

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**

**INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN
SEXUAL DE *Cinchona micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)
EN EL CENTRO POBLADO LA CASCARILLA, JAÉN**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autor: Bach. Yoel Robinson Quispe Bances

Asesora: Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo

Coasesor: Mg. Franklin Hitler Fernandez Zarate

**Línea de investigación: Conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos
naturales**


**JAÉN – PERÚ
2025**

Yoel Robinson Quispe Bances

INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Cinchona micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) EN EL CENT...

 Quick Submit

 Quick Submit

 Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3234604781

Fecha de entrega

30 abr 2025, 9:56 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

30 abr 2025, 10:02 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

obinson_Quispe_Bances-_Informe_-_YOEL_ROBINSON_QUISPE_BANCES.pdf

Tamaño de archivo

2.0 MB

36 Páginas

6546 Palabras

37.698 Caracteres

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería




10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

- 10%  Internet sources
- 1%  Publications
- 5%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el 13 de mayo del 2025, siendo las 15:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado Evaluador designados con Resolución N° 331-2025-UNJ/FI

Presidente, Mg. María Marleni Torres Cruz

Secretario, Mg. Yuriko Sumiyo Murillo Domen

Vocal, Dr. Wagner Colmenares Mayanga

para evaluar la sustentación del Informe Final de Tesis titulado: "INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Cinchona micrantha* "Ruiz y Pav" (Rubiaceae) EN EL CENTRO POBLADO LA CASCARILLA, JAÉN", cuyo autor es el Bach. Yoel Robinson Quispe Bances, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, teniendo como asesores a la Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo y el Mg. Franklin Hitler Fernandez Zarate;

Después de la sustentación y defensa, el Jurado Evaluador acuerda:


(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	()
Muy bueno	16, 17	()
Bueno	14, 15	(15)
Regular	13	()
Desaprobado	12 o menos	()

Siendo las 16:00 horas, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Mg. María Marleni Torres Cruz
Presidente Jurado Evaluador


Mg. Yuriko Sumiyo Murillo
Domen
Secretario Jurado Evaluador


Dr. Wagner Colmenares Mayanga
Vocal Jurado Evaluador

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

ANEXO N° 06:
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS O
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, Yoel Robinson Quispe Bances, egresado de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado con DNI N° 75310614.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:
“INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Cinchona micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) EN EL CENTRO POBLADO LA CASCARILLA, JAÉN”. Asesorado por la Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo y Mg. Franklin Hitler Fernandez Zarate. El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar; el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi Tesis no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 24 de abril de 2025



Bach. Yoel Robinson Quispe Bances

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
2.1. Ubicación del área de estudio.....	9
2.2. Metodología.....	11
2.3. Análisis de datos.....	15
III. RESULTADOS.....	16
3.1. Determinación del mejor sustrato para la propagación sexual de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), en función del desarrollo vegetativo	16
3.2. Determinación del tiempo de propagación sexual de la <i>C. micrantha</i>	18
3.3. Determinación del porcentaje de germinación de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)	21
IV. DISCUSIÓN.....	23
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
5.1. Conclusiones	25
5.2. Recomendaciones	25
VI. REFERENCIAS	27
DEDICATORIA	33
AGRADECIMIENTO.....	34
ANEXO.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Tratamientos para propagación de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)..	12
Tabla 2 Análisis de varianza del porcentaje de germinación de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).....	17
Tabla 3 Resultados de la prueba LSD de Fisher en el porcentaje de germinación de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)	17
Tabla 4 Análisis de variancia del tiempo promedio de germinación de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).....	19
Tabla 5 Cálculo de velocidad de germinación (M) y coeficiente de velocidad de germinación (CV) de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).....	19
Tabla 6 Número de semillas germinadas de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), por tratamiento.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación de la zona de estudio.....	10
Figura 2 Descripción de la semilla de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).....	13
Figura 3 Cámara de subirrigación para la propagación de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).....	13
Figura 4 Diseño experimental usado en la propagación de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).....	13
Figura 5 Porcentaje promedio de germinación de semillas de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).....	16
Figura 6 Tiempo promedio de germinación sexual de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).....	18
Figura 7 LDS de Fisher para el parámetro velocidad de germinación (M) de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).....	20
Figura 8 Curva de germinación acumulada de <i>C. micrantha</i> “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) en cada tratamiento.....	22

RESUMEN

Cinchona micrantha “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), es conocida localmente como cascarilla, especie importante para el Perú, actualmente en peligro de extinción. Se determinó la influencia de los sustratos en la propagación de *C. micrantha*, mediante un diseño completamente al azar. T0 (Testigo “papel filtro”), T1 (30% de tierra de bosque + 40 % de arena + 30 % de humus), T2 (25 % de tierra de bosque + 25 % de arena + 50 % de humus), T3 (50 % de tierra de bosque + 50 % de arena), T4 (100 % de tierra de bosque) y T5 (100% de arena). Se utilizó tres repeticiones por cada uno de los tratamientos y 100 semillas por replica. Los resultados expresados en porcentaje de germinación demostraron que el T1 y el T4 lograron el mejor promedio con 50.7% y 49% respectivamente, además todos los tratamientos son mejores que el testigo (T0). Se observa que T2 y T3 lograron los mejores tiempos promedios de germinación con 23.67 y 23.93 días respectivamente, sin embargo, los valores de T1, T4 y T5 no están muy alejados. En el T0 no se logró germinar semillas descartando su procesamiento en el análisis de varianza para el parámetro T y se consideraron valores de los demás tratamientos para poder determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre sus medias.

Palabras clave: *árbol de la quina, cascarilla, germinación, cámara de subirrigación.*

ABSTRACT

Cinchona micrantha "Ruiz y Pav." (Rubiaceae), locally known as cascarilla, is an important species for Peru, currently endangered. The influence of substrates on the propagation of *C. micrantha* was determined through a completely randomized design. T0 (Control "filter paper"), T1 (30% forest soil + 40% sand + 30% humus), T2 (25% forest soil + 25% sand + 50% humus), T3 (50% forest soil + 50% sand), T4 (100% forest soil), and T5 (100% sand). Three repetitions were used for each treatment, with 100 seeds per replicate. The results expressed as germination percentage showed that T1 and T4 achieved the best averages, with 50.7% and 49%, respectively, and all treatments were better than the control (T0). It was observed that T2 and T3 achieved the best average germination times, with 23.67 and 23.93 days, respectively. However, the values for T1, T4, and T5 were not far apart. No germination occurred in T0, excluding it from the analysis of variance for the T parameter, and the values of the other treatments were considered to determine the existence of statistically significant differences between their means.

Keywords: *quina tree, cascarilla, germination, subirrigation chamber.*

I. INTRODUCCIÓN

El género *Cinchona* es originario de los valles andinos de Sudamérica (Aymard, 2019) y se ubica en la región tropical de la cordillera de los Andes (Garmedia, 2005; Huamán, 2020). En las montañas de Perú existen diversidad de especies de *Cinchona* (Anderson, 1998), siendo el norte de país zona con potencial para el desarrollo de estudios (Huaman, 2019) más aún frente a amenazas de la expansión urbana, la agricultura, la ganadería (Sánchez, 2020) con impacto negativo en las poblaciones de *Cinchona* (Huamán, 2020; Castañeda, 2019).

