

Fondo Editorial



**UNAAT**  
EXCELENCIA CIENTÍFICA Y ACADÉMICA  
CON RESPONSABILIDAD SOCIAL

# HOJA DE BIJAO

*(Calathea inocephala):*

**PRODUCTO FORESTAL NO  
MADERABLE EN LA SELVA  
DE HUÁNUCO, PERÚ**

## **AUTORES**

Jairo Edson Gutiérrez-Collao  
Elí Julian Ramos Zevallos  
Kristhy Victoria Gutiérrez-Collao  
Analiz Lola Ruiz Tello  
Benancio Pantoja Medina  
Yhimy Yhon Huayllani Agui  
Wilfredo Tello Zevallos



Fondo Editorial



**UNAAT**  
EXCELENCIA CIENTÍFICA Y ACADÉMICA  
CON RESPONSABILIDAD SOCIAL

**HOJA DE BIJAO (*Calathea inocephala*):  
PRODUCTO FORESTAL NO MADERABLE  
EN LA SELVA DE HUÁNUCO, PERÚ**

**JAIRO EDSON GUTIÉRREZ-COLLAO  
ELÍ JULIAN RAMOS ZEVALLOS  
KRISTHY VICTORIA GUTIÉRREZ-COLLAO  
ANALIZ LOLA RUIZ TELLO  
BENANCIO PANTOJA MEDINA  
YHIMY YHON HUAYLLANI AGUI  
WILFREDO TELLO ZEVALLOS**



# HOJA DE BIJAO (*Calathea inocephala*): PRODUCTO FORESTAL NO MADERABLE EN LA SELVA DE HUÁNUCO, PERÚ



Fondo Editorial



**UNAAT**  
EXCELENCIA CIENTÍFICA Y ACADÉMICA  
CON RESPONSABILIDAD SOCIAL

**Título:** HOJA DE BIJAO (*Calathea inocephala*): PRODUCTO FORESTAL NO MADERABLE EN LA SELVA DE HUÁNUCO, PERÚ

**Autores:**

- ©  Jairo Edson Gutiérrez-Collao
- ©  Elí Julian Ramos Zevallos
- ©  Kristhy Victoria Gutiérrez-Collao
- ©  Analiz Lola Ruiz Tello
- ©  Benancio Pantoja Medina
- ©  Yhimy Yhon Huayllani Agui
- ©  Wilfredo Tello Zevallos

**Editado por:**

©Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Fondo Editorial.  
Carretera La Florida – Cochayoc km 2, Huancucro N° 2092 Acobamba -  
Tarma – Junín - Tarma, Perú.

**1ª edición Digital – Agosto 2025**

74 pp.; 17x23cm

Version Digital

**HECHO EL DEPÓSITO LEGAL EN LA BIBLIOTECA NACIONAL  
DEL PERÚ N° 2025-09246**

**ISBN: 978-612-99147-0-1**

Libro electrónico disponible en: <https://fondoeditorial.unaat.edu.pe>

DOI: <https://doi.org/10.61210/fondoeditorialB7-25>

**Proceso de Revisión**

Fue revisado por pares externos en modalidad de doble ciego.

Revisor A:  Humberto Dax Bonilla-Mansilla

Revisor B:  Julio Miguel Ángeles-Suazo

**Corrección de estilo**

Deyvid Cruz-Ventura

**Diseño de cubierta y diagramación de interiores**

Antony Aguilar-Ozejo

**Publicado en el Perú / Published in Peru**

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, sin autorización escrita del autor.

## **AGRADECIMIENTO**

A los pobladores del centro poblado menor Alfonso Ugarte (Apiza) en el distrito Daniel Alomía Robles, provincia Leoncio Prado, región Huánuco.



## RESUMEN

En la selva de Huánuco, especialmente en Tingo María, la hoja de bijao (*Calathea inocephala*) es un recurso forestal no maderable de amplio uso tradicional y valor cultural. Sin embargo, su aprovechamiento es extractivo y carente de criterios técnicos, lo que pone en riesgo su sostenibilidad y el conocimiento ancestral asociado. **Objetivo:** Evaluar la producción de *C. inocephala* (bijao) en diferentes distanciamientos y densidades de siembra. **Metodología:** Se utilizó un diseño de investigación de bloques completos al azar, con tres bloques y cinco tratamientos por bloque (distanciamiento de siembra). Los tratamientos fueron: T1 (1,0 x 1,5 m – 24 plantas), T2 (1,0 x 2,0 m – 18 plantas), T3 (1,5 x 1,5 m – 16 plantas), T4 (1,5 x 2,0 m – 12 plantas) y T5 (2,0 x 2,0 m – 9 plantas). Se evaluó: altura de las plantas, número de hojas, longitud del pecíolo, diámetro del pecíolo, diámetro de copa y porcentaje de sobrevivencia. **Resultados:** El T2 registró la mayor altura total de planta (60,8 cm) y longitud de pecíolo (19,6 cm), mientras que el T5 (2,0 x 2,0 m) destacó en número de hojas (10) y diámetro de copa (30,5 cm); el valor más alto de diámetro de pecíolo (3,8 cm) se observó en el T4. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p > 0,05$ ). **Conclusión:** El espaciamiento de 1,0 x 2,0 m (24 plantas/36 m<sup>2</sup>) favoreció el crecimiento en altura y longitud del pecíolo, mientras que el distanciamiento de 2,0 x 2,0 m (9 plantas/36 m<sup>2</sup>) fue más eficiente en sobrevivencia, número de hojas y desarrollo de copa.

**Palabras clave:** *Calathea inocephala*, producto forestal no maderable, distanciamiento de siembra, tradiciones, alimentos.



## ABSTRACT

In the Huánuco jungle, especially in Tingo María, the bijao leaf (*Calathea inocephala*) is a non-timber forest product widely used in traditional practices and valued for its cultural significance. However, it is harvested extractively and without technical management criteria, which threatens its sustainability and the ancestral knowledge linked to it. **Objective:** To evaluate the production of *Calathea inocephala* (bijao) under different planting spacings and densities. **Methodology:** A randomized complete block design was used, with three blocks and five treatments per block (planting spacing). The treatments were: T1 (1.0 x 1.5 m – 24 plants), T2 (1.0 x 2.0 m – 18 plants), T3 (1.5 x 1.5 m – 16 plants), T4 (1.5 x 2.0 m – 12 plants), and T5 (2.0 x 2.0 m – 9 plants). The following parameters were evaluated: plant height, number of leaves, petiole length, petiole diameter, crown diameter, and survival percentage. **Results:** T2 recorded the greatest total plant height (60.8 cm) and the longest petiole length (19.6 cm), while T5 (2.0 x 2.0 m) stood out in number of leaves (10) and crown diameter (30.5 cm); the largest petiole diameter (3.8 cm) was observed in T4. No statistically significant differences were found among treatments ( $p > 0.05$ ). **Conclusion:** The 1.0 x 2.0 m spacing (24 plants/36 m<sup>2</sup>) favored plant height and petiole length, while the 2.0 x 2.0 m spacing (9 plants/36 m<sup>2</sup>) was more efficient in plant survival, number of leaves, and crown development.

**Key words:** *Calathea inocephala*, a non-timber forest product, planting distance, traditions, foods.



# INDICE

AGRADECIMIENTO .....	7
RESUMEN.....	9
ABSTRACT .....	11
PRESENTACIÓN.....	17

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática.....	19
1.2. Justificación.....	20
1.2.1. Objetivos .....	21
1.2.2. Limitaciones .....	21

## CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fundamentación teórica.....	23
2.1.1. Antecedentes sobre cultivo de <i>Calathea</i> .....	23
2.1.2. Antecedentes sobre evaluación de plantas de <i>Calathea</i> .....	24
2.1.3. Marco teórico .....	25
2.1.3.1. Producto forestal no maderable .....	25
2.1.3.2. Impactos del uso de productos forestales no maderables .....	26
2.1.3.3. Calathea .....	27
2.1.3.4. Densidad de siembra .....	28
2.1.3.5. Incremento.....	29

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución .....	31
3.1.1. Ubicación política.....	31
3.1.2. Clima y zona de vida.....	31
3.2. Diseño metodológico .....	32
3.2.1. Descripción del área del predio privado y del material vegetativo.....	32

3.2.2. Diseño de investigación, bloques y tratamientos .....	33
3.2.3. Análisis de variación .....	34
3.2.4. Instalación del experimento .....	34
3.2.5. Recolección y análisis de la información .....	35
3.2.6. Aspectos éticos y regulatorios.....	36

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS**

4.1. Resultados finales .....	37
-------------------------------	----

## **CAPÍTULO V DISCUSIÓN**

5.1. Descripción de la discusión .....	51
5.1.1. De la altura total de las plantas de <i>Calathea inocephala</i> .....	51
5.1.2. De la longitud de peciolo de las plantas de <i>Calathea inocephala</i> .....	52
5.1.3. Del diámetro de peciolo de las plantas de <i>Calathea inocephala</i> .....	53
5.1.4. Del diámetro de copa de las plantas de <i>Calathea inocephala</i> .....	54
5.1.5. Del número de hojas sanas de las plantas de <i>Calathea inocephala</i> .....	54
5.1.6. De la sobrevivencia de las plantas de <i>Calathea inocephala</i> .....	54

## **CAPÍTULO VI CONCLUSIONES**

6.1. Conclusiones.....	57
------------------------	----

## **CAPÍTULO VII RECOMENDACIONES**

7.1. Recomendaciones.....	59
---------------------------	----

## **CAPÍTULO VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Anexos .....	69
--------------	----





## PRESENTACIÓN

El distrito Daniel Alomía Robles ubicado en la provincia Leoncio Prado, región Huánuco, reporta un clima cálido y húmedo en la mayor parte del año, con una media de temperatura que varía entre 22 y 26°C; mientras que la humedad relativa suele ser alta, especialmente en las temporadas de lluvias. Sus suelos son bastante fértiles gracias a la biodiversidad alta y al constante ciclo de descomposición de la materia orgánica, que los convierte en aptos para la agricultura, principalmente para cultivos tropicales como el cacao, el café, el plátano, la yuca, el bijao, entre otros.

