante el análisis de varianza que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos que presenta.

La tesis titulada “Evaluación de cuatro estados fenológicos de bijao: hijuelo en tres fases de crecimiento y plántulas de bijao (pecho blanco) poblado Abujao – cuenca del río Abujao”. (Bardales, 2012). La presente investigación se desarrolló en Ucayali, en la localidad el Abujao; cuyo objetivo fue evaluar cuál de los cuatro estados fenológicos es la mejor alternativa de establecimiento de *C. lutea*. Se trabajó desde la fase de instalación hasta la culminación de las evaluaciones por un espacio de 5 meses. Los tratamientos estudiados fueron: T1 (hijuelos de 20 cm), T2 (hijuelos con una hoja en cartucho), T3 (hijuelos con una hoja abierta), y T4 (Plántulas procedentes de semillas). Los resultados indican que de las cuatro modalidades los hijuelos que poseen hoja en cartucho y los hijuelos con una sola hoja son los que dieron mejores resultados tanto en: altura (120.19 cm y 118.34 cm), número de hojas nuevas (12.27 y 17.06), longitud de hojas (73.87 y 70.45 cm) y ancho de hojas (42.76 y 40.13 cm) respectivamente. Así mismo se menciona que la mayor mortandad encontrada en los tratamientos fue para los hijuelos de 20 cm encontrándose una mortandad del 88%, esto puede deberse a que son muy pequeños y no cuentan aun con las resistencias necesarias para establecerse y continuar su crecimiento para un desarrollo normal.

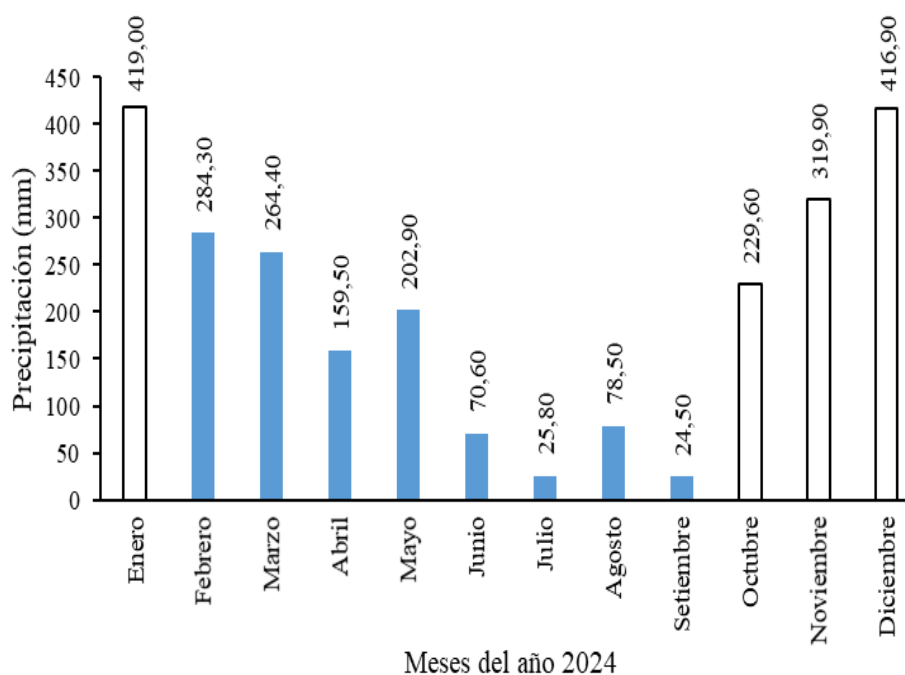
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El ensayo se realizó en un predio particular que se encuentra ubicada en el caserío Alfonso Ugarte, distrito de Daniel Alomias Robles “Pumahuasi”, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. El periodo de ejecución abarcó desde el mes de febrero hasta el mes de setiembre del año 2 024.

Las coordenadas donde se ubica el predio corresponden a la zona 18L: 396 472 m Este y 8 986 584 m Norte.

El clima en la zona es tropical, con promedios anuales de la temperatura que oscilan alrededor de los 24,5 °C, llegando hasta los 32 °C que se muestran en los meses de agosto y 17 °C correspondientes a los meses con presencia seguida en los meses de lluvia (Weather Spark, s.d.). Durante el periodo de ejecución de la tesis y en base al reporte por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, desde el mes de establecimiento hacia el mes donde culminó el periodo de evaluación, se registró que la cantidad de lluvias fue descendiendo, observándose en el último mes solamente un 24,50 mm de lluvias acumuladas. En el caso de la humedad, se observó valores inferiores en los meses de julio (82,32%), agosto (83,16%) y setiembre (82,60%) en comparación a los meses previos desde que se estableció la parcela experimental donde superaron a 84,25% (SENAMHI, 2 025).



Barras resaltadas en azul representa el periodo de ejecución de la tesis. Fuente: SENAMHI (2 025)

**Figura 1.** Comportamiento de la precipitación mensual en el año 2 024.

Ecológicamente, considerando la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de Holdridge (INRENA, 1995), dicho ámbito corresponde a la categoría de bosque muy húmedo Pre montano Tropical (bmh - PT). En la parte edáfica, el distrito presenta un suelo en el que predomina el tipo franco arcilloso, además existen suelos no aptos para la agricultura ya que no contienen calcio, magnesio; la deficiencia de nitrógeno en los suelos es considerable. El suelo permanentemente saturado de agua es plano y rico en materia orgánica.

La parcela donde se estableció la parcela experimental se encuentra con vegetación secundaria, en donde anteriormente se encontraba establecido plátano y no prosperó debido a la baja fertilidad de los suelos y en caso de elevada precipitación se elevó la humedad y perjudicó el crecimiento normal de las plantas, es por esto que se abandonó la parcela y se dejó crecer la vegetación.

### **3.2. Material y métodos**

#### **3.2.1. Materiales y equipos**

Se consideró el uso del Compost Odinsu, los esquejes de bijao, el machete, pico, cavadora, wincha de 5 m, cinta métrica de 30 m, letreros codificados con bloques y tratamientos, formato para recolección de datos, receptor GPS (sistema de posicionamiento global), computador portátil e impresora.

#### **3.2.2. Metodología**

##### **3.2.2.1. Demostrar el efecto de las dosis del compost Odinsu sobre las características de las hojas de *C. inocephala* establecidas a raíz desnuda en el distrito de Daniel Alomía Robles, región Huánuco**

###### **a. Planificación**

Se realizó las coordinaciones con el propietario del predio con la finalidad de buscar personal para que facilite la actividad de limpieza general, luego se tuvo en consideración la secuencia adecuada al medio sobre el establecimiento que consideran Prada et al. (2006) en su texto denominado “Bijao: un empaque para la certificación de origen del bocadillo Veleño”.

###### **b. Limpieza del terreno definitivo**

El 09 de febrero del año 2024 se realizó una limpieza de la vegetación herbácea y arbustiva principalmente en donde se utilizó el machete; se dejó sin cortar las palmas de *Mauritia flexuosa* (aguaje) con la finalidad de otorgarle sombra a las plantas a establecer debido a que cuando se encuentren en pleno sol limitaría su prendimiento normal de *C. inocephala* (**Figura 15** del Anexo).

### c. Demarcación

Posterior a la limpieza, en la fecha 01 - 03 - 2 024 se delimitó la parcela experimental empleando una cinta métrica de 30 m, con esto se obtuvo los bordes de la parcela y luego recién se procedió a demarcar cada unidad experimental manteniendo un distanciamiento de 1,5 m entre plantas y entre filas (**Figura 3**).

La parcela experimental demarcada estuvo basada en la distribución de los tratamientos (**Figura 16** del Anexo), los mismos que se generaron al dosificar el abono orgánico previa al establecimiento de las plantas de *C. inocephala*, teniendo en consideración lo siguiente:

#### **Factor:**

Abono orgánico Odinsu

#### **Niveles:**

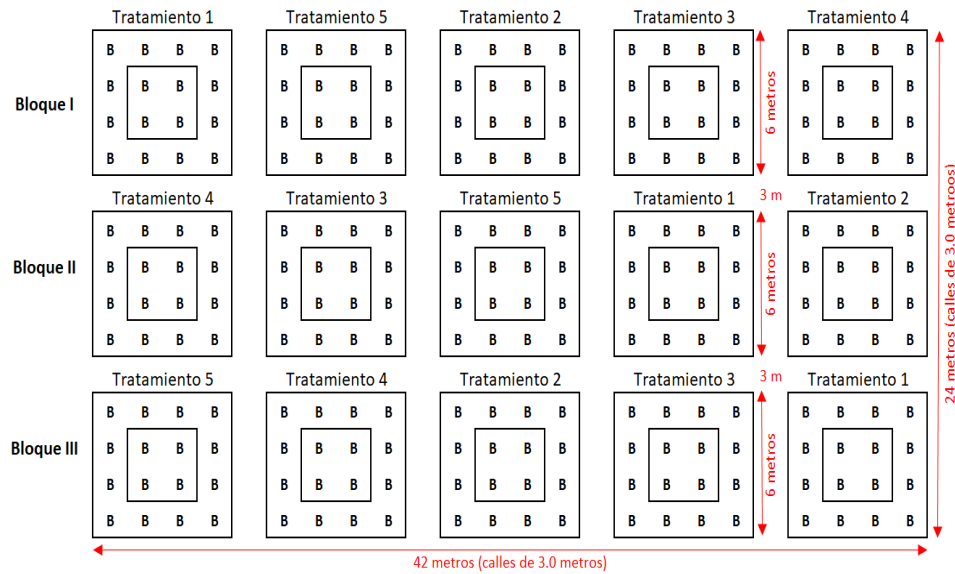
- T<sub>1</sub> : 0 gramos/planta
- T<sub>2</sub> : 250 gramos/planta
- T<sub>3</sub> : 500 gramos/planta
- T<sub>4</sub> : 750 gramos/planta
- T<sub>5</sub> : 1 000 gramos/planta

#### **Diseño de la parcela experimental**

La parcela experimental delimitada estuvo representada por las siguientes características:

- Unidad experimental : 4 plantas de *C. inocephala*.
- Ancho de la unidad experimental : 6 metros
- Largo de la unidad experimental : 6 metros
- Ancho de la parcela : 24 metros
- Largo de la parcela : 42 metros
- Área de la parcela : 1 008 m<sup>2</sup>.
- Cantidad de plantas a evaluar : 60 plantas.
- Total de unidad experimental : 15

El diseño experimental considerado para el presente estudio pertenece a un diseño en bloques completos al azar (**Figura 2**).



**Figura 2.** Distribución de los tratamientos en la parcela experimental.

#### d. Apertura de hoyos

Para la apertura de hoyos se utilizó la cavadora y/o pico de acuerdo a la necesidad de cada punto donde se aperturó el hoyo ya que en algunos lugares se observó la presencia de piedras en dicho suelo, esta actividad se ejecutó el 05 - 03 - 2 024 (**Figura 18** del Anexo). Seguidamente ya en fecha 08 - 03 - 2 024, se procedió a aplicar las dosis respectivas del abono orgánico para que posteriormente fueron mezcladas con la tierra extraída y se volvió a tapar el hoyo con la tierra mezclada (**Figura 22** del Anexo).

#### e. Siembra

Pasado una semana de haberse realizado la apertura y preparación de los hoyos con sus respectivas dosis del abono orgánico (15 - 03 - 2 024), se procedió a extraer los hijuelos de un lugar cercano a la parcela experimental, para esto se utilizó el pico, un machete y también se contó con una tijera podadora de mano con la que se cortaron las hojas secas y la raíz en caso de que se encontrasen con un tamaño muy largo; esta actividad se realizó en horas de la mañana (entre las 7:00 am hasta las 11:00 am).

La siembra se realizó utilizando un machete con el cual se aperturó el hoyo con el sustrato preparado y se colocó el esqueje en posición vertical apisonando a los costados para que no queden bolsas de aire en dicho medio (**Figura 24** del Anexo).

#### f. Mantenimiento de la parcela experimental

Se realizaron actividades de limpieza (**Figura 29** del Anexo), poda de hojas secas y manejo de la sombra que la vegetación arbustiva presentaban una vez

que las plantas ya se encontraban emitiendo brotes que fueron signos de prendimiento; dichas actividades de manejo se realizaron en la parcela experimental por un periodo de seis meses que perduró el experimento.

#### **g. Cuento de la cantidad de hojas**

Pasado los seis meses del establecimiento en la fecha 15 - 09 - 2024, se procedió a la actividad de la recolección de datos, se realizó el conteo de la cantidad de hojas que presentaban los nuevos brotes producto del esqueje sembrado.

#### **h. Medición del ancho de hoja**

Se procedió a medir las hojas maduras que se encuentren en cada mata dentro del área efectiva de la unidad experimental (4 matas), para esto se utilizó una wincha la cual se superpuso al limbo de la hoja de manera transversal y la unidad de medida utilizada fue en centímetros; de manera similar a la anterior variable, la medición se realizó pasado a los seis meses después del establecimiento (**Figura 28** del Anexo).

#### **i. Medición del largo de hoja**

También se utilizó una wincha que se colocó superpuesta al limbo de la hoja de manera paralela a la nervadura central, y la unidad empleada fue en centímetros (**Figura 27** del Anexo).

#### **j. Determinación del área foliar**

Para el área foliar se realizó la toma fotográfica de las hojas de cada planta y luego mediante el uso del programa ImageJ se determinó el área de cada hoja.

