

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**



**INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN PROPAGACIÓN
SEXUAL DE *Cinchona officinalis* L. EN JAÉN**

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

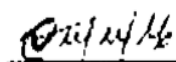
Autoras: Bach. Jenny Del Milagro Marrufo Jiménez

Bach. Leslie Lizbeth Mejía Córdova

Asesores: Mg. Ing. Annick Estefany Huaccha Castillo

Mg. Ing. Franklin Hitler Fernandez Zarate

JAÉN – PERÚ, JUNIO, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, del día **28 de junio del año 2022**; siendo las **10:00 horas**, se reunieron mediante el aplicativo de videoconferencias **Google Meet** (enlace: meet.google.com/dqe-odvh-eni), los **miembros del Jurado Evaluador**:

Presidente : Ph.D. WILFREDO RUIZ CAMACHO
Secretaria Mg. CANDY LISBETH OCAÑA ZÚÑIGA
Vocal Dra. CINTHYA YANINA SANTA CRUZ LÓPEZ

Para evaluar la **Sustentación del Informe Final**

- () Trabajo de Investigación
(**X**) **Tesis**
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: “INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Cinchona officinalis* L. EN JAÉN” ” presentado por los bachilleres Jenny Del Milagro Marrufo Jimenez y Leslie Lizbeth Mejia Cordova, de la Carrera Profesional de **Ingeniería Forestal y Ambiental** de la Universidad Nacional de Jaén.


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

- (**x**) Aprobar () Desaprobar () Unanimidad (**X**) Mayoría

Con la siguiente mención:

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


Siendo las **10:54 horas** del mismo día, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente Jurado Evaluador



secretario Jurado Evaluador



Vocal Jurado Evaluador

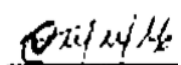

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación y descripción del área de estudio	4
3.2. Población, muestra y muestreo.....	4
3.3. Variables de estudio	5
3.4. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos.....	7
3.5. Análisis de datos.....	9
IV. RESULTADOS	10
V. DISCUSIONES	13
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	15
6.1. Conclusiones	15
6.2. Recomendaciones	15
VII. REFERENCIAS	16
AGRADECIMIENTO	21
DEDICATORIA.....	22
ANEXOS	24



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Operacionalización de variables de la investigación</i>	6
Tabla 2 <i>Porcentaje de sustrato en cada tratamiento usado en la germinación de C. officinalis</i>	7
Tabla 3 <i>Propiedades físico-químicas de los sustratos empleados en la germinación de C. officinalis</i>	30



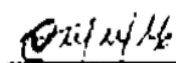

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Diseño experimental usado en la propagación sexual de C. officinalis</i>	5
Figura 2 <i>Modelo de cámara de subirrigación usada en la germinación de semillas de C. officinalis</i>	8
Figura 4 <i>Porcentaje de germinación de C. officinalis en los diferentes sustratos evaluados</i>	10
Figura 5 <i>Tiempo promedio de germinación de C. officinalis</i>	11
Figura 6 <i>Coeficiente de velocidad de germinación de semillas de C. officinalis en los distintos sustratos</i>	11
Figura 7 <i>Parámetros germinativos de C. officinalis determinados en los distintos sustratos</i>	12
Figura 8 <i>Construcción de la cámara de subirrigación</i>	24
Figura 9 <i>Colecta de sustrato de relictos de Cinchona</i>	24
Figura 10 <i>Instalación de plástico en la cámara de subirrigación</i>	25
Figura 11 <i>Mezcla de sustratos de acuerdo al porcentaje establecido en cada tratamiento</i>	25
Figura 12 <i>Distribución de los sustratos en cada unidad experimental dentro de la cámara de subirrigación</i>	26
Figura 13 <i>Siembra de semillas C. officinalis</i>	26
Figura 14 <i>Riego con nebulizador al sustrato contenido en la cámara de subirrigación</i> ..	27
Figura 15 <i>Observación de la radícula de C. officinalis</i>	27
Figura 16 <i>Día 51 después de la siembra de semillas, se observan plántulas en los diferentes tratamientos</i>	28

RESUMEN

Cinchona officinalis conocida localmente como cascarilla, es una especie forestal de importancia para el Perú y está en peligro de extinción. El objetivo del estudio fue determinar la influencia que tiene el sustrato sobre la germinación de *C. officinalis*. Se aplicó un diseño al azar con seis tratamientos; T0 (100% tierra de bosque), T1 (50% de tierra de bosque + 35% de arena + 15% de humus), T2 (50% de tierra de bosque + 50% de arena), T3 (50% de humus + 50% de arena), T4 (50% de tierra de bosque + 50% de humus) y T5 (100% de arena). Se usaron tres repeticiones por tratamiento y 100 semillas por réplica. La germinación de *C. officinalis* inició 19 días después la siembra de las semillas y concluyó el día 51. El T1 registró la mayor tasa de germinación (60,33%), una mayor germinación media diaria, valor máximo, valor de germinación y velocidad de germinación, sin embargo; el mayor coeficiente de velocidad de germinación se registró en el T2, seguido del T1 y T3. La investigación mostró que el tipo de sustrato empleado influye significativamente sobre la propagación sexual de *C. officinalis*.


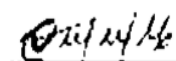

Palabras clave: árbol de la quina, cámara de subirrigación, cascarilla, germinación.



ABSTRACT

Cinchona officinalis, locally known as cascarilla, is an important forest species in Peru and is in danger of extinction. The objective of the study was to determine the influence of the substrate on the germination of *C. officinalis*. A randomized design with six treatments was applied; T0 (100% forest soil), T1 (50% forest soil + 35% sand + 15% humus), T2 (50% forest soil + 50% sand), T3 (50% humus + 50% sand), T4 (50% forest soil + 50% humus) and T5 (100% sand). Three replicates per treatment and 100 seeds per replicate were used. Germination of *C. officinalis* began 19 days after sowing the seeds and concluded on day 51. T1 recorded the highest germination rate (60.33%), higher mean daily germination, maximum value, germination value and germination speed, however; the highest germination speed coefficient was recorded in T2, followed by T1 and T3. The investigation showed that the type of substrate used significantly influences the sexual propagation of *C. officinalis*.