Entre los cultivos mencionados destaca el bijao u hoja de bijao, que es una planta con gran relevancia en distintas zonas de Sudamérica, especialmente en regiones como la Amazonía, la costa del Pacífico de Colombia, así como otras zonas tropicales y subtropicales; desempeñando un importante papel en el ecosistema como hábitat y alimento para distintas especies de animales, es una planta multiusos, porque se emplea naturalmente como envoltura de alimentos, lo cual le añade un sabor peculiar, permitiéndoles conservar la humedad y los sabores naturales. También, forma parte integral en las celebraciones y rituales que resaltan su importancia en la identidad cultural de muchas comunidades. Asimismo, el bijao se puede utilizar como medicinal, específicamente como digestivas, antiinflamatorias, cicatrizantes, analgésicas, entre otros; y, como artesanía, debido a su uso como sombreros, cestas, y otros objetos decorativos y funcionales.

Ante lo mencionado, el libro está enfocado a dar a conocer la producción de hoja de bijao en distintas densidades de siembra en la selva peruana; debido a que se emplean para mejorar la rentabilidad económica de la sociedad involucrada en sus cultivos y/o aprovechamiento.

**Los autore.**



# CAPÍTULO I

---

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Situación problemática

La hoja de bijao (género *Calathea* – orden Zingiberales) es un producto forestal no maderable que proviene de bosques naturales o plantados, y que son distintos a la madera (Pandey et al., 2016; Zhy & Lo, 2021); que brinda bienes y servicios, siendo esencial para los programas de conservación y desarrollo (Dyck, 2023). Sin embargo, la tala, la quema y la aplicación de insumos químicos alteran sus poblaciones en los bosques tropicales (De Polari Alverga et al., 2021), reduciendo de esta forma la provisión de productos que brindan; debido a que, en muchos países de climas subtropicales y tropicales, como Perú, México, Argentina, India, Filipinas, entre otros se usan como plantas de paisaje, o también como plantas para interior en países de climas templados, como Estados Unidos, Canadá, Alemania, entre otros (Van Huylenbroeck, 2018).

Muchos de los productos forestales diferentes a la madera brindan soluciones a las necesidades y problemas de las comunidades, por lo que los seres humanos han acoplado los distintos productos a su alcance, generando distintos implementos de producción artesanal y de carácter utilitario, que se expresan a nivel patrimonial, ancestral, folklórico y tradicional (Ángel-Bravo, 2021); generando ingresos, tratamientos médicos,

alimentación, cuestiones religiosas, entre otros; lo que convierte a dichos productos en fundamentales para la seguridad alimentaria y las prácticas culturales (Asamoah et al., 2023).

Las especies de *Calathea* han sido poco investigadas; no obstante, son un sustento primordial de ingresos familiares (González y Suspe, 2017), convirtiéndose en un producto forestal diferente a la madera, importante en la cultura, economía y tradición de varios países; a causa de que la producción de la hoja es ilimitada, porque existen hojas todo el año (Sopeña, 2015).

En tal sentido, la investigación pretende aportar información valiosa sobre la siembra de plantas de *Calathea inocephala* Kuntze H. Kenn. & Nicolson (bijao) en distintas densidades y distanciamientos de siembra, que es un punto vital para la planificación de los cultivos, debido a que, en ciertos casos, con una alta densidad de siembra o reducidos distanciamientos de siembra, las plantas se debilitan por consecuencia de competencia por agua, nutrientes, luz y espacio; mientras que, con una baja densidad de siembra, las plantas tienen mejor calidad, pero no en cantidades deseables. Por tal motivo, la investigación surge con el fin de mejorar la producción de hojas e incrementar el bienestar social en el distrito de Apiza, quienes podrán tomar decisiones sobre la gestión racional de este producto tan importante.

## **1.2. Justificación**

Los productos forestales diferentes a la madera son primordiales para la humanidad por los bienes y servicios ecosistémicos que brindan, y porque influyen en el bienestar y la sobrevivencia de las comunidades; sin embargo, a causa de los impactos negativos ocasionados por actividades antrópicas en la naturaleza, se está produciendo la pérdida de ecosistemas que brindan los mencionados productos forestales no maderables.

El empleo de hojas como envolturas para la preparar, conservar y consumir distintos alimentos forman parte de las costumbres y tradiciones alimentarias de distintas culturas.

Específicamente, en la zona del Alto Huallaga, la hoja de bijao (*Calathea inocephala*) es un producto forestal diferente a la madera proveniente de los bosques y ciertas plantaciones, con gran exigencia en las comunidades para usarlos como envolturas de sus alimentos, conocido como juane. Su cultivo, no requiere de mucha inversión, y, es útil para proteger fuentes de agua (control de la erosión del suelo, filtro natural de contaminantes, regulación del ciclo hidrológico, etc.); sin embargo, se recomienda un manejo orgánico, sostenible y limpio, priorizando el uso de abonos orgánicos.

Por consecuencia, como una forma de aprovechar las áreas deforestadas, es importante la siembra de plantas de *C. inocephala*, la cual se adapta a áreas muy frágiles, lo cual, brindará beneficios a la población a través de la calidad de sus hojas, cuyo comercio está en crecimiento paulatino.

### 1.2.1. Objetivos

#### Objetivo general

- Evaluar la producción de *Calathea inocephala* Kuntze H. Kenn. & Nicolson (bijao) en diferentes distanciamientos de siembra.

#### Objetivos específicos

- Evaluar la altura total, número de hojas sanas, longitud y diámetro de peciolo, y diámetro de copa de las plantas de *Calathea inocephala* Kuntze H. Kenn. & Nicolson (bijao) en diferentes distanciamientos de siembra.
- Determinar la sobrevivencia de *Calathea inocephala* Kuntze H. Kenn. & Nicolson (bijao) en diferentes distanciamientos de siembra.

### 1.2.2. Limitaciones

En seguida, se mencionan las limitaciones principales en el proceso de la investigación:

- Dificultad en el acceso a la parcela experimental en épocas de lluvia.



## CAPÍTULO II:

---

# REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Fundamentación teórica

#### 2.1.1. Antecedentes sobre cultivo de *Calathea*

Mora et al. (2020), en una investigación realizada en Colombia, reportaron que el bijao tiene una importancia social y económica, siendo componente esencial en la cultura local y tradición de las familias campesinas. Asimismo, los pobladores reconocen los servicios ecosistémicos y bienes de las zonas de bijao en la conservación del agua y del suelo, lo que proporciona valores de conservación de recursos vitales en un área con conflictos entre la producción de productos agrícolas y la conservación forestal.

Higuera-Mora et al. (2020), en una investigación realizada en Colombia, a través de la aplicación de entrevista a comunidades, talleres, cuestionarios e inspecciones de supervisión en fincas y áreas cubiertas de masa boscosa y áreas de cultivo con bijao; obteniendo como resultados que la población cumple un rol ecológico esencial al bijao, fundamentado en la protección y regulación hídrica, edáfica, climática y de la diversidad biológica.

González y Suspe (2017), en una investigación realizada en Boyacá, Colombia, reportaron que además del uso tradicional de envoltura de alimentos, las especies del género *Calathea* proveen servicios ecosistémicos como la conservación y retención hídrica, protección de fuentes hídricas,

regulación de microclimas y temperatura, purificación y limpieza del aire, aporte de materia orgánica, evitar la erosión, conservación edáfica, refugio de artrópodos y anfibios, entre otros.

Baltazar (2011), en una investigación realizada en la Amazonía peruana, principalmente en Ucayali, reportó la existencia de distintas especies de Marantáceas, específicamente del género *Calathea*, tales como *C. altísima* y *C. lutea*, las cuales registran hojas idénticas al del plátano, pero más pequeñas, y son utilizadas para envolver alimentos.

Prada et al. (2006), en una investigación realizada en Santander y Boyacá, Colombia, reportaron la importancia social, cultural, económica y ambiental del bijao para las comunidades campesinas, brindando información sobre los manejos del cultivo, procesos de transformación y comercialización a la que se somete la hoja; en tal sentido, posteriormente, recomiendan mejorar las instalaciones de las fincas y la tecnificación de los cultivos. Además, se reportó que el distanciamiento de siembra a campo abierto fue de 1,5 x 1,5 m.

### **2.1.2. Antecedentes sobre evaluación de plantas de *Calathea***

Ambrosio (2024), en una investigación realizada en Ucayali, evaluó el efecto de tres densidades de plantación de *Calathea sp.*, los cuales fueron distanciamientos de 2,0 x 1,0 m (5 000 plantas por hectárea), 1,0 x 1,5 m (6666 plantas por hectárea) y de 1,0 x 1,0 m (10 000 plantas por hectárea); obteniendo como mejores resultados en el distanciamiento de 1,0 x 1,0 m, con valores de 1,183 m de altura de planta, 60,3 cm de largo de hoja y 33,3 cm de ancho de hoja; sin embargo, el distanciamiento de 2,0 x 1,0 m reportó mayor cantidad de hojas por planta con 9 hojas en promedio.

Jesús (2022), en una investigación realizada en Tingo María, evaluó plantas de *Calathea inocephala*, reportando como resultados que las hojas para comercializar tienen 49,9 cm de largo, 28,8 cm de ancho, y 1191,7 cm<sup>2</sup> de área foliar.

Garrido (2020), en una investigación realizada en Tingo María, reportó un total de 6 hojas y una altura de 14,69 cm en plantas de *Calathea lutea* Schult., tras la aplicación del abono bocashi en una relación de 3:0:2:0 (70 % de sustrato + 30 % de bocashi).

Ríos (2012), en una investigación realizada en Ucayali, evaluó el ancho y el largo de las hojas, la altura de la planta, la cantidad de cosechas, la cantidad normal de hojas por cosecha; obteniendo como mejores resultados: 29,43 cm de ancho, 43,93 cm de largo, 1,49 m de altura de la planta.

Bardales (2012), en una investigación realizada en Ucayali, evaluó la mortalidad, la cantidad de hojas nuevas, el ancho y largo de las hojas; obteniendo como mejores resultados: 88 % de mortalidad, 42,76 cm de ancho, 73,87 cm de largo.

### **2.1.3. Marco teórico**

#### **2.1.3.1. Producto forestal no maderable**

Los productos forestales no maderables son los bienes de consumo que derivan de los ecosistemas forestales, sin considerar los que proceden de la madera o de la tala de individuos arbóreos (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MINAGRI], 2015), a pesar de que por muchos años se consideraron productos menores o secundarios del bosque (Arnold y Ruíz-Pérez, 2001). Los productos cumplen un papel esencial en generar alimentos, empleo, medicina, forraje, ingresos; por lo cual, aportan al beneficio de la población. La gran parte son de consumo propio y forman parte del sistema productivo económico no formal (MINAGRI, 2015).