#### **k. Análisis de datos**

Para analizar los datos recolectados, se procedió a realizar la tabulación respectiva en una hoja de cálculo Ms Excel en donde se utilizaron códigos numéricos para los bloques (1, 2 y 3) y tratamientos (1, 2, 3, 4 y 5) y se adicionó en el encabezado de las columnas las variables evaluadas para luego rellenar con los valores determinados para cada unidad de estudio. A fines de conocer los efectos o la variable respuesta medidas en las plantas del *C. inocephala* por parte de los tratamientos aplicados estuvieron expresados por la ecuación correspondiente a la forma:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Siendo:

$\mu$  = Parámetro, efecto medio

$T_i$  = Parámetro, efecto del tratamiento  $i$  (dosis del abono)

$\beta_j$  = Parámetro, efecto del bloque  $j$

$\epsilon_{ij}$  = valor aleatorio, error experimental de la unidad experimental  $i, j$ .

$Y_{ij}$  = Variable respuesta

Para que se contraste las hipótesis planteadas en el presente experimento fue necesario el uso del análisis de la varianza de una sola vía (**Tabla 1**), en donde las fuentes de variación fueron:

- Los bloques establecidos
- Los tratamientos aplicados o dosis del abono.
- El error aleatorio que no se pudo controlar en el experimento.

**Tabla 1.** Esquema del ANVA para el contraste de hipótesis.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	$r - 1 = 3 - 1 = 2$
Tratamientos (dosis del compost Odinsu)	$t - 1 = 5 - 1 = 4$
Error experimental	$(r - 1)*(t - 1) = 2*4 = 8$
Total	$rt - 1 = 3*5 - 1 = 14$

r: número de bloques; t: número de tratamientos.

### 3.2.2.2. Determinar el efecto de las dosis del compost Odinsu sobre las características de las matas de *C. inocephala* “bijao” establecidas a raíz desnuda en el distrito de Daniel Alomía Robles, región Huánuco

Se tuvieron en consideración las actividades de establecimiento y manejo, mientras que se midieron las siguientes variables:

#### a. Mortalidad de matas

Pasados los seis meses desde el establecimiento, procedió a verificar la mortalidad de los esquejes observando la ausencia de la emisión de brotes o también en algunos casos cuando el pseudotallo se encontraba seco y/o podrido, se procedió a realizar el conteo con su respectivo registro de esquejes muertos.

#### b. Medición del ancho de mata

Para esta actividad se prosiguió la medición empleando una wincha de 5 m y se ha tenido en consideración de los puntos cardinales, siendo la primera medida de la orientación este-oeste y una segunda medida realizada en la orientación norte-sur, para el caso del análisis de los datos se utilizó el valor promedio calculadas de ambas mediciones.

### **c. Medición de la altura de mata**

Para esta variable se necesitó una wincha de 5 m y las mediciones se realizó en cada mata, considerando a la hoja abierta del hijuelo más alto, siendo la unidad de medida los metros lineales.

### **d. Conteo de la cantidad de hijuelos**

Se realizó el conteo del total de hijuelos que presentan cada mata, esto no discriminó el tamaño de los hijuelos nuevos, obteniendo un valor de la sumatoria dentro de cada mata.

Para contrastar la hipótesis considerado en el experimento, se empleó el análisis de la varianza (ANVA) a un nivel de confiabilidad del 95% (5% de error) y en caso de encontrar significancia estadística ( $p$  valor  $<0,05$ ) se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba de Duncan al 95% de confiabilidad.

### **3.2.2.3. Tipo y diseño de estudio**

De acuerdo a la publicación de Ñaupas et al. (2 014), el ensayo corresponde al tipo básico, debido a que con los resultados que se obtuvieron información que servirán en el futuro como cimiento a la investigación aplicada.

Teniendo en consideración lo señalando por parte de Hernández et al. (2 014), el diseño del estudio a emplear fue de tipo experimental, específicamente corresponde a los “experimentos puros” ya que existió la manipulación deliberada de la variable independiente (dosis del compost Odinsu).

### **3.2.2.4. Nivel y unidad de estudio**

Pertenece al nivel “explicativo”, debido a que según Ñaupas et al. (2 014) es el nivel más profundo, más complejo y más riguroso del estudio básico y su objetivo principal es la verificación de hipótesis causales o explicativas; trabajan con hipótesis causales debido a que explican las causas de los hechos, fenómenos, eventos y procesos naturales o sociales.

La unidad de estudio del presente ensayo estuvo comprendida por una planta de *C. inocephala* (**Figura 3**), mientras que la unidad experimental comprendió a un conjunto de 16 plantas de *C. inocephala* que incluye a los establecidos con fines de efecto de borde y solo cuatro plantas enfocados en la medición de variables.



**Figura 3.** Unidad de estudio.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto de las dosis del compost Odinsu sobre las características de las hojas de *C. inocephala*

#### 4.1.1. Cantidad de hojas en *C. inocephala*

Los resultados obtenidos sobre la cantidad de hojas por mata de *Calathea inocephala* fertilizadas con abono orgánico muestran una respuesta positiva inicial al incremento de nutrientes, alcanzando el mayor promedio (4,92 hojas) con 250 g de abono. Sin embargo, dosis mayores (500 g, 750 g y 1 000 g) redujeron la cantidad de hojas por mata, con valores de 4,11, 3,33 y 3,50 hojas, respectivamente. Esto indica que dosis excesivas de abono orgánico pueden limitar el desarrollo foliar, probablemente debido a desequilibrios en la disponibilidad de nutrientes o condiciones adversas generadas por acumulación de materia orgánica. El menor promedio (2,50 hojas) se registró sin fertilización, destacando la importancia de los aportes nutricionales para el desarrollo de hojas (**Tabla 2** y **Figura 4**).

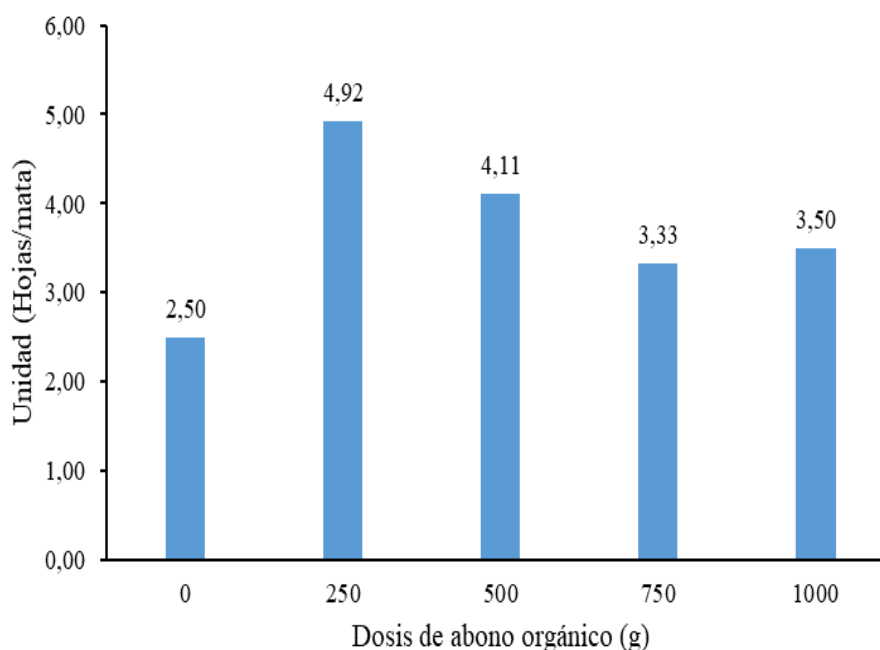
En comparación, Del Aguila (2 014) reportó valores mucho mayores en la cantidad de hojas por mata al utilizar el fertilizante inorgánico Molimax 20-20-20, con un máximo promedio de 28,18 hojas con 50 g. Las dosis de 100 g y 0 g resultaron en 20,89 y 19,02 hojas, respectivamente, sugiriendo que el fertilizante inorgánico estimula significativamente el desarrollo foliar, especialmente en bajas dosis.

La comparación evidencia que el fertilizante inorgánico es más eficiente para la producción de hojas, pero su uso intensivo puede generar problemas ambientales. El abono orgánico, aunque menos efectivo, ofrece beneficios sostenibles al mejorar la calidad del suelo y liberar nutrientes de forma gradual. Esto subraya la necesidad de ajustar las dosis para maximizar los beneficios sin comprometer el rendimiento foliar.

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos para la cantidad de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (Hojas/mata)	Desv. estándar	Bloques	CV (%)
0	2,50	0,87	3	34,64
250	4,92	0,88	3	17,86
500	4,11	0,38	3	9,36
750	3,33	0,58	3	17,32
1 000	3,50	1,32	3	37,80

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 4.** Cantidad de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El ANVA mostró un p-valor de 0,964 para los bloques, lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellos; por lo tanto, la variabilidad asociada a los bloques no influyó en los resultados. Para las dosis de abono orgánico, el p-valor de 0,114 indica que no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de hojas de *C. inocephala* entre los tratamientos, al nivel de significancia del 5% (**Tabla 3**). Esto sugiere que las dosis aplicadas no tuvieron un efecto claro sobre la variable estudiada. Caso contrario para la misma especie lo reportó Grandez (2014), cuando utilizó plantones procedentes de vivero en donde utilizó dosis de fertilización inorgánica Nitrofoska azul, al presentar una edad de tres meses de establecido en terreno definitivo reportando mayor promedio (14,11 hojas/planta) cuando los plantones fueron producidos al utilizar una dosis de 4 g/plantón, al aplicar una dosis superior de 6 y 2 g el promedio fueron numéricamente inferior, pero estadísticamente similares, mientras que cuando los plantones no recibieron dosis alguna de dicho fertilizante, el promedio fue estadísticamente inferior a la aplicación del producto.

El uso de fuentes orgánicas no siempre genera efectos significativos en todas las características evaluadas en las plantas. Esto se evidenció en el estudio de Barrera et al. (2011) con el plátano Hartón, donde la longitud de los dedos del racimo presentó diferencias al combinar abonos orgánicos, pero no se observó un impacto positivo en el número ni el grosor. De manera similar, en *C. inocephala*, la aplicación de abonos orgánicos no mostró significancia estadística en la cantidad de hojas por mata; este resultado sugiere que

los abonos orgánicos pueden satisfacer parcialmente las necesidades nutricionales de las plantas, promoviendo mejoras específicas, como el crecimiento en dimensiones de ciertos órganos. Sin embargo, otras características, como la producción de hojas, pueden no responder significativamente, posiblemente debido a limitaciones en la disponibilidad de nutrientes específicos, diferencias en los requerimientos fisiológicos o factores ambientales.

El coeficiente de variación (26,26%) refleja una alta variabilidad relativa entre las observaciones, lo que podría estar afectando la capacidad de detectar diferencias significativas. Factores como la heterogeneidad en el material experimental, condiciones ambientales o el rango de las dosis podrían influir en estos resultados.

**Tabla 3.** ANVA para la cantidad de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	0,068	2	0,034	0,036	0,964ns
Dosis del abono orgánico	9,780	4	2,445	2,630	0,114ns
Error del experimento	7,437	8	0,930		
Total	17,284	14			

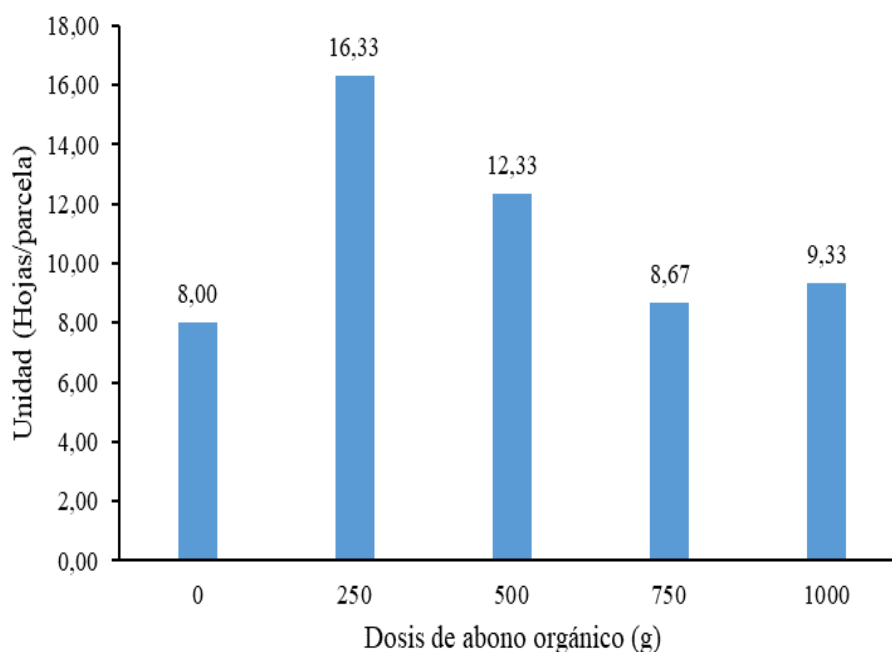
CV: 26,26%. ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

La cantidad de hojas emitidos por parcela en *C. inocephala* que fueron sometidos a distintas dosis de abono orgánico fueron variables tanto a nivel de los tratamientos utilizados representados por los promedios, así como dentro de las repeticiones, siendo más resaltante en el uso de la dosis 1 000 g debido a que el coeficiente de variación determinada fue del 86,60% (**Tabla 4** y **Figura 5**).