Key words: *Cinchona tree, germination, husk, subirrigation chamber.*



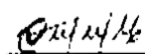
I. INTRODUCCIÓN

Cinchona officinalis es una especie vegetal conocida como cascarilla o árbol de la quina, forma parte de la familia Rubiaceae (Lima, 2016), se encuentra en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Gómez et al., 2016). Esta especie tiene un alto valor medicinal, histórico y cultural debido a los alcaloides presentes en su corteza (Pucha et al., 2020), dentro de ellos destaca la quinina, la cual tiene un sabor amargo y es usado en la actualidad dentro de la producción de agua tónica y fue usada desde el siglo XVI hasta el siglo XIX como único tratamiento para la malaria (Achan et al., 2011).

En el Perú, el árbol de la quina se encuentra en el escudo nacional representando la riqueza vegetal, se distribuye a lo largo de la zona tropical y ecuatorial de la cordillera de los Andes, (Lima et al., 2016). Entre los principales centros de diversidad del árbol de la quina destacan la región biogeográfica de Amotape – Huancabamba (Weigend, 2004), que alberga a los departamentos de Piura y Cajamarca (Quintana et al., 2017), donde alberga a un 48 % de las especies de *Cinchona* existentes en el Perú (Albán, 2015).

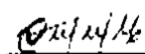
Los hábitats donde prosperan los árboles de *C. officinalis*, a la fecha han sido afectados por acciones antrópicas, por ejemplo, la agricultura migratoria y ganadería (Huamán et al., 2019), esto hace difícil encontrar poblaciones de esta especie en los bosques peruanos (Buddenhagen et al., 2004). Como alternativa para recuperar esta especie, está la reforestación (Ferez et al., 2015); este método promueve una rápida recuperación de la estructura del bosque, propiciando un hábitat idóneo para el restablecimiento de la sucesión ecológica (Holl y Aide 2011), sin embargo, uno de los problemas a afrontar surge en la etapa productiva a nivel de vivero (Abanto-Rodriguez et al., 2016); con mayor incidencia en etapa de germinación, la cual es dependiente de factores de calidad como: tipo de sustrato, fertilización, semilla, tipo de recipiente y riego (Santos et al., 2010).

La propagación de *Cinchona officinalis* por lo general se realiza a través de semillas (Vásquez et al., 2018). En zonas boscosas donde existen árboles de esta especie, las tasas de



germinación y regeneración son muy bajas, estas características sumaron para que la especie esté al borde de la extinción (Buddenhagen et al., 2004).

Según Zevallos (1989), esta especie requiere de suelos clasificados como coluviales y aluviales, profundos, textura franco arenosa y pH ligeramente ácidos a neutros. El sustrato usado como medio de germinación de *Cinchona officinalis* debe permitir una buena oxigenación, retención de agua y un equilibrio en las características fisicoquímicas, además debe estar libre de elementos químicos a niveles tóxicos (Abanto-Rodríguez et al., 2016). Con el fin de bridar la mayoría de las condiciones descritas, los sustratos pueden combinarse con otros o usarse en su forma natural (Frade et al., 2011). Bajo este contexto, se pretende dar respuesta al siguiente problema de investigación: ¿Tiene influencia el tipo de sustrato sobre la propagación sexual de *C. officinalis*?



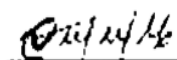
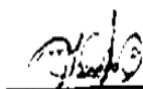
II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia de diferentes sustratos en la propagación sexual de *C. officinalis* en la provincia de Jaén.

2.2. Objetivos específicos

- Calcular el porcentaje de germinación y la capacidad germinativa de semillas de *C. officinalis*.
- Estimar el tiempo promedio de germinación de las semillas de *C. officinalis*.
- Determinar el mejor sustrato para la propagación sexual de *C. officinalis* en función de los parámetros germinativos.



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

La investigación se desarrolló desde el 20 de noviembre de 2021 hasta el 16 de enero de 2022 en la comunidad La Cascarilla ($5^{\circ}40'16,5''S$ y $78^{\circ}53'11,6''E$), provincia de Jaén en Perú, a 1810 m.s.n.m. La temperatura mínima y máxima fue de 13,0 y 20,5 °C respectivamente y la precipitación anual fue de 1730 mm (Fernandez y Huaccha, 2022, Fernandez et al., 2021).

3.2. Población, muestra y muestreo

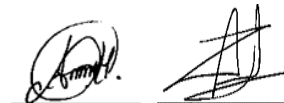
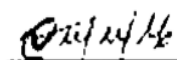
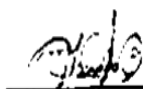
Población: La población estuvo formada por 3 árboles semilleros de *C. officinalis* existentes en la jurisdicción del distrito de Querocoto, Chota. Además, se colectó una muestra botánica la cual fue procesada y enviada al Dr. José Ricardo Campos de la Cruz para su identificación taxonómica.

Muestra: La muestra estuvo formada por 1 800 semillas de *C. officinalis*.

Muestreo: Se aplicó el muestreo no probabilístico – por selección intencionada.

Se seleccionaron aquellas semillas que estaban en perfecto estado fitosanitario, eliminando toda impureza y semillas afectadas por plagas y/o enfermedades.

- Diseño experimental: Se empleó un diseño totalmente aleatorio (DCA), con seis tratamientos y tres repeticiones por tratamiento (Figura 1), se usaron 100 semillas de *C. officinalis* por cada unidad experimental y 1 800 semillas en todo el ensayo. La evaluación se desarrolló de forma interdiaria por un periodo de 57 días, como evidencia de germinación se consideró la aparición del ápice radicular.



