

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE FORESTAL Y**  
**AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE CINCO SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN Y  
CRECIMIENTO INICIAL DE *Cinchona officinalis*, (CASCARILLA)  
EN VIVERO FORESTAL DE LA AGENCIA AGRARIA, JAÉN.**

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

**Autores** : Bach. Cerna Chocán, Deysi Maribel  
: Bach. Colunche Zúñiga, Sandra Isabel

**Asesor** : M.Sc. Mario Ruíz Ramos

**JAÉN – PERÚ, JUNIO, 2023**

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DE CINCO SUSTRATOS\_V1  
.pdf**

AUTOR

**Deysi Maribel Cerna Chocán**

RECuento DE PALABRAS

**10596 Words**

RECuento DE CARACTERES

**44595 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**56 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 24, 2023 10:14 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 24, 2023 10:14 PM GMT-5****● 13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 29 de diciembre del año 2022, siendo las 09:00 horas, se reunieron de manera presencial, los integrantes del Jurado:

Presidente: Ph.D. Wilfredo Ruiz Camacho
Secretario: Mg. María Marleni Torres Cruz
Vocal: Mg. Yuniko Sumiyo Murillo Domén para evaluar la Sustentación del:

- ( ) Informe de Plan de Trabajo de Investigación
(x) informe Final de Tesis
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado " evaluación de cinco sustratos en la germinación y crecimiento inicial de cinchona officinalis, (casañilla) en el vivero forestal de la Agencia Agraria, Jaén presentado por Deysi Maibel Cerna Chocón y Sandra Isabel Colunche Zúñiga, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:
(x) Aprobar ( ) Desaprobar (x) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- a) Excelente 18, 19, 20 ( )
b) Muy bueno 16, 17 ( )
c) Bueno 14, 15 ( )
d) Regular 13 (TRECE)
e) Desaprobado 12 ó menos ( )

Siendo las 09:55 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmado su participación con la suscripción de la presente.

Secretary signature
Secretario de Jurado Evaluador

President signature
Presidente de Jurado Evaluador

Vocal signature
Vocal de Jurado Evaluador

## ÍDICE

RESUMEN .....	VI
ABSTRACT .....	VII
I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. OBJETIVOS .....	9
2.1. Objetivo General .....	9
2.2. Objetivos Específicos .....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
3.1. Ubicación geográfica .....	10
3.2. Población, muestra y muestreo .....	11
3.3. Materiales biológicos y de campo .....	11
3.3.1. Materiales .....	11
3.3.2. Insumos .....	12
3.3.3. Equipos y programas .....	12
3.4. Metodología .....	12
3.5. Análisis de datos .....	15
IV. RESULTADOS .....	16
4.1. Porcentaje de germinación de semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L. (cascarilla) .....	16
4.2. Altura de plántulas .....	17
4.3. Diámetro al cuello de la raíz de las plántulas (mm) .....	19
V. DISCUSIONES .....	21
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	22
6.1. Conclusiones .....	22
6.2. Recomendaciones .....	22
VII. REFERENCIAS .....	24
VIII. ANEXOS .....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Proporcionalidad de los sustratos</i> .....	14
<b>Tabla 2</b> <i>Diseño experimental - Croquis</i> .....	15
<b>Tabla 3</b> <i>Prueba de Duncan al 5 % de probabilidades para el porcentaje de germinación (%) de semillas</i> .....	16
<b>Tabla 4</b> <i>Prueba de Duncan al 5 % de probabilidades para la altura de plántulas (cm)</i> ..	17
<b>Tabla 5</b> <i>Prueba de Duncan al 5 % de probabilidades para el diámetro del tallo (mm)</i> ..	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Mapa de ubicación del área de estudio.</i>	10
<b>Figura 2</b>	<i>Porcentaje de germinación de semillas almacenadas.</i>	16
<b>Figura 3</b>	<i>Altura promedio de plántulas.</i>	18
<b>Figura 4</b>	<i>Diámetro al cuello de la raíz de plántulas de <i>Cinchona officinalis</i> L. (mm).</i>	19
<b>Figura 5</b>	<i>Armado del diseño experimental en el vivero de la Agencia Agraria de Jaén.</i>	50
<b>Figura 6</b>	<i>Obtención de sustratos.</i>	50
<b>Figura 7</b>	<i>Zarandeo de los sustratos para la eliminación de impurezas.</i>	50
<b>Figura 8</b>	<i>Preparación de los sustratos de acuerdo a las proporciones que se utilizaron en los tratamientos.</i>	50
<b>Figura 9</b>	<i>Desinfección de los sustratos.</i>	51
<b>Figura 10</b>	<i>Protección y sombra con malla rachell y plástico transparente.</i>	51
<b>Figura 11</b>	<i>Siembra de la semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L. (cascarilla).</i>	52
<b>Figura 12</b>	<i>Riego, con una mochila de fumigar para no descubrir la semilla.</i>	52
<b>Figura 13</b>	<i>Se utilizó plástico para conservar la humedad.</i>	53
<b>Figura 14</b>	<i>Primeros días de germinación.</i>	53
<b>Figura 15</b>	<i>Acompañamiento y supervisión del asesor en la evaluación de germinación.</i>	55
<b>Figura 16</b>	<i>A dos meses después de haber germinado la semilla de cascarilla (<i>Cinchona officinalis</i> L.)</i>	55
<b>Figura 17</b>	<i>Conteo de plántulas con mondadientes.</i>	55
<b>Figura 18</b>	<i>Medición de altura desde el cuello de raíz hasta el ápice de la plántula utilizando una regla de 30 cm</i>	55
<b>Figura 19</b>	<i>Diámetro a cuello de raíz utilizando un vernier</i>	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Datos de germinación se semillas por fecha, bloque y tratamiento.....	28
<b>Anexo 2.</b> Porcentaje de germinación de semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L. (Cascarilla).	39
<b>Anexo 3.</b> Porcentaje de germinación de semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L. (Cascarilla).	40
<b>Anexo 4.</b> Análisis de variancia (ANVA) para la variable porcentaje de germinación (%) de semillas almacenadas. ....	40
<b>Anexo 5.</b> Registro de evaluación de crecimiento de altura y CAP (diámetro al cuello de la raíz).....	40
<b>Anexo 6.</b> Altura de planta (cm) de <i>Cinchona officinalis</i> L. (Cascarilla).....	47
<b>Anexo 7.</b> Análisis de variancia (ANVA) para la variable altura de plántulas (cm) de <i>Cinchona officinalis</i> L. (cascarilla). ....	47
<b>Anexo 8.</b> Diámetro al cuello de la raíz de plántula (mm) de <i>Cinchona officinalis</i> L. (Cascarilla).....	48
<b>Anexo 9.</b> Análisis de variancia (ANVA) para la variable diámetro al cuello de la raíz (mm) de plántulas de <i>Cinchona officinalis</i> L. (cascarilla). ....	48
<b>Anexo 10.</b> Panel fotográfico.....	49

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de cinco sustratos en la germinación y crecimiento inicial de *Cinchona officinalis* L. (cascarilla), se aplicó el diseño completamente al azar (DCA) de dos factores de 4 bloques por 5 tratamientos y 4 repeticiones, los análisis fueron obtenidos mediante la prueba de rango múltiple Duncan al 5 % de probabilidad para los tratamientos en estudio, los tratamientos en estudio son iguales estadísticamente, es decir no hubo efecto alguno de los sustratos en la germinación de semilla, por lo tanto son iguales en los cinco tratamientos, con cuatro repeticiones con un nivel de confianza del 95 %, Para el porcentaje de germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L. (cascarilla), se debe utilizar el tratamiento: T5, por permitirnos obtener un porcentaje de semillas germinadas (100 %). Para el crecimiento inicial de *Cinchona officinalis* (cascarilla), para las mejores características de las variables en estudio (altura de planta y diámetro del tallo) a nivel de vivero, según los análisis estadísticos realizados, nos ha demostrado que se puede utilizar también el tratamiento T3 y T4, por permitirnos obtener una altura de 1,92 cm y 0,23 mm respectivamente al cabo de 5 meses de almacenado.

**Palabras clave:** Germinación, *Cinchona officinalis*, sustrato, crecimiento.

## ABSTRACT

The objective of the investigation was to evaluate the effect of five substrates on the germination and initial growth of *Cinchona officinalis* L. (cascarilla), the completely randomized design (DCA) of two factors of 4 blocks for 5 treatments and 4 repetitions was applied, the analyzes were obtained using the Duncan multiple range test at 5 % probability for the treatments under study, the treatments under study are statistically the same, that is, there was no effect of the substrates on seed germination, therefore they are the same in the five treatments, with four repetitions with a confidence level of 95 %. For the percentage of germination of *Cinchona officinalis* L. (husk) seeds, the treatment should be used: T5, as it allows us to obtain a percentage of germinated seeds (100%). For the initial growth of *Cinchona officinalis* L. (husk), for the best characteristics of the variables under study (plant height and stem diameter) at the nursery level, according to the statistical analyzes carried out, it has shown us that the treatment can also be used. T3 and T4, for allowing us to obtain a height of 1.92 cm and 0.23 mm respectively after 5 months of storage.

