

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGRÓNOMO**

**EFFECTO DE CUATRO SUSTRATOS EN LA
PROPAGACIÓN BOTÁNICA DEL ÁRBOL DE LA QUINA
(*Cinchona spp.*) EN LA REGIÓN AMAZONAS.**

Autor : Bach. Jhaneylit Ruiz Gutierrez

Asesor : M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

Co-asesores: Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza

: Ing. Geysen Everson Angulo Cueva

Registro (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios.

Por darme la salud y la vida para lograr mis objetivos, y poner en mí camino a personas que contribuyeron en mi formación profesional.

A mis padres José y Luz, a mi tío Norberto por su apoyo incondicional para poder realizar esta meta, y sobre todo por su infinito amor y Comprensión.

A mi hermana Yareli Mayliz por ser el motivo para seguir cumpliendo mis metas.

A mis amigos: por compartir conmigo buenos y malos momentos brindándome su apoyo siempre, y a todos aquellos que participaron directa e indirectamente para lograr con este objetivo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque día tras día me concede la vida, me da fuerzas para seguir adelante y con su inmensa sabiduría ha puesto personas maravillosas que contribuyeron y siguen contribuyendo en mi formación profesional.

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias – Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por brindarme conocimientos adquiridos durante mi formación profesional.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), por apoyarme para la ejecución de la presente investigación.

A mis padres, José y Luz, mi hermana Yareli Mayliz, mi tío Norberto por brindarme cada día su apoyo incondicional y por la confianza que depositaron en mi persona, y el gran esfuerzo que hicieron para lograr esta meta.

A mi asesor M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz y co-asesor Ing. Mg. Santo Triunfo Leiva Espinoza, Ing. Geysen Everson Angulo Cueva por sus sugerencias, orientación y motivación durante el desarrollo de la presente investigación.

A todas las personas que han formado parte de mi vida profesional quiero darles las gracias por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
RECTOR**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-k

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/ profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada "efecto de cuatro sustratos en la propagación botánica del árbol de la quina (*Cinchona spp.*) en la región Amazonas."

del egresado Ruiz Gutierrez Jhanevit

de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRÓNOMA

de esta casa superior de estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas 05 de octubre de 2020



M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz
DNI 05374749

Firma y nombre completo del asesor

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-k

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/ profesional externo (), hace constar que ha co-asesorado la realización de la tesis titulada "efecto de cuatro sustratos en la propagación botánica del árbol de la quina (*Cinchona* spp.) en la región amazónica.";

del egresado Ruiz Gutierrez Jhaneylit

de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRÓNOMA

de esta casa superior de estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas 05 de octubre de 2020

Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza

Firma y nombre completo del co-asesor

VISTO BUENO DEL CO –ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-k

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/ profesional externo (), hace constar que ha co-asesorado la realización de la tesis titulada "efecto de cuatro sustratos en la propagación botánica del árbol de la quina (Cinchona spp.) en la región Amazonas." ;

del egresado Ruiz Gutierrez Jhaneylit ;

de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS ;

Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRÓNOMA ;

de esta casa superior de estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 05 de octubre de 2020

Ing. Geysen Everson Angulo

Firma y nombre completo del co-asesor

JURADO EVALUADOR DE TESIS



Ph. D. LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO
PRESIDENTE



Ing. Ms. C. CÉSAR GUEVARA HOYOS
SECRETARIO



Ing. Mg. Sc. WALTER DANIEL SÁNCHEZ AGUILAR
VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-0

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Efecto de cuatro sustratos en la propagación botánica del árbol de la quina (*Cinchona* spp.)

En la región amazónica.

Presentada por el estudiante ()/egresado (x) Ruiz Gutierrez Jhaneylit

De la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma

Con correo electrónico institucional 071029A122@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada tesis tiene 21 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo Permitido en la UNTRM.
- La citada tesis % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del jurado Evaluador su tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin

Chachapoyas, 27 de abril del 2021




SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL



REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día Martes: 15 de diciembre del año 2020, siendo las 15:20 p.m horas, el aspirante: JHANEYLIT RUIZ GUTIERREZ, defiende en sesión pública presencial () a la distancia () la Tesis titulada: "Efecto de cuatro sustratos en la propagación botánica del árbol de la quina (*Cinchona spp.*) en la región Amazonas", teniendo como asesores a M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz (Asesor), Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza (Co asesor), Ing. Geysen Everson Angulo Cueva (Co asesor), para obtener el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; antes el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ph.D. Ligia Magali García Rosero

Secretario: Ing. Ms. C. Cesar Guevara Hoyos

Vocal: Ing. Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuentas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron consideradas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado ()

Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 16:10 p.m horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

Observaciones:

.....

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL	v
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL.....	vi
VISTO BUENO DEL CO –ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL.....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL.....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL.....	x
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIALES Y MÉTODOS	19
2.1. Métodos y procedimientos	19
2.1.1. Características del área experimental	19
2.1.2. Población y muestra	20
2.1.3. Área de estudio y distribución de las unidades experimentales	20
2.1.4. Diseño estadístico del campo experimental.....	21
2.1.5. Conducción del experimento	21
a. Recolección de las semillas	21
b. Selección de la semilla	22
c. Desinfección de la semilla.....	23

e.	Aclimatación de las plántulas de <i>Cinchona</i> spp.	23
f.	Preparación del sustrato.....	23
g.	Embolsado.	24
h.	Trasplante de las plántulas a sustrato	24
III. RESULTADOS		27
IV. DISCUSIONES		32
V. CONCLUSIONES.....		35
VI. RECOMENDACIONES		36
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		38
ANEXOS.....		40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de tratamientos de estudio	21
Tabla 2. Porcentaje de viabilidad de las semillas de Cinchona spp	25
<i>Tabla 3. Porcentaje de germinación de semillas de Cinchona spp.</i>	<i>26</i>
Tabla 4. Dinámica de crecimiento de plántones de Cinchona spp.....	27
<i>Tabla 5. Evaluación del Incremento en días del número de hojas de Cinchona spp.....</i>	<i>28</i>
Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA para evaluar el mejor tratamiento para la altura de Cinchona spp.	29
<i>Tabla 7. Análisis de varianza ANOVA para el incremento de número de hojas en los diferentes tratamientos.....</i>	<i>30</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de investigación.....	19
Figura 2. Distribución de tratamientos en el área experimental	20
Figura 3. Ubicación de la recolección de semillas.	22
Figura 4. Dinámica de crecimiento en días de <i>Cinchona</i> spp.	27
Figura 5. Incremento de hojas de <i>Cinchona</i> spp. en días de evaluación.....	29
Figura 6. Comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la altura de <i>Cinchona</i> spp....	30
Figura 7. Comparación múltiple de Tukey para el número de hojas de <i>Cinchona</i> spp....	31
Figura 8. Recolección de semillas de árboles plus de <i>Cinchona</i> spp distrito San Jerónimo	40
Figura 9. Separación de las semillas, del resto de material pajilla y palotes.....	40
Figura 10. Medida de la semilla de <i>Cinchona</i> spp	41
Figura 11. Medida del ancho del endospermo de la semilla de <i>Cinchona</i> spp.....	41
Figura 12. Medida del largo del endospermo de la semilla de <i>Cinchona</i> spp.....	42
Figura 13. Coloración rojiza del embrión de la semilla de <i>Cinchona</i> spp.	42
Figura 14. Diferencias de Coloración del embrión de la semilla de <i>Cinchona</i> spp. utilizando el método de tinción con tetrazolium.	43
Figura 15. Desinfección de semilla de <i>Cinchona</i> spp. con hipoclorito de sodio 2%	43
Figura 16. Germinación de semillas de <i>Cinchona</i> spp. después de 26 días de colocado en placas Petri.....	44
Figura 17, Repicado de plantines de quina en bandejas de germinación, sustrato esterilizado.....	44
Figura 18. Proceso de preparación sustrato: Tamizado de tierra de bosque en zaranda de 1/4 ".	45
Figura 19. Mezclado de tierra de bosque con aserrín.....	45
Figura 20. Mezcla de tierra de bosque con pajilla de arroz.....	46
Figura 21, . Llenado de bolsa con sustrato mezclado en bolsas de polietileno de 6x8".	46
Figura 22, Repicado de plantines de quina con el primer par de hojas verdaderas en sustratos en estudio.....	47
Figura 23. . Evaluación de altura de quina a los 90 días de instalado	47
Figura 24. Evaluación de número de hojas y desmalezado de plantas de quina, 90 días después de instalado.	48