Los productos forestales diferentes a la madera son esenciales para el beneficio de diversas poblaciones rurales porque aportan a los procesos de conservación de áreas boscosas tropicales; por lo que es importante el estudio sistémico de los productos, abarcando más allá del contexto biológico y ecológico, en la que se consideren los componentes económicos, sociales, políticos y culturales (López, 2008).

De acuerdo con el MINAGRI (2015), las características principales de la gran parte de los productos forestales diferentes a la madera son:

Reportan bajo nivel de transformación.

Son de recolección, y en la mayoría de los sucesos sin reposición posterior y/o manejo de los recursos.

La venta de productos forestales no maderables genera recursos; sin embargo, ciertos estudios han revelado que dicha actividad tiende a aportar un escaso nivel de ingresos para los sectores más vulnerables de las poblaciones, en vez de convertirse en una ventaja social y económica (Neumann y Hirsch, 2000; Belcher, 2003).

### **2.1.3.2. Impactos del uso de productos forestales no maderables**

La pérdida de la diversidad biológica es el producto del agotamiento del bosque por causa del consumo y de la demanda de sus distintos productos (Broad et al., 2003). También, se afecta la composición y distribución genética de la población, así como el tamaño de la población (Evans, 1993).

En la evaluación del uso de los productos forestales diferentes a la madera para conocer su sostenibilidad, se debe contemplar si el aprovechamiento del individuo ocasiona la muerte; si la población no desaparece; y si el aprovechamiento de los recursos no varía el funcionamiento del ecosistema (Zuidema, 2000).

De acuerdo con Kusters et al. (2006), existen tres horizontes propuestos para la evaluación de la sostenibilidad del aprovechamiento de los productos forestales diferentes a la madera, los cuales son que se hayan focalizado los estudios de caso de las poblaciones de las especies sujetas a aprovechamiento en un área privada o particular; uso del suelo de los sistemas ecológicos, refiriendo al sector en el interior del área de estudio en que el grupo de especies de productos forestales no maderables es producido (bosque inundable, bosque secundario, bosque de tierra firme, sistema agroforestal, etc.); y el que se refiere a la zona de estudio conformado generalmente por un mosaico de usos de la tierra.

A nivel de ciertas técnicas de uso o aprovechamiento de los productos forestales diferentes a la madera y su influencia en el impacto, los métodos de silvicultura son importantes y válidos, ya que ciertas prácticas de manejo, como la reducción de poblaciones con alta densidad, pueden ocasionar excesos en las tasas de crecimiento de poblaciones aprovechadas frente a aquellas poblaciones que no han sido aprovechadas (Ticktin et al., 2002).

En estado natural, los productos forestales no maderables se pueden manejar integralmente junto con la madera, incrementado de esta forma la productividad global. Esto a raíz de que, cuando dichos productos adquieren importancia comercial, su uso es descontrolado, causando daño (Aguirre, 2015).

### **2.1.3.3. *Calathea***

El género *Calathea* pertenece a la familia Marantaceae, nativa de América del Sur, conformado por aproximadamente 300 especies, distribuyéndose desde México hasta Argentina, también, en regiones tropicales de Asia y África, y en altitudes oscilan entre los 0 y 1500 m.s.n.m (Kennedy et al., 1988; Chao et al., 2005).

El género *Calathea* se sugiere sembrar con distanciamientos de 0,5 x 0,5 m (40 000 plantas por hectárea), 0,5 x 1,0 m (20 000 plantas por hectárea) o 0,75 x 0,75 m (17 777 plantas por hectárea); cuyas cosechas se dan en periodos que oscilan entre 30 y 40 días, que se basan en la condición climática, debido a que, en verano, las hojas se cosechan entre 40 y 60 días, pero reportan menores dimensiones; mientras que, en invierno, las hojas se cosechan entre 20 y 25 días, gracias a su crecimiento acelerado (Miranda, 2016). Sin embargo, Prada et al. (2000) sugiere un modelo de siembra en cuadrado real, con un distanciamiento de 1,5 x 1,5 m (4 444 plantas por hectárea).

El género *Calathea* prefiere suelos con gran contenido de materia orgánica, aireados, profundos, con buen drenaje, de textura franco-arcilloso o franco limoso, que permite su desarrollo óptimo (Ríos, 2012).

El género *Calathea* es multiusos, ya que, además del uso para envolver alimentos o fuente de forraje para ganado bovino (Baltazar, 2011), su follaje se puede utilizar para cubiertas de hogares y de cabañas de turismo pequeñas, así como también, para techo en conjunto con la caña rolliza (Morant et al., 2015). También es usada como alimento para especies de colibríes (Vera, 2015).

Dentro del género *Calathea*, sobresale la especie *C. inocephala*, que son plantas que alcanzan hasta 2 m de altura, siendo abundantes en regiones, donde crecen de forma silvestre, sobresaliendo, en rodales espesos en las fuentes de agua de la Amazonía (Evans, 1989).

Las plantas de *C. inocephala* reportan alturas entre 1 y 2 m, hojas ovadas o elípticas con longitudes entre 45 y 100 cm, anchos entre 25 y 45 cm, basales entre 3 y 7, y una caulinar (Sosa, 1995).

Las plantas de *C. inocephala* se desarrollan en un rango de altitud que oscila entre 50 y 200 m.s.n.m; reportando un tipo de vegetación de selva alta perennifolia (Chávez et al., 2009).

#### **2.1.3.4. Densidad de siembra**

La densidad de siembra junto a otros factores como la baja fertilidad de suelos cultivados, deficiencia hídrica, entre otros, contribuyen en la obtención de una baja productividad y rendimiento (Fancelli y Dourado, 2000; Silva et al., 2003). Por lo que se deduce que con la reducción del distanciamiento de siembra se reducirá significativamente la masa individual de las plantas a causa de la competencia que se genera entre ellas por los recursos de su entorno (Gross et al., 2006).

Por otra parte, se tiene información de que altas densidades de siembra promueven el aumento de plagas y enfermedades, mermando el rendimiento de los cultivos, demostrando una competencia intraespecífica (Añez y Tavira, 1999; Pinto y Díaz, 2005).

Es necesario señalar que, para determinar una óptima densidad de siembra es muy útil los distanciamientos de siembra y el tiempo de aparición de las plantas, puesto que, con la existencia de plantas lentas en su emergencia, sufriendo una significativa reducción de la cantidad de luz recepcionada, producto de la sombra que originan las plantas más rápidas (Stibbe y Marlander, 2002).

Asimismo, la densidad o distanciamiento de siembra adecuado, es importante para incrementar la productividad de un cultivo, permitiendo la obtención de coberturas vegetales idóneas en las etapas críticas donde se determina el rendimiento; debido a que, de dicha forma se mejora la captación de la radiación solar para los procesos fotosintéticos en el periodo crítico (Vega y Andrade, 2000).

#### **2.1.3.5. Incremento**

El incremento se denomina aumento de tamaño, que puede ser, en peso, volumen, cantidad de células, etc. (Salisbury, 2000). El incremento está relacionado al desarrollo, por lo que es difícil analizarlos por separados (Núñez et al., 2009).

En cuestiones de fisiología de plantas, el incremento o crecimiento está relacionado al aumento de peso, volumen, longitud, masa, u otra variable medible; no obstante, dicho incremento sucede en diversas direcciones y a diversas tasas (Bidwell, 1990).



# CAPÍTULO III

---

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **3.1. Lugar de ejecución**

#### **3.1.1. Ubicación política**

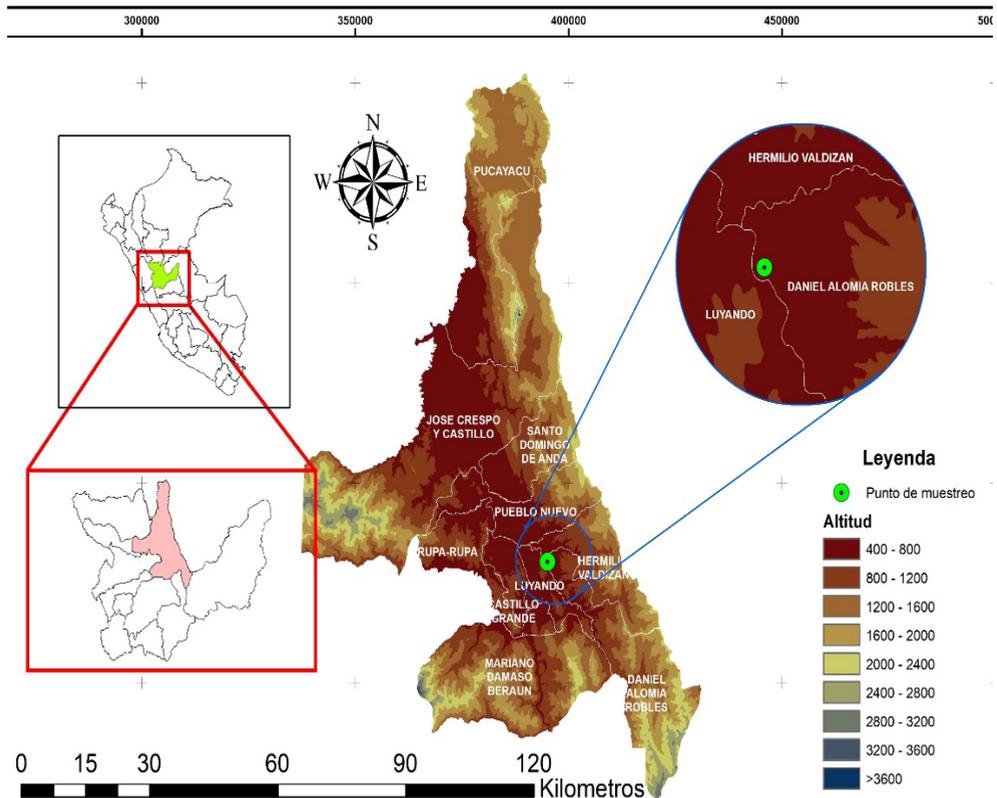
La investigación se efectuó en un predio privado localizado en el centro poblado Alfonso Ugarte (Apiza), que pertenece al distrito Daniel Alomía Robles, provincia Leoncio Prado, región Huánuco.