**Keywords:** Germination, *Cinchona officinalis* L., substrate, growth.

## I. INTRODUCCIÓN

La cascarilla o también llamada quina es un árbol mediano de 16 metros de altura promedio, con un diámetro aproximado de 28 cm, es leñoso y ramificado, su corteza es de color gris de 0,5 cm de espesor su fruto es una cápsula oblonga, de 1 a 2 cm de largo, su hábitat son los bosques andinos de diferentes países de América del Sur con Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Peña, 2020).

La quina pertenece al género *Cinchona* y a la familia Rubiaceae, se distribuyen a lo largo de la zona tropical y ecuatorial de han sido la cordillera de los Andes, desde los 12 grados de latitud norte hasta los 20 grados de latitud sur. A lo largo de la historia en el contexto mundial muchas personas fallecieron debido a la enfermedad de la malaria, por tiempos remotos hubo una búsqueda incansable de un remedio eficaz encontrándose en la corteza de *Cinchona officinalis* L. (Montaño, 2016).

En otro contexto la deforestación es una de las principales causas de la pérdida de la diversidad biológica a nivel mundial, y el Perú no es la excepción entre el año 2021 y el 200 se perdieron 2636585 hectáreas de bosques en el Perú. Las regiones donde se ha identificado un mayor incremento de deforestación durante el 2020 han sido Ucayali, con un aumento del 23 %; Loreto con 17 % más y Madre de Dios, con un incremento de 11% con respecto al año 2029, indicó el Ministerio del Ambiente (Yvette, 2021).

La carente aplicación de la política forestal consistente respecto a la conservación y al manejo de los bosques en nuestro país ha permitido que este importante recurso se siga perdiendo y que los bosques nativos sigan siendo afectados por una irracional explotación de la maderera y por procesos de colonización desordenada con la consecuente ampliación de la frontera agrícola (Montaño, 2016).

Actualmente en los bosques montanos de Jaén, San Ignacio, San Jerónimo y Progreso, hábitats naturales del árbol de la quina, se han convertido en ecosistema amenazados por la colonización espontánea y la tala excesiva de los bosques y relictos naturales, con fines de cacao, plátano, frejol y desarrollar una ganadería extensiva (Jerez, 2017).

A partir del 2020, el incremento desmedido a causa del COVID-19, el género *Cinchona* fue utilizado para ayudar a mitigar este mal, las cifras de su depredación aún no están registradas, la preocupación de investigar y la forma de reproducirlo por diferentes métodos. Pero la baja tasa de germinación y las condiciones ambientales que estas necesitan para su desarrollo en lugares de gran altitud, emulando así un microclima y condiciones ambientales favorables para su desarrollo en la investigación.

Frente a esta problemática amerita ahunar esfuerzos y voluntades de todos los sectores y entidades públicas y privadas, gobiernos locales y regionales para coordinar su conservación y protección de nuestros recursos a fin de garantizar una adecuada calidad de vida a las generaciones futuras (Montaño, 2016).

Bajo esta perspectiva, y con el ánimo de aportar al conocimiento y conservación de la especie *Cinchona officinalis* L., se realizó la presente investigación: Evaluación de cinco sustratos en la germinación y crecimiento inicial de *Cinchona officinalis* L. (casarilla) en vivero forestal de la Agencia Agraria, Jaén. La misma que consistió en realizar mediante un diseño experimental en bloques de 4 por 5 tratamientos, donde se evaluó la germinación de las semillas, se evaluó el crecimiento el diámetro y finalmente se realizó la comparación mediante la prueba de DUNCAN se pudo determinar que tratamiento era mejor.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de cinco sustratos en la germinación y crecimiento inicial de *Cinchona officinalis* L. (casarilla), en la fase de almácigo, en el vivero de la agencia agraria- Jaén.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de los cinco sustratos (2:1:1), (3:2:1), (1:1:2), (3:3:1), (3:1:1), en la germinación y desarrollo inicial de *Cinchona officinalis* L. en la fase de almácigo.
- Evaluar el porcentaje de germinación y el crecimiento inicial de *Cinchona officinalis* L. en cada uno de los sustratos en estudio en la fase de almácigo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

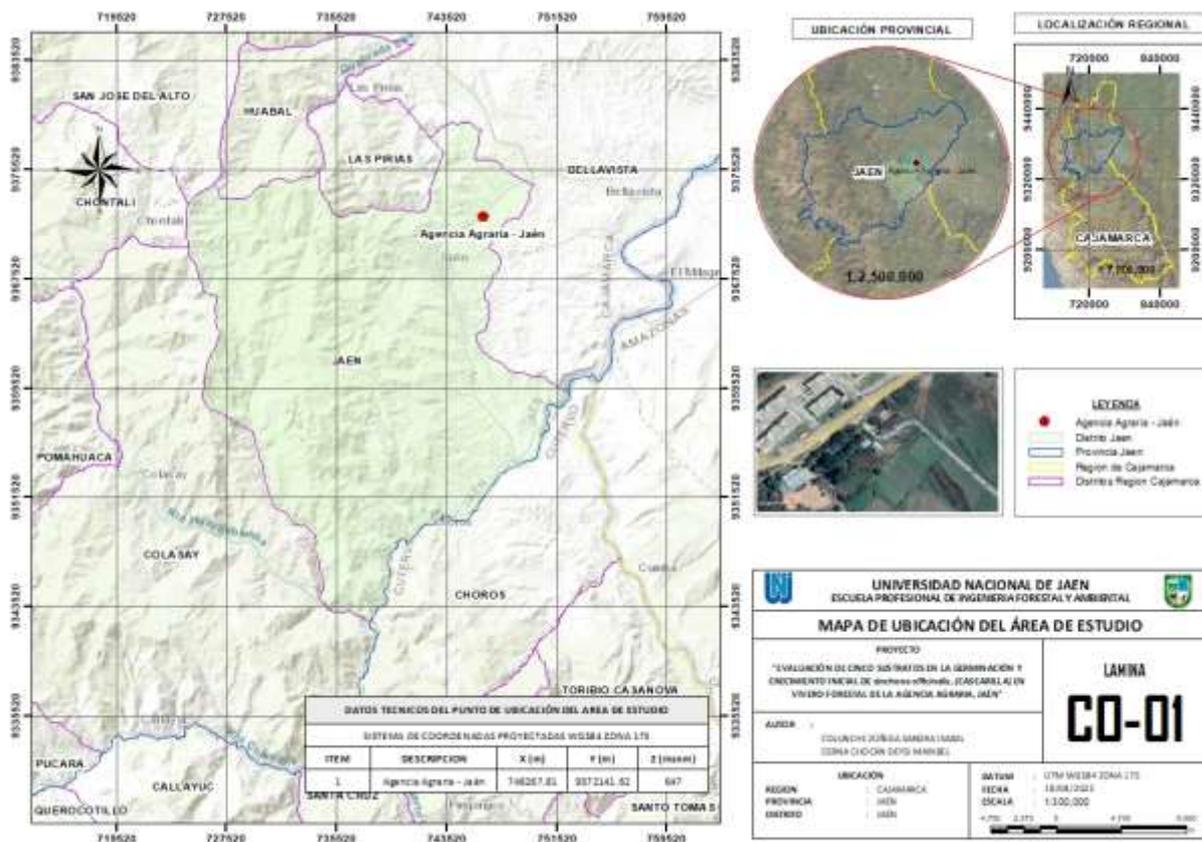
#### 3.1. Ubicación geográfica

La investigación se llevó a cabo en el vivero de la Agencia agraria Jaén- Sector Yanuyacu, ubicado en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, a 647 msnm, cuyas coordenadas son; Latitud: 746267.81 y Longitud: 9372141.62

Para llegar al vivero hay que tomar la carretera Jaén – San Ignacio hasta el Km 24. El recorrido toma 13 minutos en movilidad.

Figura 1

Mapa de ubicación del área de estudio



### **3.2.Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

De acuerdo a la norma ISTA (1993) La población para el presente estudio está conformada por 2500 semillas en todo el experimento, de la cual se obtendrá una muestra de 500 semillas, es decir 100 semillas por unidad experimental en 5 repeticiones o tratamientos.

#### **Muestra**

La muestra para el presente estudio está constituida por 500 semillas de acuerdo a la norma ISTA (1993), que serán sembradas un metro cuadrado de bloque, con una profundidad de sustrato de 15 cm y un distanciamiento de 30 cm entre unidades experimentales, donde se sembrarán 100 semillas por unidad experimental.