Cinchona micrantha “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), "casarilla" o "quina", es una especie conocida por sus propiedades medicinales, especialmente en la producción de quinina (Loayza-O *et al.*, 2010). Se distribuye a lo largo de las vertientes orientales de los Andes en Perú, entre los 300 y 3 500 m.s.n.m. donde desempeña un rol ecológico clave en la estructura de estos ecosistemas (Zevallos, 1989; Ulloa-Ulloa *et al.*, 2017). . Actualmente enfrenta amenazas de conservación debido a la sobreexplotación, el cambio climático y la pérdida de hábitat (López *et al.*, 2024; Mendoza *et al.*, 2004). A pesar de su importancia en Perú, carece de estudios sobre su propagación, lo que resalta la necesidad de investigar métodos de reproducción para preservar las características genéticas esenciales para su supervivencia (Hartman y Kester, 2003).

La propagación sexual (vía semillas) es un proceso complejo y crucial para el establecimiento y crecimiento de las plantas. Según Karsen (1981) la germinación de las semillas está controlada por condiciones endógenas y exógenas (temperatura, contenido de humedad, lluvia, concentración de oxígeno y dióxido de carbono, luz). Por lo tanto, para obtener una mejor germinación de semillas se debe tener en cuenta las condiciones que afectan en la germinación, con especial interés en el tipo de sustrato empleado ya que juega un papel fundamental influyendo directamente en la viabilidad y éxito germinativo (Baskin y Baskin, 2014).

Las semillas constituyen uno de los recursos más importantes para el manejo agrícola y silvícola, permitiendo la reforestación, conservación de germoplasma y recuperación de especies sobreexplotadas (FAO, 2014); Particularmente en especies amenazadas por sobreexplotación, el almacenamiento de semillas permite preservar material genético valioso a largo plazo, no obstante, las semillas de *Cinchona* no pueden ser guardadas por

largos periodos de tiempo porque muestran una marcada reducción en viabilidad durante el almacenamiento (Ascon y Talon, 2001).

La evaluación de la influencia de diversos sustratos empleados en la germinación sexual de semillas contribuye al conocimiento de técnicas de cultivo que favorezcan el crecimiento óptimo de aquellas especies de importancia ecológica y medicinal, considerando al árbol de la quina como una especie en peligro de extinción (Pérez, 2020). Zevallos (1989), sugiere para *C. micrantha* suelos franco-arenosos con pH entre 5.5 y .0 que equilibren retención de humedad y aireación. Estudios previos han sugerido que un sustrato bien aireado y con un balance adecuado de humedad y nutrientes puede mejorar significativamente la germinación de especies de la familia Rubiaceae (Díaz *et al.*, 2018); además, los sustratos pueden combinarse con otros o usarse en su forma natural (Frade *et al.*, 2011) ya que las propiedades físicas y químicas de los sustratos pueden afectar el proceso de germinación.

En el caso de *C. micrantha*, el tipo de sustrato no solo incide en la tasa de germinación, sino también en la rapidez y uniformidad del proceso surgiendo la necesidad de evaluar sustratos alternativos replicando las condiciones óptimas de su hábitat (zona de montaña nublada) (Campos *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2018), siendo relevante su presencia en los bosques montanos de La Cascarilla (Jaén) que actualmente se encuentran degradados por la colonización espontánea y la tala excesiva de los pobladores con fines de entablar sus parcelas agrícolas (Jerez, 2017).

Estudios previos en la región Cajamarca han reportado éxitos con sustratos locales en la germinación de especies nativas (Gobierno Regional de Cajamarca, 2009), pero no se han aplicado sistemáticamente a *C. micrantha*, es por ello que urge aportar al vacío de conocimiento sobre la influencia del sustrato en su propagación, que sirvan para generar protocolos para conservación ex situ y restauración ecológica. Finalmente, los resultados podrían extrapolarse a otras especies amenazadas de Rubiaceae en los Andes tropicales (López *et al.*, 2024).

Es en este contexto que esta investigación tiene el propósito de determinar el mejor sustrato para la propagación sexual de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), en función del desarrollo vegetativo; determinar el tiempo y porcentaje de propagación sexual de *C. micrantha*, además, de generar una base de datos para otros trabajos vinculados a la conservación y recuperación de esta especie; así mismo, esta información

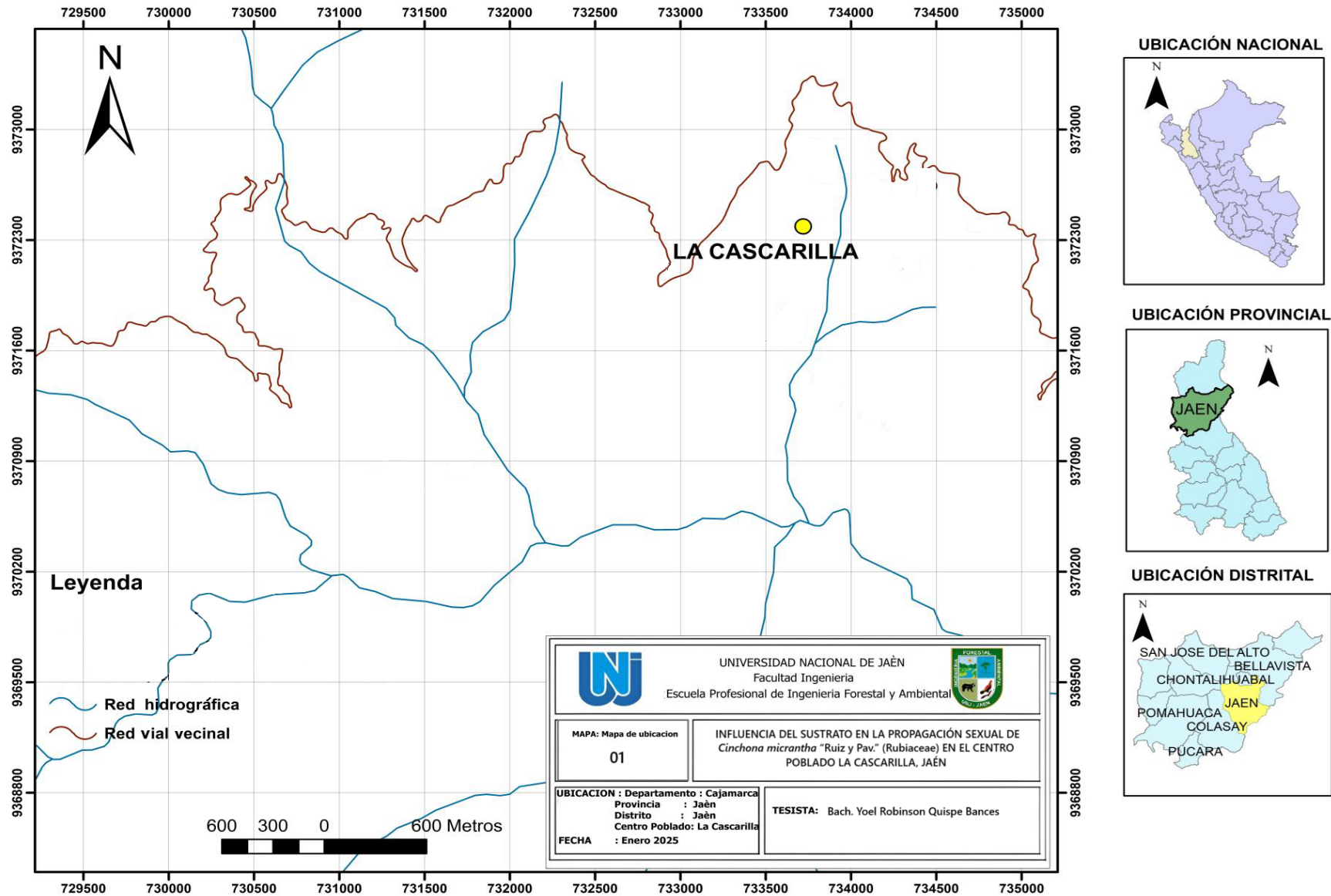
será de suma importancia para las instituciones locales y nacionales vinculadas a la conservación de flora en peligro de extinción y será una herramienta útil para la gestión sostenible de este recurso.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se desarrolló desde el 29 de enero del 2021 hasta el 24 de septiembre del 2021 en el C. P. La Cascarilla ($5^{\circ}40'16,5''S$ y $78^{\circ}53'11,6''E$), ubicado en la provincia de Jaén, Cajamarca, Perú (Figura 1) a 1800 m de altitud, con precipitaciones anuales de 1700 mm, temperatura mínima de 13 °C y máxima de 20.5 °C, el cual se define como clima tropical (Fernández *et al.*, 2021).