#### **3.1.2. Clima y zona de vida**

De acuerdo con los datos recopilados en la estación de meteorología de Tulumayo, la zona donde se encuentra el predio privado reporta temperatura promedio de 24,3 °C, situándose en un rango entre 19,5 y 25,7 °C; asimismo, registra 2905,7 mm de precipitación promedio anual, resultando los meses de noviembre a marzo como los más lluviosos.

El predio privado se caracteriza por pertenecer a la región natural selva alta, específicamente al Bosque muy húmedo Montano tropical (Bmh Mt) (Holdridge, 1987), que favorece el desarrollo de vegetación arbustiva y arbórea.

**Figura 1.** Ubicación geográfica del predio privado.



### 3.2. Diseño metodológico

#### 3.2.1. Descripción del área del predio privado y del material vegetativo

El área del predio privado fue un terreno de bosque secundario (purma), de topografía plana y suelos húmedos.

El material vegetativo se extrajo en la misma área donde se realizó la investigación, efectuándose un día antes de la siembra, utilizando durante la extracción herramientas como pala recta, machete y tijera de podar, extrayéndose rizomas con sección del pseudotallo del bijao, con longitudes de 20 cm aproximadamente. Posteriormente, dicho material se colocó en un ambiente bajo sombra de un árbol, tapado con hojas de *Musa sp.* (plátano), que ayudó a reducir la deshidratación y evitar la marchitez.

### 3.2.2. Diseño de investigación, bloques y tratamientos

De acuerdo con el área y forma del terreno, se planteó un diseño de investigación de bloques al azar completamente, siendo 36 m<sup>2</sup> el área de cada tratamiento por bloque (se instalaron tres bloques en total). Por consecuencia, el número de plantas por tratamiento fue diferente.

Se utilizaron los distanciamientos de siembra como tratamientos de investigación, los cuales fueron menores y mayores a las densidades estipuladas por Prada et al. (2000) en su investigación.

En cada bloque se instalaron cinco tratamientos, lo cuales estuvieron bien codificados con placas metálicas. Los bloques de investigación tuvieron dimensiones de 30 x 50 m (1500 m<sup>2</sup>).

En la Tabla 1 se detalla que en el T<sub>1</sub> se evaluaron 24 plantas en un bloque, haciendo un total de 72 plantas evaluadas en los tres bloques; en el T<sub>2</sub> se evaluaron 18 plantas en un bloque, haciendo un total de 54 plantas evaluadas en los tres bloques; en el T<sub>3</sub> se evaluaron 16 plantas en un bloque, haciendo un total de 48 plantas evaluadas en los tres bloques; en el T<sub>4</sub> se evaluaron 12 plantas en un bloque, haciendo un total de 36 plantas evaluadas en los tres bloques; y en el T<sub>5</sub> se evaluaron 9 plantas en un bloque, haciendo un total de 27 plantas evaluadas en los tres bloques.

**Tabla 1.** *Número de plantas por tratamiento en un bloque*

Tratamientos	Área (m <sup>2</sup> )	Distanciamiento (m)	N° de plantas	Total, de plantas
1	36	1,0 x 1,5	24	72
2	36	1,0 x 2,0	18	54
3	36	1,5 x 1,5	16	48
4	36	1,5 x 2,0	12	36
5	36	2,0 x 2,0	9	27

Fuente: Elaboración propia con datos de la investigación

### 3.2.3. Análisis de variación

El análisis de variación reportó como fuente de varianza a los bloques para reducir el error experimental y efectos de la densidad de siembra, tal como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Estructura del análisis de varianza.

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Bloques	(r-1)	SCbloques	CMbloques
Tratamientos	(t-1)	SCtratamientos	CMtratamientos
Bloques x Tratamientos	(r-1)(t-1)	SCerror	CMerror
Total	tr-1	SCtotal	

Conforme al diseño de investigación utilizado, el modelo matemático estuvo conformado por la Ecuación (1):

Donde:

$Y_{ij}$  : Variable respuesta, que concierne a la unidad experimental perteneciente al j-ésimo bloque donde se implementó el i-ésimo tratamiento.

$\mu$  : Efecto del promedio de población.

$T_i$  : Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$  : Efecto del j-ésimo bloque.

$\epsilon_{ij}$  : Efectos aleatorios. Error del experimento.

### 3.2.4. Instalación del experimento

En primer lugar, se efectuó la limpieza del área experimental, para lo cual se utilizó una motoguadaña y machetes. Seguidamente, se realizó la delimitación del área de los bloques y la demarcación de los tratamientos en cada bloque, considerando el diseño de la investigación, para lo cual se utilizó cinta métrica, estacas. Cabe resaltar que el alineamiento se efectuó conforme a la densidad de cada tratamiento.

Posteriormente, haciendo uso de una cavadora se abrieron hoyos de 10 cm de diámetro y 15 cm de hondo, removiendo la tierra para favorecer el desarrollo radicular del material vegetativo.

El material vegetativo extraído fue sumergido durante cinco minutos en una dilución de 3 mL de Furadan líquido en 1 L de agua, siendo secados posteriormente al aire libre por un periodo de 30 minutos. Al término de dicho periodo, las secciones de los rizomas se colocaron dentro de los hoyos abieros, tapándolo hasta la zona donde inician los pseudotallos, para lo cual, se utilizó la tierra extraída durante la apertura de hoyos. Complementariamente, se colocaron las estacas adyacentes al material vegetativo sembrado, con el propósito de identificar la sección del pseudotallo que quedó a la intemperie.

### **3.2.5. Recolección y análisis de la información**

La primera evaluación inició a los tres meses del establecimiento del material vegetativo en campo definitivo, en las cuales, las plantas reportaron buen desarrollo y completas variables morfológicas. La segunda evaluación se efectuó a los cinco meses posteriores a la siembra y la evaluación final se realizó a los siete meses posteriores a la siembra.

Las variables evaluadas fueron: medición de la altura total de las plantas, realizando la anotación desde la parte basal de la planta hacia la parte del ápice, considerando específicamente la última hoja madura de la mata; el número de hojas, realizando el registro por observación y conteo directo, distinguiendo las hojas maduras sanas de las hojas con ataque de insectos o daño mecánico; longitud del peciolo, efectuando el registro desde la zona basal de la planta hasta la zona basal del limbo de la hoja con más altura en el interior de la mata; diámetro del peciolo. Efectuando el registro de la parte media del peciolo; diámetro de copa, registrando dicha variable en dos direcciones (este a oeste y norte a sur). Asimismo, se determinó el porcentaje de sobrevivencia de las plantas, a través de la observación y conteo directo.

Con la información recopilada y con el análisis de los mejores resultados obtenidos se determinó el mejor distanciamiento y mejor densidad de siembra para *C. inocephala*.

El análisis de datos se realizó procesando la información en el paquete estadístico SPSS v. 19, a través del análisis de variación, la comparación de medias de Tukey al 95 % de confianza se evaluaron las variables altura total, longitud y diámetro de peciolo y diámetro de la copa. La variable número de hojas sanas, al ser una variable discreta o de conteo, no reportó normalidad de datos, por lo que se analizó a través de la prueba de Kruskal - Wallis. El porcentaje de sobrevivencia se analizó a través de la estadística descriptiva.

### **3.2.6. Aspectos éticos y regulatorios**

Se contempló el cuidado del ambiente, y no se ocasionaron daños a las parcelas de bijao instaladas en el área de investigación. Además; la información registrada se socializó al finalizar la investigación.

## CAPÍTULO IV

---

### RESULTADOS

#### 4.1. Resultados finales

##### 4.1.1. Altura total de las plantas de *Calathea inocephala*

En la Tabla 3, los resultados obtenidos en la prueba de normalidad revelan que todos los tratamientos presentan valores de significancia superiores al umbral de 0,05, lo cual permite aceptar la hipótesis nula de normalidad. Esto indica que no existen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los datos de cada tratamiento se desvían significativamente de una distribución normal. La normalidad es un supuesto esencial en muchos procedimientos estadísticos paramétricos, como el análisis de varianza (ANOVA), ya que garantiza la validez de los resultados y la robustez de las inferencias obtenidas. Al cumplirse este supuesto, se asegura que la comparación entre tratamientos no estará sesgada por una distribución anómala de los datos, lo que proporciona mayor confianza en la interpretación de las diferencias observadas. Además, la normalidad de los residuos permite que los errores aleatorios estén correctamente distribuidos, lo que es fundamental para evaluar de manera precisa el efecto real de los tratamientos aplicados. Por tanto, se confirma que los datos analizados son adecuados para continuar con pruebas estadísticas paramétricas que permitirán identificar si existen o no diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

**Tabla 3.** Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para los datos de altura total de las plantas de *Calathea inocephala*.

Tratamientos	Sig.
1 (1,0 x 1,5 m)	0,086
2 (1,0 x 2,0 m)	0,332
3 (1,5 x 1,5 m)	0,492
4 (1,5 x 2,0 m)	0,703
5 (2,0 x 2,0 m)	0,582

El análisis de varianza que se muestra en la Tabla 4 reporta que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques ( $p = 0,352$ ) ni entre los tratamientos ( $p = 0,327$ ), ya que en ambos casos los valores de significancia son superiores a 0,05. Asimismo, aunque la interacción entre bloques y tratamientos no presenta un valor de significancia reportado, su bajo cuadrado medio (CM = 0,008) sugiere una variación residual mínima. En conjunto, estos resultados indican que los tratamientos aplicados no generan diferencias relevantes en la respuesta medida bajo las condiciones del ensayo.

**Tabla 4.** Análisis de varianza para la variable altura total de las plantas de *Calathea inocephala*.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Sig.
Bloques	2	0,018	0,009	0,352
Tratamientos	4	0,041	0,01	0,327
Bloques x Tratamientos	8	0,06	0,008	
Total	14	0,119		

En la Tabla 5 se observa que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, numéricamente

el T<sub>2</sub> reportó mayor altura total de plantas con 60,8 cm, secundado por el T<sub>5</sub> con 58,7 cm y seguido por el T<sub>1</sub> con 50,7 cm. Las variaciones numéricas sugieren una influencia ambiental relevante, ligada al manejo del espacio y microclima.

**Tabla 5.** Prueba Tukey para la variable altura total de plantas de *Calathea inocephala* a los siete meses de evaluación, por tratamiento.