#### **Muestreo**

Para el presente trabajo de investigación el muestreo se realizará en las unidades experimentales establecidas en el Vivero forestal de la agencia agraria de Jaén. Donde se evaluará la germinación y el crecimiento inicial de la Cascarilla (*Cinchona officinalis* L). En cinco sustratos de diferentes proporciones (3:1:1), (2:1:1), (1:1:1), (3:2:1), (3:3:1).

### **3.3. Materiales biológicos y de campo**

#### **3.3.1. Materiales**

- Balde de 20 L.
- Carretilla
- Sacos o costales
- Malla rashell
- Zaranda
- Machete
- Zapapico
- Palana
- USB

- Papel bond
- Lapiceros y lápiz
- Regla metálica
- Manguera
- Libreta de apuntes
- Tablas de madera
- Estacas de madera
- Nailon
- Costales
- Letreros

### **3.3.2. Insumos**

- Turba
- Tierra agrícola
- Arena
- Hojarasca
- Compost
- Semilla de cascarilla
- Sustratos (Compost)
- Semillas de Chinchona
- Furadan (fungicida)

### **3.3.3. Equipos y programas**

- Laptop
- SAS
- Cámara fotográfica
- GPS

### **3.4. Metodología**

En la presente investigación se utilizó la metodología propuesta por (Jerez, 2017).

**a. Selección de las semillas**

Las semillas de *Cinchona officinalis* L. para el estudio (200 gr) se compró del Ministerio De Agricultura De Cajamarca, siendo seleccionadas con el fin de obtener semillas en capacidad de germinar, eliminando las semillas vanas.

**b. Tratamiento pregerminativo.**

Antes de ser realizar el almácigo las semillas de *Cinchona officinalis* L., se remojó en agua por 24 horas y luego se cambió el agua, procedimiento que se realizó por 5 días consecutivos, para eliminar los alcaloides de la semilla que afecten en la germinación.

**c. Desinfección de semillas**

Antes de almacigar las semillas fueron desinfectadas en solución de 2 cc de vitavax/l de agua. Por un lapso de 24 horas. Que luego fueron almacigadas.

**d. Preparación de sustratos**

Los sustratos se prepararon de acuerdo a las proporciones en que se utilizaron para el estudio, por ello primero se zarandó cada suelo para eliminar impurezas. En una zaranda de malla 3/8. Luego se preparó el sustrato de proporción (3:1:1) que consiste en agregar 3 carretillas de turba, 1 carretilla de tierra agrícola y 1 carretilla de arena. Así mismo el sustrato de proporción (2:2:1) que es la mezcla de 2 carretillas de turba, dos carretillas de hojarasca, y una carretilla de arena, en tanto el sustrato (1:1:1) consiste en la mezcla de 1 carretilla de turba, 1 carretilla de tierra agrícola y 1 carretilla de arena. El sustrato de proporción (3:2:1), consiste en la mezcla de 3 carretillas de tierra de plantación de cascarilla, 2 carretillas de tierra agrícola y 1 carretilla de arena. Por último, se preparó el sustrato (3:3:1) consiste en la mezcla de 3 carretillas de hojarasca, 3 carretillas de compost y 1 carretilla de arena.

Los sustratos fueron desinfectados con fungicida CUPRAVIT, de 30 gr./18 litros de agua. Estas fueron colocadas en sustrato en las camas almacigueras acondicionadas de acuerdo al diseño estadístico, para luego ser humedecido con regadora.

**Tabla 1**

*Proporcionalidad de los sustratos.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Proporción</b>
T1 (Testigo)	Turba, Tierra Agrícola y Arena	3:1:1
T2	Turba + Hojarasca + Arena	2:2:1
T3	Turba + Tierra Agrícola + arena	1:1:1
T4	Tierra de plantación de cascarilla + Tierra Agrícola + Arena	3:2:1
T5	Hojarasca + compost + arena	3:3:1

**e. Almacigado o siembra de semillas**

Previo al almacigado cada unidad experimental fueron divididas en cuadrados de 10 cm x 10 cm en todo el metro cuadrado, en el vértice de cada cuadrado se sembró los embriones hasta haber distribuido las 100 semillas.

**f. Labores culturales**

El riego, se realizó en horas de la mañana 7 a.m. y si fuera necesario en horas de la tarde 4 p.m. empleando una mochila de fumigar para no descubrir las semillas.

El control de malezas se realizó manualmente evitando así la competencia por nutrientes en el momento que emerja la semilla.

La protección y sombra, se tinglará con malla rachell y plástico transparente, para tener entrada de luz a un 30 % hasta que inicie la germinación, luego se manejó la entrada horas luz (Jerez, 2017)

Después de realizada la siembra se procedió hacer los rótulos en madera, para identificar los tratamientos y sus respectivas repeticiones.

### 3.5. Análisis de datos

#### a. Diseño experimental

**Tabla 2**

*Diseño experimental - Croquis*

	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
1 metro	T1	T3	T4	T2
1 metro	T4	T5	T3	T1
1 metro	T2	T1	T5	T4
1 metro	T3	T2	T1	T5
1 metro	T5	T4	T2	T3
	1 metro	1 metro	1 metro	1 metro

#### b. Análisis estadísticos

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. Una vez obtenidos los datos fueron analizados mediante la prueba de rango múltiple Duncan al 5% de probabilidad para los tratamientos en estudio, con el análisis de variancia (ANVA) de los tratamientos en estudio; y la prueba de comparación medias de significación de estadística de Duncan para determinar el mejor tratamiento, de acuerdo a los objetivos y las hipótesis planteadas.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Porcentaje de germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L. (cascarilla).

**Tabla 3**

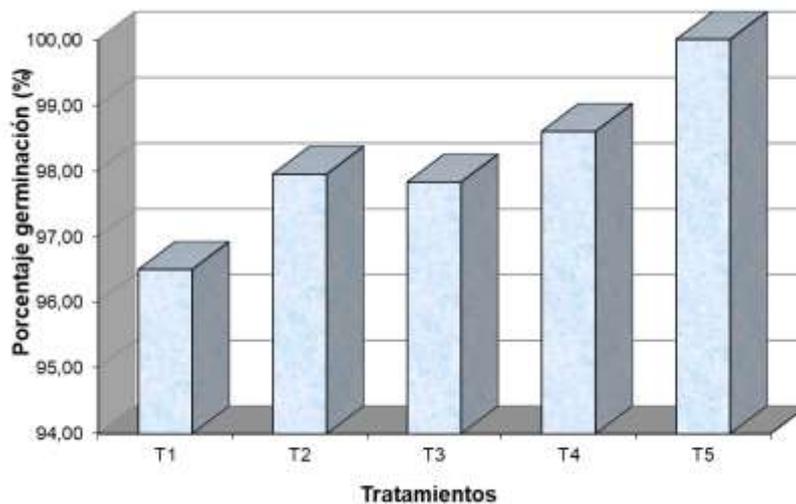
*Prueba de Duncan al 5 % de probabilidades para el porcentaje de germinación (%) de semillas.*

[Datos transformados con  $Y = (X)^{1/2}$ ]

Orden de mérito	Tratamiento	Porcentaje de germinación de semillas (%)	Significación
I	T5	10,00 (100,00)	A
II	T4	9,86 (98,60)	A
III	T2	9,80 (98,00)	A
IV	T3	9,78 (97,80)	A
V	T1	9,65 (96,50)	A

**Figura 2**

*Porcentaje de germinación de semillas almacigadas*



La tabla 4 y la figura 2, al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad para los tratamientos en estudio, observamos que todos son iguales estadísticamente, es decir no hubo efecto alguno de los sustratos en la germinación de semillas de especie *Cinchona officinalis* L. (casarilla), por ende se acepta la Hipótesis Nula  $H_0$ : las medias del análisis de variación de germinación y el desarrollo inicial de *Cinchona officinalis* L. , son igual en los cinco tratamientos y cuatro repeticiones con un nivel de confianza del 95 %.

Por lo tanto, diremos, desde el punto de vista estadístico, para tener una buena germinación de semilla de *Cinchona officinalis* L, se puede utilizar cualquiera de los cinco sustratos: T1, T2, T3, T4, T5, recomendándose el uso del tratamiento T1, por ser el más común y existe en la zona.