Figura 1
Ubicación de la zona de estudio



2.2. Metodología

La investigación desarrollada es de tipo cuantitativa explicativa, que responde las causas de los eventos y fenómenos, centrando su interés en explicar por qué ocurre la propagación de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández, *et al.*, 2014). Y, acorde con Arias (2012) es experimental ya que es un proceso que consiste en someter a las semillas de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) a determinadas condiciones o tratamientos (sustratos) para observar los efectos o reacciones que se producen.

Se empleó el diseño estadístico completamente aleatorio (DCA) con seis tratamientos (T0, T1, T2, T3, T4, T5), tres repeticiones (A, B, C), 18 unidades experimentales. Los resultados se analizaron mediante el software StatGraphics Centurion XVI (StatPoint Technologies Inc, Warrenton, VA, EE. UU.). Los datos serán sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y las medias serán comparadas mediante la prueba LSD de Fisher ($p=0,05$).

2.2.1. Determinación del mejor sustrato para la propagación sexual de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) en función del desarrollo vegetativo

- a. **Colecta del material biológico:** Se identificaron y seleccionaron árboles o individuos de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) en el Centro Poblado la Cascarilla - Jaén, en óptimas condiciones fitosanitarias para ser consideradas fuentes semilleras considerando como criterios de selección de árboles aquellos con: fuste recto, turgencia de follaje, ramificación y uniformidad de producción de frutos. Posteriormente de los árboles seleccionados se recolectaron 2 kg de frutos maduros (color rojizo) empacados en bolsas de tela y secado bajo sombra.
- b. **Preparación de sustrato:** La elaboración del medio de germinación (sustrato) para cada uno de los tratamientos se desarrolló teniendo en cuenta cada uno porcentajes preestablecidos de arena, humus y tierra de bosque siendo distribuidos en la cámara de subirrigación acorde a la descripción de la Tabla 1.

Tabla 1

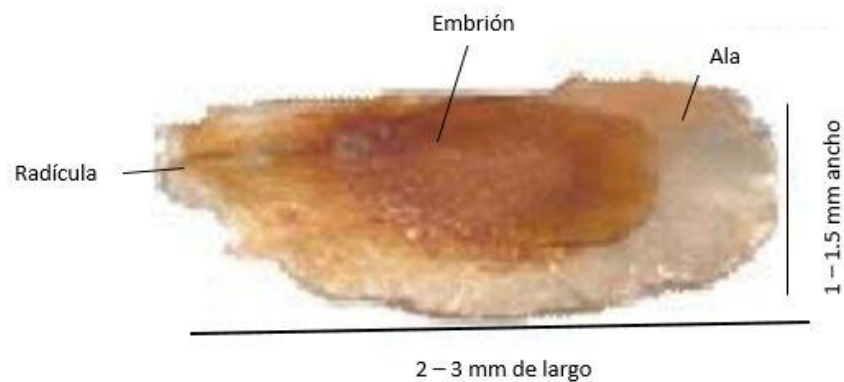
Tratamientos para propagación de C. micrantha “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)

Tratamiento	Descripción
T0	Testigo (papel filtro)
T1	30 % de tierra de bosque + 40 % de arena + 30 % de humus
T2	25 % de tierra de bosque + 25 % de arena + 50 % de humus
T3	50 % de tierra de bosque + 50 % de arena
T4	100 % de tierra de bosque
T5	100% de arena

- c. **Selección y siembra de semillas en cámara de subirrigación:** Se seleccionaron semillas en perfecto estado fitosanitario (sin presencia de hongos y completas) su descripción en la (Figura 2).

Figura 2

Descripción de semilla de C. micrantha “Ruiz y Pav.”



Se sembraron en la cámara de subirrigación con dimensiones de 1 x 0.6 x 0.5 m, de largo, ancho y altura respectivamente (Figura 3). Además, se aplicó riego diario para asegurar humedad constante.

Figura 3

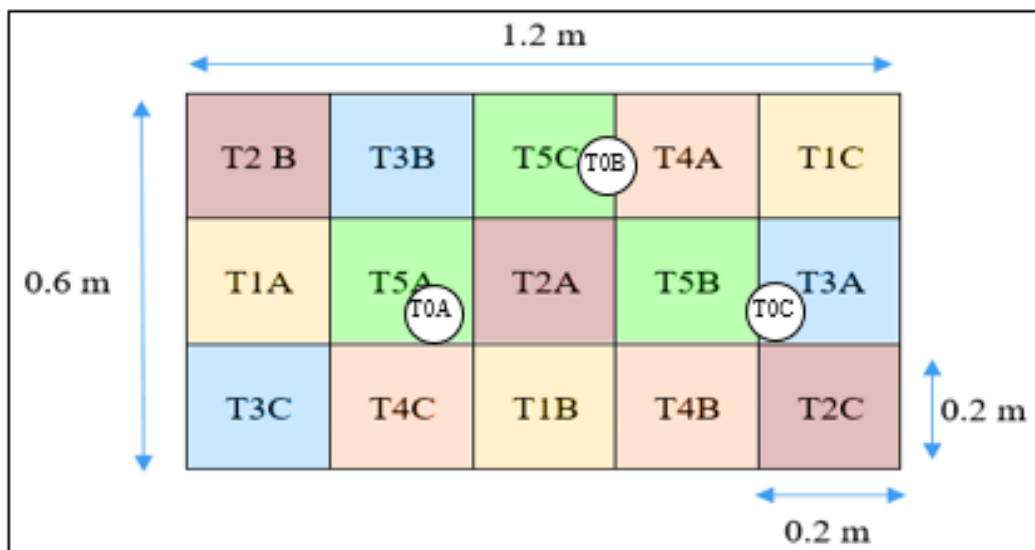
Cámara de subirrigación para la propagación de C. micrantha “Ruiz y Pav.”
(Rubiaceae)



d. Diseño experimental: Se empleó un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, haciendo un total de 18 unidades experimentales (Figura 4). Se emplearon 100 semillas de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) por cada unidad experimental. El tratamiento T0 se empleó para testigo y placas Petri ubicadas dentro de la cámara de subirrigación

Figura 4

Diseño experimental usado en la propagación de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.”
(Rubiaceae)



e. **Determinación del mejor sustrato para la propagación sexual de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae):** Se observó diariamente por un tiempo de 60 días considerando como indicador de propagación la aparición del ápice de la radícula en cada uno de los tratamientos y cada réplica. La determinación del mejor sustrato para la propagación sexual de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), se realizó en función del porcentaje de desarrollo vegetativo o plantas germinadas.