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro sustratos en la propagación botánica de la quina *Cinchona* spp. a nivel de vivero. El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos, tierra de bosque 100% (TB), tierra de bosque 50% + fibra de coco 50% (TB-FC), tierra de bosque 50% + pajilla de arroz 50% (TB-PA), tierra de bosque 50% + aserrín 50% (TB-AS) y 5 repeticiones, evaluándose un total de 80 plantas. Se realizó el pre germinado de las semillas en placas petri con papel toalla, humedad >80%, luego los plantines con hojas cotiledonales desarrolladas, se pasaron a bandejas de germinación con sustrato estéril para su aclimatación. Posteriormente se realizó el repique de las plántulas en bolsas de polietileno 6"x8"x2mm. Se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables altura de plantas y número de hojas, reportándose que el mejor tratamiento para ambas variables fue el sustrato tierra de bosque 100%, seguido de la mezcla tierra de bosque 50% + fibra de coco 50%, tierra de bosque 50% + pajilla de arroz 50%; así mismo el tratamiento tierra de bosque 50% + aserrín 50% no reportó resultados esperados en las variables evaluadas siendo inferior a los demás tratamientos. Se concluye que el sustrato (Tierra de bosque 100%) brinda mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de *Cinchona* spp. y no es recomendable utilizar sustratos con aserrín para la propagación de *Cinchona* spp. en vivero.

Palabras clave: Quina, altura, aserrín, fibra de coco, tierra de bosque

ABSTRACT

The present research aimed to evaluate the effect of four substrates on the botanical propagation of cinchona *Cinchona* spp. at the nursery level. The experiment was carried out under a completely randomized design (DCA) with 4 treatments, 100% forest soil (TB), 50% forest soil + 50% coconut fiber (TB-FC), 50% forest soil + straw rice 50% (TB-PA), forest land 50% + sawdust 50% (TB-AS) and 5 repetitions, evaluating a total of 80 plants. The seeds were pre-germinated in petri dishes with paper towels, humidity > 80%, then the seedlings with developed cotyledon leaves were transferred to germination trays with sterile substrate for their acclimatization. Subsequently, the seedlings were peeling in 6 "x8" x2mm polyethylene bags. Significant statistical differences were found between the treatments for the variables plant height and number of leaves, reporting that the best treatment for both variables was the 100% forest soil substrate, followed by the 50% forest soil + 50 coconut fiber mixture. %, forest land 50% + rice straw 50%; Likewise, the 50% forest soil + 50% sawdust treatment did not report expected results in the evaluated variables, being inferior to the other treatments. It is concluded that the substrate (100% forest land) provides better conditions for the growth and development of *Cinchona* spp. and it is not advisable to use substrates with sawdust for the propagation of *Cinchona* spp. in nursery.

Keywords: Quina, height, sawdust, coconut fiber, forest soil

I. INTRODUCCIÓN

La "cascarilla" o "árbol de la quina", está representado por varias especies botánicas del género *Cinchona*, considerado como una de las plantas medicinales más importantes del mundo, debido a la producción de quinina y otros alcaloides fenólicos semejantes, que fueron desconocidos por los europeos, hasta la conquista española de América, esta planta ha sido utilizado como un remedio efectivo combatiendo la malaria y otros desórdenes infecciosos por más de 300 años (Stell, 1982).

La especie en análisis pertenece a la familia Rubiaceae, cuya propiedad intrínseca natural es su capacidad para producir un metabolito denominado "quinina", cuyas propiedades curativas son conocidas en el ámbito mundial, debido a que su uso a demostrado efectos positivos en la curación de enfermedades como el paludismo y la malaria; adicionalmente con su uso en el ámbito nacional se ha evidenciado que puede estimular el apetito, reducir los niveles de estrés en el cuerpo y fortalecer el crecimiento del cabello (Garmendia, 2005). Su propagación es generalmente mediante semilla botánica, con características aladas y pequeñas contenidas en una capsula que se liberan por la dehiscencia (Lojan, 1992). El principal agente de dispersión es el viento y el agente polinizador son las aves; las plantas propagadas por semilla botánica tienen un desarrollo muy lento (Caraguay Yaguaana, 2016). En condiciones naturales esta especie, presenta baja tasa de germinación y regeneración, encontrándose únicamente en lugares apartados y en pequeños grupos, este es el motivo para que *Cinchona officinalis*, está en peligro de desaparición, por lo que han dado bastante énfasis para su estudio y conservación (Buddenhagen, y otros, 2004). Esta especie requieren suelos generalmente clasificados como coluviales y aluviales, suelos de profundidad media a muy profundos, de textura media a pesada y arcillosos, con coloración rojizos a pardos, pH de reacción ácida a neutra, dependiendo del material litológico (Pollito, 1989).

Las especies del género *Cinchona*, objeto de estudio de la presente investigación se localizan en la región andina de Sudamérica y en la actualidad se pueden encontrar variedades en zonas específicas de los países de Perú, Venezuela, Bolivia y Colombia (Andersson, 1998).

En Perú esta especie se encuentra focalizada en la zona nororiental del país en las altitudes específicas de 1000 a 2600 msnm, cuya mayor diversidad se localiza en la provincia de Huancabamba en el departamento de Piura, en donde se puede encontrar zonas pobladas con esta especie debido a que las condiciones climáticas y las propiedades del suelo de la zona hacen que sea el hábitat más ideal para el desarrollo de la especie (Andersson, 1998).

En el Perú la denominación atribuida a la especie de *Cinchona* se conoce como "árbol de la quina" o "casarilla, por lo que, se encuentra representado en el escudo nacional del Perú como símbolo de su riqueza en el reino vegetal, se distribuyen a lo largo de la zona tropical y ecuatorial de la cordillera de los Andes, desde los 12 grados de latitud norte hasta los 20 grados de latitud sur, con un pH 5,7 (Lima, y otros, 2018), en la actualidad podemos encontrar hábitats naturales de *Cinchona* en los bosques montañosos de Cajamarca (Jaén, San Ignacio), y Amazonas (San Jerónimo y Progreso), siendo pocos ejemplares dentro de nuestro territorio nacional, encontrándose además en peligro de extinción a consecuencia de la ganadería y la agricultura migratoria (Jerez, 2017).

La creciente deforestación debido a la expansión agrícola en el país, ha convertido el hábitat de la *Cinchona* en uno de los ecosistemas más vulnerables a nivel nacional, por lo que cada vez se hace más difícil encontrar poblaciones de casarilla en cantidades considerables y sostenibles dentro de la geografía boscosa del territorio peruano, generando preocupación por su creciente disminución y escases en cantidad, debido a que una propiedad intrínseca de esta variedad es su específica selectividad de condición climática y propiedades geomorfológicas del suelo que la hacen una de las especies más selectivas de su entorno para su desarrollo (Buddenhagen, et al. 2004).