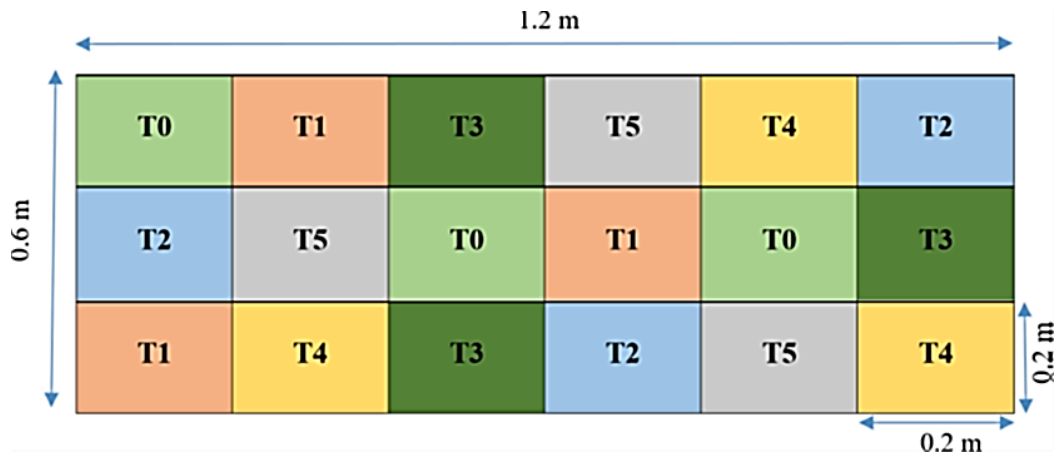


Figura 1

*Diseño experimental usado en la propagación sexual de **C. officinalis**.*

3.3. Variables de estudio

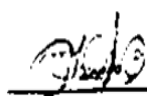
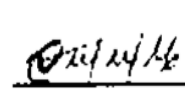
Variable independiente: Tipo de sustrato.


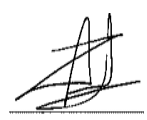
Variable dependiente: Propagación de **C. officinalis**.

Tabla 1

Operacionalización de variables de la investigación

Tipo de variables	Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Instrumento de evaluación
Independiente	Tipo de sustrato.	Es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en donde estas se desarrollan.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de Arena, humus y tierra de bosque usados como sustrato 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje (%) de cada sustrato 	<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamiento en la cámara de subirrigación.
Dependiente	Propagación de <i>C. officinalis</i> .	Proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta esto se adecua al tiempo de exposición.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de germinación de <i>C. officinalis</i>. • Capacidad germinativa de semilla de <i>C. officinalis</i>. • Tiempo promedio de germinación de semillas de <i>C. officinalis</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Numero de semillas germinadas • Porcentaje de germinación. • Porcentaje de mortalidad • Velocidad de germinación de las semillas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de toma de datos en campo. • Hoja de cálculo Excel.

3.4. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

- **Colecta de material biológico:** Se identificaron y seleccionaron individuos de *C. officinalis* óptimos para ser considerados como fuente semillera, para esto se evaluó el estado fitosanitario, fuste recto, follaje, ramificación y uniformidad de producción de frutos. Luego se colectaron 2 kg de frutos maduros (color rojizo), se empacaron en bolsas de tela y fueron llevados al proceso de secado bajo sombra.
- **Preparación de sustrato:** La preparación del medio de germinación (sustrato) para cada tratamiento se desarrolló teniendo en cuenta los porcentajes de arena, humus y tierra de bosque establecidos en la Tabla 2. Los componentes fueron mezclados uniformemente y se distribuyeron en la cámara de subirrigación en los lugares preestablecidos de acuerdo con la Figura 1.

Tabla 2

Porcentaje de sustrato en cada tratamiento usado en la germinación de C. officinalis

Tratamiento	Descripción
T0	Testigo (tierra de bosque)
T1	50% de tierra de bosque + 35% de arena + 15% de humus
T2	50% de tierra de bosque + 50% de arena
T3	50% de humus + 50% de arena
T4	50% de tierra de bosque + 50% de humus
T5	100% de arena

- **Selección y siembra de semillas:** Se seleccionaron semillas que no estaban afectadas por plagas o enfermedades, éstas fueron sembradas en una cámara de subirrigación cuyas dimensiones fueron de 1,2 x 0,6 x 0,5 m (largo, ancho y alto respectivamente). La cámara de subirrigación fue segmentada en 18 unidades experimentales las que fueron distribuidas al azar (Figura 2).



Figura 2

Modelo de cámara de subirrigación usada en la germinación de semillas de C. officinalis

- Evaluación y registro

Los parámetros evaluados fueron:

- ✓ Porcentaje de germinación (%): Se evaluó siguiendo lo propuesto por Caroca et al. (2016) usando la ecuación (1):

$$\% \text{ de germinación} = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas germinadas}}{N^{\circ} \text{ de semillas sembradas}} * 100 \quad \dots (1)$$

- ✓ Tiempo promedio de germinación (T): Se evaluó empleando la ecuación (2):

$$t = \frac{1}{CV} * 100 \quad \dots (2)$$

Además, se calcularon las medidas relacionadas con la germinación de semillas de acuerdo con lo establecido por González y Orozco (1996), considerando la ecuación 3, 4, 5, 6 y 7:

- ✓ Coeficiente de velocidad de germinación (CV):

$$CV = \frac{\sum n_i}{\sum (n_i t_i)} * 100 \quad \dots (3)$$

- ✓ Germinación diaria media (GDM):

$$GDM = \frac{\% \text{ de germinación total}}{N^{\circ} \text{ de días totales del ensayo}} \quad \dots (4)$$

- ✓ Valor máximo (VM):

$$VM = \frac{\% EG}{PEG} \quad \dots (5)$$

Donde:

PEG: Periodo de la energía germinativa.

- ✓ Valor de germinación (VG):

$$VG = GDM (final) * VM \quad \dots (6)$$

Donde:

GDM: Germinación diaria media

- ✓ Velocidad de germinación (M):

$$M = \sum \left(\frac{n_i}{t} \right) \quad \dots (7)$$

Donde:

n_i = Cantidad de semillas germinadas por día i

t_i = Número de días después de la siembra.

t = Tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

3.5. Análisis de datos

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de determinar si existía o no, diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, donde las hubo, las medias fueron comparadas a través de la prueba de Tukey ($p = 0,05$) con el objeto de establecer entre que pares de medias existe esta diferencia. Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el software StatGraphics Centurion XVI (StatPoint Technologies Inc, Warrenton, VA, EE. UU.).