Tratamientos	Altura total (cm)
2 (1,0 x 2,0 m)	60,8a
5 (2,0 x 2,0 m)	58,7a
1 (1,0 x 1,5 m)	50,7a
4 (1,5 x 2,0 m)	49,1a
3 (1,5 x 1,5 m)	48,1a

#### 4.1.2. Longitud del peciolo de las plantas de *Calathea inocephala*

En la Tabla 6, los resultados obtenidos en la prueba de normalidad indican que, en todos los tratamientos evaluados, los valores de significancia superan el umbral crítico de 0,05. Este resultado sugiere que no se encontraron evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula, la cual plantea que los datos siguen una distribución normal. En términos prácticos, esto significa que los valores observados dentro de cada tratamiento presentan una distribución simétrica, sin sesgos marcados ni colas extremas, lo que es coherente con los supuestos de normalidad exigidos por los métodos estadísticos paramétricos. La normalidad de los datos es especialmente relevante cuando se pretende aplicar pruebas como el análisis de varianza (ANOVA), ya que influye directamente en la confiabilidad de los resultados y en la precisión de las estimaciones de los efectos del tratamiento. De no cumplirse este supuesto, los resultados podrían conducir a conclusiones erróneas. Por tanto, el cumplimiento de la normalidad garantiza que los procedimientos posteriores de comparación entre tratamientos se realicen sobre una base estadística sólida y técnicamente válida.

**Tabla 6.** Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para los datos de longitud de peciolo de las plantas de *Calathea inocephala*.

Tratamientos	Sig.
1 (1,0 x 1,5 m)	0,512
2 (1,0 x 2,0 m)	0,729
3 (1,5 x 1,5 m)	0,188
4 (1,5 x 2,0 m)	0,923
5 (2,0 x 2,0 m)	0,991

El análisis de varianza que se muestra en la Tabla 7 reporta que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques ( $p = 0,036$ ), ya que los valores de significancia son inferiores a 0,05. No obstante, no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p = 0,096$ ), ya que los valores de significancia son superiores a 0,05.

**Tabla 7.** Análisis de varianza para la variable longitud del peciolo de las plantas de *Calathea inocephala*.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Sig.
Bloques	2	41,119	20,560	0,036
Tratamientos	4	45,593	11,398	0,096
Bloques x Tratamientos	8	31,779	3,975	
Total	14	118,491		

En la Tabla 8 se observa que estadísticamente no existen diferencias significativas marcadas entre los tratamientos. No obstante, de forma numérica, el tratamiento 2 registró la mayor longitud con 19,6 cm, seguido por el tratamiento 5 con 17,8 cm y el tratamiento 4 con 15,9 cm. Las letras indican que los tratamientos 2 y 5 comparten el mismo grupo estadístico, mientras que el tratamiento 3 difiere del tratamiento 2, lo que sugiere ten-

dencias de variación, aunque no completamente significativas entre algunos tratamientos. La mayor longitud del peciolo puede interpretarse como un reflejo de condiciones ambientales más favorables, que permiten a la planta expresar su arquitectura foliar de manera eficiente y vigorosa.

**Tabla 8.** Prueba Tukey para la variable longitud de peciolo de plantas de *Calathea inocephala* a los siete meses de evaluación, por tratamiento.

Tratamientos	Longitud del peciolo (cm)
2 (1,0 x 2,0 m)	19,6a
5 (2,0 x 2,0 m)	17,8ab
4 (1,5 x 2,0 m)	15,9ab
1 (1,0 x 1,5 m)	15,5b
3 (1,5 x 1,5 m)	14,9b

#### 4.1.3. Diámetro del peciolo de las plantas de *Calathea inocephala*

En la Tabla 9, los resultados obtenidos en la prueba de normalidad revelan que todos los tratamientos presentan valores de significancia superiores al umbral de 0,05, lo cual permite aceptar la hipótesis nula de normalidad. Esto indica que no existen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los datos de cada tratamiento se desvían significativamente de una distribución normal. Al cumplirse el supuesto de normalidad, se asegura que la comparación entre tratamientos no estará sesgada por una distribución anómala de los datos, lo que proporciona mayor confianza en la interpretación de las diferencias observadas. Además, la normalidad de los residuos permite que los errores aleatorios estén correctamente distribuidos, lo que es fundamental para evaluar de manera precisa el efecto real de los tratamientos aplicados. Por tanto, se confirma que los datos analizados son adecuados para continuar con pruebas estadísticas paramétricas que permitirán identificar si existen o no diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

**Tabla 9.** Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para los datos de diámetro de peciolo de las plantas de *Calathea inocephala*.

Tratamientos	Sig.
1 (1,0 x 1,5 m)	0,855
2 (1,0 x 2,0 m)	0,342
3 (1,5 x 1,5 m)	0,220
4 (1,5 x 2,0 m)	0,391
5 (2,0 x 2,0 m)	0,561

En la Tabla 10 se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas ni entre los bloques ( $p = 0,660$ ) ni entre los tratamientos ( $p = 0,953$ ), ya que en ambos casos los valores de significancia son considerablemente mayores al umbral de 0,05. Esto indica que la variabilidad en la longitud del peciolo no puede atribuirse a diferencias entre tratamientos o bloques. Aunque la interacción entre bloques y tratamientos presenta una mayor suma de cuadrados (SC = 2,303) y un cuadrado medio relativamente alto (CM = 0,288), no se ha reportado su valor de significancia, por lo que no es posible establecer conclusiones estadísticas respecto a esta fuente de variación.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para la variable diámetro de peciolo de las plantas de *Calathea inocephala*.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Sig.
Bloques	2	0,252	0,126	0,660
Tratamientos	4	0,183	0,046	0,953
Bloques x Tratamientos	8	2,303	0,288	
Total	14	0,119		

En la Tabla 11 se observa que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, numéricamente el T<sub>4</sub> reportó mayor diámetro de peciolo de plantas con 3,8 cm, secundado por el

T<sub>5</sub> con 3,8 cm y seguido por el T<sub>2</sub> con 3,8 cm. Los resultados indican que el microclima húmedo y el diseño de espaciamiento más abierto ofrecen condiciones que permiten el desarrollo de peciolo vigorosos, aunque el diámetro es menos sensible a los cambios espaciales de corto plazo.

**Tabla 11.** Prueba Tukey para la variable diámetro de peciolo de plantas de *Calathea inocephala* a los siete meses de evaluación, por tratamiento.

Tratamientos	Diámetro del peciolo (cm)
4 (1,5 x 2,0 m)	3,8a
5 (2,0 x 2,0 m)	3,8a
2 (1,0 x 2,0 m)	3,8a
3 (1,5 x 1,5 m)	3,6a
1 (1,0 x 1,5 m)	3,5a

#### 4.1.4. Diámetro de copa de las plantas de *Calathea inocephala*

En la Tabla 12, los resultados obtenidos en la prueba de normalidad revelan que todos los tratamientos presentan valores de significancia superiores al umbral de 0,05, lo que permite aceptar la hipótesis nula de que los datos se distribuyen normalmente. Este hallazgo es de suma importancia en el contexto del análisis estadístico, ya que la normalidad es uno de los supuestos fundamentales para la aplicación de pruebas paramétricas, tales como el análisis de varianza (ANOVA). Cuando los datos se ajustan a una distribución normal, se garantiza que las estimaciones de los parámetros poblacionales (como la media y la varianza) sean fiables y que los errores tipo I y tipo II se mantengan dentro de los límites esperados. Además, la normalidad facilita una interpretación más precisa de las diferencias entre grupos o tratamientos, permitiendo atribuir variaciones en la variable de interés al efecto de los factores experimentales y no al comportamiento anómalo de los datos. En este caso, el cumplimiento del supuesto de normalidad valida el uso de técnicas paramétricas para la comparación entre tratamientos, fortaleciendo la solidez estadística de las conclusiones obtenidas a partir del análisis.

**Tabla 12.** Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para los datos de diámetro de copa de las plantas de *Calathea inocephala*.

Tratamientos	Sig.
1 (1,0 x 1,5 m)	0,255
2 (1,0 x 2,0 m)	0,464
3 (1,5 x 1,5 m)	0,788
4 (1,5 x 2,0 m)	0,903
5 (2,0 x 2,0 m)	0,746

En la Tabla 13 se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas ni entre los bloques ( $p = 0,184$ ) ni entre los tratamientos ( $p = 0,708$ ), ya que en ambos casos los valores de significancia superan ampliamente el umbral de 0,05. Esto indica que las variaciones en la variable analizada no pueden atribuirse al efecto de los tratamientos aplicados ni a la estructura de los bloques, sino que probablemente se deben al azar o a factores no controlados durante el experimento. En conjunto, estos resultados sugieren que ninguno de los tratamientos evaluados produjo un efecto diferencial relevante sobre la variable medida bajo las condiciones del estudio.

**Tabla 13.** Análisis de varianza para la variable diámetro de copa de las plantas de *Calathea inocephala*.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Sig.
Bloques	2	0,014	0,007	0,184
Tratamientos	4	0,007	0,002	0,708
Bloques x Tratamientos	8	0,027	0,003	
<b>Total</b>	14	0,048		

En la Tabla 14 se observa que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, numéricamente el  $T_5$

reportó mayor diámetro de copa de plantas con 30,5 cm, secundado por el T<sub>1</sub> con 27,9 cm y seguido por el T<sub>2</sub> con 27,8 cm. Los resultados sugieren que una combinación de espaciamiento adecuado y disponibilidad de recursos puede favorecer el desarrollo de la copa.

**Tabla 14.** Prueba Tukey para la variable diámetro de copa de plantas de *Calathea inocephala* a los siete meses de evaluación, por tratamiento.

Tratamientos	Diámetro de copa (cm)
5 (2,0 x 2,0 m)	30,5a
1 (1,0 x 1,5 m)	27,9a
2 (1,0 x 2,0 m)	27,8a
4 (1,5 x 2,0 m)	24,9a
3 (1,5 x 1,5 m)	24,5a

#### 4.1.5. Número de hojas sanas de las plantas de *Calathea inocephala*

Los resultados del análisis no paramétrico mediante la prueba de Kruskal–Wallis ( $H = 3,04$ ;  $p = 0,5500$ ) indican que no existen diferencias estadísticamente significativas en el número de hojas sanas entre los cinco tratamientos evaluados (Tabla 15). Si bien el tratamiento T<sub>5</sub> presenta la media más alta (5,03 hojas) y T<sub>4</sub> la más baja (3,27 hojas), estas diferencias son insuficientes para superar el umbral de significancia estadística. Esta ausencia de significancia debe interpretarse con cautela, ya que el tamaño muestral reducido (solo tres repeticiones por tratamiento) limita la potencia del análisis, aumentando la probabilidad de cometer un error tipo II (no detectar diferencias que podrían existir).