Por lo expuesto y frente a esta creciente problemática, se ha planteado realizar el trabajo de investigación "Efecto de cuatro sustratos en la propagación botánica del árbol de la quina (*Cinchona* spp.) en la región Amazonas;" como base científica para la ejecución de posteriores programas de reforestación con fines de conservación y recuperación de áreas degradadas dentro del ámbito nacional.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en los ambientes del invernadero del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva INDES-CES, ubicada en el campus universitario de la UNTRM de Chachapoyas – Amazonas.

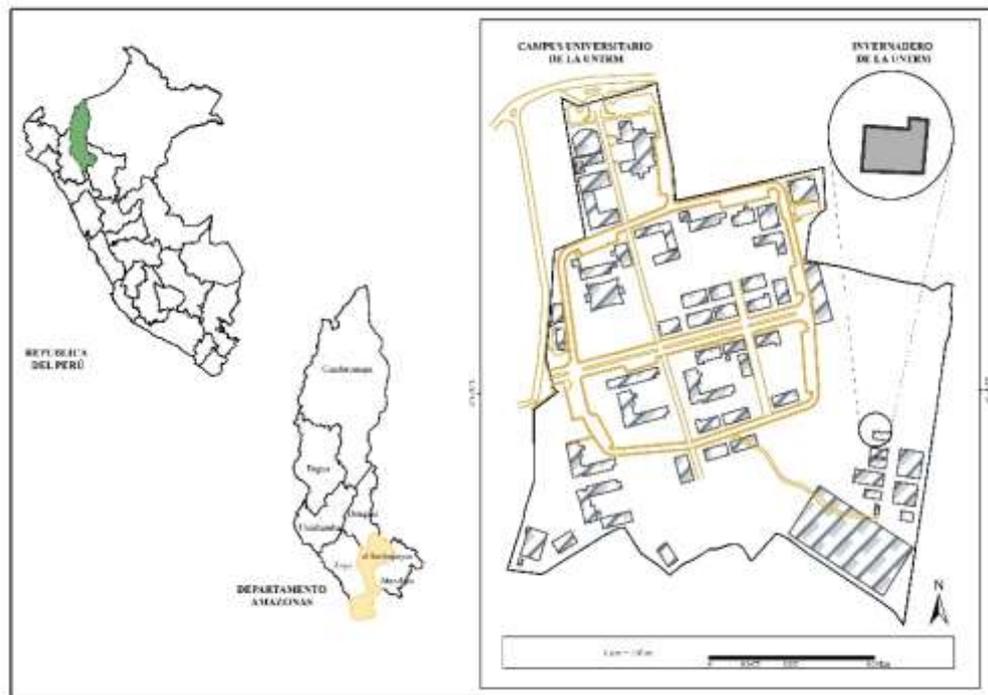


Figura 1. Mapa de ubicación del área de investigación

2.1. Métodos y procedimientos

2.1.1. Características del área experimental

La investigación estuvo instalada en el campus universitario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, en las instalaciones de viveros e invernaderos, el cual estaban protegidos por un plástico de polietileno y una malla raschel, con su respectiva ventilación o aireación.

2.1.2. Población y muestra

Población: Estuvo conformada por 200 plántones de quina *Cinchona* spp.

Muestra: Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula básica siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{E^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Dónde:

- N = 200 plantas de quina
- Z = 1.96, valor puntual con un nivel de confianza del 95%
- E = 0.08, nivel de precisión para estimar la muestra
- p = 0.5, proporción de éxito con la característica de interés
- q = 0.5, proporción de fracaso sin la característica de interés

Al aplicar la fórmula se determinó evaluar 20 plantas por tratamiento, y en total 80 plantas en todo el ensayo.

2.1.3. Área de estudio y distribución de las unidades experimentales

Las dimensiones del área fueron de 2.50 m de largo por 1.50 m de ancho en un total de 3.75 m², en la cual se instaló 4 tratamientos con 5 repeticiones y 10 plantas por repetición.

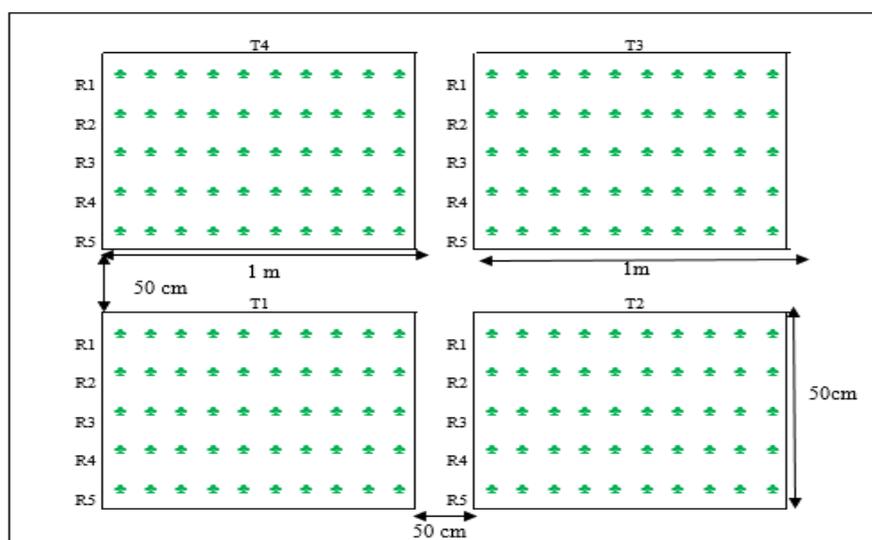


Figura 2. Distribución de tratamientos en el área experimental

2.1.4. Diseño estadístico del campo experimental

La investigación es de propiedad experimental, y se trabajó con un diseño realizado al azar (DCA); se consideró 4 tratamientos, 5 repeticiones y 10 plantas por unidad experimental.

Los datos fueron registrados en una libreta de campo y luego transferidos a una base digital en una hoja de cálculo Excel. Se realizó el análisis de varianza con el software estadístico InfoStat versión 2017. Las medias o promedios fueron comparados mediante la prueba Tukey con un nivel de significancia de ($p < 0,05$).

Tabla 1. Descripción de tratamientos de estudio

Tratamiento	Descripción
T1	(TB) Tierra de bosque 100%
T2	(TB-AS) Tierra de bosque 50% + Aserrín 50%
T3	(TB-FC) Tierra de bosque 50% + fibra de coco 50%
T4	(TB-PA) Tierra de bosque 50% + Pajilla de arroz 50%

Fuente: Elaboración propia

2.1.5. Conducción del experimento

Procedimiento

a. Recolección de las semillas

Las semillas de *Cinchona* spp. se obtuvieron de los rodales naturales del distrito San Jerónimo provincia de Luya, para ello seleccionamos arboles plus con características físicas y aparente potencial reproductivo, se recolectaron los frutos maduros de *Cinchona* spp. las cuales fueron colocadas en bolsas; estas se roturaron indicando la fecha y el lugar de colecta. Todos los frutos recolectados fueron transportados hasta el laboratorio de fisiología vegetal de la universidad Nacional

muéstrales considerando propiedades de conservación fitosanitaria, color, madures, forma y tamaño, (Campos-Ruíz, Cerna-Rebaza, & Chico-Ruíz, 2014).

c. Desinfección de la semilla

Las semillas de *Cinchona* spp. fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio a una concentración de 2% por un tiempo de 10 minutos, posteriormente se enjuagó con agua destilada para la eliminación de todo rastro del desinfectante utilizado y se dejó secar a temperatura ambiente.

d. Siembra de las semillas de *Cinchona* spp.