IV. RESULTADOS

La mayor tasa de germinación (60,33%) se registró en el T1, seguido del T4 (53,33%). El menor porcentaje de germinación se registró en el T5 (37,67%). Según los resultados se apreciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre el T1 y el resto de tratamientos (Figura 3).

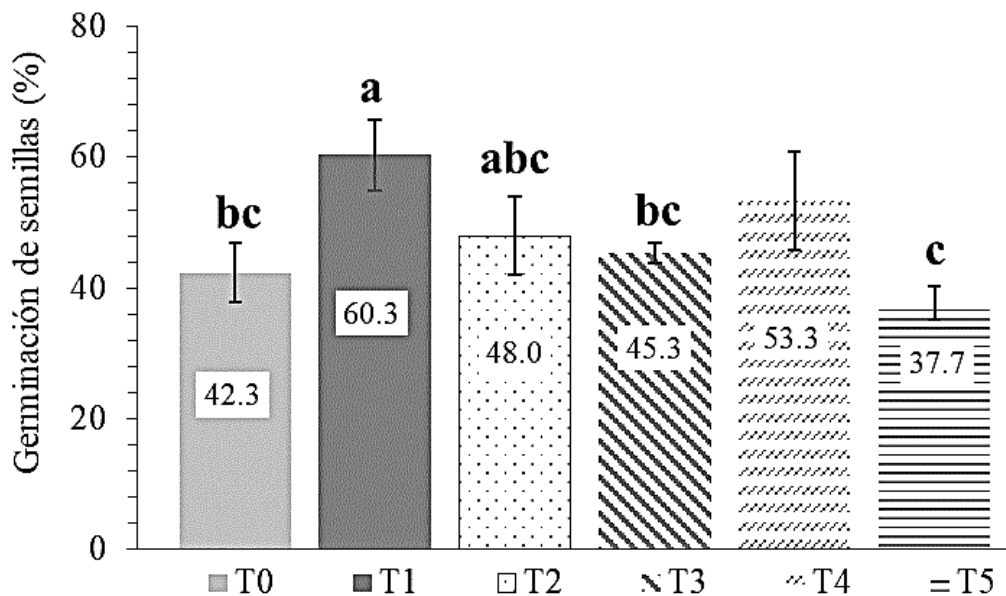


Figura 3

Porcentaje de germinación de C. officinalis en los diferentes sustratos evaluados

*Medias con letras distintas por tratamiento señalan diferencias significativas con la prueba Tukey ($p < 0,05$).

El menor tiempo promedio de germinación se logró en el T2 (50% de tierra de bosque + 50% de arena), en los cinco tratamientos restantes se apreció un comportamiento similar, no se observó diferencias significativas entre los seis tratamientos (Figura 4).

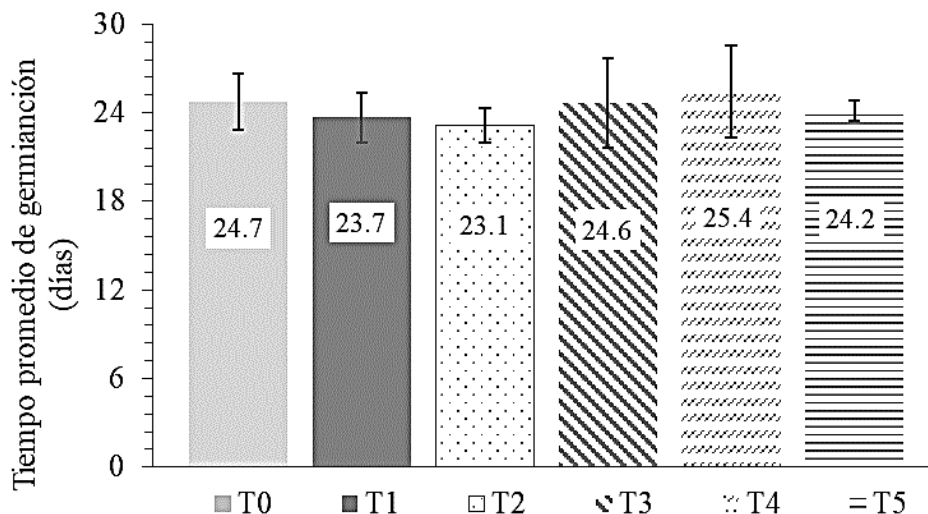


Figura 4

Tiempo promedio de germinación de C. officinalis

El mayor coeficiente de velocidad de germinación se registró en el T2 (50% de tierra de bosque + 50% de arena) seguido del T1 (50% de tierra de bosque + 35% de arena + 15% de humus) y T3 (50% de humus + 50% de arena), se observan diferencias numéricas entre los seis tratamientos, más no se observan diferencias estadísticas (Figura 5).

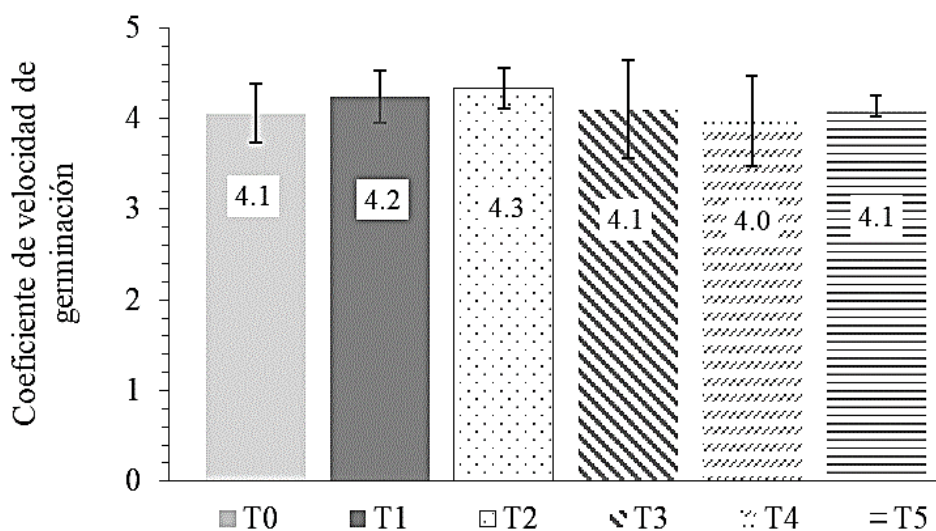


Figura 5

Coefficiente de velocidad de germinación de semillas de C. officinalis en los distintos sustratos

El T1 muestra los mejores resultados para la germinación diaria media, valor máximo, valor de germinación y velocidad de germinación, se evidenció diferencias significativas ($P<0,05$) entre éste y el resto de tratamientos. Sobre la germinación media diaria, el T5 presenta el menor valor y se evidenció diferencias significativas ($P<0,05$) con el resto de tratamientos (Figura 6).