2.2.2. **Determinación del tiempo de propagación sexual de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)**

La determinación del tiempo de propagación se realizó a partir de observar y registrar en cada uno de los tratamientos y respectivas repeticiones la aparición del ápice de la radícula sucediendo ello a los 19 días de siembra hasta el día 60. Además, se evaluaron los siguientes parámetros, relacionados con el tiempo de propagación acorde con lo establecido por González y Ürozco (1996).

a. **Coefficiente de velocidad de propagación (CV).**

$$CV = \frac{\sum n_i}{\sum (n_i t_i)} \times 100$$

Donde:

n_i = cantidad de semillas propagadas por día i

t_i = número de días después de la siembra.

b. **Tiempo promedio de propagación (T).**

$$T = \frac{1}{CV}$$

c. **Velocidad de propagación (M).**

$$M = \sum \left(\frac{n_i}{t} \right)$$

Donde:

t = tiempo de propagación desde la siembra hasta la propagación de la última semilla.

2.2.3. Determinación del porcentaje de propagación de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)

Luego de un proceso meticuloso de cuidados en humedad y temperatura en la cámara de subirrigación, se obtuvo por observación directa el porcentaje de propagación considerando el conteo del número de semillas que germinaron sobre el total de semillas sembradas (Caroca *et al.*, 2016) en el total de unidades experimentales, usando la formula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas germinadas}}{N^{\circ} \text{ de semillas sembradas}} \times 100$$

2.3. Análisis de datos

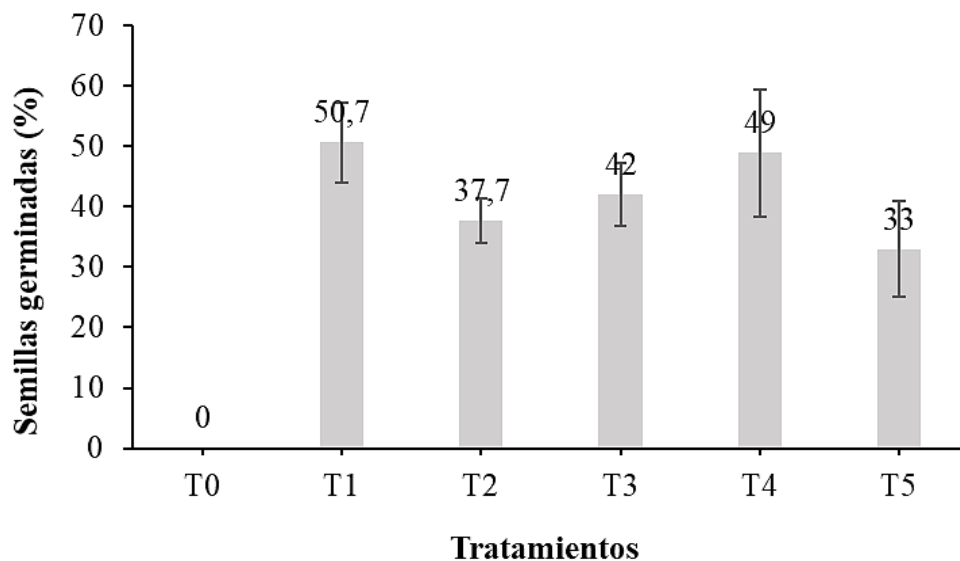
Los resultados de propagación sexual de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), se analizaron estadísticamente utilizando el software StatGraphics Centurión XVI (StatPoint Technologies Inc, Warrenton, VA, EE. UU.). Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y las medias fueron comparadas mediante la prueba LSD de Fisher ($p=0.05$).

III. RESULTADOS

3.1. Determinación del mejor sustrato para la propagación sexual de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), en función del desarrollo vegetativo

Figura 5

Porcentaje promedio de germinación de semillas de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).



Los resultados expresados en porcentaje de germinación de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), se muestran en la Figura 5, en donde se observa que, el T1 y el T4 lograron el mejor promedio con 50.7% y 49% respectivamente seguidos del T3 con 42%, T2 con 37.7% y T5 con 33% de germinación en 60 días. Además, se evidenció que todos los tratamientos son mejores que el testigo (T0). Gráficamente se muestra diferencias entre las medias de los tratamientos.

Tabla 2

Análisis de varianza del porcentaje de germinación de C. micrantha “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	5	0.51769	0.103539	23.83	0.000
Error	12	0.05213	0.004344		
Total	17	0.56983			

Donde:

GL = grados de libertad

SC = suma de cuadrados del error

MC = cuadrado medio

En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis de varianza, con un nivel de significancia (α) del 0.05, con la finalidad de encontrar diferencias entre las medias de porcentaje de germinación de los cinco tratamientos con porcentaje de germinación diferente a cero (0). Se observa que el valor p es inferior al nivel de significancia, por tanto, se infiere que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de algunos de los tratamientos.

Tabla 3

Resultados de la prueba LSD de Fisher en el porcentaje de germinación de C. micrantha “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)

Tratamiento	N	Media	Agrupación		
T1	3	0.507	A		
T4	3	0.490	A	B	
T3	3	0.420	A	B	C
T2	3	0.377	B		C
T5	3	0.330	C		
T0	3	0.000	D		

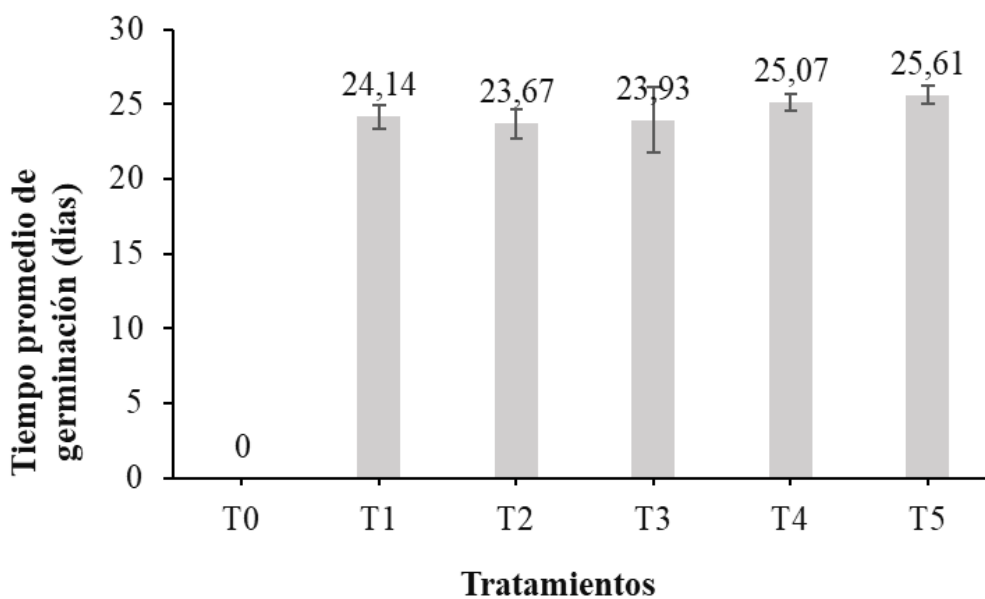
Para determinar cuáles de los tratamientos presentan medias estadísticamente diferentes se utilizó la prueba de LSD de Fisher con una significancia (α) del 0.05. En la Tabla 3 se muestran las medias de porcentaje de germinación de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), aquellas con letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos. Se observa que T1 es diferente significativamente a T2 y T5, al igual que

T4 es diferente a T5. También se tiene que entre los tratamientos con mayores porcentajes de germinación (T1, T4 y T3) no existen diferencias significativas.