A fin de dar condiciones ideales en la primera etapa de germinación, las semillas desinfectadas fueron colocadas en las placas petri sobre papel toalla humedecidos con agua destilada, en seguida aseguramos las placas con para film para mantener la humedad, así mismo estas fueron rotuladas, luego las placas fueron trasladadas a un mini invernadero para acondicionarlas a una temperatura optima (Suárez, 2018).

e. Aclimatación de las plántulas de *Cinchona* spp.

Las semillas germinadas y con la aparición de sus hojas cotiledonales se colocaron en bandejas de germinación con sustrato estéril y fueron llevadas a un invernadero (temperatura de 27 a 30 °C) para su aclimatación.

f. Preparación del sustrato

Se utilizó 4 tipos de sustratos: tierra de bosque, aserrín, fibra de coco y pajilla de arroz, los cuales fueron los componentes para la distribución de tratamientos, para ello se mesclaron de la siguiente manera: Tierra de bosque 100% (T1); Tierra de bosque 50% + aserrín 50% (T2); tierra de bosque 50%+ fibra de coco 50% (T3) y tierra de bosque 50% + pajilla de arroz 50% (T4). Previo a las combinaciones se realizó el tamizado de la tierra de bosque para retirar palotes y partículas de volumen grande.

g. Embolsado.

Una vez combinado los sustratos para cada tratamiento se procedió a colocarlos en las bolsas de polietileno en dimensiones 6"x8"x2mm, para cada tratamiento 50 bolsas, obteniendo así un total de 200 bolsas, luego estas fueron ubicadas ordenadamente en el vivero.

h. Trasplante de las plántulas a sustrato

Los plantines aclimatados, fueron trasplantados a las bolsas cuando estas ya presentaban su primer par de hojas, para ello primero se proporcionó un riego a los sustratos, en seguida los plantines fueron colocados en las bolsas de polietileno con la ayuda de pinzas y punzones para poder manipularlos de una manera más adecuada y así lograr un plantado correcto y no tener alta mortalidad; el trasplante se realizó en horas de la tarde para no estresar las plántulas.

i). Cuidados culturales bajo el vivero

Los riegos a las plántulas se aplicaron diariamente en horas de la mañana y en la tarde cuando no había alta insolación por día. El deshierbo se realizó manualmente para eliminar malezas y otros elementos no deseados que puedan competir con la plántula instalada ya sea por agua, luz, espacio o nutrientes, (Bastidas, 2017).

j). Viabilidad de las semillas

Las evaluaciones de la viabilidad de las semillas se realizaron mediante la prueba de tinción con tetrazolium (TZ). Se utilizaron 60 semillas (3 repeticiones de 20 semillas cada uno), las cuales se sumergieron en agua destilada por 24 horas para la activación del embrión, las semillas fueron sumergidas en 1ml de colorante tetrazolium (TZ) en tubos de ensayo, cada tubo se cubrió con papel aluminio y colocamos la placa petri con las semillas en la estufa a 25 °C durante 1 hora, pasado el tiempo se realizó un corte a nivel del endospermo y se colocaron en el estereoscopio microscopio con fluorescencia Nikon SMZ18. Se evaluó la coloración del embrión, se clasificó como viable a aquella que presentó el embrión teñido de rojo o rosado y como no viable aquellos con el embrión incoloro o parcialmente (Suárez Torres J. A., 2018).

Para calcular el porcentaje de viabilidad por la prueba de tetrazolium de forma más rápida y sencilla se empleó la siguiente fórmula:

En la Presente tabla se muestra los resultados obtenidos después de aplicar la técnica de tinción con tetrazolium, se puede presenciar el promedio de viabilidad que se calculó de acuerdo a las semillas que resultaron viables mediante esta prueba.

Tabla 2. Porcentaje de viabilidad de las semillas de *Cinchona* spp.

Especie	Repetición	Total semillas	Embrión teñido	Embrión sin teñir	% viabilidad	Promedio del % de viabilidad
<i>Cinchona</i> spp.	I	20	9	12	45	46%
<i>Cinchona</i> spp.	II	20	12	11	60	
<i>Cinchona</i> spp	III	20	7	13	35	

La fórmula utilizada para obtener el porcentaje de viabilidad de una forma más rápida y sencilla fue la siguiente:

$$\% \text{ de viabilidad} = \frac{\text{número de semillas viables}}{\text{número total de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ de viabilidad} = \frac{28}{60} \times 100$$

$$\% \text{ de viabilidad} = 46\%$$

k). Germinación de la semilla

Para llevar a cabo este proceso de germinación de las semillas de *Cinchona* spp. recolectadas de los rodales naturales del distrito San Jerónimo provincia de Luya, se colocaron 800 semillas en las placas petri de las cuales se hizo un monitoreo constante cada 2 días de las semillas llegando a contabilizar el total de semillas germinadas a los 26 días, para calcular el porcentaje de germinación se utilizó la siguiente fórmula (Jerez, 2017).

En la siguiente tabla se da a conocer el porcentaje de germinación logrando obtener un promedio de 54.4% de semillas germinadas.

Tabla 3. *Porcentaje de germinación de semillas de Cinchona spp.*

Lugar	Nº total de semillas sembradas	Nº total de semillas germinadas	% de germinación
Rodales naturales del distrito San Jerónimo	800	411	51.4 %

La fórmula utilizada para encontrar el porcentaje de germinación:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número de semillas sembradas}} \times 100$$

$$\% \text{ de germinación} = \frac{411}{800} \times 100 = 51.4\%$$

1). **Evaluación de variables**

Las evaluaciones morfológicas se realizaron seleccionando al azar 20 plántulas de cada tratamiento, se realizó en total 6 evaluaciones cada 15 días, durante 3 meses y se utilizó una ficha para la toma de datos.

✓ **Altura de las plántulas.**

La medición de la altura de las plántulas se realizó a los 90 días de la germinación, tomando como muestra 20 plántulas por unidad experimental. La altura se midió en el tallo principiando a ras del suelo y terminando en el meristemo apical (Asicon Caba, 2013).

✓ **Número de hojas**

Las hojas se fueron contando cada 15 días durante 90 días tomando como muestra 20 plántulas por unidad experimental.

III. RESULTADOS

Dinámica de crecimiento de *Cinchona* spp. en cuatro medios de sustrato

En la siguiente tabla se da a conocer las evaluaciones del desarrollo de *Cinchona* spp. ejecutada cada 15 días por un periodo de 90 días alcanzando 6 evaluaciones en total.

Tabla 4. Dinámica de crecimiento de plántones de *Cinchona* spp.

Dinámica de crecimiento de <i>Cinchona</i> spp. (cm)						
	15	30	45	60	75	90
TB	0.7	1.3	2.4	3.7	4.6	5.7
TB-AS	0.5	1.2	1.5	1.9	2.3	2.7
TB-FC	0.6	1.2	2.0	3.4	4.1	4.8
TB-PA	0.6	1.2	2.0	2.8	3.6	4.5