#### 4.2. Altura de plántulas.

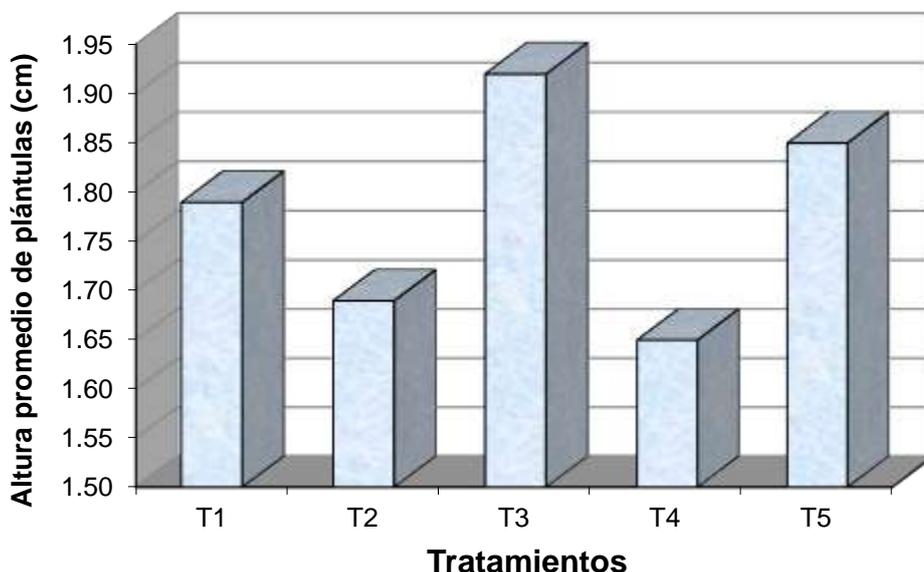
**Tabla 4**

*Prueba de Duncan al 5 % de probabilidades para la altura de plántulas (cm).*

Orden de Mérito	Tratamiento	Altura promedio de plántulas (cm)	Significación
I	T3	1,92	A
II	T5	1,85	A
III	T1	1,79	A
IV	T2	1,69	A
V	T4	1,65	A

**Figura 3**

*Altura promedio de plántulas.*



De la tabla 5 y figura 3, al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad para los tratamientos en estudio nos da como resultado que los cinco tratamientos estudiados son iguales estadísticamente en altura de planta (cm), es decir no da lo mismos al utilizar cualquiera de los cinco sustratos para el almacigo de plantas en vivero.

Por lo tanto, este procedimiento estadístico, nos indica que al comparar la aplicación de los cinco tipos de sustrato durante el crecimiento de plantas no tuvo efecto en la altura de plantas de la cascarilla, sugiriéndonos que se puede usar el tratamiento testigo T1: (Testigo): Turba + Tierra Agrícola y Arena (3:1:1) para el almacigado de la cascarilla por ser el más común, por lo que se acepta la Hipótesis Nula  $H_0$ : Las medias en el análisis de la valoración de la germinación y el desarrollo inicial de la *Cinchona officinalis* L. son iguales en los cinco tratamientos, con cuatro repeticiones con un nivel de confianza del 95 % y se rechaza la Hipótesis alterna  $H_1$ : Las medias en el análisis de la valoración de la germinación y el desarrollo inicial de la *Cinchona officinalis* L. no son iguales en los cinco tratamientos, con cuatro repeticiones con un nivel de confianza del 95 %.

### 4.3. Diámetro al cuello de la raíz de las plántulas (mm).

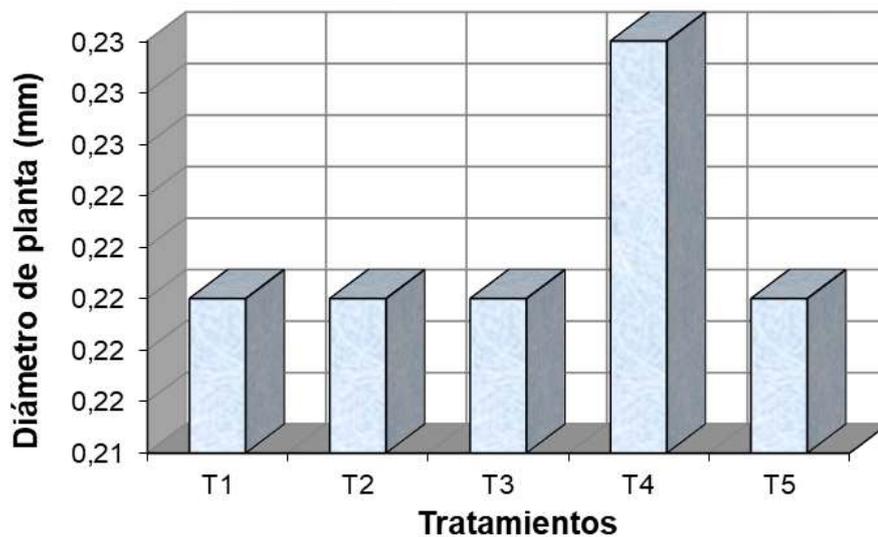
Tabla 5

Prueba de Duncan al 5% de probabilidades para el diámetro del tallo (mm).

Orden de Mérito	Tratamiento	Diámetro promedio al cuello de la raíz de las plántulas (mm)	Significación
I	T4	0,23	A
II	T5	0,22	A
III	T2	0,22	A
IV	T3	0,22	A
V	T1	0,22	A

Figura 4

Diámetro al cuello de la raíz de plántulas de *Cinchona officinalis* L. (mm)



De la Tabla 6 y Figura 4, correspondiente a la prueba de Duncan al 5% de probabilidades para los tratamientos en estudio, también nos confirma que los cinco tratamientos estudiados son iguales estadísticamente en diámetro de tallos de plantas (mm), es decir es indiferente utilizar cualquiera de los cinco sustratos para el almacigado de semillas de cascarilla en vivero, no hay diferencia reales entre los promedios de diámetro al cuello de la raíz de las plántulas, debido que los cinco sustratos estudiados tienen buena materia orgánica, lo cual ambos sustratos favorecen en el crecimiento homogéneo de los diámetros al cuello de la raíz de las plántulas, pero numéricamente el Tratamiento T4, está ocupando el primero orden de mérito, en mayor diámetro al cuello de la raíz de las plántulas al registrar 0.23 mm.

Por lo tanto, se puede decir que esta prueba estadística, nos confirma que al comparar la aplicación de los cinco tipos de sustrato durante el crecimiento inicial de *Cinchona officinalis* L. de diámetro al cuello de la raíz de las plántulas de Cascarilla, no tuvieron efecto, indicándonos que se puede utilizar cualquiera de los cinco sustratos estudiados, recomendándose usar el tratamiento testigo T1, por ser el más común y se encuentra en la zona por lo general.

## V. DISCUSIONES

Esta investigación tiene una similitud a la investigación realizada por Montaña (2016), quien investigó sobre Propagación in vivo de *Cinchona officinalis* L., a partir de material vegetal sexual y asexual, con fines de conservación de la especie. Obteniendo como resultado que la germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L., el más alto porcentaje de germinación corresponde a su tratamiento T3 (1:1:2) y T4 (testigo turba) con un 71,67 % y 83,33 %, un porcentaje relativamente bajo del 20 % presentó el T5 (testigo tierra); el T1 (1:1:1) y T2 (2:1:1) presentó un porcentaje del 46,67 %; y 43,33 % relativamente. En esta investigación se obtuvo 100 % de germinación de *Cinchona officinalis* L., correspondiéndole al tratamiento (T5) (3:3:1), constituido por 3 carretillas de hojarasca, 3 carretilla de compost y 1 carretilla de arena.

Jerez (2017) en su investigación de propagación sexual y asexual de la cascarilla (*Cinchona officinales* L.), que lo realizó en un periodo de 90 días, obtuvo como resultado satisfactorio en los T1 y T2, con el 61 % y 67 % respectivamente. El inicio promedio de germinación fue a los 25 días. Tiene mucha relación con los resultados encontrados en esta investigación, que se realizó en 19 días en que germinaron las semillas, las cuales estaban acondicionadas en temperatura, humedad y luz.

En la investigación de Rodríguez Barrutia, Barrutia Barreto y Marín Velásquez (2020) establecieron un diseño experimental en bloques utilizando tres sustratos y tres réplicas de 2 kg cada una, cada réplica con 100 semillas, haciendo un total de 300 semillas. El lapso de conteo de las plántulas fue entre 13 y 60 días, se midió la altura de las mismas al final del estudio. Se realizó análisis de varianza no paramétrica con  $\alpha = 0,05$  para establecer la influencia del suelo sobre el porcentaje de germinación. En la tesis realizada, se utilizó un diseño similar al de Rodríguez, siendo 5 sustratos con 4 réplicas, donde fueron sembradas 100 semillas por réplica por un total de 2500 semillas en todo el diseño experimental evaluándose la germinación por 3 meses y la altura y diámetro de plántula a los 5 meses, se obtuvo como resultado estadísticamente que todos los tratamientos son iguales.

