TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

TESIS PARA OBTENER

EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

SISTEMA TIPO DOMO GEODÉSICO CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLA DE QUINA (*Cinchona sp.*)

Autor: Bach. Julio Florida Garcia

Asesor: Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Co-asesores: Ing. Geysen Everson Angulo Cueva

Ing. Alcides Roman Peña

Registro (…..)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

DATOS DEL ASESOR

Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

DNI N° 05374749

Registro ORCID N° 0000-0002-9670-0970

https://orcid.org/0000-0002-9670-0970

Campo de la Investigación y el Desarrollo OCDE según la organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

4.00.00. Cincia Agrícolas

4..01.00 Agricultura, Silvicultural, Pesquería

4.01.02 Forestal

4.01.06 Agronomía

DEDICATORIA

A Diós.
Por darme salud y vida, para alcanzar mis metas y ponerme en el camino de quienes han contribuido a mi formación profesional.

A mis padres Rosa y Aparicio, a mi tío Oresteres, por su apoyo incondicional para hacer esto posible y sobre todo por su infinita comprensión.

A mis hermanos porque sigo logrando mis metas.

A mis amigos: por compartir conmigo los buenos y los malos momentos, apóyenme en todo momento y a todos los involucrados directa o indirectamente para que esta meta se cumpla.

AGRADECIMIENTO

A Dios, que me ha dado salud día a día, fuerzas para seguir adelante, y a través de su gran sabiduría ha colocado a personas maravillosas que han y seguirán aportando a mi formación profesional.

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias - Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, que me transmitió los conocimientos adquiridos durante mi formación profesional.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDESCES), por apoyarme en la ejecución de esta investigación.

A mis padres, Rosa y Aparicio, mi tío Oresteres y hermanos, por apoyarme incondicionalmente todos los días, por creer en mí y por el tremendo esfuerzo que pusieron para que esto sucediera.

A mi asesor Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz, co-asesores Ing. Geysen Everson Angulo Cueva e Ing. Alcides Roman Peña por sus sugerencias, orientación y motivación en la ejecución de esta investigación.

A los docentes Ing. Wildor Gosgot Ángeles, Blgo. Mg. Sc. Jesús Rascón Barrios, Dr. Meregildo Silva Ramírez, PhD. Ligia Magali Garcia Rosendo y Mg. Sc. Eli Pariente Mondragón por sus sugerencias y orientación brindada durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Gracias a todos los involucrados en mi carrera profesional por su amistad, consejos, apoyo, aliento y compañía durante los momentos más difíciles.

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

RECTOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ing. Mg. Sc. FERNÁNDEZ JERI ARMSTRONG BARNARD

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (x)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Sistema tipo domo geodésico con energía fotovoltaica en la germinación de semilla de quina (Cinchona sp.)

del egresado Bach. Julio Florido Garcia

de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias,

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica,

de esta Casa Superior de Estudios.

S.G. UNIDAD DE GRADOS Y TÍTULOS UNTRM

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

Chachapoyas, 24 de Febrero de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Segundo Manuel Oliva Cruz

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( )/Profesional externo (x), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Sistema tipo domo geodésico con energía fotovoltaica en la germinación de semilla de quinua (Chenopodium sp.)

del egresado Bach. Julio Florido García

de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias.

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

de esta Casa Superior de Estudios.

S. G. UNIDAD DE GRADOS Y TÍTULOS UNTRM

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

Chachapoyas, 24 de Febrero de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Geyson Everson Angulo Rova

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( )/Profesional externo (x), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Sistema tipo domo geodésico con energía fotovoltaica en la germinación de semilla de quinua (Chenopodium sp.)

del egresado Bach. Julio Florida Garcia

de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias,

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica,

de esta Casa Superior de Estudios.