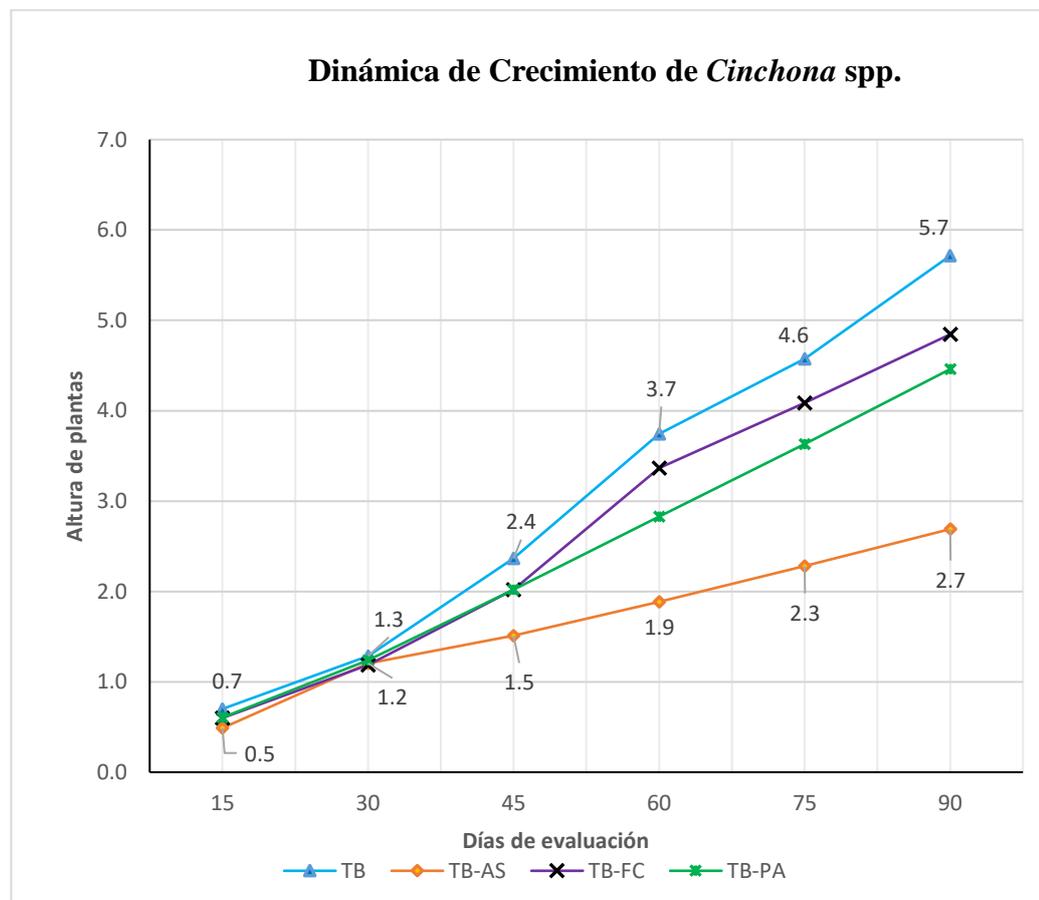


Figura 4. Dinámica de crecimiento de *Cinchona* spp.

En la figura 03, se observa que las plantas de quina mostraron su crecimiento progresivo influenciado por los sustratos. A los 30 días todos los sustratos se mantuvieron constantes hasta los 45 días, no obstante, a partir de los 60 días hasta los 90 los plantones mostraron crecimientos diferentes. Es notorio según la leyenda que el crecimiento de las plantas fue superior con el sustrato tierra (TB) seguido por el sustrato (TB-FC), a partir de los 60 días. Las plantas en sustrato (TB-AS) presentaron crecimiento menor a los demás tratamientos, en todos los días evaluados.

Dinámica del incremento del número de hojas de *Cinchona* spp.

En la siguiente tabla se aprecia las evaluaciones realizadas en cuanto al aumento del número de hojas de *Cinchona* spp. evaluadas por el periodo de 90 días con una frecuencia de 15 días logrando así 6 evaluaciones en total.

Tabla 5. Evaluación del Incremento en días del número de hojas de *Cinchona* spp.

Incremento de hojas en días de <i>Cinchona</i> spp.						
	15	30	45	60	75	90
TB	2	4.7	7.3	10.1	13.1	16.6
TB-AS	2	4.6	6	6.3	7.7	8
TB-FC	2	4.4	6.8	9.2	11.3	13.8
TB-PA	2	4.3	6.8	8.9	11.2	13.4

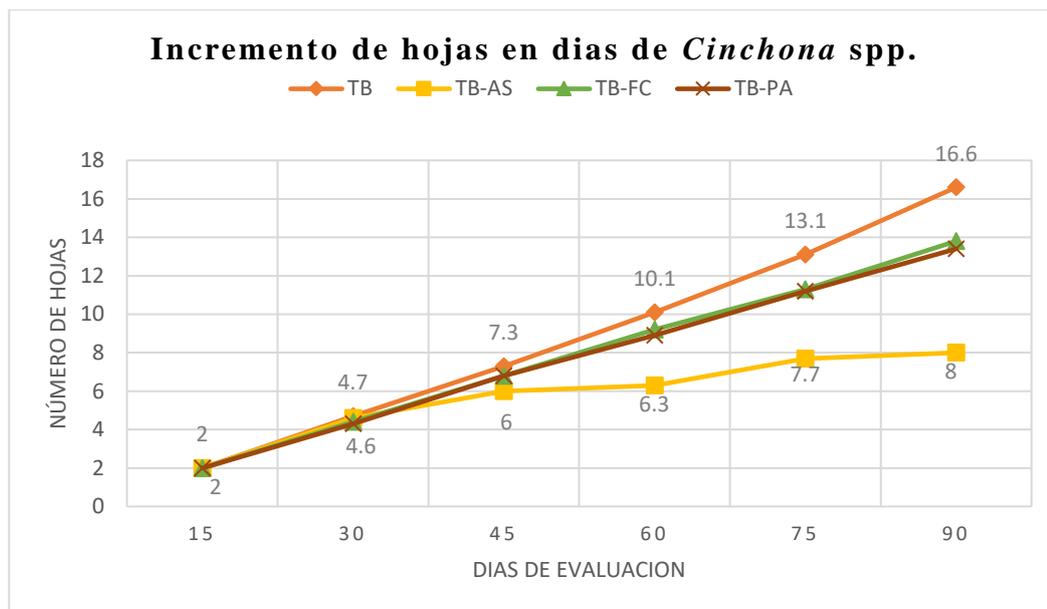


Figura 5. Incremento de hojas de *Cinchona* spp. en días de evaluación.

En la figura 04, se observa que las plantas de quina se mantuvieron constantes en cuando al número de hojas en todos los sustratos desde los 15 hasta los 60 días. No obstante, a partir de los 60 días el número de hojas comenzó a variar sobresaliendo el sustrato (TB) y dejando atrás a las plantas sembradas en sustrato (TB-AS); a los 90 días es evidente la diferencia entre los tratamientos siendo mejor el sustrato (TB) y el menos eficientes el sustrato (TB-AS).

Tratamiento que brinda las mejores condiciones para el crecimiento de *Cinchona* spp.

En la tabla 5, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) donde se puede observar que para la variable altura de la planta de *Cinchona* spp. existe diferencia significativa muy alta entre los tratamientos (p -valor < 0.05).

Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA para evaluar el mejor tratamiento para la altura de *Cinchona* spp.