La alta variabilidad interna observada en algunos tratamientos, particularmente en T<sub>5</sub>, con una desviación estándar de 2,35 sugiere que factores no controlados pueden estar influyendo en los resultados, diluyendo el efecto atribuible a los tratamientos. Además, la elección de una prueba no

paramétrica es adecuada para datos de conteo y muestras pequeñas, pero su menor potencia frente a métodos paramétricos implica que incluso diferencias reales moderadas podrían pasar desapercibidas. En este sentido, sería recomendable incrementar el tamaño de muestra o emplear modelos de regresión para conteos con manejo de sobredispersión (como la binomial negativa), lo que permitiría un análisis más sensible y ajustado a la naturaleza de la variable.

**Tabla 15.** *Análisis no paramétrico Kruskal - Wallis para la variable número de hojas de plantas de Calathea inocephala.*

Tratamientos	Medias	Desviación Estándar	H	Sig.
1 (1,0 x 1,5 m)	4,28	1,11	3,04	0,550
2 (1,0 x 2,0 m)	3,52	1,62		
3 (1,5 x 1,5 m)	3,59	1,04		
4 (1,5 x 2,0 m)	3,27	1,22		
5 (2,0 x 2,0 m)	5,03	2,35		

La Tabla 16 muestra los estadígrafos descriptivos de la variable número de hojas sanas. El T<sub>5</sub> presentó la media más alta (5,03) y también la mayor dispersión de datos, evidenciada por su desviación estándar (2,35) y un rango amplio entre el valor mínimo (3,00) y el máximo (7,60). En contraste, el T<sub>4</sub> registró la media más baja (3,27), con una variabilidad moderada (D.E = 1,22). El T<sub>3</sub>, aunque tiene una media intermedia (3,59), mostró la menor variabilidad (D.E = 1,04), lo que sugiere mayor homogeneidad en sus datos. En general, T<sub>1</sub> y T<sub>5</sub> destacan por sus valores extremos en la media, mientras que el T<sub>3</sub> refleja mayor consistencia en los resultados. Estos estadígrafos permiten tener una visión preliminar del comportamiento de los tratamientos antes de aplicar pruebas inferenciales.

**Tabla 16.** Estadística descriptiva para la variable número de hojas sanas de las plantas de *Calathea inocephala*

Tratamientos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
1 (1,0 x 1,5 m)	4,28	1,11	3,00	5,00
2 (1,0 x 2,0 m)	3,52	1,62	2,38	5,38
3 (1,5 x 1,5 m)	3,59	1,04	2,67	4,71
4 (1,5 x 2,0 m)	3,27	1,22	2,40	4,67
5 (2,0 x 2,0 m)	5,03	2,35	3,00	7,60

#### 4.1.6. Supervivencia de las plantas de *Calathea inocephala*

En la Tabla 17 se observa que el tratamiento 5 (2,0 x 2,0 m) presentó la mayor supervivencia de plantas con 66,7 %, seguido por el tratamiento 3 (1,5 x 1,5 m) con 58,3 %. Los dos tratamientos destacan por haber mantenido con vida a más de la mitad de las plantas sembradas, lo cual sugiere que una mayor distancia entre plantas o una distribución más equilibrada en el espacio puede haber reducido la competencia por recursos (agua, luz y nutrientes), favoreciendo la supervivencia.

**Tabla 17.** Porcentaje de supervivencia de las plantas de *Calathea inocephala*

Tratamientos	Plantas sembradas	Plantas vivas	Supervivencia (%)
5 (2,0 x 2,0 m)	27	18	66,7
3 (1,5 x 1,5 m)	48	28	58,3
1 (1,0 x 1,5 m)	72	31	43,1
4 (1,5 x 2,0 m)	36	15	41,7
2 (1,0 x 2,0 m)	54	21	38,9

La Tabla 18 muestra que el T<sub>5</sub> presentó la mayor media (66,67) y también la mayor dispersión (D.E = 19,28), indicando alta variabilidad en los datos. El T<sub>3</sub> le sigue con una media de 58,33 y menor dispersión (D.E = 7,22). En contraste, el T<sub>2</sub> mostró la media más baja (38,87) y la menor variabilidad (D.E = 5,55). Los tratamientos 1 y 4 tuvieron medias similares, aunque el 4 fue más variable.

**Tabla 18.** *Estadística descriptiva para la variable sobrevivencia de las plantas de Calathea inocephala*

Tratamientos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
1	43,07	6,36	37,50	50,00
2	38,87	5,55	33,30	44,40
3	58,33	7,22	50,00	62,50
4	41,63	8,35	33,30	50,00
5	66,67	19,28	44,40	77,80

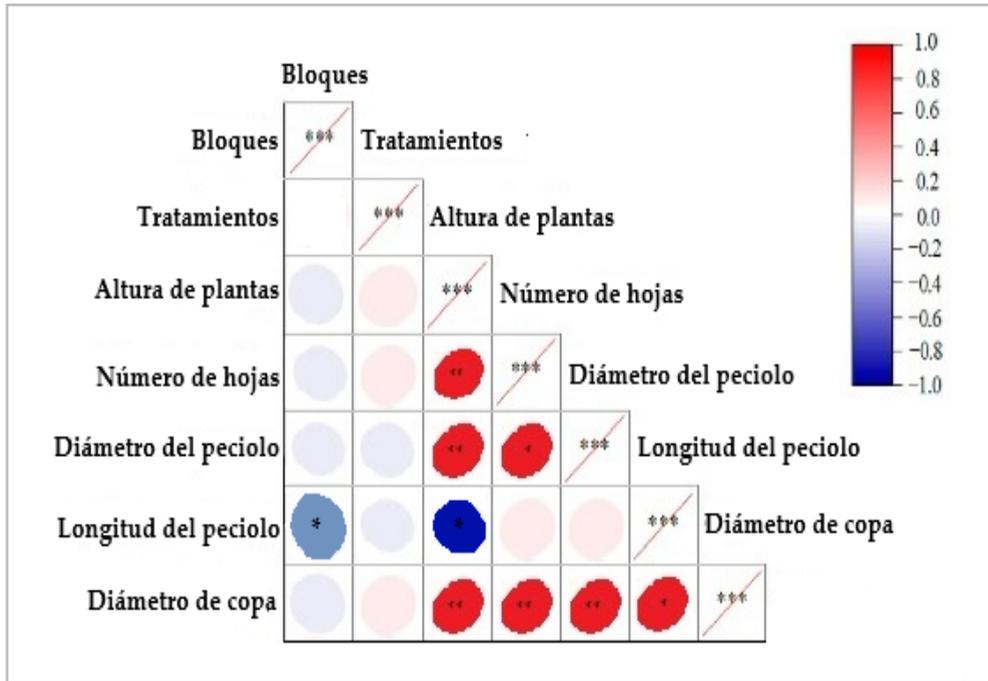
#### 4.1.7. Correlación entre las variables evaluadas

La Figura 2 revela que se registraron asociaciones positivas muy significativas entre las variables número de hojas con altura total de plantas, diámetro del peciolo con altura de plantas, diámetro de copa con altura total de plantas, diámetro de copa con número de hojas, y entre el diámetro de copa con el diámetro del peciolo de las plantas de hojas de bijao ( $p < 0,01$ ).

Del mismo modo, en la Figura 2 se muestran las relaciones positivas significativas entre las variables diámetro del peciolo con número de hojas, y entre el diámetro de copa con longitud del peciolo ( $p < 0,05$ ).

Asimismo, en la Figura 2 también se exhiben asociaciones negativas significativas entre las variables longitud del peciolo con los bloques, y entre longitud del peciolo con la altura total de plantas de hojas de bijao.

**Figura 2.** Correlación de Pearson de las variables dependientes e independientes





# CAPÍTULO V

---

## DISCUSIÓN

### 5.1. Descripción de la discusión

En la investigación se consideró la homogeneización de las plantas de *C. inocephala* al inicio de la plantación, con el fin de evitar su influencia en la respuesta de las variables morfológicas; debido a que, si se contemplaba la etapa de emergencia de las plantas, a causa del retraso, dichas plantas sufrirían una disminución producto de la sombra de las plantas que emergerían primero (Stibbe y Marlander, 2002).

#### 5.1.1. De la altura total de las plantas de *Calathea inocephala*

El distanciamiento sugerido por Prada et al. (2000), de 1,5 m x 1,5 m ( $T_3$ ) reportó bajos resultados en altura total (48,1 cm). Por el contrario, el  $T_2$  (1,0 x 2,0 m), hasta los siete meses de evaluación, alcanzó el 30,4 % de la altura máxima total que logra *C. inocephala* en lugares donde crece de forma silvestre (Evans, 1989). De acuerdo con Méndez-Toribio, Meave y Ibarra-Manríquez (2008), en especies tropicales de sotobosque, la luz filtrada o moderada es un determinante esencial del crecimiento en altura, ya que evita tanto el estrés lumínico como la etiación. En este sentido, espaciamientos amplios permiten una penetración óptima de luz sin llegar a niveles dañinos, lo que resulta en un crecimiento más equilibrado.

Los valores de altura reportados en la investigación fueron inferiores a lo registrado por Ambrosio (2024), quién en Ucayali, obtuvo 1,183 m de altura de planta, en distanciamientos de 1,0 x 1,0 m.

Por otra parte, Nilsen y Orcutt (1996) señalan que el microclima generado por la densidad de plantación también influye en variables como temperatura, humedad y ventilación, lo cual repercute directamente en la tasa de fotosíntesis y crecimiento. Plantaciones menos densas favorecen un ambiente con mayor ventilación y humedad relativa equilibrada, condiciones que benefician a *Calathea*, especie que prefiere altos niveles de humedad (entre 60 % y 80 %) y suelos constantemente húmedos, pero bien drenados.

Por su parte, Zotz y Hietz (2001) destacan que la competencia por recursos edáficos, especialmente en plantas con raíces superficiales como muchas Marantáceas, puede limitar significativamente el desarrollo si el espaciamiento es reducido. Así, los tratamientos más densos en el presente estudio (como el  $T_3$  o  $T_1$ ) podrían haber restringido el acceso al agua o nutrientes, reduciendo la tasa de crecimiento vertical.