U.G. UNIDAD DE GRADOS Y TÍTULOS UNTRM

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

Chachapoyas, 24 de Febrero de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Alides Romun Paña

JURADO EVALUADOR DE TESIS

Dr. MEREGILDO SILVA RAMÍREZ

PRESIDENTE

LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO. PhD

SECRETARIA

Ing. Mg. Sc. ELÍ PARIENTE MONDRAGÓN

VOCAL

ANEXO 3-O

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

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

Sistema Tipo Domo Geodésico Con Energía Fotovoltaica En La Germinación de Semilla De Quinua (Chenopodium quinoa)

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) Bach. Julio Florida Garcia

de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronóma

con correo electrónico institucional 71087990416@untrm.edu.pe

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

a) La citada Tesis tiene 17 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.

b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 12 de Abril del 2022

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

.....

.....

ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 03 de Junio del año 2022, siendo las 10:00 horas, el aspirante: Bach. Julio Florido Garcia, asesorado por Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz defiende en sesión pública presencial (x) / a distancia ( ) la Tesis titulada: Sistema tipo domo geodésico con energía fotovoltaica en la germinación de semilla de quinua (Chenopodium sp.), para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Mercgildo Silva Ramírez
Secretario: Ligia Magali Garcia Rosendo Ph. D
Vocal: Ing. Mg.Sc. Eli Poiento Mondragón.

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

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

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

Aprobado (x) por Unanimidad (x)/Mayoría ( ) Desaprobado ( )

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

Siendo las 11:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:
El título de la tesis será modificado según líneas arriba debido a que se cambio el nombre científico para evitar errores en la denominación taxonómica

ÍNDICE DE CONTENIDO GENERAL

DATOS DEL ASESOR ii

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTO v

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

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL vii

JURADO EVALUADOR DE TESIS x

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL xi

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL xii

ÍNDICE DE CONTENIDO GENERAL xiii

ÍNDICE DE TABLA xv

ÍNDICE DE FIGURAS xvi

RESUMEN 18

ABSTRACT 19

I. INTRODUCCIÓN 20

II. MATERIALES Y MÉTODOS 22

2.1. Materiales. 22

a. De campo. 22

b. De laboratorio. 22

2.2. Ubicación. 22

2.3. Métodos y procedimientos 23

2.3.1. Población. 23

2.3.2. Muestra. 23

2.3.3. Muestreo. 24

2.3.4. Variables de estudio. 24

2.3.5. Diseño experimental. 25

2.3.6. Fase preliminar. 25

2.3.7. Caracterización del sistema tipo domo geodésico. 27

2.3.8. Preparación del sustrato. 29

2.3.9. Recolección de semilla. 30

2.3.10. Extracción, desinfección, selección y tratamiento de simillas. 31

2.3.11. Almácigo 34

2.3.12. Funcionamiento de la luz artificial 35

2.3.13. Medición de las condiciones ambientales. 36
2.3.14. Riego. 37
2.3.15. Recolección de datos. 37
2.3.16. Variables evaluadas 37
2.3.17. Medición de la eficiencia. 38
III. RESULTADOS 39
3.1. Parámetros agronómicos 39
a. Velocidad germinativa 39
b. Porcentaje de germinación 39
c. Altura de la plántula 42
d. Número de hojas 42
e. Peso fresco de la plántula (gr) 43
f. Peso seco de la plántula (gr) 43
IV. DISCUSIÓN 44
V. CONCLUSIONES 45
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 46
ANEXOS 50

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Distribución de tratamientos……..24

Tabla 2. Información y datos de colecta de la especie de *Cinchona sp*…..…....…..……....25

Tabla 3. Materiales utilizados para la construcción del domo geodésico……..….26

Tabla 4. Viabilidad de las semillas según la tinción de los embriones…….32

Tabla 5. Velocidad y porcentaje de germinación…….……38

Tabla 6. Cuadro resumen de análisis ANOVA para la variable germinación de las 11 evaluaciones……..…..……..40

Tabla 7. Cuadro resumen de análisis ANOVA de los parámetros evaluados con cuatro tratamientos…….…….…..42

Tabla 8. Datos de condiciones ambientales…….……52

Tabla 9. Datos de germinación……...……...……54

Tabla 10. Datos de los parámetros agronómicos……...……....54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de investigación……22