Fuente de variación	SC	Gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	16.92	3	5.64	23.68	0.00000*
Error	2.86	12	0.24		
Total	19.78	15			

*Diferencia altamente significativo; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: suma de cuadrados; F: factor F

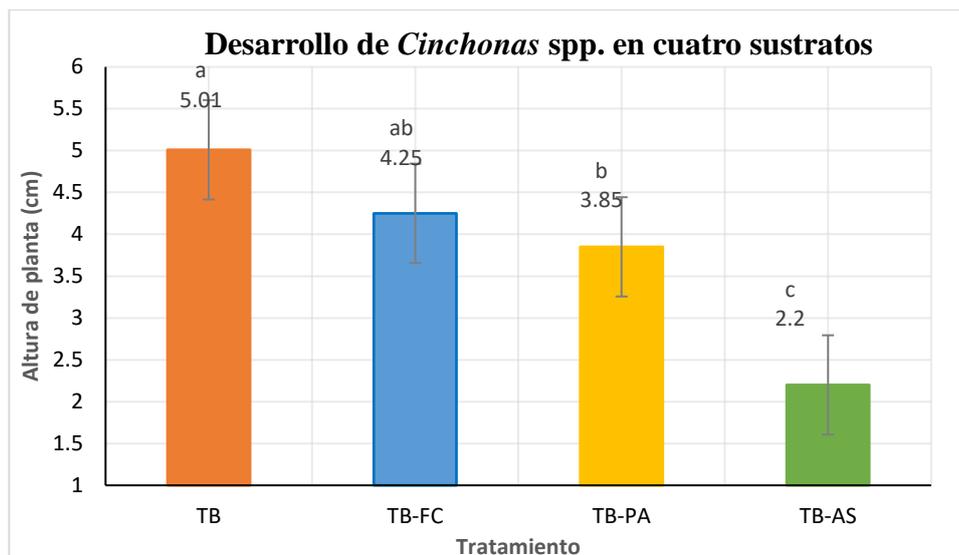


Figura 6. Comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la altura de *Cinchona* spp. Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

La figura 05, muestra que el mejor tratamiento para el crecimiento de *Cinchona* spp. fue el sustrato (TB), seguido por la mezcla de sustrato (TB-FC) y (TB-PA), no difiriendo significativamente entre sí. El sustrato con menos efectividad en el desarrollo de las plantas fue la mezcla (TB-AS).

Determinación del tratamiento que brinda las mejores condiciones para el incremento del número de hojas

Tabla 06, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) donde se puede observar que para la variable número de hojas de *Cinchona* spp. existe diferencia significativa muy alta entre los tratamientos (p -valor < 0.05).

Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA para el incremento de número de hojas en los diferentes tratamientos.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	155.00	3	51.67	125	0.00000*
Error	4.96	12	0.41		
Total	159.96	15			

*=significativo; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medios; F: factor F

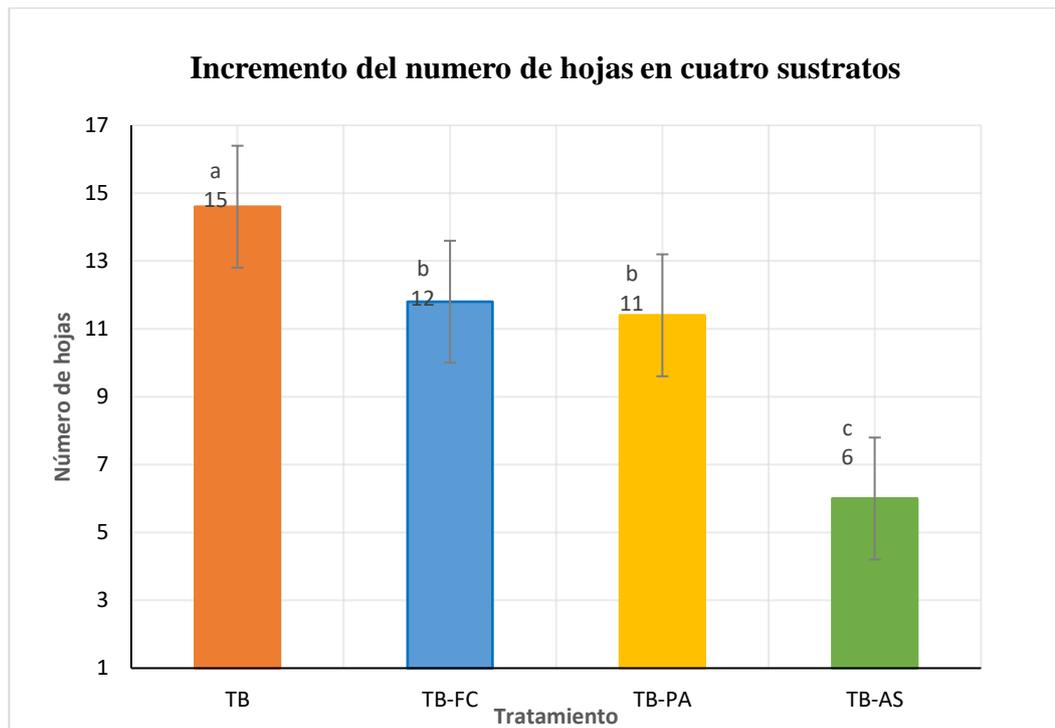


Figura 7. Comparación múltiple de Tukey para el número de hojas de *Cinchona* spp. Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí

La figura 6, muestra que el mejor tratamiento en el incremento de hojas de *Cinchona* spp. fue el sustrato (TB), seguido por la mezcla de sustrato (TB-FC) y (TB-PA) siendo inferiores que la tierra de bosque pura y superior al sustrato (TB-AS). El sustrato con menor influencia en el incremento de hojas fue la mezcla (TB-AS).

IV. DISCUSIONES

La colecta de *Cinchona* spp. se llevó a cabo en el distrito de San Jerónimo provincia de Luya, en el mes de junio del 2019 por lo que los frutos de *Cinchona* spp. presentaban diferentes estadios de maduración, pero solo recolectamos los frutos en dehiscencia y semillas maduras por ello la cantidad de semillas obtenida fue baja; estas diferencias podrían deberse a las condiciones climáticas presentes en el año y mes de la colecta; puesto que, (Zari Arevalo, 2018), la colecta de semilla de *Cinchona officinalis* lo realizo en el mes de mayo y los frutos presentaban buen estado de madures fisiológica. Esto nos muestra que la maduración de los frutos y semillas podrían variar de acuerdo a la zona de distribución y de la especie.

Como resultado de la prueba de Viabilidad mediante la tinción con Tetrazolium (TZ) utilizada en la presente investigación se obtuvo un 46% de viabilidad; así mismo este método fue utilizado por (Suarez,2018) y el resultado en su investigación en cuanto al porcentaje de viabilidad de semillas fue con éxito; en ambas investigaciones se emplearon el mismo método, así mismo, los resultados encontrados son diferentes esto puede deberes al número de semillas empleadas para cada investigación, como también a la variación de la madurez y el contenido de humedad de las semillas en el momento de la colecta; así mismo (Roberts, 1972) señala que el contenido de humedad es uno de los factores importantes en la viabilidad de las semillas.

Las semillas de *Cinchona* spp para su germinación crecimiento y desarrollo requieren de condiciones muy específicas ya que son muy propensas a contaminarse por hongos y estas pueden llegar a dañarse por completo, por ello es muy importante ejecutar la desinfección de las semillas antes de realizar la siembra; tal como lo realizo (Jerez, 2017).empleando una solución de 2 cc/L de vitavax, y obteniendo buenos resultados en su investigación, por lo que en este proyecto se vio necesario el uso de un desinfectante empleando hipoclorito de sodio al 2% por un tiempo de 10 minutos.

Al evaluar el “Efecto de cuatro sustratos en la propagación botánica de *Cinchona* spp. en la Región Amazonas”, se observa que el tratamiento tierra de bosque brinda las mejores condiciones para el crecimiento de *Cinchona* spp. puesto que el promedio de altura que se registró al cabo de 90 días fue de 5.7 cm superando a los demás tratamientos; cómo se puede evidenciar al realizar una comparación con el tratamiento que obtuvo el segundo lugar, T3 (tierra de bosque 50 % + fibra de coco 50%) con 4.8 cm. Lo cual concuerda con lo encontrado en la investigación sobre el efecto de cuatro sustratos en el crecimiento de quina, en fase de vivero, donde Asicona Caba, (2013) concluye que existe un efecto beneficioso de la adición de materia orgánica al sustrato, determinado que el tratamiento con compuesto orgánico fue superior al testigo en cuanto a la variable altura de plántula.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se destaca que, al margen de ayudar en la altura de planta, los nutrientes presentes en la tierra de bosque ayudan también al desarrollo de una mayor cantidad de hojas presentes en las plantas de *Cinchona* spp., la cantidad de hojas presentes en el tratamiento T1 (tierra de bosque 100%) es igual a 15 hojas al culminar los 90 días de la experimentación a diferencia de los demás tratamiento, T2 (tierra de bosque 50%+ aserrín 50%) iguala a 6 hojas, T3 (Tierra de bosque 50% + fibra de coco 50%) iguala a 12 y en el tratamiento T4 (tierra de bosque 50% + pajilla de arroz 50%) se contabilizo 11 hojas, lo cual concuerda con la investigación de Rosales & Stalin (2017), quienes sostienen que las plantas de quina se desarrollan mejor y se encuentran en mayor abundancia en suelos donde hay presencia de hierro, nitrógeno, y potasio, estos nutrientes encontrados en abundancia en la mayoría de los suelos de bosques.