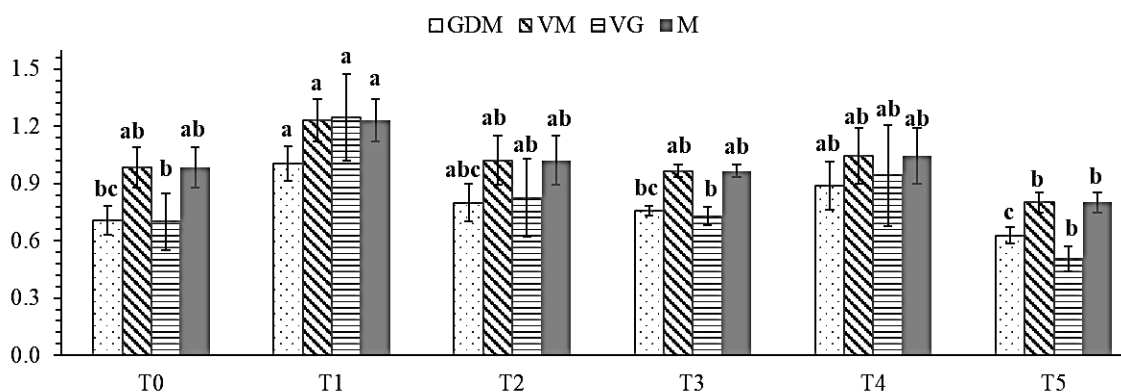


Figura 6

*Parámetros germinativos de *C. officinalis* determinados en los distintos sustratos*

GDM: germinación diaria media, VM: valor máximo, VG: valor de germinación y M: velocidad de germinación. Medias con letras distintas por tratamiento, indican diferencias significativas con la prueba Tukey ($p < 0,05$).

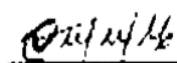

[Handwritten signatures]

[Handwritten signatures]

V. DISCUSIONES

La germinación de semillas de *C. officinalis* inició el día 19 y concluyó el día 51 después de la siembra, estos resultados presentan ciertas diferencias con los encontrados por Fernandez et al. (2022) en sustrato extraído de relictos naturales de quina donde afirmaron que la germinación inició a los 12 días y terminó a los 42 días después de la siembra, mientras que Caraguay et al. (2016) informaron que las semillas de *C. officinalis* comenzaron a germinar cinco días después de sembradas, estas diferencias están relacionadas por ejemplo con el tiempo de almacenamiento de las semillas que en esta investigación fue de cuatro meses, además; se debe a condiciones morfológicas y genéticas de las semillas (Herrera et al., 2006) y a las características edafoclimáticas (Bonfil et al., 2008); sin embargo, los resultados encontrados en la presente investigación son similares a los reportados por Moreno y Conde (2016) quienes encontraron que las semillas de *C. officinalis* estabilizaron su curva de germinación a los 50 días de sembradas.

El mayor porcentaje de germinación (60,33%) se registró en el T1 (50% de tierra de bosque + 35% de arena + 15% de humus), siendo mayor al reportado por Zari (2018) quien obtuvo porcentajes de germinación de 30,74% para un sustrato formado por arena, tierra y turba, por su parte Rodriguez et al. (2020) determinaron porcentajes de germinación entre 30 y 50% para un sustrato arcilloso y franco respectivamente. El mayor porcentaje de germinación alcanzado en este estudio se debe a las características físicas del suelo que proporciona una cantidad adecuada de nutrientes, facilita la circulación y retención del agua que son necesarios durante la germinación (Alfonso et al., 2017). En esa misma línea, los suelos livianos (franco arenoso) suelen ser los mas adecuados para la germinación de semillas ya que presentan un buen drenaje (Méndez et al., 2009) en consecuencia es poco probable que se las semillas se pudran, considerando que fueron sembradas al boleto evitando cubrirlas con sustrato. Además, las características del sustrato empleado como medio de germinación tienen gran influencia sobre la imbibición de semillas (Wagner et al., 2006)



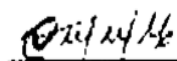

proceso que permite activar sustancias que están en el sistema embrionario y con ello acelerar e incrementar el porcentaje de germinación (García et al., 2011).

Sin embargo, Conde et al. (2017) reportaron un porcentaje de germinación de 83,33% para *C. officinalis* en sustratos de turba, según Jeréz (2017) informaron sobre un porcentaje de germinación del 70,67% para las semillas de *C. officinalis* que fueron tratadas pre germinativamente con micorrizas líquidas y en sustrato (20% de tierra negra + 60% corteza de pino + 20% cáscara de arroz) estos porcentajes de germinación superiores a los encontrados en esta investigación se deben principalmente a las condiciones en las que se desarrolló el ensayo y al tratamiento pregerminativo empleado por Jeréz (2017).

Sobre el tiempo promedio de germinación no se observaron diferencias significativas entre los seis tratamientos. El menor tiempo de germinación se registró en el T2 (50% de tierra de bosque + 50% de arena) (23 días), este dato es similar al reportado por Rodríguez et al. (2020) quienes informaron tiempos promedio de germinación entre 19 y 20 días y por los datos informados por Fernandez et al. (2022) quienes mostraron tiempos promedios de germinación entre 21 y 27 días.