Figura 2. Mapa de ubicación de colecta de materiales de estudio……25

Figura 3. Diagrama de construcción de domo 6 Metros geodésico 3V 5/8…….26

Figura 4. Estructura y vista posterior y frontal del domo geodésico terminado…….27

Figura 5. Ensamblaje de las cabinas para los tratamientos con los co – asesores...……..27

Figura 6. Colocado del plástico para la división y envoltura con tela arpillera……27

Figura 7. Instalación de la luz LED en las cámaras para los tratamientos……..28

Figura 8. Tamizado y muestra de turba……28

Figura 9. Esterilización de turba en autoclave……29

Figura 10. Colecta de semillas de *Cinchona sp*……...29

Figura 11. Extracción de semillas de las capsulas y/o frutos……...31

Figura 12. Desinfección, selección y remojo de semillas…….……...31

Figura 13. Evaluación de viabilidad de la semilla…….……..31

Figura 14. Evaluación de viabilidad de la semilla por medio de tinción con tetrazolio……..32

Figura 15. Preparación e inmersión de las semillas en nitrato de potasio……32

Figura 16. Desinfección de bandejas……...33

Figura 17. Llenado y siembra en bandejas……...34

Figura 18. Configuración de paneles y panel de control del sistema fotovoltaico……..34

Figura 19. Instalación del sistema eléctrico en el interior del domo geodésico……..35

Figura 20. Panel de control al interior del domo geodésico…….....35

Figura 21. Curva de germinación de semilla por dia…….……...38

Figura 22. Promedio de semillas germinadas por tratamiento en 80 días……39

Figura 23. Promedio de altura de plántula por tratamiento…….41

Figura 24. Promedio de número de hojas por tratamiento……..41

Figura 25. Análisis de caracterización de la turba……...49

Figura 26. Constancia de determinación botánica UNTRM – A……..……...50

Figura 27. Constancia de determinación botánica UNALM.…….....51

Figura 28. Temperatura ambiente vs temperatura del domo geodésico...……53

Figura 29. Humedad relativa del ambiente vs humedad relativa del domo geodésico….53

Figura 30: Semillas germinadas……..56

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la eficiencia del sistema tipo domo geodésico con energía fotovoltaica en la germinación de semilla de Quina (*Cinchona sp.*). Se utilizó un sistema tipo domo geodésico, luz artificial alimentado con energía fotovoltaica, semillas botánicas de *Cinchona sp.*; se midieron parámetros agronómicos (Velocidad de germinación (G/d), Porcentaje de germinación (%G), Altura de las plántulas (HP), Número de hojas (NH), Peso fresco de la plántula (PF) y Peso seco de la plántula (PS)) bajo un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de 2x2, con un total de cuatro tratamientos (T1: 500ppmKNO3 + Luz LED blanca 24W, T2: 1000ppmKNO3 + Luz LED blanca 24W, T3: 500ppmKNO3 + Luz LED morada 24W, T4: 1000ppmKNO3 + Luz LED morada 24W). Los resultados mostraron que el sistema fue más eficiente en el T4 donde se obtuvieron 1.5 semillas G/d, 72.5 %G, 2.1 cm HP. Se concluye que el sistema es una aplicación práctica para mejorar la eficiencia en la germinación de *Cinchona sp.*, contribuyendo a solucionar el problema de su propagación con fines de reforestación y conservación de esta importante especie.

Palabras clave: Domo geodésico, luz artificial, energía fotovoltaica, germinación, *Cinchona sp.*

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of evaluating the efficiency of the geodesic dome type system with photovoltaic energy in the germination of Quina (*Cinchona sp.*) seed. A geodesic dome type system was used, artificial light powered by photovoltaic energy, botanical seeds of *Cinchona sp.*; Agronomic parameters were measured (Germination rate (G/d), Germination percentage (%G), Seedling height (HP), Number of leaves (NH), Fresh seedling weight (PF) and Dry weight of the seedling (PS)) under a Completely Random Experimental Design (DCA) with a 2x2 factorial arrangement, with a total of four treatments (T1: 500ppmKNO3 + 24W white LED light, T2: 1000ppmKNO3 + 24W white LED light, T3: 500ppmKNO3 + 24W purple LED light, T4: 1000ppmKNO3 + 24W purple LED light). The results showed that the system was more efficient in T4 where 1.5 seeds G/d, 72.5% G, 2.1 cm HP were obtained. It is concluded that the system is a practical application to improve the efficiency in the germination of *Cinchona sp*., helping to solve the problem of its propagation for the purpose of reforestation and conservation of this important species.