3.2. Determinación del tiempo de propagación sexual de la *C. micrantha*

Figura 6

Tiempo promedio de germinación sexual de C. micrantha "Ruiz y Pav." (Rubiaceae)



La Figura 6 muestra los días promedios de germinación de *C. micrantha* "Ruiz y Pav." en cada tratamiento. Se observan diferencias entre los tratamientos, sin embargo, los resultados de la Tabla 5 determinan que estas diferencias no son estadísticamente significativas. Es así que se deduce que no hay una influencia importante de los tratamientos sobre la velocidad de germinación.

Tabla 4

Análisis de variancia del tiempo promedio de germinación de C. micrantha “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	4	8.091	2.023	1.44	0.290
Error	10	14.011	1.401		
Total	14	22.102			

Los resultados del análisis de variancia con una significancia (α) del 0.05 para el parámetro T se muestran en la Tabla 4. Se observa que el “valor p” es mayor al valor de la significancia, por tanto, se infiere que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de algunos de los tratamientos.

Tabla 5

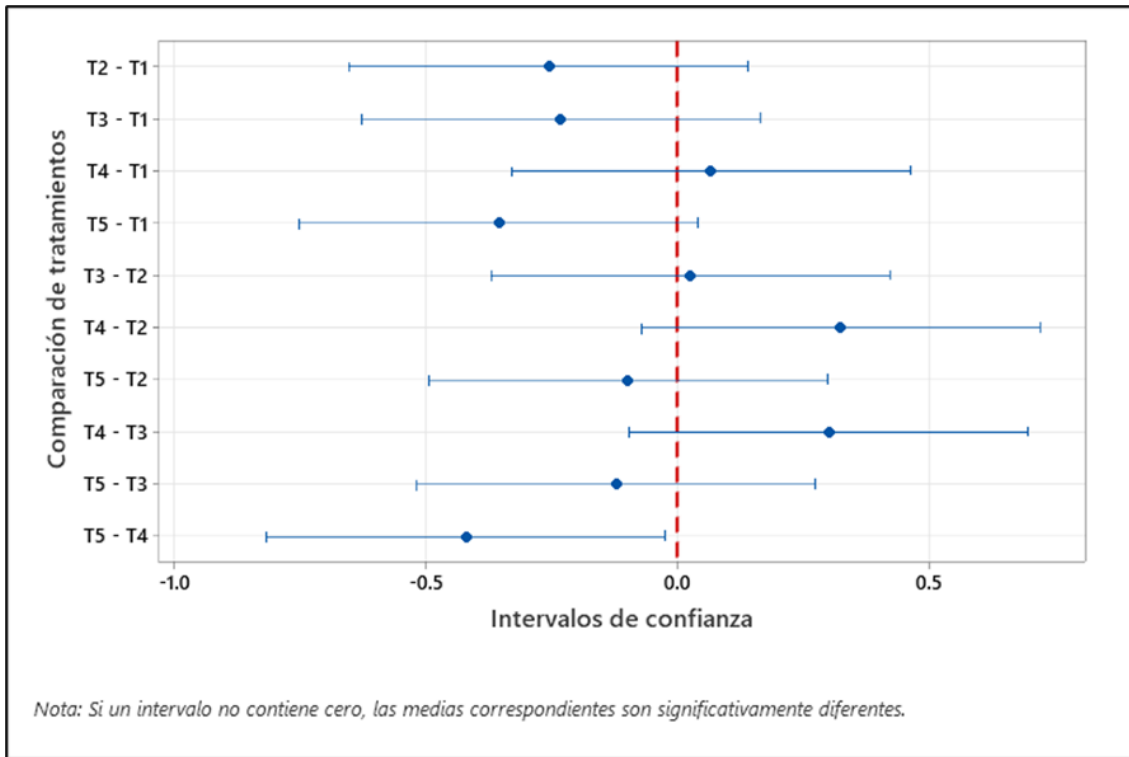
Cálculo de velocidad de germinación (M) y coeficiente de velocidad de germinación (CV) de C. micrantha “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)

Tratamiento	M (semillas/día)	CV
T1	1.20	4.15
T2	0.94	4.23
T3	0.96	4.20
T4	1.26	4.00
T5	0.84	3.94
Coeficiente de variación (%)	17.36	3.10

La Tabla 5, muestra los resultados de los parámetros velocidad de germinación (M) y el coeficiente de velocidad de germinación (CV) por cada tratamiento. Se aprecia que el valor de coeficiente de variación respecto al parámetro CV es inferior al 5%, por tanto, se infiere que no existen variaciones importantes entre tratamientos. En cambio, el parámetro M alcanzó valores superiores a 5% por lo que se considera que este parámetro se vio influenciado por el tipo de tratamiento.

Figura 7

LSD de Fisher para el parámetro velocidad de germinación (M) de *C. micrantha* "Ruiz y Pav." (*Rubiaceae*).



En la Figura 7 se aprecia la comparación entre tratamientos para determinar diferencias significativas respecto a la velocidad de germinación de *C. micrantha*, con la prueba de LSD de Fisher con una significancia (α) del 0.05. Se evidencia que T4 y T5 presentan diferencias significativas en la velocidad de germinación de *C. micrantha* corroborando los resultados obtenidos en la Tabla 5.