En la investigación de Vásquez Castañeda, Lápiz Sabaleta, Barboza Hernández, Vásquez Meza, y Quispe Sánchez (2018) se comparó ocho tipos de sustratos en la propagación sexual y asexual de *Cinchona officinalis* L. en la propagación sexual se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas, obteniendo, que el T6 (35 % de hojarasca + 35 % de suelo

franco arenoso + 20 % de tierra orgánica y 10 % de arena) alcanzo el mayor porcentaje de germinación con un 30%, alcanzando a los 60 días una altura de 4.2 cm por plántula. Mientras que; en la propagación asexual se realizó: ensayos de enraizamiento de estacas, evaluando el número de brotes, número de raíces, longitud de raíces por estaca; alcanzando el T6 el mayor número de brotes por estaca con 3 brotes; con una longitud de raíces de 4 cm por estaca plantada. Se asimila a la presente investigación, porque en 3 meses de evaluación se obtuvo en el tratamiento (T5) el 100 % de germinación de *Cinchona officinalis* L, y con mayor altura en el tratamiento (T3) con 1.92 cm.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- La investigación ha permitido evaluar el porcentaje de germinación y el crecimiento inicial de *Cinchona officinalis* L. (cascarilla), en la fase de almácigo en vivero el cual servirá como información para futuras investigaciones.
- De la investigación realizada podemos indicar que las semillas de *Cinchona officinalis* L. pueden germinar manteniendo las condiciones similares a las de su hábitat (temperatura y humedad); también el suelo donde germinó la mayor cantidad de semillas fue el de textura franco-arenosa.
- Además, estadísticamente el tipo de suelo tiene influencia significativa sobre el porcentaje de germinación.
- Sobre el tiempo promedio de germinación no se observó diferencias significativas entre los cinco tratamientos. Se obtuvo mayor germinación en el T5 (hojarasca, compost, arena) en 19 días durante tres meses, la mayor altura de plántulas se obtuvo en el T3 (turba, tierra agrícola, arena) con un 1,92 cm. El mayor diámetro al cuello e la raíz de plántulas se obtuvo en el T4 (tierra de plantación de cascarilla, tierra agrícola, arena) con 0,23 mm.

### 6.2. Recomendaciones

- De esta experiencia se recomienda que las investigaciones se basen en medir la influencia de la humedad y la temperatura en la germinación de *Cinchona officinalis* L. debido a que los resultados obtenidos muestran que los sustratos no influyen significativamente en la germinación de *Cinchona officinalis* L.

- Estos trabajos de investigación deben tener continuidad en su evaluación en campo definitivo donde se evalúe el tema de supervivencia en relación a la plantación de la quina.
- A la Universidad para que propicie eventos en mejoras a la calidad para mantener la sostenibilidad y sustentabilidad de la quina por ser una planta en peligro de extinción.
- Realizar un censo de los lugares donde se encuentra *Cinchona officinalis* L. y sensibilizar a los pobladores en su propagación, aprovechamiento sostenible y protección para evitar su extinción.

## VII. REFERENCIAS

- Atoche, a. A. (2019). *Evaluación de crecimiento de plántulas de Cedrela odorata y grevilla robusta en diferentes sustratos durante su fase de propagación*. Tesis de Pregrado, Lima, Perú.
- Blas Rodriguez, N. (2022). *Quina: auge y extinción en el Perú*. Perú: Conexiones Ambientales. Recuperado el 16 de junio de 2022, de <https://conexionambiental.pe/quina-auge-y-extincion-en-el-peru/>
- Caba, A. A. (2013). *Evaluación de crecimiento de plántulas de Cedrela odorata y grevilla robusta en diferentes sustratos durante su fase de propagación*. Tesis de Pregrado, Lima.
- Campos Torres, O. I. (2018). *Reguladores de Crecimiento y Medios de Cultivo en la Micropropagación de Chinchona pubescens Vahl "Cascaquilla"*. Cajamarca. Perú: Universidad Nacional de Jaén. Obtenido de <https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00>
- El Comercio. (28 de Febrero de 2020). La quina, el árbol en peligro de extinción que podría proveer el fármaco para luchar contra el coronavirus. *El Comercio*. Recuperado el 13 de Marzo de 2022, de <https://peru21.pe/ciencia/coronavirus-la-quina-el-arbol-en-peligro-de-extincion-que-podria-proveer-el-farmaco-para-luchar-contra-el-coronavirus-quina-extincion-quinina-noticia/>
- Eras Guamán, V. H., José Antonio Moreno Serrano, J. A., Minchala Patiño, J. E., Yaguana Arévalo, M., Gabriel Sinche Freire, M., & Valarezo Ortega, C. O. (2019). *Estructura composición florística y fisiológica reproductiva de Cinchona officinalis L. en la provincia de Loja*. Revista de información, Loja, Ecuador. Recuperado el 13 de Mayo de 2022, de <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ESTRUCTURA%20COMPOSICIO%CC%81N%20FLORI%CC%81STICA%20Y%20FISIOLOGI%CC%81A%20REPRODUCTIVA%20DE%20Cinchona%20o%EF%AC%83cinalis.pdf>
- Hernandez, Fernandez, & Baptista. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Jerez, b. E. (2017). *Propagación sexual y asexual de la cascaquilla (Cinchona officinalis L.), con fines de potencial reproductivo en el vivero catiglata del consejo provincial de Tungurahua*. Tesis de Pregrado, Riobamba, Ecuador.
- Lerggios, J. A. (2005). *Instituto nacional de Defensa Civil (INDECI)*. Perú: INDECI. Recuperado el 15 de Abril de 2022, de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_cajamarca/jaen/jaen.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_cajamarca/jaen/jaen.pdf)

- Lopera Gil, P. P. (2005). *El milagro de las plantas: aplicaciones medicinales y orofaríngeas*. Tesis de Pregrado, Bogota, Colombia. Obtenido de Lopera Gil, P. P., Muñoz Franco, L. C., y Ochoa Palacios, F. (2005). *El milagro de las plantas: aplicaciones medicinales y* [orohttps://books.google.com.pe/books?id=ss3tcgKqh\\_UC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=ss3tcgKqh_UC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false)
- Montaño, 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*. Tesis de pregrado, Loja, Ecuador.
- Peña, C. (8 de Enero de 2020). Investigación y conservación de la cascarilla: 'planta nacional' de Ecuador. *Universidad Técnica Particular de Loja*. Obtenido de <https://noticias.utpl.edu.ec/investigacion-y-conservacion-de-la-cascarilla-planta-nacional-de-ecuador>
- Reyes Áviles, I., & Gutierrez Chaparro, J. (2010). *Los servicios ambientales de de la arborización urbana*. Toluca, México.
- Rodríguez Barrutia, R. R. (2020). *Germinación de semillas de Cinchona officinalis L. en tres tipos de suelos de Cajamarca*. Tesis de Pregrado, Lima, Perú.
- Vásquez Castañeda, J. H. (28 de Noviembre de 2018). Comparación de sustratos en la propagación sexual y asexual del árbol de la quina (*Cinchona officinalis*). *Revista de Investigación agroproducción sustentable*, 407 - 1612. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/407-1612-1-PB.pdf>
- Yvette, S. P. (7 de Octubre de 2021). Perú alcanza cifra de deforestación más alta en los últimos 20 años. *MONGABAY*. Obtenido de <https://www.google.com/url?q=https://es.mongabay.com/2021/10/peru-aumenta-deforestacion-cifras-bosques/&source=gmail&ust=1672425441429000&usg=AOvVaw060naCFSQHM061HkNVHjY2>
- Zárate, d. G. (2019). *Identificación y selección de árboles semilleros de Cinchona officinalis L. (quina) en el distrito de Querocoto, Chota – Cajamarca*. Tesis de Pregrado, Universidad, Cajamarca, Perú.
- Zevallos Pollito, P. A. (1989). Taxonomía, distribución geográfica y status del Género Cinchona en el Perú. *Centro de datos para la conservación*, 12, 13. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/266558941\\_Taxonomia\\_distribucion\\_geografica\\_y\\_status\\_del\\_genero\\_Cinchona\\_en\\_el\\_Peru](https://www.researchgate.net/publication/266558941_Taxonomia_distribucion_geografica_y_status_del_genero_Cinchona_en_el_Peru)

## **DEDICATORIA**

A mi familia por haberme otorgado su apoyo incondicional, su tiempo y comprensión durante todos, estos años de formación académica, pues son la razón más grande para el cumplimiento de mis metas. Que a pesar de todos los inconvenientes siempre me apoyaron, y me dieron ánimo para seguir con este proyecto.

**Deysi.**

Esta tesis se la dedico principalmente a Dios por guiarme por el buen camino y darme fuerzas para seguir adelante y obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

A mis hermanos, por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

**Sandra.**

## **AGRADECIMIENTO**

Antes de todo le doy gracias a Dios por haberme dado vida, salud, sabiduría y paciencia. Y permitirme llegar hasta este punto de mi vida y cumplir una de las tantas metas a lograr. Que a pesar de los obstáculos que haya pasado, siempre me guiaste para ser un buen ser humano.

A mis padres, por su comprensión y apoyo en todo momento, que con sacrificio diario lograron darme el estudio, algo que ellos no pudieron tener, aun así, hicieron lo mejor para apoyarme. Que a pesar de los obstáculos que haya tenido durante mi carrera universitaria, siempre estuvieron ahí brindándome su apoyo incondicional.