Keywords: Geodesic dome, artificial light, photovoltaic energy, germination, *Cinchona sp.*

I. INTRODUCCIÓN

La cascarilla considerada dentro de las plantas medicinales como una de las más importantes, debido a su producción de quinina y otros alcaloides fenólicos similares (Larreátegui y Lafuente, 2013), los cuales los europeos no conocían, hasta la conquista de América Latina (Nair, 2010). Esta planta se ha utilizado como un tratamiento eficaz para la malaria y otras enfermedades infecciosas durante más de 300 años (Stell, 1982). La cascarilla tiene como característica principal la producción de un metabolito denominado "quinina", cuyas propiedades medicinales son mundialmente conocidas por sus efectos positivos en el tratamiento de la malaria y el paludismo (Larreátegui y Lafuente, 2013)

La especie objeto de análisis del presente trabajo de investigación pertenece a la familia Rubiaceae y al género *Cinchona* L (Huamán et al., 2019). El agente polinizador son las aves y el principal agente de dispersión es el viento Respecto de su reproducción, suele realizarse por semillas botánicas, las cuales son pequeñas y poseen una especie de alas, que son liberadas al abrirse las cápsulas (Lojan, 1992). Las plantas propagadas por semilla botánica tienen un desarrollo muy lento (Caraguay, 2016).

En condiciones naturales, la tasa de germinación y regeneración de la quina son bajas y ocurren solo en áreas remotas y en grupos pequeños, lo cual representa la principal causa de considerarse una especie amenazada según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (2012, Versión 3.1; 2017, Versión 13). Así mismo, constituye la razón por la que su investigación y protección resulta importante (Buddenhagen, y otros, 2004). Por otro lado cabe señalar que los suelos requeridos para esta especie generalmente son aluviales y coluviales, profundos, de textura arcillosa, de coloración rojizo, con un pH ácido a neutro, según los materiales que la componen (Pollito, 1989).

La especie *Cinchona* se encuentra principalmente distribuido en la región andina de América del Sur, y actualmente se encuentra en áreas específicas de países como Perú, Venezuela, Bolivia y Colombia según Andersson, (1998).

En Perú, esta especie se encuentra distribuida en altitudes entre 1.000 y 2.600 msnm, en el nororiente del país, y la mayor diversidad se encuentra en la provincia

de Huancabamba, departamento de Piura según Huamán et al., (2019), donde se pueden encontrar lugares con condiciones climáticas y características del suelo propias de la zona, que los convierten en el hábitat más idóneo para el crecimiento de esta especie según Andersson, (1998).

La *Cinchona* es conocida como "cascarilla" o “árbol de la quina”, y su importancia es tal que aparece representada en el escudo del Perú como símbolo de riqueza vegetal, ubicado en la parte tropical y ecuatorial de los Andes, de 12°N a 20°S, a pH 5.7 (Lima y Moreno, 2018), podemos encontrar hábitats naturales de cascarilla en los bosques montanos de Cajamarca (Jaén, San Ignacio) y Amazonas (San Jerónimo y Progreso), algunos ejemplares de nuestro territorio también están amenazados de extinción por el pastoreo y la agricultura migratoria (Jerez, 2017).