En la presente investigación se muestra que los tratamientos T4 (tierra de bosque 50% + pajilla de arroz 50 %) y T2 (tierra de bosque 50% + aserrín 50%), presentaron menos efectividad en cuanto al desarrollo de los plantones de *Cinchona* spp. donde se observa que el crecimiento en el T4 es de 3.85 cm y en el T2 es de 2.2 cm por un lapso de 90 días estos resultados en comparación con el T1(tierra de bosque 100%), es menor, así mismo, analizamos que los plantones de *Cinchona* spp. presentan un bajo incremento del número de hojas llegando a contabilizarse en el T4 (13) y en el T2 (8) esto en comparación con el T1(tierra de bosque al 100%) es menor, lo cual concuerda con (Lojan, 1992), quien indica en su investigación que para el caso de la utilización de pajilla de arroz y aserrín, son sustratos que son

ricos en potasio, calcio, circulación de agua y aire para las plantas sin embargo su descomposición es muy lenta y esto puede repercutir de alguna manera a que los nutrientes sean limitados a medida que los plantones de quina se vayan desarrollando en fase de vivero ya que el éxito del crecimiento y desarrollo de una planta en envase va depender del aporte de nutrientes de un sustrato.

Según los resultados de la investigación realizada el tratamiento T3 representada por (tierra de bosque 50%+fibra de coco 50%) muestra mejores resultados que el tratamiento T2 (tierra de bosque 50%+ aserrín 50%) pero inferior a tierra de bosque 100%, esto debido a que de alguna forma el sustrato fibra de coco presenta dentro de su estructura materia orgánica pero su descomposición es lenta y por ende presenta bajas cantidades de micronutrientes, y su pH es casi neutra.

A lo largo de una serie de investigaciones sobre estudios de suelo, han encontrado que los suelos de origen volcánico intemperado, suelos profundos, fértiles, bien drenados, y principalmente con una espesa cubierta de materia orgánica, son los más adecuados, para propagar *Cinchona officinalis* sumado a ellos el pH que deben oscilar de acida a neutra (Peppia, 2004; Asicona Caba, 2013). Lo cual concuerda con lo encontrado en la presente investigación, donde se puede evidenciar que el tratamiento tierra de bosque 100% brinda las mejores condiciones para el crecimiento de *Cinchona* spp.

En concordancia con las conclusiones obtenidas por Zari (2018) en su investigación “Evaluación de la germinación de semillas y potencial reproductivo de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos de la provincia de Loja- Ecuador”, de ensayos realizados en invernadero para la propagación sexual de semilla *Cinchona officinalis* con tratamientos compuestos por arena, tierra y turba en proporciones controladas; en el cual obtiene como resultado más óptimo la combinación de arena, tierra y turba con un porcentaje de germinación promedio de 30.74%, lo cual se asemeja a los resultados obtenidos en la presente investigación en donde se obtiene que el tratamiento tierra de bosque 100% brinda las mejores condiciones para el crecimiento de *Cinchona* spp, bajo las condiciones climatológicas específicas encontradas en la ciudad universitaria, lugar de realización de los ensayos.

V. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que la especie de *Cinchona* tiene una importancia cultural ya que esta simboliza la riqueza vegetal y está representada en el escudo nacional del Perú, se realizó la propagación botánica para ello se eligió árboles plus con características fenotípicas para obtener semillas de calidad y así mismo plántones con mayor vigor, para evaluar la viabilidad que presentaban las semillas se utilizó la prueba con tetrazolium con el cual se logró obtener como resultado un 46% de viabilidad en esta investigación.

Los plántones de *Cinchona* spp. presentaron un crecimiento y desarrollo constante en todos los tratamientos, sin embargo, a partir de 60 días de evaluación, los plántones en el T1 (TB) empezaron a diferenciarse en su altura y sobresalir con respecto a los demás tratamientos. Por otra parte, el T2 (TB-AS) empezó a diferenciarse de los demás tratamientos en estudio ya que en este tratamiento los plántones de *Cinchona* spp. no presentaron un buen desarrollo.

El mejor tratamiento en el incremento de hojas de *Cinchona* spp. fue el sustrato (TB), mientras que el sustrato (TB-AS) con menor influencia en el incremento de hojas.

Los plántones de *Cinchona* spp, mostraron buen crecimiento en los sustratos estudiados, no obstante, el tratamiento que mostro mejor resultado fue el T1 (TB) alcanzando una medida de 5.01 cm, donde los plántones de *Cinchona* spp se mostraban más vigorosos y turgentes. Así mismo el tratamiento que presentó menor crecimiento y menor incremento en cuanto al número de hojas fue el tratamiento T2 (TB-AS).

VI. RECOMENDACIONES

- Para realizar la colecta de las semillas de *Cinchona* spp. es importante establecer el tiempo de dispersión de las mismas para obtener mayor cantidad y calidad con fines de propagación ya que esta especie hoy en día se encuentra en pocas poblaciones, estas semillas además deben mantenerse a temperaturas controladas preferentemente bajas, con el fin de evitar la pérdida de su humedad natural. Para evaluar la viabilidad de las semillas ayuda de mucho utilizar la prueba de tetrazolium (tinción de tejidos) ya que es un método práctico y eficiente.
- Para propagar botánicamente *Cinchona* spp. utilizando mezclas de sustratos, es recomendable utilizar tierra de bosque en mayor proporción y en menor porcentaje los demás sustratos (fibra de coco, pajilla de arroz, aserrín) ya que los plántones de *Cinchona* spp. presentan mayor desarrollo en el sustrato tierra de bosque.
- Realizar más investigaciones en el árbol de la quina, referente a los sustratos ya que este juega un rol muy importante en el crecimiento de los plántones así mismo utilizar otras combinaciones para encontrar un porcentaje de combinación óptima para propagar *Cinchona* spp. y considerar más variables a evaluar como materia seca, área foliar y mortalidad.
- Las muestras colectadas de frutos de *Cinchona* deberán ser almacenados en recipientes herméticos en lugares de baja humedad, así como también a temperaturas bajas, con el fin de evitar la infección de la muestra por hongos y su pérdida de humedad y viabilidad.
- Conscientes de la gran diversidad natural existente en el ámbito de la Región Amazonas se recomienda ampliar las investigaciones en torno a la especie *Cinchona*, a fin de complementar los conocimientos sobre su biodiversidad y de este modo se puedan consolidar las estrategias y procedimientos técnicos para lograr su conservación y sostenibilidad en el tiempo de esta especie tan importante y representativa en el territorio peruano.

- Se recomienda realizar investigaciones específicas a cerca de la fenología de la especie *Cinchona* para el afianzamiento de los conocimientos y consolidación de métodos efectivos para lograr la repoblación de zonas altamente degradadas dentro de la Región Amazonas.