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos para la cantidad de hojas por parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (Hojas/parcela)	Desv. estándar	Bloques	CV (%)
0	8,00	5,29	3	66,14
250	16,33	6,51	3	39,84
500	12,33	1,15	3	9,36
750	8,67	0,58	3	6,66
1 000	9,33	8,08	3	86,60

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 5.** Cantidad de hojas por parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El análisis de varianza (ANVA) mostró un p-valor de 0,860 para los bloques, indicando que no hubo diferencias significativas entre ellos. Esto implica que los bloques no influyeron en la variabilidad de la cantidad de hojas/parcela de *C. inocephala*. Por otro lado, el p-valor de 0,429 para las dosis de abono orgánico también indica la ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo que sugiere que las dosis aplicadas (0, 250, 500, 750 y 1 000 g) no generaron un efecto claro sobre el número de hojas/parcela (**Tabla 5**); resultado divergente lo reporta Grandez (2 014) al momento de utilizar fertilización y encontrar diferencias estadísticas significativas respecto a las plantas que no recibieron dosis alguna.

El coeficiente de variación (52,59%) es considerablemente alto, lo que refleja una gran variabilidad relativa en los datos. Esto podría estar asociado a factores no controlados en el experimento, como heterogeneidad en las plantas, variabilidad ambiental o manejo desigual; en este experimento se presenció en los meses de junio hasta setiembre que culminó la etapa de campo la limitada precipitación ya que el acumulado mensual no sobrepasó los 78,50 mm (SENAMHI, 2 025) siendo notorio que las hojas de las matas se juntaban el limbo hacia la parte central de la nervadura que es un comportamiento característico para que esta especie evite la pérdida de agua limitando su transpiración con la cual en periodos prolongados restringe su crecimiento (Herbert & Larsen, 1 985).

**Tabla 5.** ANVA para la cantidad de hojas por parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	10,133	2	5,067	0,153	0,860ns
Dosis del abono orgánico	142,267	4	35,567	1,076	0,429ns
Error del experimento	264,533	8	33,067		
Total	416,933	14			

CV: 52,59%. ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

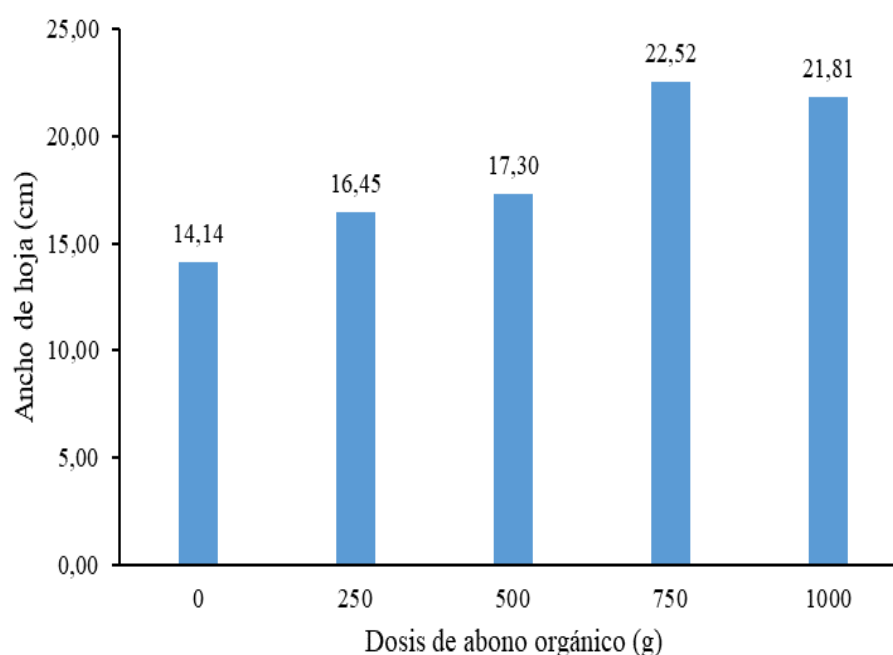
#### 4.1.2. Ancho de hoja en *C. inocephala*

El ancho de las hojas en *C. inocephala* que fueron sometidos a distintas dosis de abono orgánico fueron variables tanto a nivel de los tratamientos utilizados representados por los promedios, así como dentro de las repeticiones, siendo más resaltante en el uso de la dosis 750 g debido a que el coeficiente de variación determinada fue del 21,32% (Tabla 6 y Figura 6), estas variaciones dentro de los tratamientos pueden deberse a factores propios como las características de las matas, ya que Cuenca (2 022) al estudiar otra especie como es *C. lutea* realizó un estudio donde consideró tres procedencias de una sola especie y posterior a su establecimiento así como manejo encontró que hubo diferencias en sus formas como el ancho de la tercera hoja que fueron inferiores en las plantas procedentes de Casacay (38,5 cm) y Pejeyacu (40,1 cm) respecto a La Avelina (44,2 cm) del país ecuatoriano; además, los elevados valores de esta variable emitidos por parte del autor mencionado es debido a la especie que se caracteriza por tener mayores dimensiones en comparación a las demás especies del género *Calathea*.

**Tabla 6.** Estadísticos descriptivos para el ancho de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (cm)	Desviación estándar	Bloques	CV (%)
0	14,14	2,27	3	16,04
250	16,45	2,90	3	17,64
500	17,30	2,88	3	16,67
750	22,52	4,80	3	21,32
1 000	21,81	3,10	3	14,20

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 6.** Ancho de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El ANVA para el ancho de las hojas de *C. inocephala* indicó un p-valor de 0,260 para los bloques, lo que señala que no hubo diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que la variabilidad entre bloques no afectó los resultados. Sin embargo, el p-valor de 0,046 para las dosis de abono orgánico indica diferencias significativas al nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, las dosis de abono aplicadas (0, 250, 500, 750 y 1 000 g) tuvieron un efecto significativo en el ancho de las hojas (**Tabla 7**). El coeficiente de variación (16,91%) es relativamente bajo, lo que indica una buena precisión experimental y una menor variabilidad relativa en los datos. Esto refuerza la validez de los resultados obtenidos.

**Tabla 7.** ANVA para el ancho de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	31,187	2	15,593	1,603	0,260ns
Dosis del abono orgánico	155,308	4	38,827	3,990	0,046S
Error del experimento	77,843	8	9,730		
Total	264,338	14			

CV: 16,91%. S: Existen diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ). ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

Los resultados de la comparación de medias mediante la prueba Duncan para el ancho de hojas en *C. inocephala* indican que las dosis de 750 g y 1 000 g de abono

orgánico fueron significativamente superiores a las demás dosis, con medias de 22,52 y 21,81 cm respectivamente, ambas asignadas con la letra "a" (**Tabla 8**). Esto sugiere que estas dosis favorecieron el mayor crecimiento en el ancho de las hojas en comparación con los tratamientos con menores dosis.

Por otro lado, las dosis de 500 g, 250 g y 0 g mostraron medias más bajas, con valores de 17,30, 16,45 y 14,14 cm respectivamente. Los tratamientos de 500 g y 250 g fueron similares entre sí (medias con "ab"), pero significativamente inferiores a las dosis de 750 g y 1 000 g. Finalmente, el tratamiento sin abono (0 g) presentó el menor ancho de hojas, siendo significativamente diferente al resto de las dosis (**Tabla 8**). Estos resultados destacan que la dosis de abono influye directamente en el desarrollo del ancho de las hojas en *C. inocephala*. En contraste, el estudio de Del Aguila (2 014), que utilizó fertilizante inorgánico Molimax 20-20-20, reportó resultados diferentes, con el mayor promedio (19,31 cm) obtenido sin fertilización y un descenso del ancho de las hojas al incrementar la dosis (18,31 cm con 50 g y 14,69 cm con 100 g). Esto podría indicar que el fertilizante inorgánico, en altas concentraciones, genera efectos negativos en el desarrollo foliar, posiblemente por acumulación de sales o estrés osmótico.

La comparación entre ambos enfoques muestra que el abono orgánico favorece un mayor desarrollo del ancho foliar, especialmente en dosis moderadas, debido a su liberación gradual de nutrientes y mejoras en la calidad del suelo. Por el contrario, el fertilizante inorgánico es menos efectivo en este aspecto a dosis altas, resaltando la necesidad de un manejo cuidadoso para evitar efectos adversos. Estos hallazgos subrayan la importancia de elegir estrategias nutricionales adecuadas según los objetivos del cultivo; comportamiento similar lo reportó Grandez (2 014) al utilizar plantones que fueron producidos con dosis de fertilización inorgánica Nitrofoska azul donde mayor promedio fue determinado con el uso de 4 g/plantón que alcanzó en terreno definitivo una dimensión de 16,69 cm y llegó a superar a los plantones producidos con el uso de 6 g/plantón que en el mismo periodo de tiempo en terreno definitivo solamente registró 14,39 cm, además, estos valores del ancho de las hojas fueron más bajos en comparación al presente estudio debido a que en el vivero los esquejes repicados fueron pequeños, mientras que en el presente estudio provinieron de matas adultas.

Tanto en las nutriciones aplicadas por Del Aguila (2 014), Grandez (2014) así como en el producto del presente estudio (1,5-3,5%), uno de los componentes contenidos fue el  $P_2O_5$  (pentóxido de fósforo) que según Hernández-Leal et al. (2 011), el fósforo es un nutriente esencial en el metabolismo de las plantas, ya que participa en procesos clave como la fotosíntesis, la respiración y la transferencia de energía, siendo fundamental en

la formación de moléculas de ATP, ADN y ARN, las cuales son vitales para el crecimiento y desarrollo celular. Además, el fósforo contribuye al desarrollo de raíces fuertes, la floración y la fructificación, mejorando la eficiencia metabólica y la productividad de las plantas.

**Tabla 8.** Prueba Duncan para el ancho de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Mérito	Dosis de abono orgánico (g)	Bloque	Media (cm)	Subconjunto
1	750	3	22,52	a
2	1 000	3	21,81	a
3	500	3	17,30	ab
4	250	3	16,45	ab
5	0	3	14,14	b

Letras diferentes ratifican las diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ).

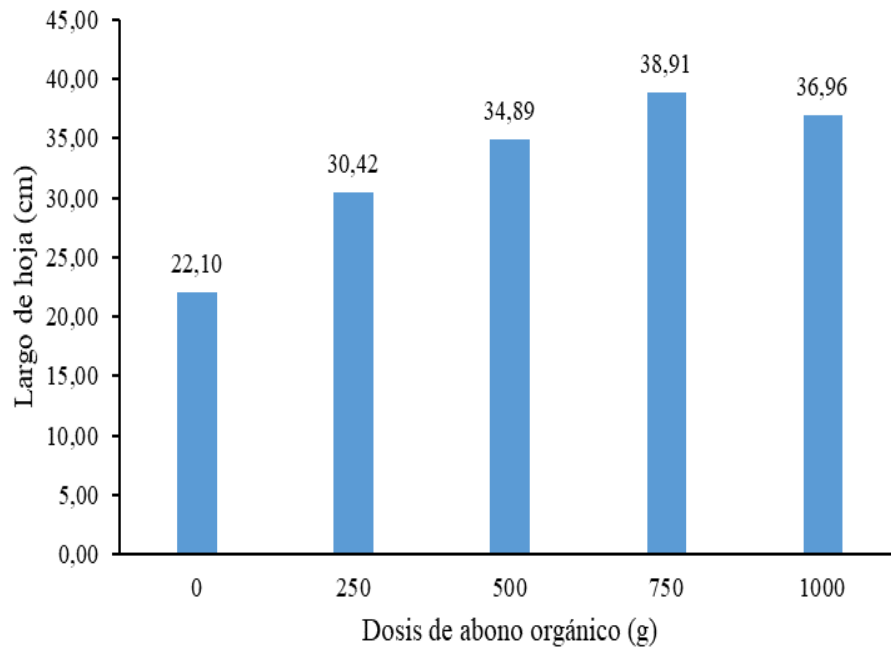
#### 4.1.3. Largo de hoja en *C. inocephala*

El largo de hojas en *C. inocephala* que fueron sometidos a distintas dosis de abono orgánico fueron variables tanto a nivel de los tratamientos utilizados representados por los promedios, así como dentro de las repeticiones, siendo más resaltante en el uso de la dosis 250 g debido a que el coeficiente de variación determinada fue del 27,02% (**Tabla 9** y **Figura 7**). Variaciones de la longitud de las hojas, específicamente de las que se encontraban en el tercer orden previa a la hoja apical en la especie *C. lutea* lo registró Cuenca (2 022) al encontrar de tres procedencias diferencias estadísticas significativas siendo mayor el promedio en La Avelina (66,1 cm) respecto a los lugares de Casacay y Pejeyacu del país ecuatoriano con medias de 54,4 y 57,5 cm respectivamente.

**Tabla 9.** Estadísticos descriptivos para el largo de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (cm)	Desviación estándar	Bloques	CV (%)
0	22,10	1,06	3	4,79
250	30,42	8,22	3	27,02
500	34,89	4,96	3	14,21
750	38,91	7,31	3	18,78
1 000	36,96	2,36	3	6,38

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 7.** Largo de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El análisis de varianza (ANVA) realizado para el largo de las hojas de *C. inocephala* indicó un p-valor de 0,177 para los bloques, lo que evidencia que no hay diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que los bloques no introdujeron una variabilidad relevante en el experimento. Por otro lado, el p-valor de 0,020 para las dosis de abono orgánico muestra que hay diferencias significativas al nivel de significancia del 5%. Esto indica que las distintas dosis de abono (0, 250, 500, 750 y 1 000 g) tuvieron un efecto significativo en el largo de las hojas (**Tabla 10**); el comportamiento de esta especie a la aplicación de un producto que contengan elementos químicos también fue reportado por Grandez (2 014) cuando encontró diferencias estadísticas significativas al utilizar Nitrofoska azul. Además, el coeficiente de variación (15,22%) es bajo, lo que refleja una buena precisión experimental y una baja variabilidad relativa entre las observaciones.