Los domos geodésicos son objetos semiesféricos, cuya superficie no posee soporte y no requiere accesorios externos para mantener la estructura que forma (*Cómo hacer un domo o cúpula geodésica en el jardín de casa | OVACEN*, s. f.). Según Aravena y Vásquez, (2015) un domo geodésico es parte de una esfera geodésica, hecho a partir de triángulos los cuales forman a su vez poliedros, aunque puede estar hecho de cualquier sólido platónico. En la actualidad los domos geodésicos son utilizados como espacios de descanso y relajación, para la realización de actividades físicas, talleres de manualidades, módulo adicional al hogar, glamping para acampar, como vivienda e invernaderos, esto debido a que la construcción de este tipo de estructuras tiene menor uso de materiales e inversión.

El problema principal de *Cinchona spp*., es la propagación, si bien la semilla botánica es una alternativa éstas han reportado bajas tasas de germinación. Así mismo, el aumento de la deforestación debido a la expansión agrícola del país ha convertido al hábitat de la cascarilla en uno de los ecosistemas más vulnerables a nivel nacional según Smith y Schwartz, (2015). Por lo que, es difícil encontrar grandes cantidades sostenibles de cascarilla en el territorio peruano, lo que genera preocupaciones sobre su declive y deterioro, debido a su requerimiento edafo-climatico, lo que la convierte en una de las especies más selectivas de su ecosistema para su desarrollo (Buddenhagen, et al. 2004).

Debido a lo expuesto en los párrafos precedentes, se planteó el desarrollo del presente trabajo de investigación denominado "Sistema tipo domo geodésico con energía fotovoltaica en la germinación de semilla de Quina (*Cinchona sp.*)" con la finalidad de contribuir a la solución de una de las principales dificultades (germinación) encontradas durante el proceso de recuperación de áreas degradadas con especies nativas de *Chinchona sp*.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales.

a. De campo.

- Tijera de podar
- Celular y/o cámara
- App UTM GEO MAP 3.2.0 y/o GPS
- Bolsa con cierre hermético

b. De laboratorio.

- Balanza analítica
- Autoclave
- Estufa
- Baso de precipitación de 1L
- Pipeta
- Probeta
- Papel aluminio
- Placa Petri
- Papel toalla

c. De escritorio.

- Cuaderno de apuntes
- Lapicero y/o lápiz
- Regla

2.2. Ubicación.

Este trabajo se realizó en la estación experimental de Chachapoyas, ubicado dentro del campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de

Amazonas (UNTRM-A), el cual tiene las coordenadas (6°13'54.1"S 77°52'08.5"W) con una altitud de 2380 msnm.

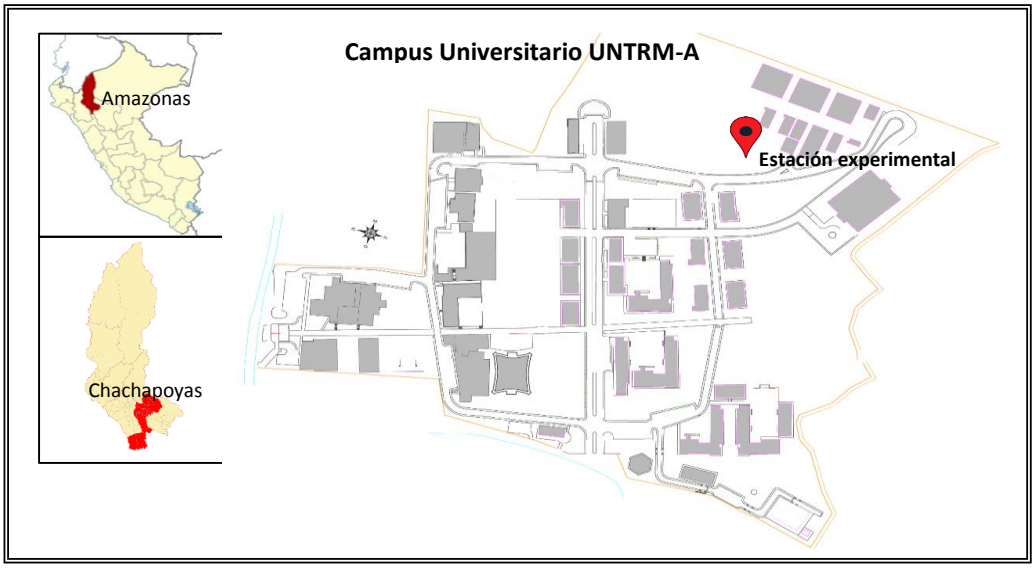


Figura 1. Mapa de ubicación del área de investigación.