En el presente estudio se encontró una tasa de germinación diaria media, valor máximo de germinación y velocidad de germinación más altas en el T1, sustrato que favoreció la germinación de *C. officinalis* y evitó que las semillas presenten un letargo prolongado en las cámaras de subirrigación, disminuyendo la posibilidad de afecciones por patógenos. No hay duda de que las semillas de *C. officinalis* necesitan que el sustrato le proporcione ciertas condiciones como materia orgánica, buena retención de humedad y cantidades adecuadas de nutrientes (Rodríguez et al., 2020) con el fin de alcanzar altas tasas de germinación y uniformidad en esta primera etapa del proceso de producción de plántones forestales.

Finalmente, el efecto del sustrato sobre la germinación fue observado en diferentes estudios (Lima et al., 2018) donde se concluyó que existe efecto positivo significativo sobre la germinación, resultado que es consistente con lo obtenido en la presente investigación.



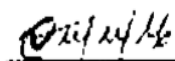

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se calculó el porcentaje de germinación de los seis sustratos de estudio, el sustrato que presentó mayor porcentaje de germinación fue el T1 (50% de tierra de bosque + 35% de arena + 15% de humus) con un 60,33%.
- El menor tiempo promedio de germinación (23 días) de semillas de *C. officinalis* se registró en el T2 (50% de tierra de bosque + 50% de arena).
- De acuerdo a los parámetros germinativos, se concluye que el mejor sustrato para la germinación de *C. officinalis* es el T1 (50% de tierra de bosque + 35% de arena + 15% de humus).

6.2. Recomendaciones

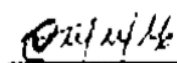

- Se recomienda el uso de sustrato extraído de relictos de quina para la germinación de *C. officinalis*.
- A fin de seguir generando conocimiento científico que sirva en las labores de recuperación de la especie se recomienda realizar investigaciones sobre el uso de técnicas alternativas para la propagación de *C. officinalis*, por ejemplo, la propagación asexual por medio de estacas o micropropagación a través del cultivo de tejidos vegetales in vitro.
- Para alcanzar porcentajes de germinación cercanos al 90% se recomienda emplear semillas cuyo periodo de almacenamiento no haya pasado los 30 días.



VII. REFERENCIAS

- Abanto-Rodriguez, C., García-Soria, D., Guerra-Árevalo, W., Murga-Orrillo, H., Saldaña-Ríos, G., Vázquez-Reátegui, D. y Tadashi-Sakazaki, 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>
- Achan, J., Talisuna, A. O., Erhart, A., Yeka, A., Tibenderana, J. K., Baliraine, F. N., Rosenthal, P. J. y D'Alessandro, U. (2011). Quinine, an old anti-malarial drug in a modern world: Role in the treatment of malaria. *Malaria journal* 10(1): 1-12. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-144>
- Albán. J. (2015). *Etnobotánica de Rubiaceae peruanas*. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú
- Alfonso, M. V., 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>
- 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.
- Buddenhagen, C. E., Renteria, J. L., Gardener, M., Wilkinson, S. R., Soria, M., Yáñez, P., Tye, A., y Valle, R. (2004). The Control of a Highly Invasive Tree *Cinchona pubescens* in Galapagos1. *Weed Technology*, 18, 1194-1202. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2004\)018\[1194:TCOAH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2004)018[1194:TCOAH]2.0.CO;2)
- Campos, J., Cerna, L. y 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
- Caraguay, K. A., Eras, V. H., Gonzalez, D., Moreno, J., Minchala, J., Yaguana, M. y Valarezo, C. (2016). Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de

- Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja – Ecuador. *Revista Investigaciones Altoandinas* 18(3): 271-280.
- Caroca, R., Zapata, N. y Vargas, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 32(2), 94-101. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902016000200002>
- Conde, M. E., Moreno, J. A., Eras, V. H., Minchala, J., González, D., Yaguana, M. y Ortega, C. (2017). Multiplicación sexual y asexual de *Cinchona officinalis* L., con fines de conservación de la especie. *TZHOECOEN* 9(1): 81-93. <https://doi.org/10.26495/rtzh179.121509>
- Czabator, F. P. (1962). Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, 8(4): 386-396.
- Ferez, A. P. C., Campoe, O. C., Mendes, J. C. T. y Stape, J. L. (2015). Silvicultural opportunities for increasing carbon stock in restoration of Atlantic forests in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 350: 40-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2015.04.015>.
- Fernandez, F. H. y Huaccha, A. E. (2022). Fenología vegetativa y reproductiva de *Cinchona micrantha* (Rubiaceae) en un bosque húmedo de Jaén, Perú. *Caldasia* 44(3).
- Fernandez, F. H., Huaccha, A. E., Barturén, L. M., Quiñones, L. y Sanchez, T. (2022). Efecto del sustrato en la propagación sexual de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae). *Ecosistemas*. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2314>
- Fernandez, F. H., Huaccha, A. E., Quiñones, L. y 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.
- Frade, E. F., de Alencar J., Bezerra S., do Vale, J. F., y Paula, L. (2011). Substratos de resíduos orgânicos para produção de mudas de Ingazeiro (*Inga edulis* Mart) no vale do Juruá - Acre. *Enciclopédia Biosfera* 7(11): 959-969.
- García-Hoyos, A., Sánchez-Robles, J., García-Hernández, L. A. y León-González, F. (2011). Reproducción sexual e influencia de sustratos en el desarrollo de *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae). *Polibotánica* 32: 119-133.