**Tabla 10.** ANVA para el largo de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	106,879	2	53,440	2,164	0,177ns
Dosis del abono orgánico	537,374	4	134,344	5,441	0,020S
Error del experimento	197,519	8	24,690		
Total	841,772	14			

CV: 15,22%. S: Existen diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ). ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

Los resultados de la comparación de medias mediante la prueba Duncan para el largo de hojas en *C. inocephala* muestran que las dosis de 750 g, 1 000 g y 500 g de abono orgánico tuvieron un efecto positivo y significativamente mayor sobre el largo de las hojas, con medias de 38,91, 36,96 y 34,89 cm, respectivamente, todas clasificadas con la letra "a" (**Tabla 11**). Esto sugiere que estas dosis de abono favorecieron el crecimiento en largo de las hojas en comparación con los tratamientos con dosis más bajas.

Por otro lado, las dosis de 250 g y 0 g mostraron un menor largo de hojas. La dosis de 250 g (media de 30,42 cm) fue similar a la de 500 g, pero aun así significativamente inferior a las dosis más altas. Finalmente, el tratamiento sin abono (0 g) tuvo el menor largo de hojas con una media de 22,10 cm, destacándose como significativamente diferente de los demás tratamientos (**Tabla 11**). Esto sugiere que el abono orgánico tiene un impacto positivo sobre el largo de las hojas en *C. inocephala*. Por su parte, Del Aguila (2 014) reportó resultados distintos al emplear el fertilizante inorgánico Molimax 20-20-20. El mayor promedio (30,25 cm) se observó en plantas sin fertilización, mientras que el largo de las hojas disminuyó progresivamente con el incremento de la dosis (30,01 cm con 50 g y 24,67 cm con 100 g). Este comportamiento puede estar relacionado con el estrés osmótico o la acumulación de sales derivada del uso de fertilizantes químicos, similar comportamiento fue reflejado por parte de Grandez (2 014), cuando utilizó plantones procedentes de vivero en donde utilizó dosis de fertilización inorgánica Nitrofoska azul, siendo los resultados de 4 g/plantón que obtuvo una media de 26,65 cm que superó a la media de usar una dosis de 6 g/plantón que solamente fue 22,55 cm; además los promedios respecto al presente estudio fueron inferiores porque en el vivero utilizaron esquejes pequeños para ser repicados en bolsas de polietileno con sustrato, mientras que en caso del campo se optó por utilizar esquejes de tamaños grandes, lo cual ratifica que el uso del tipo de material a propagar (rizoma, rizoma con parte de pseudotallo y esqueje con hoja) llegan a producir hijuelos nuevos que difieren significativamente en características como las dimensiones de las hojas (Del Aguila, 2 014).

La comparación evidencia que el abono orgánico presenta ventajas claras en el desarrollo del largo foliar, particularmente en dosis intermedias, debido a su capacidad para mejorar la estructura del suelo y liberar nutrientes de manera gradual. Por otro lado, el uso de fertilizantes inorgánicos a dosis altas puede ser contraproducente, destacando la importancia de elegir prácticas nutricionales adecuadas para maximizar el rendimiento del cultivo.

**Tabla 11.** Prueba Duncan para el largo de hojas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Mérito	Dosis de abono orgánico (g)	Bloque	Media (cm)	Subconjunto
1	750	3	38,91	a
2	1 000	3	36,96	a
3	500	3	34,89	a
4	250	3	30,42	ab
5	0	3	22,10	b

Letras diferentes ratifican las diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ).

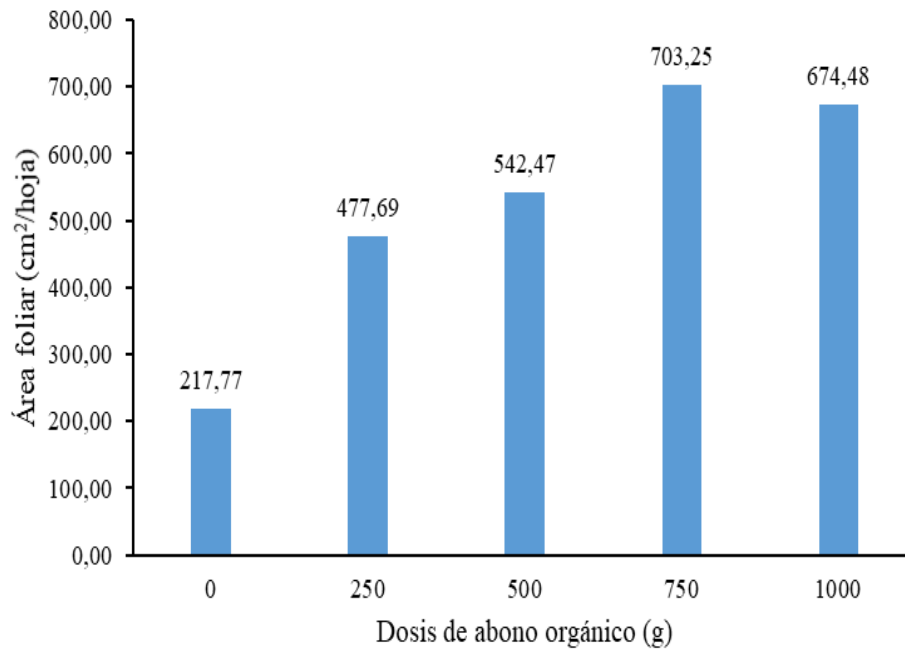
#### 4.1.4. Área foliar en *C. inocephala*

El área foliar en *C. inocephala* que fueron sometidos a distintas dosis de abono orgánico fueron variables tanto a nivel de los tratamientos utilizados representados por los promedios, así como dentro de las repeticiones, siendo más resaltante en el uso de la dosis 250 g debido a que el coeficiente de variación determinada fue del 46,17% (**Tabla 12** y **Figura 8**). La alta variabilidad puede proceder a características particulares de las matas de donde se extrajo los esquejes ya que Cuenca (2 022) encontró en *C. lutea* que hubo diferencias estadísticas significativas del área foliar al utilizar tres procedencias.

**Tabla 12.** Estadísticos descriptivos para el área foliar en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (cm <sup>2</sup> /hoja)	Desviación estándar	Bloques	CV (%)
0	217,77	23,13	3	10,62
250	477,69	220,54	3	46,17
500	542,47	169,99	3	31,34
750	703,25	249,53	3	35,48
1000	674,48	113,72	3	16,86

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 8.** Área foliar en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El ANVA para el área foliar de *C. inocephala* mostró un p-valor de 0,195 para los bloques, lo que indica que no hubo diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que la variabilidad atribuida a los bloques no influyó significativamente en los resultados del experimento. Por otro lado, el p-valor de 0,035 para las dosis de abono orgánico indica diferencias significativas, lo que demuestra que las distintas dosis de abono (0, 250, 500, 750 y 1 000 g) afectaron significativamente el área foliar (**Tabla 13**).

El coeficiente de variación (30,50%) refleja una variabilidad moderada a alta en los datos, lo que podría estar asociado a factores no controlados en el experimento. A pesar de ello, los resultados sugieren que las dosis de abono tienen un impacto significativo en la variable evaluada.

**Tabla 13.** ANVA para el área foliar en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	102897,442	2	51448,721	2,021	0,195ns
Dosis del abono orgánico	453105,300	4	113276,325	4,450	0,035S
Error del experimento	203634,882	8	25454,360		
Total	759637,624	14			

CV: 30,50%. S: Existen diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ). ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

Los resultados de la comparación de medias mediante la prueba Duncan para el área foliar en *C. inocephala* indican que las dosis de 750 g, 1 000 g y 500 g de abono orgánico tuvieron un efecto positivo y significativo sobre el área foliar, con medias de 703,25, 674,48 y 542,47 cm<sup>2</sup>/hoja, respectivamente, todas clasificadas con la letra "a" (**Tabla 14**). Esto sugiere que estas dosis promovieron un mayor desarrollo en el área foliar en comparación con los tratamientos con dosis menores.

Por otro lado, las dosis de 250 g y 0 g mostraron un área foliar considerablemente menor. La dosis de 250 g (media de 477,69 cm<sup>2</sup>/hoja) mostró una media superior a la dosis sin abono (0 g), que tuvo la menor área foliar con una media de 217,77 cm<sup>2</sup>/hoja, siendo significativamente diferente a todas las demás dosis (**Tabla 14**). Estos resultados destacan que el abono orgánico tiene un impacto significativo en el aumento del área foliar de *C. inocephala*.

**Tabla 14.** Prueba Duncan para el área foliar en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Mérito	Dosis de abono orgánico (g)	Bloque	Media (cm <sup>2</sup> /hoja)	Subconjunto
1	750	3	703,25	a
2	1 000	3	674,48	a
3	500	3	542,47	a
4	250	3	477,69	ab
5	0	3	217,77	b

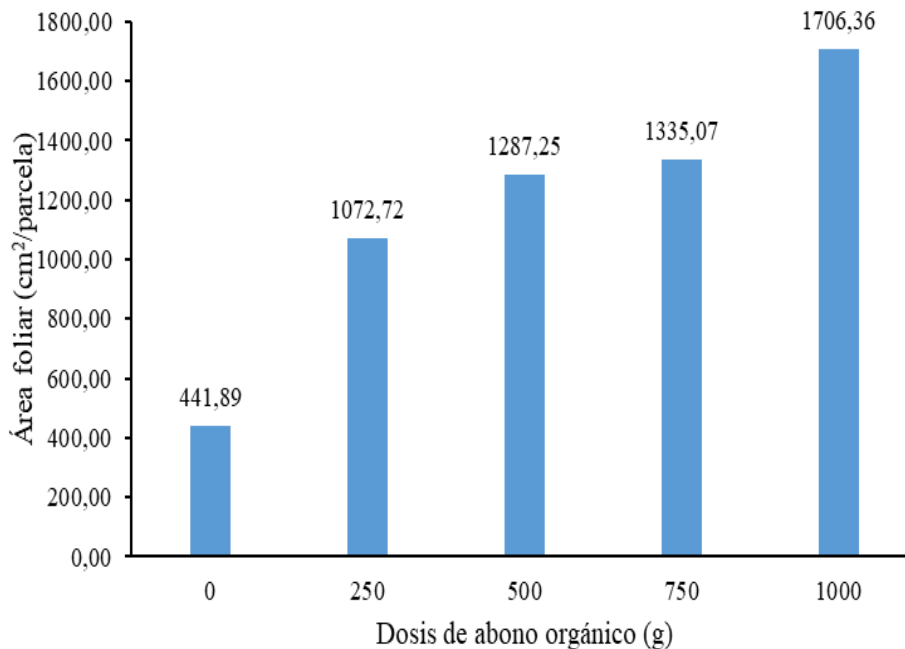
Letras diferentes ratifican las diferencias estadísticas significativas (P<0,05).

El área foliar por parcela en *C. inocephala* que fueron sometidos a distintas dosis de abono orgánico fueron variables tanto a nivel de los tratamientos utilizados representados por los promedios, así como dentro de las repeticiones, siendo más resaltante en el uso de la dosis 250 g debido a que el coeficiente de variación determinada fue del 50,63% (**Tabla 15 y Figura 9**).

**Tabla 15.** Estadísticos descriptivos para el área foliar/parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (cm <sup>2</sup> /parcela)	Desv. estándar	Bloques	CV (%)
0	441,89	181,75	3	41,13
250	1072,72	543,16	3	50,63
500	1287,25	226,93	3	17,63
750	1335,07	543,00	3	40,67
1 000	1706,36	518,28	3	30,37

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 9.** Área foliar/parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El análisis de varianza (ANVA) realizado para el área foliar por parcela de *C. inocephala* indicó un p-valor de 0,129 para los bloques, lo que sugiere que no hubo diferencias significativas entre ellos. Esto implica que la variabilidad asociada a los bloques no tuvo un efecto relevante en los resultados del experimento. En contraste, el p-valor de 0,032 para las dosis de abono orgánico muestra diferencias significativas al nivel de significancia del 5%, lo que indica que las dosis de abono (0, 250, 500, 750 y 1 000 g) influyeron significativamente en el área foliar por parcela (**Tabla 16**).

El coeficiente de variación (32,17%) refleja una variabilidad

relativamente alta en los datos, lo que puede dificultar la detección de diferencias más marcadas. Sin embargo, la significancia obtenida demuestra que las dosis de abono tienen un impacto claro sobre la variable estudiada.

**Tabla 16.** ANVA para el área foliar/parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	755296,024	2	377648,012	2,672	0,129ns
Dosis del abono orgánico	2604800,650	4	651200,163	4,607	0,032S
Error del experimento	1130730,210	8	141341,276		
Total	4490826,884	14			

CV: 32,17%. S: Existen diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ). ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

Los resultados de la comparación de medias mediante la prueba Duncan para el área foliar por parcela en *C. inocephala* indican que las dosis de 750 g, 1 000 g y 500 g de abono orgánico presentaron un impacto positivo y significativo sobre el área foliar por parcela, todas clasificadas con la letra "a" (**Tabla 17**). Esto sugiere que estas dosis favorecieron el mayor desarrollo del área foliar por parcela, mostrando una mejora considerable en comparación con las dosis más bajas.