### **5.1.2. De la longitud de peciolo de las plantas de *Calathea inocephala***

El distanciamiento sugerido por Prada et al. (2000), de 1,5 m x 1,5 m ( $T_3$ ) reportó bajos resultados en longitud de peciolo (14,9 cm). Por el contrario, el  $T_2$  (1,0 x 2,0 m), hasta los siete meses de evaluación, reportó 19,6 cm de longitud del peciolo; que, sin embargo, difiere de las longitudes reportadas por Sosa (1995), que oscilan entre 45 y 1 m.

Este patrón sugiere que un espaciamiento mayor entre plantas permite una mejor expresión morfológica de estructuras foliares como el peciolo, probablemente por una menor competencia por luz, agua y nutrientes. La longitud del peciolo en plantas de sotobosque como *Calathea* es sensible a los cambios en intensidad lumínica y competencia, ya que esta estructura actúa como un mecanismo de ajuste para optimizar la exposición de la lámina foliar a la luz disponible (Poorter & Rozendaal, 2008).

Además, Nobel (2009) sostiene que las estructuras como el pecíolo no solo responden a la luz, sino también al balance hídrico del tejido, ya que un mejor acceso a agua promueve la expansión celular. Por ello, los tratamientos con menor densidad y mayor disponibilidad de agua por planta habrían favorecido el alargamiento natural del pecíolo.

En condiciones de luz difusa y media, como las simuladas en los tratamientos más amplios, la planta puede destinar recursos al crecimiento foliar sin recurrir a elongaciones compensatorias (etiología), lo que resulta en pecíolos más largos, pero no anómalos. De acuerdo con Körner (2003), la elongación de pecíolos y tallos en ambientes de sombra densa o de alta competencia es una estrategia adaptativa para maximizar la captación de luz, pero cuando el microclima es más equilibrado, como en los tratamientos 2 y 5, este crecimiento refleja un desarrollo saludable, no forzado.

### 5.1.3. Del diámetro de pecíolo de las plantas de *Calathea inocephala*

Los valores del diámetro de pecíolo oscilaron entre 3,5 cm ( $T_1$ ) a 3,8 cm ( $T_4$ ), sugiriendo que, aunque las condiciones ambientales creadas por los diferentes espaciamientos no influyeron significativamente en esta variable, cierta tendencia a un mayor grosor del pecíolo puede estar relacionada con una menor competencia por recursos como luz, agua y nutrientes. Como señalan Poorter et al. (2012), el diámetro del pecíolo está vinculado a la capacidad mecánica de sostener hojas más amplias y a una mayor eficiencia en la conducción de agua hacia la lámina foliar, lo que puede verse favorecido en arreglos más holgados.

Asimismo, Niinemets et al. (2007) señalan que, en condiciones de alta humedad y buena disponibilidad de recursos, las plantas tienden a desarrollar tejidos de soporte más robustos, especialmente en las especies con hojas anchas, como *Calathea*. Esto explicaría la razón por la que los tratamientos el diámetro del pecíolo se mantiene en un rango relativamente elevado, superando los 3,5 cm.

#### **5.1.4. Del diámetro de copa de las plantas de *Calathea inocephala***

Los valores del diámetro de peciolo oscilaron entre 3,5 cm (T1) a 3,8 cm (T4)

Según Poorter et al. (2006), el diámetro de copa está estrechamente relacionado con la capacidad de interceptación de luz y el acceso lateral al espacio aéreo, aspectos que se ven facilitados en tratamientos de espaciamiento mayor. Asimismo, Valladares y Niinemets (2008) destacan que, en especies de sombra, como las marantáceas, el desarrollo de copas más anchas permite maximizar la captación de luz difusa en entornos de baja radiación directa.

En ambientes con humedad alta y competencia moderada, como los recreados en los tratamientos más abiertos, las plantas tienen mejores condiciones para la expansión foliar y horizontal de la copa sin incurrir en estrés hídrico o mecánico. Este comportamiento también ha sido documentado por Wright et al. (2004), quienes señalan que, en condiciones óptimas de agua y nutrientes, las plantas tienden a maximizar su área foliar para captar más luz, favoreciendo el crecimiento de copa.

#### **5.1.5. Del número de hojas sanas de las plantas de *Calathea inocephala***

El número de hojas registrado en cada tratamiento, especialmente, sanas no fue lo esperado; lo cual puede deberse también a la baja fertilidad de suelos cultivados, deficiencia hídrica, entre otros, contribuyen en la obtención de una baja productividad y rendimiento (Fancelli y Dourado, 2000; Silva et al., 2003).

Los valores de a número de hojas reportado en la investigación fue superior a lo registrado por Ambrosio (2024), quién en Ucayali, obtuvo 9 hojas en promedio, en distanciamientos de 2,0 x 1,0 m.

#### **5.1.6. De la sobrevivencia de las plantas de *Calathea inocephala***

El T<sub>5</sub> (2,0 x 2,0 m) reportó mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas de bijao, contradiciendo lo indicado por Añez y Tavira (1999) y Pinto y Díaz (2005), quienes informaron que altas densidades de siembra promue-

ven el aumento de plagas y enfermedades, mermando el rendimiento de los cultivos, demostrando una competencia intraespecífica.

Los cinco tratamientos reportaron mayor sobrevivencia que lo obtenido por Bardales (2012), quién en una investigación realizada en Ucayali, reportó 12 % de sobrevivencia.

La tendencia general indica que tratamientos con espaciamientos mayores o más homogéneos favorecen la sobrevivencia de las plantas. Estos resultados coinciden con los de Resende et al. (2015), quienes reportaron que la distancia de plantación influye en la supervivencia inicial, y con lo hallado por Matlaga et al. (2024) en bosques húmedos, donde la competencia por recursos fue un factor limitante en arreglos densos.



# CAPÍTULO VI

---

## CONCLUSIONES

### 6.1. Conclusiones

- Al término de la investigación, el  $T_2$  (distanciamiento de siembra 1,0 x 2,0 m) reportó mejores resultados en altura total de las plantas (30,5 cm de incremento promedio – 7,63 cm/mes) y longitud del peciolo (8,8 cm de incremento promedio – 2,20 cm/mes); sin embargo, el  $T_5$  (2,0 x 2,0 m) registró mejores resultados en número de hojas, diámetro de la copa (7,1 cm de incremento promedio - 1,78 cm/mes) y sobrevivencia de plantas (66,7 %). Por otra parte, el  $T_4$  (distanciamiento de siembra 1,5 x 2,0 m) resultó ser eficiente en la variable diámetro del peciolo (0,4 cm de incremento promedio – 0,10 cm/mes).
- Con respecto a la sobrevivencia, el  $T_5$  (2,0 x 2,0 m) registró mejores resultados, con 66,7 % de plantas vivas al último mes de evaluación.



# CAPÍTULO VII

---

## RECOMENDACIONES

### 7.1. Recomendaciones

- Se recomienda implementar un distanciamiento de siembra de 1,0 x 2,0 m en casos que se requiera mayor altura de plantas y mayor longitud de los peciolos. No obstante, para obtener un mayor número de hojas, mayor diámetro de copa y mayor porcentaje de sobrevivencia se recomienda un distanciamiento de siembra de 2,0 x 2,0 m.



## CAPÍTULO VIII

---

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Z. 2015. Guía para estudiar los productos no maderables (PFNM). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. [https://nikolayaguirre.com/wp-content/uploads/2013/04/aguirre-2015\\_pfnm.pdf](https://nikolayaguirre.com/wp-content/uploads/2013/04/aguirre-2015_pfnm.pdf)
- Ambrocio, E. L. 2024. Efecto de tres densidades de siembra en el cultivo de bijao (*Calathea sp.*) en el distrito de boquerón Aguaytia.
- Ángel-Bravo, R. 2021. The Banana Leaf Approach: An Appreciation of Utilitarian Handcrafted Artifacts in the American Context. *Sociedad y Economía* (42). <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/20124>
- Arnold, M., & Ruíz-Pérez, M. 2001. Can non-timber forest products match tropical forest conservation and development objectives? *Ecological Economics* 39, 437-447.
- Asamoah, O., Danquah, J. A., Bamwesigye, D., Verter, N., Acheampong, E., Boateng, C. M., Kuitinen, S., Appiah, M., & Pappinen, A. 2023. Perceptions of commercialisation and value-addition of non-timber forest products in forest adjacent communities in Ghana. *Discov Sustain* 4, 30. <https://doi.org/10.1007/s43621-023-00146-6>.
- Baltazar, O. 2011. Estudio etnobotánico y de mercado de productos forestales no maderables extraídos del bosque y áreas afines en la ciudad de Pucallpa - Perú. Ucayali, Perú.

- Bardales, L. 2012. Evaluación de cuatro estados fenológicos de bijao: Hijuelos en tres fases de crecimiento y plantones del bijao “Pecho blanco” Poblado Abujao - Cuenca del río Abujao. Ucayali, Perú.
- Belcher, B. M. 2003. What isn't an ntfp? *International Forestry Review* 5(2): 161-168.
- Bidwell, R. 1990. Fisiología vegetal. 1era ed. México D. F., México. 784 p.
- Broad, S., T. Mulliken & D. Roe. 2003. The nature and extent of legal and illegal trade in Wildlife. En: Oldfield, S. (ed.). *The Trade in Wildlife. Regulation for Conservation*. Earthscan. Londres. Chapter 1.
- Chávez, E., Roldan, J., Sotelo, B. E., Ballinas, J., López, E. J. 2009. Plantas comestibles no convencionales en Chiapas, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. *Revista de la Facultad de Salud Pública y Nutrición* 10(2), 11.
- Chao, C. C. T., Devanand, P. S., Chen, J. 2005. AFLP analysis of genetic relationships among *Calathea* species and cultivars. *Plant Sci.* 168, 1459-1469.
- De Polari Alverga, P. P., Miranda, P. N., Da Silva Oliveira, R., & Ferreira, E. M. 2021. Effects of forest succession on the richness and composition of Zingiberales in a forest fragment in the southwestern Amazon. *Braz. J. Bot.* 44, 491–502. <https://doi.org/10.1007/s40415-021-00710-2>
- Dyck, M. 2023. Non-timber forest problems: NTFPs in conservation and development initiatives. In: Samdin, Z., Kamaruddin, N., Razali, S. M. (eds) *Tropical Forest Ecosystem Services in Improving Livelihoods For Local Communities*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-3342-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-19-3342-4_3)
- Evans, R. 1989. *Calathea inocephala* (Marantaceae), a Potential Domesticated and Source of High-Grade Wax. *Economic Botany* 43(4), 509-510.