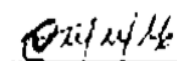



- Gómez, A., Beraun, A., Gómez, O. y Llatas, E. (2016). *Procesos de regeneración natural de la quina o cascarilla (Cinchona spp.): en los bosques de neblina del distrito de Kañaris, región Lambayeque*. INIA. Estación Experimental Agraria Vista Florida-Lambayeque
- González, L. y Orozco, A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, vol. 58, 15-30.
- 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). 124 p.
- Holl, K. D. y Aide, T. M. (2011). When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*, 261(10): 15-58-15-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.004>.
- Huamán, L., Albán, J., y 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://dx.doi.org/10.21704/rea.v18i2.1333>
- Jäger, H. (2014). *Cinchona pubescens*. En *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie* (eds B. Stimm, A. Roloff, UM Lang y H. Weisgerber). <https://doi.org/10.1002/9783527678518.ehg2011010>
- Jeréz, E. A. (2019). Propagación sexual y asexual de la cascarilla (*Cinchona officinalis* L.), con fines de potencial reproductivo en el vivero Catiglata del Consejo provincial de Tungurahua. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica Superior de Chimborazo. Ecuador, Riobamba. 84 p.
- Liam, N. R., Moreno, J. A., Eras, V. H., Minchala, J., Gonzáles, D., Yaguana, M. y 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>
- Lima, N. (2016). “Procesos biotecnológicos para la propagación in vitro de *Cinchona officinalis* L., a partir de diferentes fuentes de material vegetal” (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- 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*

- de semillas y altura de plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.). Revista Científica UDO Agrícola, 9(1).
- Moreno, J. A. y Conde, M. E. (2016). *Propagación in vivo de Cinchona officinalis* L., a partir de material vegetal sexual y asexual, con fines de conservación de la especie. Trabajo de Diploma. Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Pucha, D., Rodríguez, J., Rey, Y., Macas, M., Aguinza, F. y Chocho, A. (2020). El consumo de *Cinchona officinalis* L. durante la emergencia sanitaria COVID-19 en la provincia de Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 10(2), 161-174.
- Quintana, C., Pennington, R. T., Ulloa, C. U. y Balslev, H. (2017). Biogeographic barriers in the Andes: Is the Amotape—Huancabamba zone a dispersal barrier for dry forest plants? *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 102(3): 542–550.
- Rodríguez, R., Barrutia, I. y Marín, T. (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
- Santos, F. C. B. dos, Oliveira, T. K. de, Lessa, L. S., Oliveira, T. C. de y Luz, S. A. da. (2010). Produção de mudas de cupuaçuzeiro em diferentes substratos e tubetes. *Magistra*, Cruz das Almas – BA 22: 185-190.
- Vásquez, J., Lápiz, E., Barboza, M., Vásquez, S., y Quispe, L. (2018). Comparación de sustratos en la propagación sexual y asexual del árbol de la quina (*Cinchona officinalis*). *Agroproducción Sustentable*, 2(3), 77-85. <http://dx.doi.org/10.25127/aps.20183.407>
- Villar, M., Marcelo, F. y Baselly, J. (2018). Respuesta de la *Cinchona officinalis* L. al método de propagación asexual mediante estacas y esquejes, Instituto Nacional de Innovación Agraria. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/909>.
- Wagner, J., Santos, C., Silva, J., Alexandre, R., Negreiros, J., Pimentel, L., Álvares, V. y 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
- Weigend, M., Cano, A., Rodríguez, E. R. y Breitkopf, H. (2010). Four New Species of *Ribes* (Grossulariaceae), Primarily from the Amotape–Huancabamba Zone in Northern Peru. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature*, 20(2): 228–238. <https://doi.org/10.3417/2008090>.

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” (tesis de pregrado) Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

Zevallos, P. A. (1989). Taxonomía, Distribución Geográfica y status del género *Cinchona* en el Perú. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria la Molina. 64p.



AGRADECIMIENTO

Sincero agradecimiento a todos quienes hicieron posible la culminación del presente proyecto de investigación:

A Dios nuestro creador, por ser luz y guía en nuestras vidas, porque bajo su protección nos ilumino a seguir adelante.

A la Universidad Nacional de Jaén de la carrera profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental a sus docentes por su contribución con los conocimientos necesarios para nuestra formación profesional.

A nuestros asesores Mg. Ing. Annick Estefany Huaccha Castillo y Mg. Ing. Franklin Hitler Fernandez Zarate por su interés, asesoría, colaboración y por compartir su experiencia y conocimiento en esta investigación.

A nuestros familiares por el apoyo incondicional y amigos/as quienes nos apoyaron de una u otra forma en el desarrollo de la investigación.



DEDICATORIA

A Dios, por permitir finalizar con mis estudios universitarios, por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor y por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Victor y Antolina por su comprensión y ayuda en cada momento de mi vida, quienes con cariño y sacrificio supieron motivarme para salir adelante.

A mi hermano Marlon por estar conmigo, dándome su cariño y sobre todo el amor de hermanos.

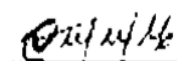

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A mis maestros universitarios quienes a través de sus enseñanzas y consejos supieron guiarme durante mi formación académica.

A mi compañera de tesis Leslie Mejía por su apoyo, comprensión y por su bonita amistad.

A mis amistades María Bardales, Anita Guerrero y Jeiler Tapia que, gracias a su apoyo, a sus consejos y motivación hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Marrufo Jiménez, Jenny Del Milagro



A Dios por brindarme las fuerzas suficientes para seguir adelante.

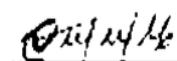
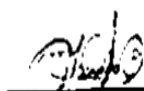
A mis padres, Clemente y Esther por ser los pilares más importantes en la vida para seguir alcanzando mis metas y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos, Royser, Alan, Elferes, Cristely Jeiner, por acompañarme en este duro camino, por apoyarme desde principio hasta fin por ser tan buenos y admirables y sobre todo por darme tanto amor.

A mi compañera de tesis Jenny Marrufo por el apoyo brindado.

A mi persona por mi esfuerzo.

Mejía Córdova Leslie Lizbeth



ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Figura 7

Construcción de la cámara de subirrigación



Figura 8

Colecta de sustrato de relictos de Cinchona



Figura 9

Instalación de plástico en la cámara de subirrigación



Figura 10

Mezcla de sustratos de acuerdo al porcentaje establecido en cada tratamiento



Figura 11

Distribución de los sustratos en cada unidad experimental dentro de la cámara de subirrigación



Figura 12

*Siembra de semillas *C. officinalis**



Figura 13

Riego con nebulizador al sustrato contenido en la cámara de subirrigación



Figura 14

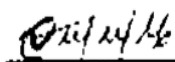
*Observación de la radícula de *C. officinalis**



Figura 15

Día 51 después de la siembra de semillas, se observan plántulas en los diferentes tratamientos







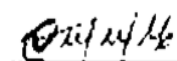



Anexo 2.