Por otro lado, la dosis de 250 g (media de 1072,72 cm<sup>2</sup>/parcela) mostró una media intermedia y fue significativamente inferior a las dosis más altas, pero superior a la dosis sin abono (0 g), que presentó el área foliar por parcela más baja con una media de 441,89 cm<sup>2</sup>/parcela (**Tabla 17**). Estos resultados resaltan la influencia positiva del abono orgánico en el crecimiento de *C. inocephala* a nivel de área foliar por parcela.

**Tabla 17.** Prueba Duncan para el área foliar/parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Mérito	Dosis de abono orgánico (g)	Bloque	Media (cm <sup>2</sup> /parcela)	Subconjunto
1	1 000	3	1706,36	a
2	750	3	1335,07	a
3	500	3	1287,25	a
4	250	3	1072,72	ab
5	0	3	441,89	b

Letras diferentes ratifican las diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ).

## 4.2. Efecto de las dosis del compost Odinsu sobre las características de las matas del *C. inocephala*

### 4.2.1. Mortalidad en *C. inocephala*

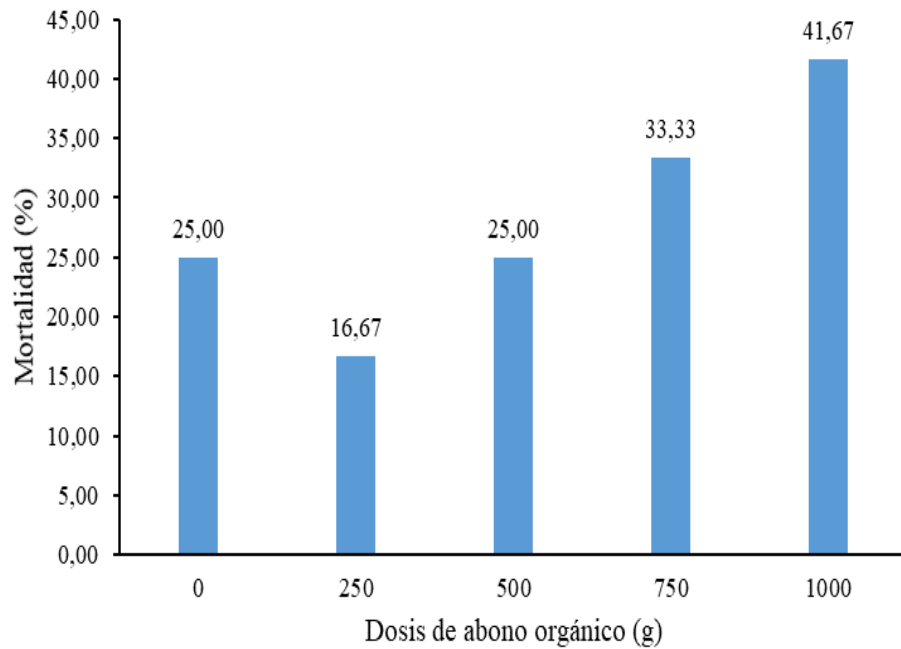
La mortalidad de plantas de *C. inocephala* en respuesta a diferentes dosis de abono orgánico sugiere variabilidad en la efectividad del tratamiento en comparación con el uso de abonos inorgánicos, como el reportado por Del Aguila (2014). En el estudio analizado, la dosis de 250 g de abono orgánico resultó en la menor mortalidad (16,67%) con un coeficiente de variación (CV) alto (173,21%), lo que indica resultados inconsistentes dentro del tratamiento. Por otro lado, dosis mayores (750 g y 1000 g) mostraron un incremento en la mortalidad (33,33% y 41,67%, respectivamente), posiblemente debido a una acumulación de nutrientes que afectó negativamente a las plantas. El tratamiento con 500 g destacó por su estabilidad (CV de 0,00%) aunque presentó una mortalidad del 25% (**Tabla 18** y **Figura 10**).

En comparación, Del Aguila (2014) observó una menor mortalidad (18,75%) sin fertilización, mientras que las dosis de 50 g y 100 g de fertilizante inorgánico Molimax 20-20-20 incrementaron significativamente la mortalidad (43,75% y 31,25%, respectivamente). Esto sugiere que las plantas de *C. inocephala* pueden ser sensibles a niveles elevados de fertilización, independientemente del tipo de abono. La menor mortalidad con dosis orgánicas moderadas (250 g) en este estudio podría atribuirse a la liberación lenta de nutrientes, lo que favorece un mejor equilibrio en el crecimiento inicial de las plantas en comparación con las dosis inorgánicas. Sin embargo, la alta variación observada requiere mayor investigación para determinar las condiciones óptimas.

**Tabla 18.** Estadísticos descriptivos para la mortalidad en plantas de *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (%)	Desviación estándar	Bloques	CV (%)
0	25,00	25,00	3	100,00
250	16,67	28,87	3	173,21
500	25,00	0,00	3	0,00
750	33,33	14,43	3	43,30
1 000	41,67	38,19	3	91,65

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 10.** Mortalidad en plantas de *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El análisis de varianza (ANVA) para la mortalidad de plantas en *C. inocephala* mostró un p-valor de 0,467 para los bloques, lo que indica que no hubo diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que los bloques no influyeron en los resultados. Asimismo, el p-valor de 0,791 para las dosis de abono orgánico revela que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (0, 250, 500, 750 y 1 000 g) respecto a la mortalidad de las plantas, lo que indica que las dosis de abono no tuvieron un efecto relevante en esta variable (**Tabla 19**). El coeficiente de variación (89,69%) es extremadamente alto, reflejando una gran variabilidad relativa en los datos, lo cual puede dificultar la detección de diferencias significativas. Esta alta variabilidad podría deberse a factores no controlados, como heterogeneidad en las condiciones de cultivo, manejo o estrés ambiental.

**Tabla 19.** ANVA para la mortalidad en plantas de *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	1083,333	2	541,667	0,839	0,467ns
Dosis del abono orgánico	1083,333	4	270,833	0,419	0,791ns
Error del experimento	5166,667	8	645,833		
Total	7333,333	14			

CV: 89,69%. ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

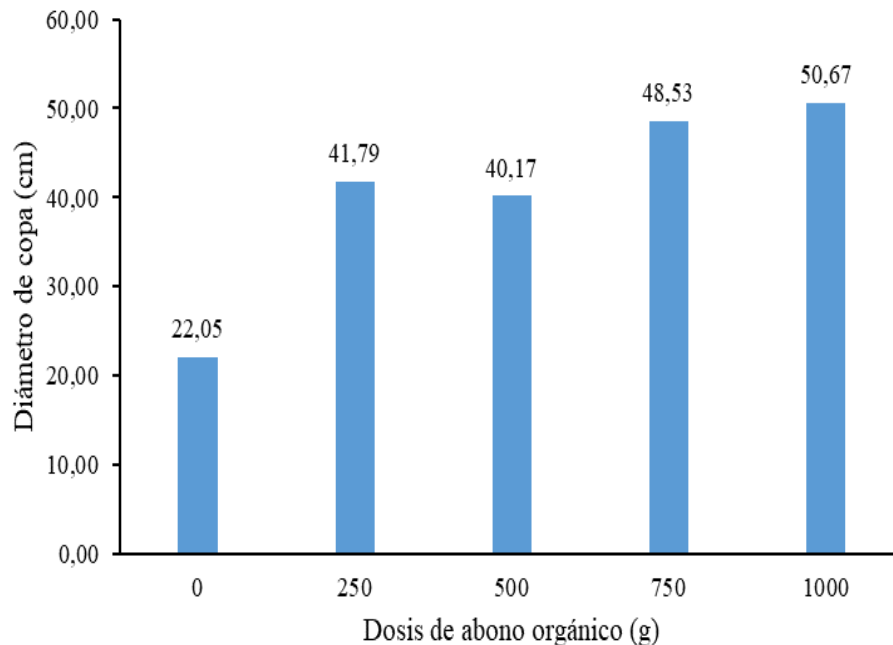
#### 4.2.2. Ancho de mata en *C. inocephala*

El ancho de matas en *C. inocephala* que fueron sometidos a distintas dosis de abono orgánico fueron variables tanto a nivel de los tratamientos utilizados representados por los promedios, así como dentro de las repeticiones, siendo más resaltante en el uso de la dosis 250 g debido a que el coeficiente de variación determinada fue del 35,89% (Tabla 20 y Figura 11).

**Tabla 20.** Estadísticos descriptivos para el ancho de matas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (cm)	Desviación estándar	Bloques	CV (%)
0	22,05	3,64	3	16,51
250	41,79	15,00	3	35,89
500	40,17	5,36	3	13,34
750	48,53	11,10	3	22,87
1 000	50,67	3,55	3	7,00

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 11.** Ancho de matas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El ANVA para el ancho de matas de *C. inocephala* indicó un p-valor de 0,546 para los bloques, lo que señala que no hubo diferencias significativas entre ellos. Esto implica que la variabilidad asociada a los bloques no tuvo un impacto relevante en los

resultados. Por otro lado, el p-valor de 0,035 para las dosis de abono orgánico indica diferencias significativas, lo que demuestra que las distintas dosis de abono (0, 250, 500, 750 y 1 000 g) influyeron significativamente en el ancho de las matas (**Tabla 21**).

El coeficiente de variación (22,89%) es moderado, reflejando una variabilidad aceptable dentro del experimento y una precisión razonable en los datos obtenidos. Esto respalda la confiabilidad de los resultados.

**Tabla 21.** ANVA para el ancho de matas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	113,097	2	56,549	0,654	0,546ns
Dosis del abono orgánico	1529,824	4	382,456	4,421	0,035S
Error del experimento	692,029	8	86,504		
Total	2334,950	14			

CV: 22,89%. S: Existen diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ). ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

Los resultados de la comparación de medias mediante la prueba Duncan para el ancho de mata en *C. inocephala* indican que las dosis de 750 g, 1 000 g, 500 g y 250 g de abono orgánico mostraron un efecto positivo en el desarrollo del ancho de la mata, con medias de 48,53, 50,67, 40,17 y 41,79 cm, respectivamente, todas clasificadas con la letra "a" (**Tabla 22**). Esto sugiere que estas dosis favorecieron el crecimiento en ancho de la mata en comparación con el tratamiento sin abono.

Por otro lado, la dosis sin abono (0 g) mostró una media significativamente menor de 22,05 cm, clasificándose con la letra "b", lo que indica que la ausencia de abono tuvo un impacto negativo en el desarrollo del ancho de la mata (**Tabla 22**). Estos resultados resaltan la importancia del abono orgánico en el crecimiento y desarrollo de *C. inocephala*, favoreciendo el aumento en el ancho de la mata con dosis más altas. En contraste, Del Aguila (2014) reportó mayores anchos de mata con abono inorgánico Molimax 20-20-20, siendo el valor más alto (57,28 cm) obtenido sin fertilización, mientras que dosis de 50 g (53,71 cm) y 100 g (44,17 cm) mostraron una disminución progresiva. Esto indica que la fertilización inorgánica podría no ser tan eficiente a largo plazo para esta especie o podría estar asociada a problemas como acumulación de sales que afectan negativamente el desarrollo.

Comparativamente, el abono orgánico mostró un crecimiento más

sostenido con dosis crecientes, posiblemente debido a la liberación gradual de nutrientes y la mejora de la estructura del suelo. No obstante, los valores reportados por Del Aguila (2 014) para el abono inorgánico sin fertilización destacan la influencia de factores edafoclimáticos o condiciones experimentales que deben considerarse en futuros estudios. Además, una de las ventajas que pudo haber favorecido al crecimiento de las matas en un periodo prolongado de pocas lluvias (SENAMHI, 2 025), pudo atribuirse a que el producto orgánico utilizado contenía microorganismos benéficos, el cual para Tanya y Leiva (2019) al aplicarse en la agricultura influye en la mejora de las características físicas y químicas de los suelos.

**Tabla 22.** Prueba Duncan para el ancho de matas en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Mérito	Dosis de abono orgánico (g)	Bloque	Media (cm)	Subconjunto
1	1000	3	50,67	a
2	750	3	48,53	a
3	250	3	41,79	a
4	500	3	40,17	a
5	0	3	22,05	b

Letras diferentes ratifican las diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ).