- Evans, M. I. 1993. *Conservation by Commercialization*. En: Hladik, C.M., A. Hladik, O. F. Linares, H. Pagezy, A. Semple, Andy & M. Hadley (eds.). *Tropical Forests, People and Food: Biocultural Interactions and Applications to Development*. mab Series 13. unesco. Paris and Parthenon Publishing Group. Carnforth, uk. 815-822.
- Fancelli, A. L., & Dourado, D. 2000. *Produção de milho*. Agropecuária. Guaíba, Brasil. 360 p.
- Garrido, A. L. 2020. Efectos del bocashi en la producción de plantas de *Calathea lutea* Schult (bijao) bajo condiciones de vivero en Tingo María.
- González, M. A., & Suspe, P. A. 2017. Servicios ecosistémicos asociados al Bijao (*Calathea lutea*) en el municipio de Moniquirá, Boyacá, Colombia.
- Gross, M. R., Pinho, R. G., & Brito, A. 2006. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. *Ciencia e Agrotecnologia* 30, 387-393.
- Higuera-Mora, N. C., González-Orozco, A., Suspe-Adame, P. A., Medina, I., Sierra-Roncancio, S. S., Posada-Almanza, R. H. 2020. Socio-ecological relations associated with bijao producing areas (*Calathea lutea*) in central-eastern Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 23(3), 76.
- Holdridge, R. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. 3era ed. San José, Costa Rica. Servicio Editorial IICA. 216 p.
- Jesús, E. 2022. Determinación de las labores culturales relacionadas a la calidad de hojas de *Calathea inocephala* (Kuntze) H. Kenn. & Nicolson (bijao) comercializadas para envoltorio de comidas típicas en el centro poblado de Bella - Huánuco.
- Kennedy, H., Andersson, L., & Hagberg, M. 1988. Marantaceae. In: Harling, G. & Andersson, L. *Flora of Ecuador* 32, 13-188.
- Körner, C. 2003. *Alpine plant life: Functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Springer-Verlag.

- Kusters, K., Ramadhani, A., Belcher, B., & Ruiz-Pérez, M. 2006. Balancing Development and Conservation? An Assessment of Livelihood and Environmental Outcomes of Non-Timber Forest Product Trade in Asia, Africa, and Latin America. *Ecology and Society* 11(2), 20 <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art20/>
- López, R. 2008. Productos forestales no maderables: importancia e impacto de su aprovechamiento. *Revista Colombia Forestal* (11), 215-231. <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v11n1/v11n1a14.pdf>
- Matlaga, D., Lammerant, R., Hogan, J. A., Uriarte, M., Rodríguez-Valle, C., Zimmerman, J. K., & Muscarella, R. 2024. Survival, growth, and functional traits of tropical wet forest tree seedlings across an experimental soil moisture gradient in Puerto Rico. *Ecology and Evolution*.
- Méndez-Toribio, M., Meave, J. A., & Ibarra-Manríquez, G. 2008. Evaluación del efecto del dosel en la regeneración de especies leñosas del sotobosque en selva húmeda tropical. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79(2), 205–217.
- MINAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). 2015. Los productos forestales no maderables. <https://www.midagri.gob.pe/portal/49-sector-agrario/recurso-forestal/354-productos-no-maderables>
- Miranda, E. 2016. Informe de estudio de mercado sobre usos de la hoja de bijao en preparación de alimentos regionales. Municipalidad Provincial de Padre Abad.
- Mora, N. C. H., Orozco, M. A. G., Adame, P. A. S., Rojas, I. D. M., Roncancio, S. S. S., & Almanza, R. H. P. 2020. Socio-ecological relations associated with bijao producing areas (*Calathea lutea*) in central-eastern Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 23(3).
- Morant, M., Villota, M. D., 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.

- Neumann, R. P., & E. Hirsch. 2000. Commercialization of Non-Timber Forest Products: Review and Analysis of Resource. cifer. Bogor, Indonesia.
- Niinemets, Ü., Portsmuth, A., & Tobias, M. 2007. Leaf shape and venation pattern explain species' shade tolerance. *Ecology*, 88(5), 1131–1143.
- Nilsen, E. T., & Orcutt, D. M. 1996. *The physiology of plants under stress: Abiotic factors*. John Wiley & Sons.
- Nobel, P. S. 2009. *Physicochemical and Environmental Plant Physiology* (4th ed.). Academic Press.
- Ñústez, C., Santos, M., & Segura, M. 2009. Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variables de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía* 62(1), 4823-4834.
- Pandey, T., & Ashwani, K. 2016. Non-timber forest products (NTFPs) for sustained livelihood: Challenges and strategies. <https://doi.org/10.3923/rfj.2016>.
- Pinto, A., & Díaz, J. 2005. Manejo agronómico de cultivos. Módulo de aprendizaje. Venezuela, MINEP, INCE. 85p.
- Poorter, L., Bongers, F., & Bongers, F. J. J. M. 2006. Architecture of 54 moist-forest tree species: Traits, trade-offs, and functional groups. *Ecology*, 87(5), 1289–1301.
- Poorter, L., & Rozendaal, D. M. A. 2008. Leaf size and leaf display of 38 tropical tree species along a light gradient. *Journal of Ecology*, 96(5), 1068-1080.
- Poorter, L., Niinemets, Ü., Poorter, H., Wright, I. J., & Villar, R. 2009. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): A meta-analysis. *New Phytologist*, 182(3), 565–588.
- Prada, L. E., García, H. R., Koop, E., & Cáceres, J. J. 2000. Bijao: un empaque para la certificación de origen del bocadillo veleño. Santander, Colombia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 24 p.

- Prada, L. E., García, H. R., Koop, E., & Cáceres, J. J. 2006. Bijao: un empaque para la certificación de origen del bocadillo veleño (Producto medio). Bogotá, Colombia.
- Resende, L. A., Pinto, L. V. A., Santos, E. C., & Silva, S. 2015. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio na recuperação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. *Revista Árvore*, 39(1), 147-157.
- Ríos, A. 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 Aetujao, Región Ucayali. Ucayali, Perú.
- Salisbury, F., & Ross, C. 2000. Fisiología de las plantas. Paraninfo. Madrid, España, 988 p.
- Silva, P. R. F., Argenta, G., & Sangoi, L. 2003. Factores determinantes da escolha de densidade de plantas em milho. In: Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, 4., 2003, Lages, SC. Resumos expandidos. CAV-UDESC. Lages, Brasil.
- Sopeña, F. 2015. El mercado de la hoja de bijao, en Moniquirá. Bogotá, Colombia.
- Sosa, V. 1995. Flora de Veracruz. California, University of California, Riverside: Instituto de Ecología, A.C. Xalapa.
- Stibbe, C., & Marlander, B. 2002. Field emergence dynamics significance to intraspecific competition and growth efficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy* 17, 161-171.
- Ticktin, T., P. Nantel, F. Ramírez & T. Johns. 2002. Effects of Variation on Harvest Limits for Non-Timber Forest Species in Mexico. *Conservation Biology* 16, 691-705.
- Valladares, F., & Niinemets, Ü. 2008. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39, 237-257.

- Van Huylenbroeck, J., Calsyn, E., Van den Broeck, A., Denis, R., Dhooghe, E. 2018. Calathea. In: Van Huylenbroeck, J. (eds) Ornamental Crops. Handbook of Plant Breeding, vol 11. *Springer, Cham*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-90698-0\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90698-0_13)
- Vega, C., & Andrade, F. 2000. Densidad de plantas y espaciamento entre hileras. p. 97-133. En: F. H. Andrade y V. O. Sadras (eds). Bases para el manejo del maíz, girasol y la soja. EEA INTA Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias UNMP.
- Vera, B. T. A. 2015. Implementación de un colibritario en la finca experimental “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Cantón Quevedo, Provincia Los Ríos.
- Wright, I. J., Reich, P. B., Westoby, M., Ackerly, D. D., Baruch, Z., Bongers, F. et al. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, 428(6985), 821–827.
- Zhu, L., & Lo, K. 2021. Non-timber forest products as livelihood restoration in forest conservation: a restorative justice approach. *Trees For People* 6, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100130>
- Zuidema, P. A. 2000. Demography of Exploited Tree Species in the Bolivian Amazon. Ph.D. Thesis. promab Scientific Series 2. Utrecht University. Utrecht, The Netherlands. <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertation/1932990/inboud.htm>
- Zotz, G., & Hietz, P. 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: Current knowledge, open questions. *Journal of Experimental Botany*, 52(364), 2067–2078.



## ANEXOS

**Tabla 19.** *Variables evaluadas 210 días después de la siembra.*

N° de bloque	N° de tratamiento	Altura (cm)	N° de hojas		Longitud del peciolo (cm)	Diámetro del peciolo (cm)	Diámetro de copa (cm)
			Sanas	Dañadas			
I	1	57,0	5,0	6,1	17,7	3,5	31,2
	2	74,6	5,4	6,6	22,5	4,3	34,9
	3	51,0	3,4	3,5	18,4	3,1	24,9
	4	47,5	2,8	5,5	16,0	3,2	24,4
	5	60,5	4,5	3,9	20,0	3,7	29,4
II	1	38,9	3,0	3,4	12,4	3,1	22,5
	2	56,0	2,4	3,3	20,1	3,6	25,7
	3	44,1	4,7	5,1	13,4	3,8	27,4
	4	58,5	4,7	5,3	18,0	4,6	34,3
	5	64,8	7,6	6,4	17,8	4,2	38,0
III	1	56,1	4,8	4,3	16,3	3,9	30,0
	2	51,8	2,8	4,2	16,2	3,4	22,6
	3	49,2	2,7	4,2	12,8	3,9	21,2
	4	41,2	2,4	3,0	13,7	3,5	16,1
	5	50,8	3,0	3,8	15,6	3,4	24,1



Libro electrónico disponible en  
<https://fondoeditorial.unaat.edu.pe/#catalogo>  
Publicado en el Perú / Published in Peru.







# UNAAT

EXCELENCIA CIENTÍFICA Y ACADÉMICA  
CON RESPONSABILIDAD SOCIAL

## AUTORES

Jairo Edson Gutiérrez-Collao - Elí Julian Ramos Zevallos - Kristhy Victoria Gutiérrez-Collao  
Analiz Lola Ruiz Tello - Benancio Pantoja Medina - Yhimy Yhon Huayllani Agui  
Wilfredo Tello Zevallos

ISBN: 978-612-99147-0-1



9 786129 914701