- Se recomienda la implementación de un herbario regional para registro y preservación de muestras botánicas de especies nativas encontradas, con el fin de contar con un inventario que registre las especies y permita el desarrollo de investigaciones que monitoreen su estabilidad.

- Se recomienda la realización de estudios orientados a la composición de sustratos para la utilización durante la fase de aclimatación de la semilla, que garanticen su viabilidad y crecimiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aide, T., Zimmerman, J., Pascarella, J., Rivera, L., & Marcano-Vega, H. (2000). Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 8, 328-338.
- Asicona Caba, P. (2013). Evaluación de cuatro sustratos en semilleros de Quina (Cinchona Ledgeriana; Rubiaceae) en Escuintla. *Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar*.
- Buddenhagen, C., Renteria, J., Gardener, J., Wilkinson, M., Soria, S., Yáñez, M., . . . Valle, R. (2004). The Control of a Highly Invasive Tree Cinchona pubescens in Galapagos1. *Weed Technology*, 18(1), 1994-1202.
- Campos-Ruíz, J., Cerna-Rebaza, L., & Chico-Ruíz, 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).
- Caraguay Yaguaana, K. (2016). Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de cinchona officinalis L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja. *Universidad Nacional de Loja*.
- Gómez Silvera, A., Beraun-Macedo, L., Gómez-Rengifo, O., & LLatas-Ducep, E. (2016). Procesos de regeneración natural de la quina o cascarilla (Cinchona spp.): en los bosques de neblina del distrito de Kañaris, región Lambayeque. *INIA*.
- Jerez, E. (2017). Propagación Sexual y Asexual de La Cascarilla (Cinchona officinales L.), Con Fines de Potencial Reproductivo En El Vivero Catiglata Del Consejo Provincial de Tungurahua. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*.
- Lima, N., Moreno, J., Eras, V., Minchala, J., González-Zaruma, D., Yaguana, M., & Valerozo, C. (2018). "Propagación in Vitro de Cinchona officinalis L. a partir de semillas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 169-178.
- Lojan, I. L. (1992). *El verdor de Los Andes: Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en Los Andes*. Quito: Quito, Ecuador: Desarrollo Forestal Participativo.

- Peppas, F. (2004). *Programa de Diversificación de Ingresos en la Empresa Cafetalera*. Guatemala: ANACAFE.
- Pollito, P. Z. (1989). *Taxonomía, distribución geográfica y status del género Cinchona en el Perú*.
- Rosales, P., & Stalin, T. (2017). *Estudio fenológico y análisis de las características del suelo donde se desarrolla Cinchona officinalis L. en cuatro relictos boscosos de la provincia de Loja*. Loja.
- Stell, R. (1982). *Flores para el Rey*. Barcelona: Ed. del Serbal.
- Suárez Torres, J. A. (2018). *Caracterización de las semillas de Cinchona capuli L.* Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Suárez Torres, J. (2018). Caracterización de las semillas de Cinchona capuli L. Andersson y C. lancifolia Mutis y el efecto de las rizobacterias promotoras del crecimiento en la germinación y la formación de plántulas.
- Zari Arevalo, J. 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: Universidad Nacional de Loja.

ANEXOS



Figura 8. Recolección de semillas de árboles plus de Cinchona spp., distrito San Jerónimo



Figura 9. Separación de las semillas, del resto de material pajilla y palotes



Figura 10. Medida de la semilla de Cinchona spp



Figura 11. Medida del ancho del endospermo de la semilla de Cinchona spp.



Figura 12. Medida del largo del endospermo de la semilla de Cinchona spp.

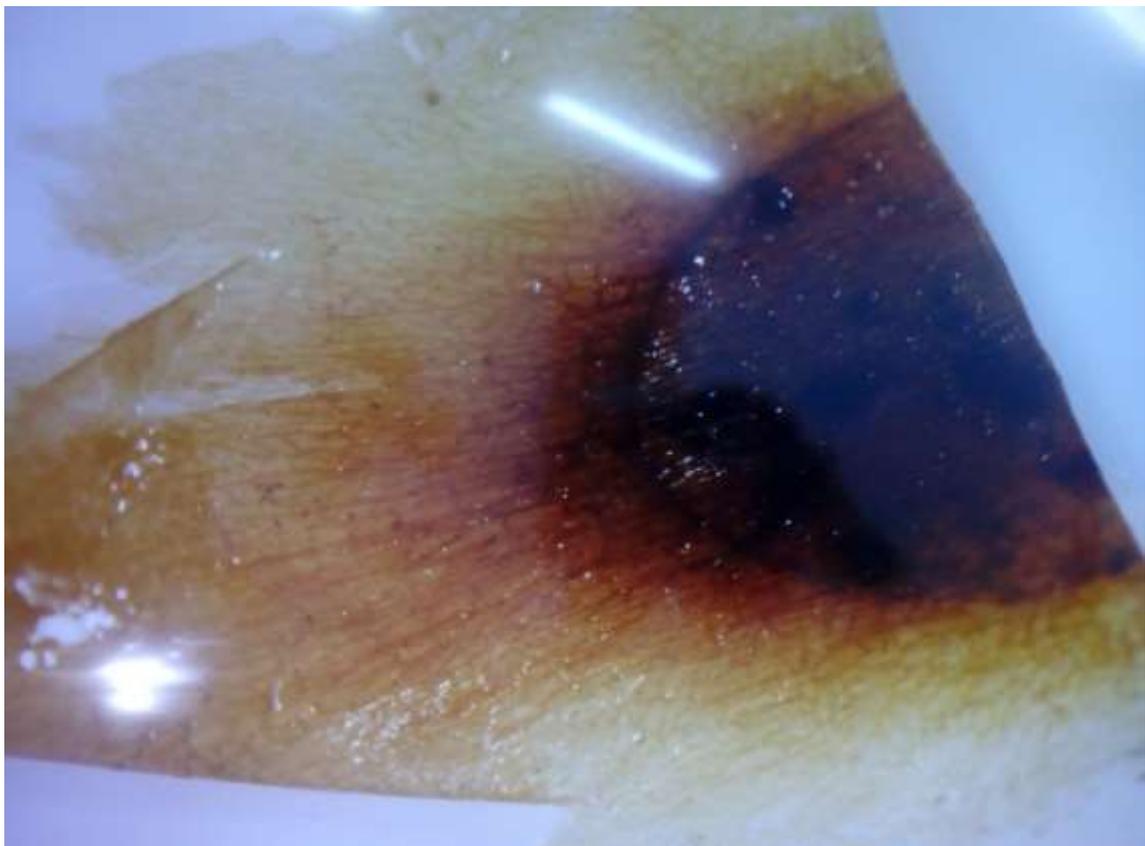


Figura 13. Coloración rojiza del embrión de la semilla de cinchona spp.



Figura 14. Diferencias de Coloración del embrión de la semilla de cinchona spp. utilizando el método de tinción con tetrazolium.



Figura 15. Desinfección de semilla de quina con hipoclorito de sodio 2%



Figura 16. Germinación de semillas de quina, después de 26 días de colocado en placas Petri.



Figura 17. Repicado de plantines de quina en bandejas de germinación, sustrato esterilizado



Figura 18. Proceso de preparación sustrato: Tamizado de tierra de bosque en zaranda de 1/4".



Figura 19. Mezclado de tierra de bosque con aserrín



Figura 20. Mezcla de tierra de bosque con pajilla de arroz



Figura 21. Llenado de bolsa con sustrato mezclado en bolsas de polietileno de 6"x8"x2mm.



Figura 22. Repicado de plantines de quina con el primer par de hojas verdaderas en sustratos en estudio



Figura 23. Evaluación de altura de quina a los 90 días de instalado



Figura 24. Evaluación de número de hojas y desmalezado de plantas de quina, 90 días después de instalado.