A nuestro asesor el M.Sc. Mario Ruíz Ramos, por su gran capacidad para compartir sus conocimientos, experiencia y por haber tenido tanta paciencia para guiarnos durante el desarrollo de la tesis.

Y gracias a mis compañeros de aula que estuvieron dándonos ánimo, a seguir en este proceso, que no ha sido fácil, pero tampoco imposible; pues con la motivación brindada hemos logrado un paso más para nuestras vidas.

**Deysi.**

Siempre agradecida con Dios por haberme permitido culminar mis estudios y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades.

A mi familia, especialmente a mis padres, mis hermanos por su apoyo incondicional.

Agradezco a los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, que compartieron sus valiosas experiencias y conocimientos para mi formación.

Mi agradecimiento al M.Sc. Mario Ruíz Ramos por su apoyo como asesor en la ejecución del presente trabajo de investigación.

**Sandra.**

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1.** Datos de germinación de semillas por fecha, bloque y tratamiento.

FECHA	BLOQUE/ TRATAMIENTO	N° DE SEMILLAS ALMACIGADAS	N° DE SEMILLAS GERMINADAS	% DE GERMINACION	
9/09/2021	BLOQUE 1	T1 (3:1:1)	100	12	0.12
		T2 (2:2:1)	100	21	0.21
		T3 (1:1:1)	100	10	0.1
		T4 (3:2:1)	100	25	0.25
		T5 (3:3:1)	100	28	0.28
	BLOQUE 2	T1 (3:1:1)	100	18	0.18
		T2 (2:2:1)	100	25	0.25
		T3 (1:1:1)	100	19	0.19
		T4 (3:2:1)	100	32	0.32
		T5 (3:3:1)	100	35	0.35
	BLOQUE 3	T1 (3:1:1)	100	26	0.26
		T2 (2:2:1)	100	22	0.22
		T3 (1:1:1)	100	15	0.15
		T4 (3:2:1)	100	30	0.3
		T5 (3:3:1)	100	28	0.28
	BLOQUE 4	T1 (3:1:1)	100	25	0.25
		T2 (2:2:1)	100	22	0.22
		T3 (1:1:1)	100	20	0.2
		T4 (3:2:1)	100	23	0.23
		T5 (3:3:1)	100	30	0.3
14/09/2021	BLOQUE 1	T1 (3:1:1)	100	20	0.2
		T2 (2:2:1)	100	28	0.28
		T3 (1:1:1)	100	17	0.17
	BLOQUE 2	T4 (3:2:1)	100	30	0.3
		T5 (3:3:1)	100	34	0.34
		T1 (3:1:1)	100	25	0.25
		T2 (2:2:1)	100	33	0.33
		T3 (1:1:1)	100	24	0.24

		T4 (3:2:1)	100	37	0.37
		T5 (3:3:1)	100	38	0.38
		T1 (3:1:1)	100	31	0.31
		T2 (2:2:1)	100	30	0.3
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	27	0.27
		T4 (3:2:1)	100	25	0.25
		T5 (3:3:1)	100	35	0.35
		T1 (3:1:1)	100	32	0.32
		T2 (2:2:1)	100	27	0.27
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	28	0.28
		T4 (3:2:1)	100	30	0.3
		T5 (3:3:1)	100	37	0.37
		T1 (3:1:1)	100	25	0.25
		T2 (2:2:1)	100	32	0.32
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	25	0.25
		T4 (3:2:1)	100	38	0.38
		T5 (3:3:1)	100	40	0.4
		T1 (3:1:1)	100	32	0.32
		T2 (2:2:1)	100	40	0.4
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	32	0.32
		T4 (3:2:1)	100	42	0.42
		T5 (3:3:1)	100	38	0.38
<b>19/09/2021</b>		T1 (3:1:1)	100	35	0.35
		T2 (2:2:1)	100	38	0.38
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	36	0.36
		T4 (3:2:1)	100	36	0.36
		T5 (3:3:1)	100	45	0.45
		T1 (3:1:1)	100	44	0.44
		T2 (2:2:1)	100	35	0.35
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	36	0.36
		T4 (3:2:1)	100	40	0.4
		T5 (3:3:1)	100	45	0.45
<b>24/09/2021</b>	<b>BLOQUE 1</b>	T1 (3:1:1)	100	32	0.32
		T2 (2:2:1)	100	34	0.34

		T3 (1:1:1)	100	29	0.29
		T4 (3:2:1)	100	45	0.45
		T5 (3:3:1)	100	43	0.43
		T1 (3:1:1)	100	35	0.35
		T2 (2:2:1)	100	45	0.45
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	37	0.37
		T4 (3:2:1)	100	45	0.45
		T5 (3:3:1)	100	43	0.43
		T1 (3:1:1)	100	39	0.39
		T2 (2:2:1)	100	45	0.45
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	43	0.43
		T4 (3:2:1)	100	47	0.47
		T5 (3:3:1)	100	55	0.55
		T1 (3:1:1)	100	45	0.45
		T2 (2:2:1)	100	38	0.38
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	45	0.45
		T4 (3:2:1)	100	50	0.5
		T5 (3:3:1)	100	52	0.52
		T1 (3:1:1)	100	33	0.33
		T2 (2:2:1)	100	36	0.36
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	33	0.33
		T4 (3:2:1)	100	47	0.47
		T5 (3:3:1)	100	48	0.48
		T1 (3:1:1)	100	39	0.39
		T2 (2:2:1)	100	52	0.52
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	37	0.37
		T4 (3:2:1)	100	50	0.5
		T5 (3:3:1)	100	45	0.45
		T1 (3:1:1)	100	41	0.41
		T2 (2:2:1)	100	53	0.53
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	43	0.43
		T4 (3:2:1)	100	50	0.5
		T5 (3:3:1)	100	59	0.59
	<b>BLOQUE 4</b>	T1 (3:1:1)	100	55	0.55

29/09/2021

		T2 (2:2:1)	100	40	0.4
		T3 (1:1:1)	100	48	0.48
		T4 (3:2:1)	100	52	0.52
		T5 (3:3:1)	100	55	0.55
		T1 (3:1:1)	100	38	0.38
		T2 (2:2:1)	100	40	0.4
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	43	0.43
		T4 (3:2:1)	100	50	0.5
		T5 (3:3:1)	100	56	0.56
		T1 (3:1:1)	100	45	0.45
		T2 (2:2:1)	100	60	0.6
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	45	0.45
		T4 (3:2:1)	100	59	0.59
		T5 (3:3:1)	100	48	0.48
<b>4/10/2021</b>		T1 (3:1:1)	100	49	0.49
		T2 (2:2:1)	100	56	0.56
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	50	0.5
		T4 (3:2:1)	100	60	0.6
		T5 (3:3:1)	100	65	0.65
		T1 (3:1:1)	100	60	0.6
		T2 (2:2:1)	100	46	0.46
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	53	0.53
		T4 (3:2:1)	100	57	0.57
		T5 (3:3:1)	100	63	0.63
		T1 (3:1:1)	100	55	0.55
		T2 (2:2:1)	100	54	0.54
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	59	0.59
		T4 (3:2:1)	100	53	0.53
		T5 (3:3:1)	100	65	0.65
<b>9/10/2021</b>		T1 (3:1:1)	100	55	0.55
		T2 (2:2:1)	100	64	0.64
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	49	0.49
		T4 (3:2:1)	100	65	0.65
		T5 (3:3:1)	100	55	0.55

		T1 (3:1:1)	100	54	0.54
		T2 (2:2:1)	100	57	0.57
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	55	0.55
		T4 (3:2:1)	100	65	0.65
		T5 (3:3:1)	100	66	0.66
		T1 (3:1:1)	100	65	0.65
		T2 (2:2:1)	100	54	0.54
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	59	0.59
		T4 (3:2:1)	100	68	0.68
		T5 (3:3:1)	100	73	0.73
		T1 (3:1:1)	100	60	0.6
		T2 (2:2:1)	100	59	0.59
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	59	0.59
		T4 (3:2:1)	100	58	0.58
		T5 (3:3:1)	100	76	0.76
		T1 (3:1:1)	100	60	0.6
		T2 (2:2:1)	100	70	0.7
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	55	0.55
		T4 (3:2:1)	100	74	0.74
		T5 (3:3:1)	100	68	0.68
<b>14/10/2021</b>		T1 (3:1:1)	100	66	0.66
		T2 (2:2:1)	100	60	0.6
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	67	0.67
		T4 (3:2:1)	100	78	0.78
		T5 (3:3:1)	100	75	0.75
		T1 (3:1:1)	100	74	0.74
		T2 (2:2:1)	100	66	0.66
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	68	0.68
		T4 (3:2:1)	100	78	0.78
		T5 (3:3:1)	100	82	0.82
		T1 (3:1:1)	100	62	0.62
<b>19/10/2021</b>	<b>BLOQUE 1</b>	T2 (2:2:1)	100	64	0.64
		T3 (1:1:1)	100	60	0.6
		T4 (3:2:1)	100	62	0.62