2.3.Métodos y procedimientos

2.3.1. Población.

La población a estudiar estuvo constituida por 640 semillas botánicas de Quina (*Cinchona sp.*), distribuidas en 16 unidades experimentales de 40 semillas cada una; es decir, se realizaron 4 tratamientos con 4 observaciones de 40 semillas cada una.

2.3.2. Muestra.

Considerando el tamaño de la población igual a 640 semillas (16 unidad experimental), la muestra de semillas botánicas de *Cinchona spp* evaluadas se obtuvo de la aplicación de la fórmula para la muestra según Fernzández, (2001):

$$\mathrm{n} = \frac{N * Z_{\alpha}^{2} * \mathrm{p} * \mathrm{q}}{d^{2} * (\mathrm{N} - 1) + Z_{\alpha}^{2} * \mathrm{p} * \mathrm{q}}$$

Donde:

• N = Total o tamaño de la población

• Zα= Nivel de confianza; 1.88 al cuadrado (si la seguridad es del 94%)

• p = Probabilidad de éxito o proporción esperada (en este caso 50% = 0.5)

• q = Probabilidad de fracaso; 1 – p (en este caso 1-0.5 = 0.5)

• d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción en su investigación use un 6%).

$$n = \frac{640 * 1.88^2 * 0.5 * 0.5}{0.06^2 * (640 - 1) + 1.88^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{565.504}{3.184}$$

$$n = 178$$

Después de determinar el tamaño muestral global que es 178 se consideró evaluar 11 plantas por cada unidad experimental (178/16).

2.3.3. Muestreo.

Se aplicó el muestreo aleatorio simple, evaluando 11 plántulas por cada unidad experimental, haciendo un total de 178 plántulas evaluadas en todo el experimento.

2.3.4. Variables de estudio.

a. Variable independiente:

- Sistema tipo domo geodésico.
- Semillas botánicas de *Cinchona spp*.

b. Variable dependiente:

- Parámetros agronómicos.
  - Velocidad de germinación.
  - Porcentaje de germinación.
  - Altura de las plántulas.
  - Número de hojas.
  - Peso fresco de la plántula.
  - Peso seco de la plántula.

2.3.5. Diseño experimental.

Se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial de 2 x 2, se tuvo 4 tratamientos, en cada tratamiento se contó con 4 observaciones y en cada observación se tuvo 40 semillas de *Cinchona sp.*, haciendo un total de 160 semillas de *Cinchona sp.*, por tratamiento; se establecieron los siguientes factores:

- Dosis de Nitrato de potasio (KNO3) : A
- Color de luz : B

Factor A:

A1: 500ppm KNO3

A2: 1000ppm KNO3

Factor B:

B1: Luz LED blanca 24W.

B2: Luz LED morada 24W.

Tratamientos:

Tabla 1.

Distribución de tratamientos.

TRATAMIENTO	COMBINACIÓN DE FACTORES	DESCRIPCIÓN
T1	A1 + B1	500ppmKNO_3 + Luz LED blanca 24W
T2	A2 + B1	1000ppmKNO_3 + Luz LED blanca 24W
T3	A1 + B2	500ppmKNO_3 + Luz LED morada 24W
T4	A2 + B2	1000ppmKNO_3 + Luz LED morada 24W

Fuente: Elaboración propia.