3.3. Determinación del porcentaje de germinación de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae)

Tabla 6

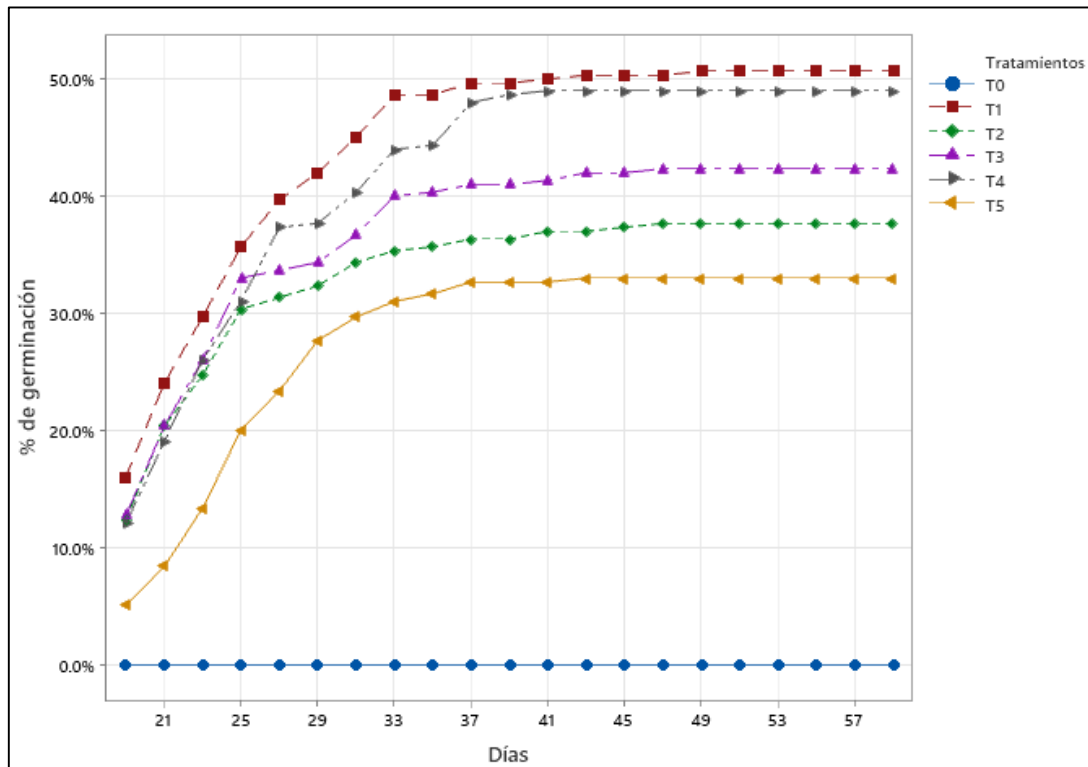
Número de semillas germinadas de C. micrantha “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), por tratamiento

Días	Tratamiento					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
19	0	48	37	38	36	15
21	0	24	24	23	21	10
23	0	17	13	17	21	15
25	0	18	17	21	15	20
27	0	12	3	2	19	10
29	0	7	3	2	1	13
31	0	9	6	7	8	6
33	0	11	3	10	11	4
35	0	0	1	1	1	2
37	0	3	2	2	11	3
39	0	0	0	0	2	0
41	0	1	2	1	1	0
43	0	1	0	2	0	1
45	0	0	1	0	0	0
47	0	0	1	1	0	0
49	0	1	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0
Total	0	152	113	127	147	99
Porcentaje (%)	0.0	50.7	37.7	42.3	49.0	33.0

En la Tabla 6 se presenta el número de semillas germinadas que logró cada tratamiento. Se observa que la germinación inicia a partir de los 19 días después de la siembra en todos los tratamientos excepto en T0 que no logró germinar semillas. A demás, se evidenció que T1 logró el mayor número de semillas germinadas seguido de T4, T3, T2 y T5.

Figura 8

Curva de germinación de C. micrantha “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) en cada tratamiento.



En la Figura 8 se observa las curvas de germinación en porcentaje por cada tratamiento, se aprecia que a partir del día 19 existe un incremento diario en todos los tratamientos excepto en T0 que no logró germinar semillas. También, se tiene que el mayor porcentaje de germinación acumulado y posterior estabilización se logró a partir de los 41 días, independientemente del tipo de tratamiento. Por último, se evidenció que la curva de germinación de T1 se mantuvo siempre por encima de los demás tratamientos y T5 por debajo.

IV. DISCUSIÓN

La germinación de semillas de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) inició a partir de 19 días después de la siembra en los sustratos evaluados. Estos resultados difieren de los reportados por Fernández *et al.* (2022), quienes observaron que la germinación en sustratos extraídos de bosque comenzó a los 12 días y se extendió hasta los 42 días posteriores a la siembra. Estas variaciones podrían atribuirse a factores como: el tiempo de almacenamiento de las semillas, las condiciones morfológicas y genéticas de las semillas utilizadas (Herrera *et al.*, 2006), las características edafoclimáticas específicas de cada estudio (Bonfil *et al.*, 2008).

Los datos se distribuyeron aleatoriamente en cinco tratamientos más un testigo (T0), observándose diferencias significativas en los porcentajes de germinación: el tratamiento T1 registró el mayor éxito (50.7%), seguido por T4 (49%), T3 (42%), T2 (37.7%) y T5 (33%), mientras que el testigo (T0) no presentó germinación alguna (0%), evidenciando su inferioridad frente a los demás. Estos resultados superan los reportados por Zari (2018) en sustratos de arena-tierra-turba (30.74%) y se alinean con el rango de 30-50% documentado por Rodríguez *et al.* (2020) para sustratos arcillosos y francos. La eficacia del T1 podría atribuirse a las propiedades físicas del suelo empleado, el cual, según Vielmo *et al.* (2017) proporciona nutrientes óptimos, equilibrio en retención hídrica y aireación, factores críticos para la germinación. Esta interpretación coincide con lo establecido por Méndez *et al.* (2009), quienes destacan que sustratos ligeros (franco-arenosos) favorecen el proceso debido a su drenaje eficiente, reduciendo el riesgo de putrefacción especialmente al emplear siembra al boleó, método que evita el cubrimiento excesivo de semillas. Además, las características del sustrato empleado como medio de germinación tienen gran influencia sobre la imbibición de semillas (Wagner *et al.*, 2006) proceso que permite activar sustancias que están en el sistema embrionario y con ello acelerar e incrementar el porcentaje de germinación (García *et al.*, 2011).

Los análisis revelaron que el tratamiento T1 no solo alcanzó el mayor porcentaje de germinación diaria promedio, sino también los valores máximos de germinación y la mayor velocidad de emergencia. Este comportamiento sugiere que las condiciones proporcionadas por este sustrato fueron óptimas para estimular la germinación de *C. micrantha*, minimizando el período de latencia de las semillas en las cámaras de subirrigación y, consecuentemente, disminuyendo la probabilidad de contaminación por

agentes patógenos. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Rodríguez *et al.* (2020), quienes destacan que, para obtener elevadas tasas germinativas y uniformidad en la etapa inicial de producción de plántulas forestales, las semillas de esta especie requieren un medio de cultivo con características específicas, como contenido equilibrado de materia orgánica, capacidad óptima de retención hídrica y disponibilidad adecuada de nutrientes esenciales.

Los resultados de este estudio, que demuestran el efecto positivo del sustrato del tratamiento T1 (30 % de tierra de bosque + 40 % de arena + 30 % de humus) sobre la germinación de *C. micrantha*, encuentran sustento en investigaciones que han documentado esta relación causa-efecto entre las características del sustrato y el éxito germinativo. Lima *et al.* (2018) evidenciaron que la porosidad y aireación del medio de cultivo incrementan significativamente las tasas de emergencia en especies forestales nativas. Complementariamente, Velasques *et al.* (2022) determinaron que la capacidad de retención hídrica del sustrato es determinante para superar la dormancia seminal en Rubiáceas tropicales.