		T5 (3:3:1)	100	77	0.77
		T1 (3:1:1)	100	63	0.63
		T2 (2:2:1)	100	73	0.73
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	59	0.59
		T4 (3:2:1)	100	77	0.77
		T5 (3:3:1)	100	73	0.73
		T1 (3:1:1)	100	67	0.67
		T2 (2:2:1)	100	65	0.65
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	68	0.68
		T4 (3:2:1)	100	80	0.8
		T5 (3:3:1)	100	85	0.85
		T1 (3:1:1)	100	75	0.75
		T2 (2:2:1)	100	69	0.69
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	73	0.73
		T4 (3:2:1)	100	80	0.8
		T5 (3:3:1)	100	83	0.83
		T1 (3:1:1)	100	65	0.65
		T2 (2:2:1)	100	66	0.66
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	60	0.6
		T4 (3:2:1)	100	63	0.63
		T5 (3:3:1)	100	78	0.78
		T1 (3:1:1)	100	65	0.65
		T2 (2:2:1)	100	75	0.75
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	65	0.65
		T4 (3:2:1)	100	80	0.8
		T5 (3:3:1)	100	75	0.75
		T1 (3:1:1)	100	69	0.69
		T2 (2:2:1)	100	70	0.7
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	69	0.69
		T4 (3:2:1)	100	83	0.83
		T5 (3:3:1)	100	88	0.88
		T1 (3:1:1)	100	75	0.75
	<b>BLOQUE 4</b>	T2 (2:2:1)	100	72	0.72
		T3 (1:1:1)	100	80	0.8

24/10/2021

		T4 (3:2:1)	100	82	0.82
		T5 (3:3:1)	100	88	0.88
		T1 (3:1:1)	100	67	0.67
		T2 (2:2:1)	100	70	0.7
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	66	0.66
		T4 (3:2:1)	100	67	0.67
		T5 (3:3:1)	100	82	0.82
		T1 (3:1:1)	100	75	0.75
		T2 (2:2:1)	100	88	0.88
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	75	0.75
		T4 (3:2:1)	100	88	0.88
		T5 (3:3:1)	100	86	0.86
<b>29/10/2021</b>		T1 (3:1:1)	100	75	0.75
		T2 (2:2:1)	100	79	0.79
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	80	0.8
		T4 (3:2:1)	100	81	0.81
		T5 (3:3:1)	100	95	0.95
		T1 (3:1:1)	100	86	0.86
		T2 (2:2:1)	100	84	0.84
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	89	0.89
		T4 (3:2:1)	100	95	0.95
		T5 (3:3:1)	100	96	0.96
		T1 (3:1:1)	100	75	0.75
		T2 (2:2:1)	100	77	0.77
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	80	0.8
		T4 (3:2:1)	100	78	0.78
		T5 (3:3:1)	100	96	0.96
		T1 (3:1:1)	100	88	0.88
<b>3/11/2021</b>		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	89	0.89
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	96	0.96
		T1 (3:1:1)	100	85	0.85
	<b>BLOQUE 3</b>	T2 (2:2:1)	100	89	0.89

		T3 (1:1:1)	100	90	0.9
		T4 (3:2:1)	100	94	0.94
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	95	0.95
		T2 (2:2:1)	100	95	0.95
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	97	0.97
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	78	0.78
		T2 (2:2:1)	100	80	0.8
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	82	0.82
		T4 (3:2:1)	100	81	0.81
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	90	0.9
		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	92	0.92
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	98	0.98
<b>8/11/2021</b>		T1 (3:1:1)	100	87	0.87
		T2 (2:2:1)	100	92	0.92
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	95	0.95
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	98	0.98
		T2 (2:2:1)	100	95	0.95
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	97	0.97
		T4 (3:2:1)	100	99	0.99
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	78	0.78
		T2 (2:2:1)	100	81	0.81
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	82	0.82
<b>13/11/2021</b>		T4 (3:2:1)	100	85	0.85
		T5 (3:3:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 2</b>	T1 (3:1:1)	100	93	0.93

		T2 (2:2:1)	100	100	1
		T3 (1:1:1)	100	96	0.96
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	88	0.88
		T2 (2:2:1)	100	92	0.92
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	95	0.95
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	98	0.98
		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	99	0.99
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	80	0.8
		T2 (2:2:1)	100	83	0.83
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	86	0.86
		T4 (3:2:1)	100	89	0.89
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	94	0.94
		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	92	0.92
		T2 (2:2:1)	100	92	0.92
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	97	0.97
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	98	0.98
		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	99	0.99
		T5 (3:3:1)	100	100	1

18/11/2021

		T1 (3:1:1)	100	82	0.82
		T2 (2:2:1)	100	88	0.88
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	89	0.89
		T4 (3:2:1)	100	89	0.89
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	98	0.98
		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
<b>23/11/2021</b>		T1 (3:1:1)	100	92	0.92
		T2 (2:2:1)	100	95	0.95
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	97	0.97
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	98	0.98
		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	99	0.99
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	82	0.82
		T2 (2:2:1)	100	88	0.88
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	89	0.89
		T4 (3:2:1)	100	89	0.89
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	100	1
		T2 (2:2:1)	100	100	1
<b>28/11/2021</b>	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	92	0.92
	<b>BLOQUE 3</b>	T2 (2:2:1)	100	95	0.95
		T3 (1:1:1)	100	97	0.97
		T4 (3:2:1)	100	100	1

		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	98	0.98
		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	99	0.99
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	82	0.82
		T2 (2:2:1)	100	88	0.88
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	89	0.89
		T4 (3:2:1)	100	90	0.9
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	100	1
		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 2</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
<b>3/12/2021</b>		T1 (3:1:1)	100	92	0.92
		T2 (2:2:1)	100	95	0.95
	<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	100	1
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	98	0.98
		T2 (2:2:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
		T4 (3:2:1)	100	99	0.99
		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	83	0.83
		T2 (2:2:1)	100	89	66
	<b>BLOQUE 1</b>	T3 (1:1:1)	100	89	0.89
		T4 (3:2:1)	100	90	0.9
<b>8/12/2021</b>		T5 (3:3:1)	100	100	1
		T1 (3:1:1)	100	100	1
	<b>BLOQUE 2</b>	T2 (2:2:1)	100	100	1
		T3 (1:1:1)	100	98	0.98

	T4 (3:2:1)	100	100	1
	T5 (3:3:1)	100	100	1
	T1 (3:1:1)	100	92	0.92
	T2 (2:2:1)	100	95	0.95
<b>BLOQUE 3</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
	T4 (3:2:1)	100	100	1
	T5 (3:3:1)	100	100	1
	T1 (3:1:1)	100	98	0.98
	T2 (2:2:1)	100	100	1
<b>BLOQUE 4</b>	T3 (1:1:1)	100	98	0.98
	T4 (3:2:1)	100	99	0.99
	T5 (3:3:1)	100	100	1

---

**Anexo 2.** Porcentaje de germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L. (Casarilla).

Repeticiones (j)	T r a t a m i e n t o s (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	83	89	89	90	100	
2	100	100	98	100	100	
3	92	95	98	100	100	
4	98	100	98	99	100	
Totales	373	384	383	389	400	1929
N° observación (n)	4	4	4	4	4	20
Promedio	93,25	96,00	95,75	97,25	100,00	96,45

**Anexo 3.** Porcentaje de germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L. (Cascarilla).

[Datos transformados con raíz cuadrada  $Y = (x)^{1/2}$  ]

Repeticiones (j)	T r a t a m i e n t o s (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	9,11	9,43	9,43	9,49	10	
2	10,00	10,00	9,90	10,00	10	
3	9,59	9,75	9,90	10,00	10	
4	9,90	10,00	9,90	9,95	10	
Totales	38,6	39,18	39,13	39,44	40	196,35
Nº observación (n)	4	4	4	4	4	20
Promedio	9,65	9,80	9,78	9,86	10,00	9,82

**Anexo 4.** Análisis de variancia (ANVA) para la variable porcentaje de germinación (%) de semillas almacigadas.

[Datos transformados con raíz cuadrada  $Y = (x)^{1/2}$ ]

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrados	Cuadrados medios	F cal	F tabular	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	0,260	0,065	0,93 ns	3,06	4,89
Error	15	1,049	0,070			
<b>Total</b>	19	1,309	-	-	-	-

**C.V. = 2,69%**

**Anexo 5.** Registro de evaluación de crecimiento de altura y CAP (diámetro al cuello de la raíz).

BLOQUE/ TRATAMIENTO	ALTURA (cm)	CAP (mm)	OBSERVACIONES
<b>T1 (3:1:1)</b>			
<b>BLOQUE 1</b>	1	2.8	0.22
	2	2	0.23
	3	2.2	0.21
	4	2.6	0.19
	5	3.6	0.22