Tabla 3

Propiedades físico-químicas de los sustratos empleados en la germinación de C. officinalis

Tratamiento	pH (1:2.5, p v ⁻¹)	C.E. (dS m ⁻¹)	P (ppm)	K (ppm)	N (%)	M.O. (%)	Clase textural
T0	4,83	474	72,47	200,04	2,56	56,88	
T1	5,71	995,66	73,63	395,54	0,39	8,62	
T2	6,64	499,33	6,58	94,31	0,29	6,55	Franco
T3	7,51	1155,66	124,70	756,92	0,18	4,05	arenoso
T4	6,80	1118	143,58	2172,38	1,82	40,51	
T5	7,70	457,33	3,21	70,87	0,08	1,82	



Anexo 3. Certificación de identificación botánica de la especie de estudio



CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ, BIÓLOGO COLEGIADO - CBP Nº 3796 - INSCRITO EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORIAL Nº 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-OGEFFS.

CERTIFICA.

Que, Jenny Del Milagro Marrufo Jiménez identificada con DNI N° 70036165 y Leslie Lizbeth Mejía Córdova identificada con DNI N° 76748290, tesisistas en la Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingenierías, Escuela Profesional de ingeniería Forestal y Ambiental, con fines de investigación para desarrollar el proyecto de tesis: **Influencia del sustrato en la propagación sexual de *Cinchona officinalis* L. en Jaén.** han solicitado la identificación y certificación botánica de una planta procedente de la Comunidad de San Luis, distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, donde es conocida con el nombre vulgar de “casarilla”, la muestra ha sido identificada con el nombre científico de *Cinchona officinalis* L. de la familia Rubiaceae y Orden Gentianales. Según la base de Trópicos que sigue el Sistema moderno de clasificación de las angiospermas (APG), publicado en 1998 por el Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, revisado por APG II (2003), APG III (2009) y APG IV (2016), este Sistema de clasificación considera a todas las plantas verdes en la Clase Equisetopsida (Chasse, MW y JL. Reavel. 2009), la especie identificada ocupa las siguientes categorías taxonómicas:

Reino: Plantae
División: Angiospermae
Clase: Equisetopsida
Subclase: Magnoliidae
Superorden: Asteranae
Orden: Gentianales
Familia: Rubiaceae
Género: *Cinchona*
Especie: *Cinchona officinalis* L.

Nombre vulgar: “casarilla”

Se expide la presente certificación con fines de investigación científica.

Lima, 18 de febrero del 2022



Jr. Sánchez Silva N° 156- piso 2. Urb. Santa Luzmila. Lima 07
Email: jocamde@gmail.com; joricampos@yahoo.es

FORMATO 01: COMPROMISO DE ASESORA

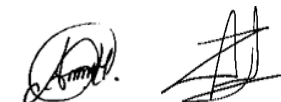
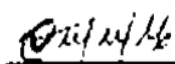
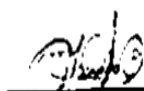
Quien suscribe, Annick Estefany Huaccha Castillo con Grado de Magister y Profesión Ingeniero Ambiental con DNI 72552959 con conocimiento del Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, me comprometo y dejo constancia de las orientaciones a las Bachilleres Marrufo Jimenez Jenny Del Milagro y Mejía Córdova Leslie Lizbeth de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, en la redacción del: **informe final de tesis.**

Por lo indicado, doy testimonio y visto bueno que las Asesoradas han redactado el informe final de tesis, por lo que en fe a la verdad suscribo la presente.

Jaén, 06 de junio 2022



Mg. Ing. Annick Estefany Huaccha Castillo



FORMATO 01: COMPROMISO DE ASESOR

Quien suscribe, Franklin Hitler Fernández Zarate con Grado de Magister y Profesión Ingeniero Forestal y Ambiental con DNI 74420282 con conocimiento del Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, me comprometo y deja constancia de las orientaciones a las Bachilleres Marrufo Jimenez Jenny Del Milagro y Mejía Córdova Leslie Lizbeth de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, en la redacción del: **Informe final de tesis.**

Por lo indicado, doy testimonio y visto bueno que las Asesoradas han redactado el informe final de tesis, por lo que en fe a la verdad suscribo la presente.

Jaén, 06 de junio 2022



Mg. Ing. Franklin Hitler Fernández Zarate

FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Marrufo Jimenez Jenny Del Milagro, identificado con DNI N° 70036165, bachiller de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén; **declaro bajo juramento que:** Soy autora del **informe final de tesis**, titulado: **Influencia del sustrato en propagación sexual de *Cinchona officinalis* L. en Jaén.**

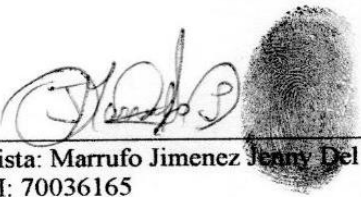
El mismo que presento para optar el: Título Profesional.

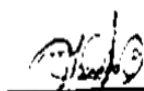
1. El **informe final de tesis**, no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
2. El **informe final de tesis**, presentado, no atenta contra derechos de terceros.
3. El **informe final de tesis**, no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados ni copiados.

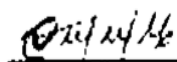
Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del informe final de tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del **informe final de tesis**.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el informe final de tesis, haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 06 de junio de 2022


Tesisista: Marrufo Jimenez Jenny Del Milagro
DNI: 70036165







FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Mejía Córdova Leslie Lizbeth, con DNI N° 76748290, bachiller de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén; **declaro bajo juramento que:** Soy autora del **informe final de tesis**, titulado: **Influencia del sustrato en propagación sexual de *Cinchona officinalis* L. en Jaén.**

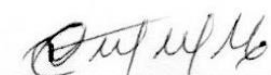
El mismo que presento para optar el: Título Profesional.

1. El **informe final de tesis**, no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
2. El **informe final de tesis**, presentado, no atenta contra derechos de terceros.
3. El **informe final de tesis**, no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del **informe final de tesis**, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del **informe final de tesis**.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el **informe final de tesis**, haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 06 de junio de 2022



Tesista: Mejía Córdova Leslie Lizbeth
DNI:76748290