Estos hallazgos fueron posteriormente validados por Huaman (2023), quien mediante análisis comparativos estableció que sustratos con un 20-30% de materia orgánica mostraban incrementos del 40-60% en la germinación de especies arbóreas. Por su parte, Ramírez y Gómez (2020) enfatizaron el rol crucial de los nutrientes biodisponibles (especialmente N-P-K) durante las primeras fases de desarrollo embrionario. Finalmente, Fernández *et al.* (2022) corroboraron estos principios al demostrar que la combinación óptima de propiedades físicas y químicas del sustrato puede reducir hasta en un 50% el tiempo medio de germinación, resultado que es consistente con lo obtenido en esta investigación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El estudio evidenció que los tratamientos T1, T2, T3, T4 Y T5 influyen positivamente en el porcentaje de semillas germinadas, el tiempo promedio de germinación, velocidad de germinación y el coeficiente de velocidad de germinación de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae) en comparación con el tratamiento control (T0).
- El tratamiento T1 obtuvo los mejores resultados respecto al porcentaje de semillas germinadas (50.7%), aunque no se encontraron diferencias significativas con los tratamientos T4 (49%) y T3 (37.7%).
- Los tratamientos T1, T2, T3, T4 Y T5 no evidenciaron diferencias significativas respecto al parámetro tiempo promedio de germinación (T) de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), por lo tanto, se concluye que los tratamientos evaluados tienen una influencia similar sobre el parámetro T.
- Los mayores porcentajes de acumulación de germinación de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), se apreciaron en el día 41 después de la siembra en todos los tratamientos T1, T2, T3, T4 Y T5. Siendo T1 el que mostró consistentemente los mejores resultados a lo largo de los 60 días de evaluación.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a futuros investigadores el uso de sustrato extraído de 30% de tierra de bosque + 40% de arena + 30% humus en el cual obtuvimos un mayor porcentaje de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), un mejor intervalo de tiempo el cual se puede utilizar este sustrato para futuros proyectos de conservación del árbol de la quina.
- Para alcanzar mejores porcentajes de germinación cercanos al 90% a futuros investigadores se recomienda emplear semillas de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), cuyo periodo de almacenamiento no haya pasado los 30 días.
- Con el objetivo de continuar generando conocimiento científico que contribuya a la

recuperación de la especie *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae), se recomienda a la Universidad Nacional de Jaén y a otras instituciones académicas realizar investigaciones sobre el uso de técnicas alternativas para la propagación de esta especie. Entre estas técnicas se destacan la propagación asexual mediante estacas y la micropropagación a través del cultivo in vitro de tejidos vegetales. Asimismo, se sugiere explorar el uso de diferentes tipos de sustratos, con el fin de ampliar la información disponible sobre las mejores prácticas para la propagación de *C. micrantha* “Ruiz y Pav.” (Rubiaceae).

VI. REFERENCIAS

- Abanto, C., García, D., Guerra, W., Murga, H. Saldaña, G., Vázquez, D., Tadashi, R. (2016) Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). *Scientia Agropecuaria* 7(3): 341-347 <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.23>
- Andersson, L. A. (1998). Revision of the genus *Cinchona* (Rubiaceae-Cinchoneae) Pág. 80, 1–75.
- Ascon-Bieto J, Talon M. (2001). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Madrid: Edit. Interamericana-McGraw-Hill.
- Arias, J. (2012). *Propagación de especies medicinales en diferentes sustratos*. Editorial científica.
- Aymard, G. A. (2019). Breve reseña de los aspectos taxonómicos y nomenclaturales actuales del género *Cinchona* (Rubiaceae-Cinchoneae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43, 234-241. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1079>
- Azcón, J., Talón, M. (2003). *Fundamentos de fisiología vegetal*. 3ª reimpresión. McGraw-Hill Interamericana, p. 450.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (2014). *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press.
- Bonfil-Sanders, C., Cajero-Lázaro, I. y Evans, RY. (2008). Germinación de semillas de seis especies de *Bursera* del centro de México. *Agrociencia* 42(7): 827-834.
- Campos, J., Rebaza, L., Chico, J. (2014). Efecto del ácido giberélico, nitrato de potasio y agua de coco en la germinación de semillas de quina, *Cinchona pubescens*. *Revista REBIOLEST*, 2(1), 5-15.
- Castañeda, J. H. V., Sabaleta, E. L., Hernández, M. K. B., Meza, S. N. V., Sánchez, L. M. Q. (2019). Comparación de sustratos en la propagación sexual y asexual del árbol de la quina (*Cinchona officinalis*). *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable*, 2(3), 77-85. <https://doi.org/10.25127/aps.20183.407>

- Caroca, R., Zapata, N., Vargas M. (2016). Efecto de La Temperatura Sobre La Germinación de Cuatro Genotipos de Maní (*Arachis Hypogaea* L.).” Chilean Journal of Agricultural & Animal Science, Ex Agro-Ciencia 32 (2): 94–101. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902016000200002>
- Conde, M., Moreno, J., Eras, V., Minchala, Gonzales, D., Yaguana, M., Valarezo, C. (2017). Multiplicación sexual y asexual de *Cinchona officinalis* L., con fines de conservación de la especie. Loja, Ecuador, 1.
- Díaz, M., García, C., Pérez, P. (2018). Efecto de diferentes sustratos en la germinación de especies de Rubiaceae. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 635-642.
- FAO. (2014). Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/i3704e/i3704e.pdf>
- Fernandez, F. H., Huaccha, A. E., Quiñones, L., Sánchez, T. (2021). Influencia del tamaño de plántula de *Cinchona officinalis* (Rubiaceae) en la supervivencia y deformación del tallo posterior al repique. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* 9: 412–22
- Fernandez, F. H., Huaccha, A. E., Barturén, L. M., Quiñones, L., Sanchez, T. (2022). Efecto del sustrato en la propagación sexual de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae). *Ecosistemas*. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2314>
- Frade, E. F., de Alencar J., Bezerra S., do Vale, J. F., Paula, L. (2011). Sustratos de resíduos orgânicos para produção de mudas de Ingazeiro (*Inga edulis* Mart) no vale do Juruá - Acre. *Enciclopédia Biosfera* 7(11): 959-969.
- García, A., Sánchez, J., García, L. A., León, F. (2011). Reproducción sexual e influencia de sustratos en el desarrollo de *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae). *Polibotánica* 32: 119-133.
- Garmendia, A. (2005). El Árbol de la Quina (*Cinchona* spp.), Distribución, Caracterización de su Hábitat y Arquitectura; Universidad Técnica Particular de Loja: Loja, Ecuador.

- González, L., Orozco, A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Botanical Sciences*, 58, 15-30. <https://doi.org/10.17129/botsci.1484>
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2009). Estrategia Regional de Biodiversidad de Cajamarca al 2021. Cajamarca. Pág. 148.
- Hartman, T., y Kester, E. D. (2003). Plant propagation. Principles and practices. Ed. Prentice – hall, inc. México.
- Herrera, J., Alizaga, R., Guevara, E. y Jiménez, V. (2006). Germinación y crecimiento de la planta. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales. Primera edición. Universidad de Costa Rica, San Jose (Costa Rica).
- Hernández. R., Fernández, C., Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. McGRAW-HILL/Interamericana Editores S.A. México
- Holdridge, L. (1987). Ecología basada en zonas de vida. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. p. 23-36.
- Huamán, L., Albán, J., Chilquillo, E. (2019) Aspectos taxonómicos y avances en el conocimiento del estado actual del árbol de la Quina (*Cinchona officinalis* L.) en el Norte de Perú. *Ecología Aplicada*, 18(2), 145-153. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1333>
- Huamán, L. (2020). Evaluación morfológica y del estado de conservación de seis especies del género *Cinchona* L. (Rubiaceae) en los Andes del norte y centro de Perú. Tipo de investigación para optar el grado de Magíster en Biodiversidad y Gestión de Ecosistemas. Unidad de Posgrado, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/15618>
- Huamán, M. H. (2023). Efecto de reguladores de crecimiento y sustratos en la propagación vegetativa de *Cinchona pubescens* Vahl (Quina) en microtúnel, Amazonas, Perú. [Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3231>.
- Jerez, E. A. (2017). Propagación sexual y asexual de la cascarilla (*Cinchona officinalis* L.), con fines de potencial reproductivo en el vivero Catiglata del Consejo