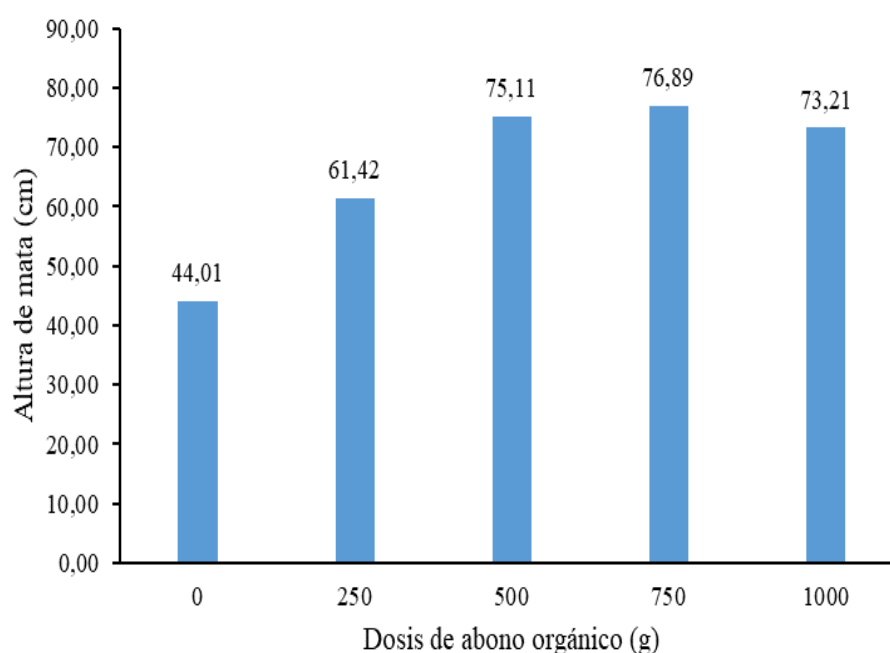
#### 4.2.3. Altura de mata en *C. inocephala*

La altura de mata en *C. inocephala* que fueron sometidos a distintas dosis de abono orgánico fueron variables tanto a nivel de los tratamientos utilizados representados por los promedios, así como dentro de las repeticiones, siendo más resaltante en el uso de la dosis 750 g debido a que el coeficiente de variación determinada fue del 27,22% (Tabla 23 y Figura 12).

**Tabla 23.** Estadísticos descriptivos para la altura de mata en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (cm)	Desviación estándar	Bloques	CV (%)
0	44,01	9,84	3	22,36
250	61,42	16,60	3	27,03
500	75,11	15,69	3	20,88
750	76,89	20,93	3	27,22
1 000	73,21	2,42	3	3,31

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 12.** Altura de mata en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El análisis de varianza (ANVA) para la altura de mata de *C. inocephala* mostró un p-valor de 0,013 para los bloques, lo que indica diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que los bloques contribuyeron de manera importante a la variabilidad observada, posiblemente debido a factores específicos del diseño experimental, como diferencias en las condiciones ambientales o de manejo entre los bloques. Además, el p-valor de 0,013 para las dosis de abono orgánico revela que las distintas dosis de abono (0, 250, 500, 750 y 1 000 g) tuvieron un efecto significativo en la altura de las matas (**Tabla 24**).

El coeficiente de variación (14,32%) es bajo, lo que refleja una buena precisión experimental y una variabilidad relativa aceptable en los datos obtenidos. Esto fortalece la confiabilidad de los resultados.

**Tabla 24.** ANVA para la altura de mata en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	1406,954	2	703,477	7,842	0,013S
Dosis del abono orgánico	2273,564	4	568,391	6,336	0,013S
Error del experimento	717,664	8	89,708		
Total	4398,182	14			

CV: 14,32%. S: Existen diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ).

Los resultados de la comparación de medias mediante la prueba Duncan para la altura de mata en *C. inocephala* muestran que las dosis de 750 g, 1 000 g, 500 g y 250 g de abono orgánico tuvieron un efecto positivo en la altura de la mata, con medias de 76,89, 73,21, 75,11 y 61,42 cm, respectivamente, clasificadas con la letra "a" o "ab" (**Tabla 25**). Esto sugiere que estas dosis favorecieron un mayor crecimiento en altura de la mata en comparación con la dosis sin abono.

En contraste, la dosis sin abono (0 g) mostró una media significativamente menor de 44,01 cm, clasificándose con la letra "b". Esto indica que la ausencia de abono redujo el crecimiento de la altura de la mata (**Tabla 25**). Los resultados destacan la importancia del abono orgánico en el desarrollo de *C. inocephala*, promoviendo un mayor crecimiento en altura con las dosis más altas. En comparación, Del Aguila (2014) registró alturas menores con fertilización inorgánica Molimax 20-20-20. Sin fertilización, obtuvo 55,90 cm, lo que es superior al promedio sin abono orgánico (44,01 cm), posiblemente debido a diferencias en las condiciones experimentales o edáficas. Las dosis de 50 g y 100 g de Molimax alcanzaron 57 cm y 46,64 cm, respectivamente, lo que sugiere que el fertilizante inorgánico no es tan efectivo en este caso para estimular el crecimiento vertical como el orgánico.

Los resultados destacan las ventajas del abono orgánico, que libera nutrientes de manera gradual y mejora la estructura del suelo, favoreciendo un crecimiento más sostenible. Además, reflejan la importancia de identificar dosis óptimas que eviten saturación de nutrientes.

**Tabla 25.** Prueba Duncan para la altura de mata en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Mérito	Dosis de abono orgánico (g)	Bloque	Media (cm)	Subconjunto
1	750	3	76,89	a
2	500	3	75,11	a
3	1 000	3	73,21	a
4	250	3	61,42	ab
5	0	3	44,01	b

Letras diferentes ratifican las diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ).

#### 4.2.4. Cantidad de hijuelos en *C. inocephala*

Los resultados obtenidos sobre el número de hijuelos por mata de *Calathea inocephala* fertilizadas con abono orgánico muestran un incremento moderado con la adición de nutrientes, alcanzando el máximo promedio de 1,42 hijuelos con 250 g de abono. Sin embargo, a medida que aumentaron las dosis a 500 g, 750 g, y 1 000 g, el número de hijuelos disminuyó ligeramente, lo que sugiere que dosis más altas de abono orgánico no necesariamente promueven una mayor producción de hijuelos. El menor valor (1,00 hijuelo) fue registrado sin fertilización, lo que destaca la importancia de los aportes nutricionales para este aspecto del crecimiento de la planta (**Tabla 26** y **Figura 13**).

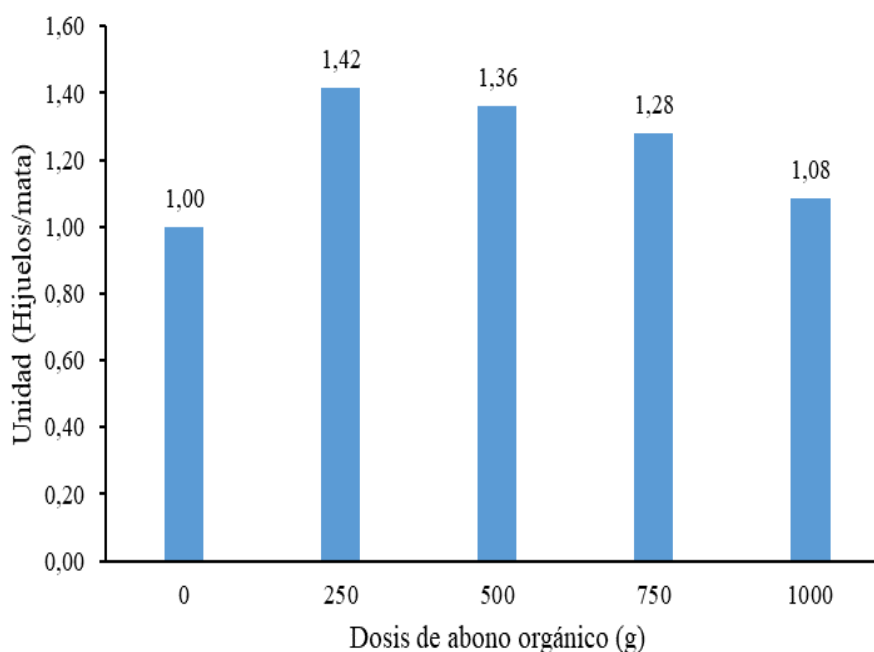
En contraste, el estudio de Del Aguila (2 014), que utilizó fertilizante inorgánico Molimax 20-20-20, registró una mayor producción de hijuelos por mata, con un máximo de 5,54 hijuelos a una dosis de 50 g. No obstante, dosis más altas (100 g) redujeron la producción de hijuelos a 3,94, lo que sugiere que el fertilizante inorgánico puede generar efectos negativos en dosis elevadas, posiblemente debido a la acumulación de sales. Además, este comportamiento es más dependiente del tipo de hijuelo utilizado en el presente estudio ya que el autor en mención resalta que hay diferencias estadísticas significativas al usar distintos tipos de material a propagar como es el rizoma solo, rizoma con parte deseudotallo y planta con hojas, siendo una característica en esta especie la cantidad de yemas que pueda contener los rizomas, más no tanto es dependiente de los nutrientes que se apliquen al sembrar.

Comparando ambos tipos de fertilización, el abono orgánico parece ser menos eficiente en términos de producción de hijuelos, pero tiene la ventaja de ser más sostenible, al liberar los nutrientes de manera gradual y mejorar la estructura del suelo. El fertilizante inorgánico, aunque efectivo en la producción de hijuelos, debe usarse con moderación para evitar efectos adversos.

**Tabla 26.** Estadísticos descriptivos para la cantidad de hijuelos en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (Hijuelo/mata)	Desv. estándar	Bloques	CV (%)
0	1,00	0,00	3	0,00
250	1,42	0,14	3	10,19
500	1,36	0,13	3	9,35
750	1,28	0,25	3	19,92
1 000	1,08	0,14	3	13,32

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 13.** Cantidad de hijuelos en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El análisis de varianza (ANVA) para la cantidad de hijuelos por mata en *C. inocephala* mostró un p-valor de 0,493 para los bloques, lo que indica que no hubo diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que la variabilidad asociada a los bloques no tuvo un efecto relevante en los resultados. Por otro lado, el p-valor de 0,053 para las dosis de abono orgánico señala que, aunque no se alcanzó el nivel de significancia tradicional del 5%, se encuentra cerca del umbral. Esto sugiere una posible tendencia hacia un efecto significativo de las dosis de abono (0, 250, 500, 750 y 1 000 g) en la cantidad de hijuelos por mata (**Tabla 27**). El coeficiente de variación (13,06%) es bajo, lo que refleja una buena precisión experimental y una variabilidad relativa mínima entre las observaciones.

**Tabla 27.** ANVA para la cantidad de hijuelos en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	0,040	2	0,020	0,775	0,493ns
Dosis del abono orgánico	0,386	4	0,097	3,757	0,053ns
Error del experimento	0,206	8	0,026		
Total	0,631	14			

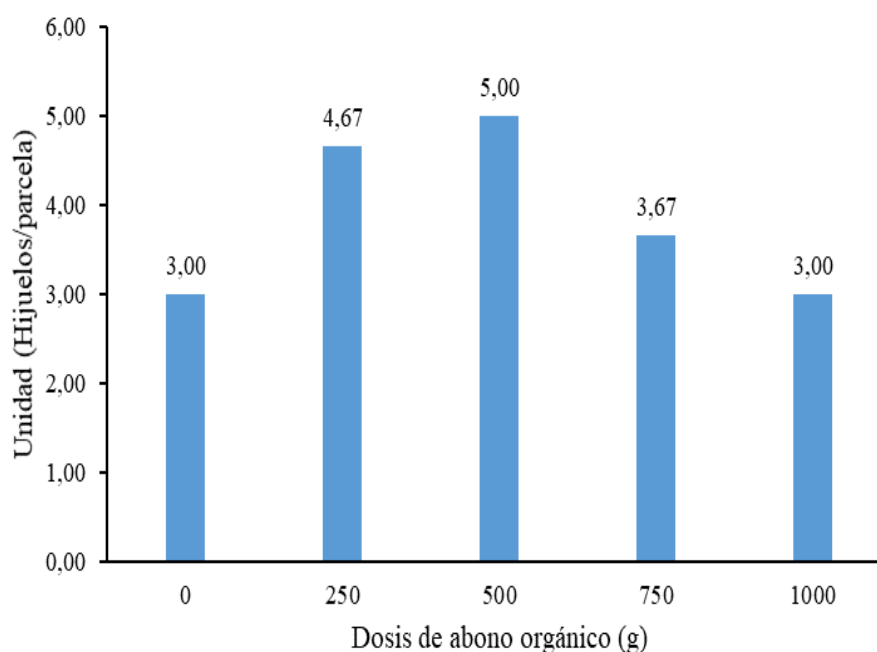
CV: 13,06%. ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

La cantidad de hijuelos por parcela en *C. inocephala* que fueron sometidos a distintas dosis de abono orgánico fueron variables tanto a nivel de los tratamientos utilizados representados por los promedios, así como dentro de las repeticiones, siendo más resaltante en el uso de la dosis 1 000 g debido a que el coeficiente de variación determinada fue del 57,74% (**Tabla 28** y **Figura 14**).

**Tabla 28.** Estadísticos descriptivos para la cantidad de hijuelos/parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

Dosis de abono orgánico (g)	Media (Hijuelo/parcela)	Desv. estándar	Bloques	CV (%)
0	3,00	1,00	3	33,33
250	4,67	1,53	3	32,73
500	5,00	1,00	3	20,00
750	3,67	0,58	3	15,75
1 000	3,00	1,73	3	57,74

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 14.** Cantidad de hijuelos/parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

El análisis de varianza (ANVA) para la cantidad de hijuelos por parcela en *C. inocephala* reveló un p-valor de 0,966 para los bloques, lo que indica que no hubo

diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que los bloques no influyeron en los resultados, y la variabilidad observada no está relacionada con factores específicos del diseño experimental, como las condiciones de cada bloque. Además, el p-valor de 0,326 para las dosis de abono orgánico muestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (0, 250, 500, 750 y 1 000 g), lo que sugiere que las dosis de abono no tuvieron un efecto importante sobre la cantidad de hijuelos por parcela (**Tabla 29**).

El coeficiente de variación (35,65%) es relativamente alto, lo que indica una variabilidad considerable en los datos y puede reflejar factores no controlados que afectan el rendimiento de las plantas.