6	3.2	0.2
7	2.5	0.21
8	0.5	0.24
9	1	0.22
10	0.5	0.22
<b>T2 (2:2:1)</b>		
1	1	0.23
2	1.5	0.22
3	2.5	0.21
4	0.8	0.22
5	1.5	0.19
6	0.7	0.2
7	2.8	0.23
8	2.7	0.23
9	1	0.22
10	3	0.23
<b>T3 (1:1:1)</b>		
1	2.3	0.22
2	1.8	0.23
3	0.9	0.21
4	3	0.19
5	2.5	0.22
6	1	0.2
7	9	0.21
8	1	0.24
9	0.5	0.22
10	2	0.23
<b>T4 (3:2:1)</b>		
1	2.2	0.23
2	1.3	0.22
3	0.8	0.21
4	1.2	0.22
5	2	0.19
6	0.6	0.2

	7	1	0.23
	8	2.6	0.23
	9	0.9	0.22
	10	1.6	0.23
	<b>T5 (3:3:1)</b>		
	1	0.5	0.21
	2	1	0.22
	3	2.2	0.23
	4	2.7	0.24
	5	1.7	0.23
	6	0.5	0.25
	7	1	0.2
	8	0.5	0.23
	9	2	0.22
	10	1	0.24
	<b>T1 (3:1:1)</b>		
	1	2.1	0.22
	2	2	0.23
	3	3.6	0.21
	4	1.9	0.19
	5	0.7	0.22
	6	0.9	0.2
	7	1	0.21
	8	1.7	0.24
<b>BLOQUE 2</b>	9	1	0.22
	10	0.5	0.22
	<b>T2 (2:2:1)</b>		
	1	2.8	0.23
	2	2	0.24
	3	2.1	0.21
	4	2.7	0.24
	5	3.6	0.24
	6	3.2	0.22
	7	2.5	0.2

8	1.5	0.24
9	1	0.23
10	0.6	0.22
<b>T3 (1:1:1)</b>		
1	2.2	0.21
2	1.5	0.22
3	0.8	0.23
4	1.2	0.24
5	2	0.23
6	0.6	0.25
7	1	0.2
8	3.6	0.23
9	0.9	0.22
10	1.6	0.24
<b>T4 (3:2:1)</b>		
1	0.4	0.19
2	1.3	0.23
3	2	0.23
4	2.6	0.22
5	3	0.21
6	2.8	0.24
7	1	0.25
8	1.6	0.22
9	0.6	0.23
10	0.9	0.24
<b>T5 (3:3:1)</b>		
1	2.8	0.23
2	2	0.24
3	2.2	0.21
4	2.6	0.24
5	3.6	0.24
6	2	0.22
7	2.5	0.2
8	0.5	0.24

	9	1	0.23
	10	1.5	0.22
	<b>T1 (3:1:1)</b>		
	1	3.2	0.19
	2	2.1	0.22
	3	0.7	0.2
	4	1.2	0.21
	5	2	0.23
	6	2.8	0.24
	7	3	0.22
	8	3.4	0.2
	9	1	0.22
	10	1	0.23
	<b>T2 (2:2:1)</b>		
	1	2.2	0.22
	2	1.3	0.23
	3	0.8	0.21
<b>BLOQUE 3</b>	4	1.7	0.19
	5	2	0.22
	6	1.8	0.2
	7	1	0.21
	8	2.6	0.24
	9	0.9	0.22
	10	1.6	0.23
	<b>T3 (1:1:1)</b>		
	1	0.6	0.19
	2	1.2	0.23
	3	1.5	0.23
	4	2.5	0.22
	5	3	0.21
	6	3.4	0.24
	7	2.8	0.25
	8	2.9	0.22
	9	1	0.23

	10	0.5	0.24
	<b>T4 (3:2:1)</b>		
	1	2.3	0.23
	2	1	0.24
	3	1.3	0.21
	4	1.6	0.24
	5	2.3	0.24
	6	0.4	0.22
	7	0.6	0.2
	8	2	0.24
	9	1.6	0.23
	10	0.8	0.22
	<b>T5 (3:3:1)</b>		
	1	2.2	0.19
	2	3.4	0.22
	3	3.6	0.2
	4	4	0.21
	5	3.1	0.23
	6	0.9	0.24
	7	1.1	0.22
	8	1.3	0.2
	9	1	0.22
	10	0.6	0.23
	<b>T1 (3:1:1)</b>		
	1	2.2	0.19
	2	1.5	0.23
	3	0.8	0.23
	4	1.2	0.22
<b>BLOQUE 4</b>	5	2	0.21
	6	1.1	0.24
	7	1	0.25
	8	2.6	0.22
	9	0.9	0.23
	10	1.6	0.24

**T2 (2:2:1)**

1	0.8	0.21
2	0.4	0.22
3	1	0.23
4	1.3	0.24
5	2	0.23
6	1.2	0.25
7	1	0.2
8	0.5	0.23
9	1.8	0.22
10	2	0.24

**T3 (1:1:1)**

1	2.2	0.22
2	0.7	0.23
3	0.9	0.21
4	1	0.19
5	2.2	0.22
6	2	0.2
7	3.2	0.21
8	3	0.24
9	1	0.22
10	1.9	0.22

**T4 (3:2:1)**

1	2.8	0.23
2	2	0.23
3	2.2	0.24
4	2	0.25
5	3.6	0.23
6	3	0.22
7	2.5	0.24
8	0.5	0.23
9	1	0.22
10	2	0.23

**T5 (3:3:1)**

	1	0.5	0.19
2		1	0.23
	3	1.8	0.23
	4	2.3	0.22
	5	2	0.21
	6	2.7	0.24
	7	3	0.25
	8	1	0.22
	9	1.9	0.23
	10	2.6	0.24

**Anexo 6.** Altura de planta (cm) de *Cinchona officinalis* L. (Cascarilla).

Repeticiones (j)	T r a t a m i e n t o s (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	2,09	1,75	2,40	1,42	1,31	
2	1,54	2,20	1,54	1,62	2,07	
3	2,04	1,59	1,94	1,39	2,12	
4	1,49	1,20	1,81	2,16	1,88	
Totales	7,16	6,74	7,69	6,59	7,38	35,56
N° observación (n)	4	4	4	4	4	20
Promedio	1,79	1,69	1,92	1,65	1,85	1,78

**Anexo 7.** Análisis de variancia (ANVA) para la variable altura de plántulas (cm) de *Cinchona officinalis* L. (cascarilla).

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrados	Cuadrados medios	F cal	F
					tabular
					<b>0,05</b>
					<b>0,01</b>
Tratamientos	4	0,208	0,051	0.38 ns	3.06
Error	15	2,001	0,133		4.89
<b>Total</b>	19	2,206	-	-	-

**C.V. = 20.54 %**

**Anexo 8.** Diámetro al cuello de la raíz de plántula (mm) de *Cinchona officinalis* L. (Cascarilla).

Repeticiones (j)	T r a t a m i e n t o s (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	
2	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	
3	0,22	0,22	0,23	0,23	0,22	
4	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23	
Totales	0,87	0,89	0,89	0,90	0,90	4,45
Nº observación (n)	4	4	4	4	4	20
Promedio	0,22	0,22	0,22	0,23	0,22	0,22

**Anexo 9.** Análisis de variancia (ANVA) para la variable diámetro al cuello de la raíz (mm) de plántulas de *Cinchona officinalis* L. (cascarilla).

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrados	Cuadrados medios	F cal	F tabular	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	0,0001	0,00003	0.99 ns	3.02	4.95
Error	15	0,0005	0,00003			
<b>Total</b>	19	0,0006	-	-	-	-

**C.V. = 2,47%**

**Anexo 10.** Panel fotográfico.

**Figura 5**

*Armado del diseño experimental en el vivero de la Agencia Agraria de Jaén.*



**Figura 6**

*Obtención de sustratos.*



**figura 7**

*Zarandeo de los sustratos para la eliminación de impurezas.*



**Figura 8**

*Preparación de los sustratos de acuerdo a las proporciones que se utilizaron en los tratamientos.*



**Figura 9**

*Desinfección de los sustratos.*



**Figura 10**

*Protección y sombra con malla rachell y plástico transparente.*



**Figura 11**

*Siembra de la semilla de Cinchona officinalis L. (cascarilla).*



**Figura 12**

*Riego, con una mochila de fumigar para no descubrir la semilla.*



**Figura 13**

*Se utilizó plástico para conservar la humedad.*



**Figura 14**

*Primeros días de germinación.*



**Figura 15**

*Acompañamiento y supervisión del asesor en la evaluación de germinación*



**Figura 16**

*A dos meses después de haber germinado la semilla de cascarilla (*Cinchona officinalis* L.)*



**Figura 17**

*Conteo de plántulas con mondadientes.*



**Figura 18**

*Medición de altura desde el cuello de raíz hasta el ápice de la plántula utilizando una regla de 30 cm*



*Figura 19*

Diámetro al cuello de raíz utilizando un vernier