Provincial de Tungurahua. Riobamba-Ecuador.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7663>

- Karssen, C. (1980). Environmental conditions and endogenous mechanisms involved in secondary dormancy of seeds. *Israel Journal of Plant Sciences*, 29(1-4), 45-64.
<https://doi.org/10.1080/0021213X.1980.10676875>
- Karsen, A. (1981). La propagación de *Cinchona micrantha* en 5 sustratos para determinar el porcentaje de germinación. Universidad de Ciencias Forestales.
- Kaufman, T., Rúveda, E. (2005). The Quest for Quinine: Those Who Won the Battles and Those Who Won the War. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 44(6), 854-885.
<https://doi.org/10.1002/anie.200400663>
- Leakey, R., Mesén, J., Tchoundjeu, Z., Longman, K., Dick, J., Matin, A., Muthoka, P. (1990). Low-Technology Techniques for the Vegetative Propagation of Tropical Trees. *Commonwealth Forestry Review*, 69(3), 247– 257.
- Lima, N. R., Moreno, J. A., Eras, V. H., Minchala, J., Gonzáles, D., Yaguana, M., Valarezco, C. (2018). *Propagación in vitro de Cinchona officinalis L. a partir de semillas*. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2). 169-178.
<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.361>.
- Loayza-O, K., de Oliveira, B.H., Córdor, C.E., Reyna, P.V. (2010). Estudio químico de los tallos de *Cinchona pubescens*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(1), 54-63.
- López, A., Mendoza, E., Ruiz, J. (2024). Impacto del cambio climático y la deforestación en *Cinchona micrantha* en el norte del Perú. *Bosques*, 45(1), 12-25.
<https://doi.org/10.4067/s0717-92002024000100012>
- López, J., Rodríguez, M., Gómez, A. (2024). *Amenazas para la conservación de Cinchona micrantha y su importancia ecológica*. *Journal of Environmental Conservation*.
- Mendoza, H., Jimenez, L., Bernardo, R., Ramírez, P. (2004). Rubiaceae de Colombia: Guía ilustrada de géneros. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Méndez, J. R., Moreno, M. J. y Moya, J. F. (2009). Efecto de diferentes combinaciones de sustratos (arena, suelo y/o bagazo de caña de azúcar) sobre la germinación

- 19 de semillas y altura de plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.). Revista Científica UDO Agrícola, 9(1).
- Mesén, F. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de Sub-irrigación (Manual técnico N° 30). Costa Rica.
- Pérez, A., Gómez, T., Vargas, C. (2020). Efectos del sustrato en el crecimiento de plántulas: Una revisión crítica. *Journal of Plant Science*, 12(3), 56-72.
- Ramírez, J., Gómez, P. (2020). Influencia de sustratos y concentraciones de ácido indolbutírico en la propagación vegetativa de *Cinchona officinalis*. *Revista Ciencia Forestal*, 8(1), 45-53.
- Rodriguez, R., Barrutia, I., Marín, T. D. (2020). Germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L. en tres tipos de suelos de Cajamarca, Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(1), 75-87.
- Sánchez, T., Silva, G., Chichipe, A., Bobadilla, L. G., Jiménez, G. Y. (2020). Influencia de sustratos y concentraciones de ácido indol butírico en la propagación vegetativa de *Cinchona officinalis* L. Amazonia, Perú: *Revista Cubana de Ciencias Forestales* 241–251. Available online: <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v8n2/2310-3469-cfp-8-02-241.pdf>.
- Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Jørgensen, P. M. (2017). An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science*, 358(6370), 1614-1617.
- Vásquez, J., Lápiz, E., Barboza, M., Vásquez, S., Quispe, L. (2018). Comparación de sustratos en la propagación sexual y asexual del árbol de la quina (*Cinchona officinalis*). *El Progreso*, Bongará, Perú.
- Vielmo, M. A., Martinazzo, E. G., Aumonde, T. Z. y Villela, F. A. (2017). Parâmetros fisiológicos de mudas de *Albizia niopoides* produzidas em diferentes composições de substrato. *Ciência Florestal* 27(4): 1395-1402. <https://doi.org/10.5902/1980509830221>
- Velásquez, F., Vargas, L., Ramos, M. (2022). Influencia de diferentes mezclas de sustratos en la germinación de *Cinchona officinalis* en Jaén. *Revista Forestal del Perú*, 45(2), 67-74.

- Wagner, J., Santos, C., Silva, J., Alexandre, R., Negreiros, J., Pimentel, L., Álvares, V., Bruckner, C. (2006). Influencia do pH da água de embebição das sementes e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial do *Maracujazeiro doce*. *Revista Brasileira de Agrociencia* 12(2): 231-236
- Zari, J. (2018). Evaluación de la germinación de semillas y potencial reproductivo de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos de la provincia de Loja. Loja – Ecuador.
- Zevallos, P. (1989). Taxonomía, *distribución geográfica y status del género Cinchona en el Perú*.

DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación se la dedico a mis padres Samuel Quispe Alvarado y Olinda Bances Guzmán por apoyarme en mi educación y siempre estar a mi lado. A los ingenieros por compartir cada uno de sus conocimientos en nuestra formación académica y a la Universidad Nacional de Jaén por su contribución con los conocimientos necesarios para nuestra formación académica y a mi asesora Mg. Anick Estefany Huaccha Castillo y coasesor Franklin Hitler Fernandez Zarate, por su compromiso y dedicación en apoyarme en cada momento con sus conocimientos y experiencias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida para poder lograr cada una de mis metas propuestas, a mis padres, asesora Mg. Ing. Huaccha Castillo Anick y al instituto Internacional de Investigación en el Árbol de la Quina – INIAQ de la Universidad Nacional de Jaén por el valioso apoyo fundamental para la construcción de este trabajo, a mi coasesor Mg. Ing. Fernandez Zarate Franklin Hitler y al Instituto Nacional de Innovación Agraria –INIA a través del proyecto de inversión denominado “Mejoramiento de los Servicios de Investigación y Transferencia de Tecnología Agraria en la Estación Experimental Agraria Baños del Inca en la localidad Los Baños del Inca – Provincia de Cajamarca – Departamento de Cajamarca”, identificado con el código único de inversión 2472675.

ANEXO

Anexo 1. Panel fotográfico de las actividades desarrolladas en la investigación.

Muestras para análisis de suelos



Recolección de semillas de *C. micrantha*.



Distribución de tratamiento en la cámara de subirrigación



Conteo de las 100 semillas por placa Petri



Elaboración de sustratos para cada tratamiento y repetición



Riego de cámara de subirrigación



Germinación en cada uno de los sustratos en el diseño experimental



Material Biológico, Cinchona Micrantha "Ruiz Y Pav."



Propagación de semillas de C. Micrantha