**Tabla 29.** ANVA para la cantidad de hijuelos/parcela en *C. inocephala* sometidos a distintas dosis de abono orgánico.

<b>Fuente de variación</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	0,133	2	0,067	0,035	0,966ns
Dosis del abono orgánico	10,400	4	2,600	1,368	0,326ns
Error del experimento	15,200	8	1,900		
<b>Total</b>	<b>25,733</b>	<b>14</b>			

CV: 35,65%. ns: No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ).

## V. CONCLUSIONES

1. Se demostró que el uso del abono orgánico afecta a las características de las hojas de *C. inocephala* como el ancho de hoja, largo de hoja y área foliar, siendo la dosis de 750 g la más adecuada aplicadas una semana antes de la siembra. La cantidad de hojas emitidas no fue afectada por el abonamiento.
2. El uso de las dosis superiores a 500 g del abono orgánico afecta de manera significativa sobre las características de las matas del *C. inocephala* como el ancho de mata y altura total de la mata, mientras que la mortalidad después del establecimiento y la cantidad de hijuelos no fueron afectados por el abonamiento aplicado.

## VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Con fines de disminuir la tasa de mortalidad de *C. inocephala* en la etapa de establecimiento, se debe realizar los efectos del uso de algún enraizante previo a la siembra, debido a que en muchas ocasiones puede existir prendimiento de las yemas para emitir brotes nuevos, pero al transcurrir el tiempo suelen perecer debido a la ausencia de la emisión de raíces.
2. Para garantizar el crecimiento en la etapa inicial del cultivo de *C. inocephala*, se tiene que realizar estudios donde se incluyan acciones de aplicar abonos orgánicos y químicos como parte del manejo en periodos de dos a tres meses posteriores al establecimiento debido a que en muchas ocasiones el nivel de fertilidad del suelo es limitado y las plantas suelen presentar limitaciones en su crecimiento.
3. Realizar estudios en el mismo periodo de ejecución con el uso adicional de hidrogel como búsqueda de soluciones para que las plantas no puedan tener limitantes en su crecimiento durante la época de poca precipitación que es bien marcada en la zona en estudio.

## VII. REFERENCIAS

- Álvarez-Solís, J. D., Gómez-Velasco, A., León-Martínez, D., Samuel, F.N., Gutiérrez-Miceli, A. (2 010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo del maíz. *Agrociencia*, 44, 575-586. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v44n5/v44n5a7.pdf>
- Arias, E., Martínez, F., García, C. (2 010). *Manual de procedimientos para abonos orgánicos*. ACTAF, MINAG, Editora Agroecológica. La Habana, 28 p.
- Bardales, L. E. (2 012). *Evaluación de cuatro estados fenológicos de bijao: hijuelo en tres fases de crecimiento y plántones de bijao (pecho blanco) poblado Abujao – cuenca del río Abujao* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional UNU. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/1866>
- Bardales, T. L. E. (2 012). *Evaluación de cuatro estados fenológicos de bijao: hijuelos en tres fases de crecimiento y plántones del bijao “pecho blanco” (Calathea lutea) en un área natural del centro poblado Abujao - cuenca del río Abujao* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio institucional UNU. <http://www.repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/1866>
- Barrera, J. L., Combatt, E. M., Ramírez, L. (2 011). Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón (Musa AAB). *Revista Colombiana de Ciencias hortícolas*, 5(2), 186-194. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v5n2/v5n2a03.pdf>
- Bellapart, C. (1 996). *Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química*. <https://www.bookfinder.top/?p=Nueva+Agricultura+Biologica+En+Equilibrio+Con+La+Agricultura+Quimica&ln=es>
- Bollo, E. (1 999). *Lombricultura, una alternativa de reciclaje*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Boudet, A., Boicet, T., Santos, R., Meriño, Y. (2 017). Efecto sobre el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas. *Centro Agrícola*, 44(4), 37-42. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v44n4/cag06417.pdf>
- Brechelt, A. (2 004). *Manejo ecológico del suelo*. [https://bioinsumosagric.ucoz.com/\\_ld/0/90\\_Manejo\\_Ecologic.pdf](https://bioinsumosagric.ucoz.com/_ld/0/90_Manejo_Ecologic.pdf)
- Cegarra, J.A., et al. (1 993). Características, compostaje y uso agrícola de residuos sólidos urbanos. *En: Memorias Jornadas de Recogidas Selectivas en Origen y Reciclaje*. Córdoba, España: Ed Mundi - Prensa. pp. 46-55.

- Cerrato, M. E., Leblanc, H. A., y Kameko, C. (2 007). Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*, 3(2), 183-197.
- Chamaya, C. E. (2 023). *Efecto de los sustratos orgánicos en la calidad de plantones de tres especies forestales en Tingo María, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8d23e56a-9062-4901-898e-4e440b1847bd/content>
- Chávez, Q. E., Roldán, T. J., Sotelo, O. B. E., Ballinas, D. J., y López, Z. E. J. (2 009). Plantas comestibles no convencionales en Chiapas, México. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 10(2), 1-11. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2009/spn092g.pdf>
- Cogollo, A., Suárez, S. L. S., Robles, C., y Benítez, R. D. (2 007). *Identificación, caracterización del hábitat, conservación y uso de plantas de la familia marantaceae en la Jurisdicción de Corantioquia*. [https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/flora/AIRNR\\_CN\\_7222\\_2006.pdf](https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/flora/AIRNR_CN_7222_2006.pdf)
- Courtney, R. G., Mullen, G. J. (2 008). Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technology*. 99(8), 2913-2918. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.06.034>
- Cuenca, L. F. (2 022). *Caracterización agromorfológica de tres poblaciones ex situ de bijao (Calathea lutea A.) para establecer parámetros de cultivo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio institucional UTMACHALA. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19712/1/TTUACA-2022-IA-DE00002.pdf>
- Del Aguila, C. (2 014). *Comportamiento del bijao (Calathea inocephala (Kuntze) H. Kenn. & Nicolson) bajo diferentes técnicas de propagación rizomática y fertilización con molimax en campo definitivo, Tingo María* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/c146aa3e-87b7-45ef-97b2-e6ba4198e714>
- Erhart, E., Hartl, W. (2 003). Mulching with compost improves growth of blue spruce in Christmas tree plantations. *European journal of soil biology*. 39(3), 149-156. [https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=1514\\_0207](https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=1514_0207)
- Félix-Herrán, J. A., Sañudo-Torres, R. R., Rojo-Martínez, G. E., Martínez-Ruiz, R., Olalde-Portugal, V. (2 008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, 4(1), 57-67. <http://www.ejournal.unam.mx/rxm/vol04-01/RXM004000104.pdf>

- Girón, C. E., Emperatriz, Martínez, K. E. F., y Monterroza, M. P. (2012). *Influencia de la aplicación de bocashi y lombriabono en el rendimiento de calabacín (Cucurbita pepo L.), espinaca (Spinacia oleracea L.), lechuga (Lactuca sativa L.) y remolacha (Beta vulgaris L.), bajo el método de cultivo biointensivo, San Ignacio, Chalatenango* [tesis de doctorado, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional RI. <http://ri.ues.edu.sv/1588/>
- González, M. A., Suspe, P. A. (2017). *Servicios ecosistémicos asociados al bijao (Calathea lutea) en el municipio de Moniquirá, Boyacá*. Proyecto de tesis. Ing. En Agroecología. Bogotá D.C. Facultad de Ingeniería Agroecológica. 105 p.
- Grandez, W. (2014). *Efecto del volumen de sustrato y fertilización con NPK en la producción de plántones y plantación del bijao (Calathea inocephala (Kuntze) H. Kenn. & Nicolson) en Tingo María, Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/609/T.FRS\\_213.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/609/T.FRS_213.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Guerrero, A. (1996). *El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos*. Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao, España. 206 p.
- Hartwigsen, J., & Evans, M. R. (2000). Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. *Hort. Science*, 35 (7), 1231-1233.
- Herbert, T. J., & Larsen, P. B. (1985). Movimiento de las hojas en *Calathea lutea* (Marantaceae). *Oecología*, 67, 238-243. <https://doi.org/10.1007/BF00384292>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández-Leal, T. I., Carrión, G., & Heredia, G. (2011). In vitro phosphate solubilization by a strain of *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson. *Agrociencia*, 45, 881-892.
- Horvitz, C. C., & Beattie, A. J. (1980). Anti dispersión de semillas de *Calathea* (marantaceae) por ponerinas carnivas (formicidae) en un bosque tropical de lluvia. *American journal botany*, 67(3), 321-326.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (1995). *Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa*. Lima, Perú, Ministerio de Agricultura. 201 p.
- Jakobsen, S. T. (1996). Leaching of nutrients from pots with and without applied compost. *Resources, Conservation and Recycling*, 17(1), 1-11. [https://doi.org/10.1016/0921-3449\(96\)01069-5](https://doi.org/10.1016/0921-3449(96)01069-5)
- Landeros, F. (1993). *Monografía de los ácidos húmicos y fúlvicos* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Valparaíso].

- Linares, E. L. (1994). Inventario preliminar de las plantas utilizadas para elaborar artesanías en Colombia. *Universitas Scientiarum*, 2(1), 6-43. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/5075>
- Martínez, F. (2006). Gestión y tratamiento de residuos agrícolas. *Revista equipamiento y servicios municipales*, 125(mayo-junio), 38-48. ISSN 1131-6381.
- Mathon, Y. (2012). Apoyo al trabajo popular envases y embalajes. Webcache. [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9tpoPnZlX1gJ:bam21.org.ar/comunidad/pluginfile.php/1509/mod\\_data/content/4981/Envases%2520y%2520embalajes.%2520INTI..pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9tpoPnZlX1gJ:bam21.org.ar/comunidad/pluginfile.php/1509/mod_data/content/4981/Envases%2520y%2520embalajes.%2520INTI..pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe)
- Miyasaka, S. C., Hollyer, J. R., & Kodani, L. S. (2001). Mulch and compost effects on yield and corm rots of taro. *Field Crops Res*, 71, 101-112. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00154-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00154-X)
- Morant, M., Villota, M. D., y Viñals, M. J. (2015). Análisis y evaluación de los palafitos como oportunidad Para la creación de un producto turístico cultural. El caso de estudio de la provincia de Manabí (Ecuador). *Revista de Análisis Turístico*, 2, 29-38.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., y Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación: cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. [https://books.google.com.pe/books?id=VzOjDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gb\\_s\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=VzOjDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
- Ormeño, M. A., y Ovalle, A. (2007). Preparación y aplicación de abonos orgánicos. *INIA Divulga*, 10, 29-35.
- Ouédraogo, E., Mando, A., Zombré, N. P. (2001). Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agric. Ecosys. Environ*, 84(3), 259-266. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00246-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00246-2)
- Pinchi, H. (2009). *Efecto de diferentes dosis de bocashi EM, sobre el crecimiento en vivero de plantas de castaña (Bertholletia excelsa HBK), producidas en tubetes* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/694/T.FRS-69.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prada, L. E., Koop, E., Cáceres, J. J., Garcia, H. R. (2006). *Bijao: un empaque para la certificación de origen del bocadillo Veleño*. <https://pdfs.semanticscholar.org/6e9e/2069c2705bf302eb6266b8ae4cd994203c64.pdf>
- Primavesi, A. (2003). Manejo ecológico de suelos. In Soto, G; Descamps, P. eds. Memoria del I Encuentro Mesoamericano y del Caribe y III Encuentro Costarricense de

- Agricultores Experimentadores e Investigadores en Producción Orgánica. Costa Rica. 208 p.
- Ramírez, H. (2005). Producción sostenible de hortalizas. In: *Curso-Taller Introductorio producción sostenible de hortalizas*. Posgrado en Agronomía, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Edo. Lara, Venezuela, 51 p. [http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero\\_4/cag01415.pdf](http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero_4/cag01415.pdf)
- Ríos, S. A. I. (2012). *Determinación del manejo agroforestal del bijao (Calathea lutea) bajo tres diferentes condiciones de luz en un rodal natural, en el centro poblado "El Abujao", cuenca del río Abujao, región Ucayali* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio institucional UNU. <https://repositorio.unu.edu.pe/items/a94e19ec-7e69-4593-b607-277036a0c3d2>
- Riveros, A. S. (2006). Estandarización de enmiendas orgánicas para banano en América Latina y el Caribe. XVII Reunión Internacional da Associação para a Cooperação nas Pesquisas sobre Banana no Caribe e na América Tropical. Joinville, Santa Catarina, pp. 234-240.
- Servicio Agrícola y Ganadero [SAG]. (2011). *Estadísticas nacionales de producción orgánica temporada 2010 – 2011*. [http://www.sag.cl/sites/default/files/estadisticas\\_nacionales\\_de\\_produccion\\_organica\\_2010-2011.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/estadisticas_nacionales_de_produccion_organica_2010-2011.pdf)
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2025). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. Estación: Tulumayo*. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Silvera, J., Florentino, A., Ospina, A., y Andreu, E. (2009). *Efecto de la fertilización sobre las propiedades físicas del suelo y el desarrollo de especies forestales en una asociación de árboles con fines agrosilvopastoriles en el sombrero, estado, Guárico*. [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/CVCS19/uso\\_manejo\\_suelo/UMS24.pdf](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/CVCS19/uso_manejo_suelo/UMS24.pdf)
- Suárez, L. E., Robles, C., Uribe, J. A., y Toro, J. L. (2007). *Identificación, caracterización del hábitat, conservación y uso de plantas de la familia marantaceae en la jurisdicción de Corantioquia*. [http://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR\\_CN\\_7222\\_2006.pdf](http://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR_CN_7222_2006.pdf)
- Tan, K. H., & Nopamombodi, V. (1979). Effect of different levels of Humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zea mays*). *Plant and soil*, 51, 283-287. <https://www.jstor.org/stable/42946477?seq=1>

- Tanya, M., y Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Tisdale, S.L., Nelson, W. (1966). *Soil Fertility and Fertilizers*.  
[https://journals.lww.com/soilsci/Citation/1966/04000/Soil\\_Fertility\\_and\\_Fertilizers.16.aspx](https://journals.lww.com/soilsci/Citation/1966/04000/Soil_Fertility_and_Fertilizers.16.aspx)
- Weather Spark. (s.d.). *El clima promedio en Tingo María*. <https://es.weatherspark.com/y/22340/Clima-promedio-en-Tingo-Mar%C3%ADa-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

**ANEXO**

## Anexo A. Matriz de datos

**Tabla 30.** Operacionalización de las variables.

<b>Variable independiente (X)</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Valor final</b>	<b>Tipo de variable</b>
Compost Odinsu	0, 250, 500, 750, 1 000	Gramos	Cuantitativa continua
<b>Variable de dependiente (Y)</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Valor final</b>	<b>Tipo de variable</b>
Arquitectura	Cantidad de hojas	Unidad	Cuantitativa discreta
	Ancho de hoja	cm	Cuantitativa continua
	Largo de hoja	cm	Cuantitativa continua
	Área foliar	cm <sup>2</sup>	Cuantitativa continua
	Ancho de mata	cm	Cuantitativa continua
	Altura de mata	cm	Cuantitativa continua
	Cantidad de hijuelos	Unidad	Cuantitativa discreta

**Tabla 31.** Matriz de datos procesados de mortalidad, cantidad, largo y ancho de hojas.

<b>Bloques</b>	<b>Trat.</b>	<b>Mortalidad (%)</b>	<b>Hojas/planta</b>	<b>Hojas/parcela</b>	<b>Ancho hoja</b>	<b>Largo hoja</b>
1	T <sub>1</sub>	50,00	2,00	4,00	13,00	22,75
1	T <sub>5</sub>	75,00	2,00	2,00	22,50	37,50
1	T <sub>2</sub>	0,00	5,75	23,00	13,73	23,00
1	T <sub>3</sub>	25,00	4,33	13,00	16,50	30,33
1	T <sub>4</sub>	50,00	4,00	8,00	17,50	31,40
2	T <sub>4</sub>	25,00	3,00	9,00	27,07	46,00
2	T <sub>2</sub>	50,00	5,00	10,00	19,50	39,25
2	T <sub>5</sub>	0,00	4,50	18,00	18,43	34,38
2	T <sub>3</sub>	25,00	3,67	11,00	14,90	34,17
2	T <sub>1</sub>	25,00	2,00	6,00	12,67	22,67
3	T <sub>5</sub>	50,00	4,00	8,00	24,50	39,00
3	T <sub>1</sub>	0,00	3,50	14,00	16,75	20,88
3	T <sub>2</sub>	0,00	4,00	16,00	16,13	29,00
3	T <sub>3</sub>	25,00	4,33	13,00	20,50	40,17
3	T <sub>4</sub>	25,00	3,00	9,00	23,00	39,33

T<sub>1</sub>: 0 g de abono orgánico, T<sub>2</sub>: 250 g de abono orgánico, T<sub>3</sub>: 500 g de abono orgánico, T<sub>4</sub>: 750 g de abono orgánico, T<sub>5</sub>: 1000 g de abono orgánico

**Tabla 32.** Matriz de datos procesados de área foliar, diámetro de copa, altura y cantidad de hijuelos por mata.

Bloque	Trat.	Área foliar	AFT	Copa	Altura mata	Hijuelo/mata	Hijuelo/parcela
1	T <sub>1</sub>	224,08	415,41	26,00	38,50	1,00	2,00
1	T <sub>5</sub>	642,39	1327,04	47,50	72,00	1,00	2,00
1	T <sub>2</sub>	303,63	701,37	40,25	42,25	1,50	6,00
1	T <sub>3</sub>	403,31	1157,61	43,67	57,00	1,50	6,00
1	T <sub>4</sub>	458,41	708,22	41,75	53,00	1,50	3,00
2	T <sub>4</sub>	957,21	1636,72	61,33	92,00	1,00	4,00
2	T <sub>2</sub>	725,71	1696,11	57,50	71,00	1,50	3,00
2	T <sub>5</sub>	580,25	1495,13	50,00	71,63	1,25	5,00
2	T <sub>3</sub>	492,17	1154,86	34,00	84,00	1,25	5,00
2	T <sub>1</sub>	192,14	274,84	18,83	38,17	1,00	3,00
3	T <sub>5</sub>	800,79	2296,89	54,50	76,00	1,00	2,00
3	T <sub>1</sub>	237,08	635,43	21,31	55,38	1,00	4,00
3	T <sub>2</sub>	403,75	820,67	27,63	71,00	1,25	5,00
3	T <sub>3</sub>	731,94	1549,29	42,83	84,33	1,33	4,00
3	T <sub>4</sub>	694,14	1660,27	42,50	85,67	1,33	4,00

T<sub>1</sub>: 0 g de abono orgánico, T<sub>2</sub>: 250 g de abono orgánico, T<sub>3</sub>: 500 g de abono orgánico, T<sub>4</sub>: 750 g de abono orgánico, T<sub>5</sub>: 1 000 g de abono orgánico

**Tabla 33.** Datos recolectados en terreno definitivo.

Bloque	Trat.	Planta	Hoja	Ancho hoja	Largo hoja	E-O	N-S	Altura	Hijuelo
1	T <sub>1</sub>	1							
1	T <sub>1</sub>	2							
1	T <sub>1</sub>	3	3	15	26	35	35	52	1
1	T <sub>1</sub>	4	1	11	19,5	23	11	25	1
1	T <sub>5</sub>	1							
1	T <sub>5</sub>	2							
1	T <sub>5</sub>	3							1
1	T <sub>5</sub>	4	2	22,5	37,5	35	60	72	1
1	T <sub>2</sub>	1	1	13,5	21	16	9	31	1
1	T <sub>2</sub>	2	5	14,5	24,5	38	32	50	1
1	T <sub>2</sub>	3	7	13,5	27	42	56	42	2

Bloque	Trat.	Planta	Hoja	Ancho hoja	Largo hoja	E-O	N-S	Altura	Hijuelo
1	T <sub>2</sub>	4	10	13,4	19,5	60	69	46	2
1	T <sub>3</sub>	1	3	11,5	23	21	23	48	1
1	T <sub>3</sub>	2	6	17,5	30	61	58	58	3
1	T <sub>3</sub>	3							1
1	T <sub>3</sub>	4	4	20,5	38	54	45	65	1
1	T <sub>4</sub>	1	1	22,5	39	22	38	70	1
1	T <sub>4</sub>	2							
1	T <sub>4</sub>	3	7	12,5	23,8	37	30	36	2
1	T <sub>4</sub>	4							
2	T <sub>4</sub>	1							1
2	T <sub>4</sub>	2	4	24,7	45	86	56	89	1
2	T <sub>4</sub>	3	4	28,5	43	100	59	88	1
2	T <sub>4</sub>	4	1	28	50	36	31	99	1
2	T <sub>3</sub>	1							
2	T <sub>3</sub>	2	3	29	54	64	65	87	1
2	T <sub>3</sub>	3	7	10	24,5	45	56	55	2
2	T <sub>3</sub>	4							
2	T <sub>5</sub>	1	5	20,2	35,5	54	57	76,5	1
2	T <sub>5</sub>	2	4	6,5	17	15	22	38	1
2	T <sub>5</sub>	3	5	26	46	77	57	99	2
2	T <sub>5</sub>	4	4	21	39	57	61	73	1
2	T <sub>1</sub>	1	3	4,2	22	22	12	54	1
2	T <sub>1</sub>	2							1
2	T <sub>1</sub>	3	4	12,5	30,5	39	19	73	1
2	T <sub>1</sub>	4	4	28	50	44	68	125	2
2	T <sub>2</sub>	1							
2	T <sub>2</sub>	2	4	13,5	26	29	16	52	1
2	T <sub>2</sub>	3	1	13	23,5	15	12	40,5	1
2	T <sub>2</sub>	4	1	11,5	18,5	18	23	22	1
3	T <sub>5</sub>	1	4	21	36	49	53	66	1
3	T <sub>5</sub>	2	4	28	42	56	60	86	1
3	T <sub>5</sub>	3							

Bloque	Trat.	Planta	Hoja	Ancho hoja	Largo hoja	E-O	N-S	Altura	Hijuelo
3	T <sub>5</sub>	4							
3	T <sub>4</sub>	1	3	7,5	15	21	7,5	24,5	1
3	T <sub>4</sub>	2	4	25,5	47	65	37	108	1
3	T <sub>4</sub>	3	4	21,5	35,5	38	29	74	1
3	T <sub>4</sub>	4	3	12,5	26	30	23	55	1
3	T <sub>2</sub>	1	5	11,5	22	19	22	54	1
3	T <sub>2</sub>	2	5	26	43	47	55	97	2
3	T <sub>2</sub>	3	5	15	34	32	23	82	1
3	T <sub>2</sub>	4	1	12	17	13	10	51	1
3	T <sub>3</sub>	1	4	23	48	88	41	86	2
3	T <sub>3</sub>	2	4	27	52	30	44	118	1
3	T <sub>3</sub>	3	5	11,5	20,5	23	31	49	1
3	T <sub>3</sub>	4							
3	T <sub>1</sub>	1							
3	T <sub>1</sub>	2	2	16,5	27	24	19	41	1
3	T <sub>1</sub>	3	3	27,5	48	56	48	111	1
3	T <sub>1</sub>	4	4	25	43	60	48	105	2

T<sub>1</sub>: 0 g de abono orgánico

T<sub>2</sub>: 250 g de abono orgánico

T<sub>3</sub>: 500 g de abono orgánico

T<sub>4</sub>: 750 g de abono orgánico

T<sub>5</sub>: 1 000 g de abono orgánico

Las dimensiones fueron medidas en centímetros

**Anexo B. panel de fotografías**

**Figura 15.** Limpieza general para establecer la parcela experimental.



**Figura 16.** Alineado en la parcela experimental.



**Figura 17.** Plateo previo a la apertura de hoyos.



**Figura 18.** Apertura de hoyos.



**Figura 19.** Pesado del abono orgánico.



**Figura 20.** Aplicación del abono orgánico.



**Figura 21.** Aplicación del abono orgánico.



**Figura 22.** Mezcla del suelo con el abono orgánico.



**Figura 23.** Extracción de esquejes.



**Figura 24.** Esquejes establecidos en la parcela experimental.



**Figura 25.** Colocación de códigos de los tratamientos.



**Figura 26.** Emisión de brotes nuevos.



**Figura 27.** Medición de la longitud de la hoja.



**Figura 28.** Medición del ancho de la hoja.



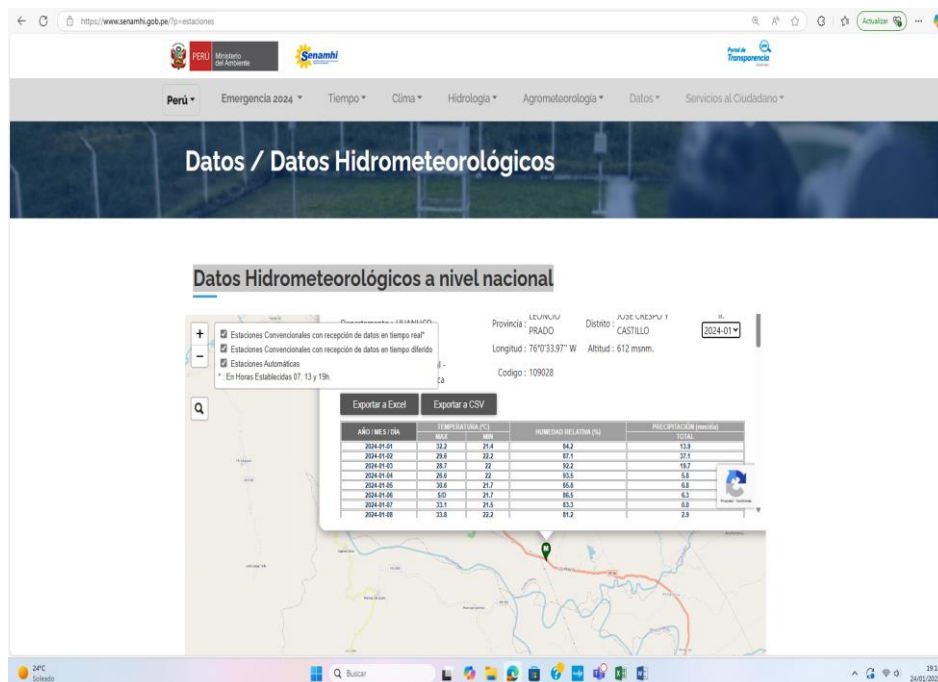
**Figura 29.** Limpieza de la parcela experimental.



**Figura 30.** Evaluación final de las características de la hoja.



Figura 31. Compost utilizado en el experimento.



Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>

Figura 32. Página de descarga de reportes mensuales meteorológico de la estación más cercana a la parcela experimental.