2.3.6. Fase preliminar.

Este trabajo incluyó muestras de plantas identificadas como "*Cinchona*" encontradas en el Herbario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) "KUELAP". Las cuales fueron colectadas

durante setiembre noviembre del 2018 en los bosques montanos y pre montanos de las provincias de Chachapoyas, Luya y Bongará de la región Amazonas, entre los 1500-3500 y 900-1500 m.s.n.m., respectivamente (IIAP, 2010). Los bosques de montaña y las laderas se consideran de importancia mundial, ya que son reservorios de biodiversidad, regulan y mantienen una alta calidad del agua (Bubb et al., 2004). En todos los bosques de montaña de los Andes que se encuentran a los 1500 y 2900 msnm, las especies de la familia Lauraceae Juss., son las más predominantes, seguidas por las familias Rubiaceae Juss. Y Melastomataceae Juss. (Gentry, 1995). Adicionalmente, se revisó la tesis "Diversidad y distribución de las quinas (*Cinchona*, *Rubiaceae*) usando DNA BARCODING para su conservación en Amazonas" de donde se corroboró las coordenadas de procedencia de la especie en estudio según Perez, 2021 (Figura 2, Tabla 2)

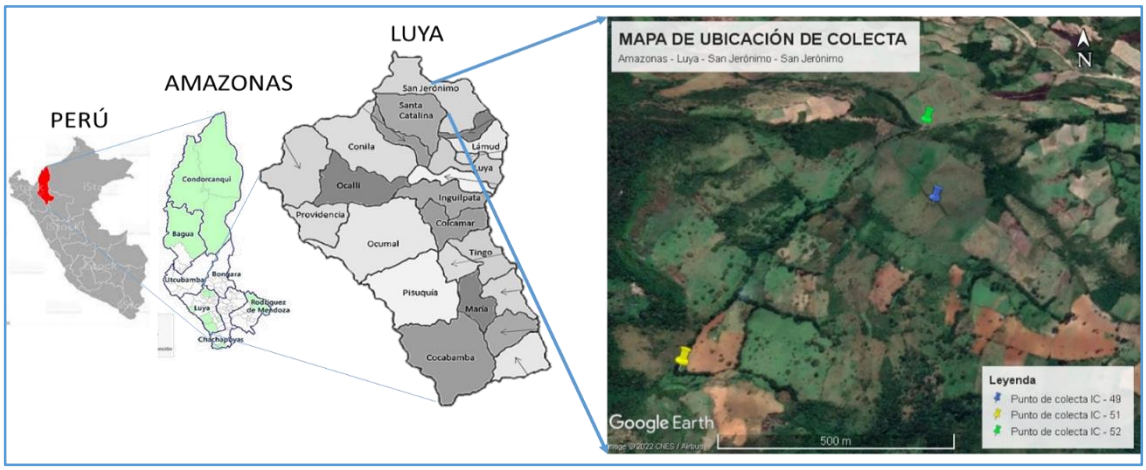


Figura 2. Mapa de ubicación de colecta del material de estudio.

Tabla 2.

Información y datos de colecta de la especie de *Cinchona sp*.

Código	Código herbario	Anexo	Provincia	Fecha de colecta	Altitud	Coordenadas		
						Este	Norte	Zona
IC-49	KUELAP-351	San Jerónimo	Luya	14/11/2018	2621	829555	9334845	17 M
IC-51	KUELAP-353	San Jerónimo	Luya	14/11/2018	2645	829526	9335162	17 M
IC-52	KUELAP-354	San Jerónimo	Luya	14/11/2018	2614	830040	9335802	17 M

Fuente: Elaboración propia.

2.3.7. Caracterización del sistema tipo domo geodésico.

2.3.7.1.Reconocimiento

El área donde se llevó a cabo el presente trabajo es un “Domo Geodésico”, según Saldaña y Mujica, (2020), un domo geodésico posee un comportamiento diferente comparado al de otras estructuras, debido a que encapsula de una forma óptima condiciones climáticas como la temperatura y humedad lo que permite ejercer una resistencia a las condiciones del exterior. De manera estructural se pude decir que las cargas son repartidas de forma similar en toda la estructura, por lo que si es que se ejerciera un quiebre o se removiera parte de esta estructura, ya sea para hacer un puerta o ventana, estas cargas se reparten en las uniones restantes y recuperaría su estabilidad. Se puede decir que el domo geodésico está formado por triángulos que forman parte de las caras de un poliedro que es adaptan a la forma de una esfera.

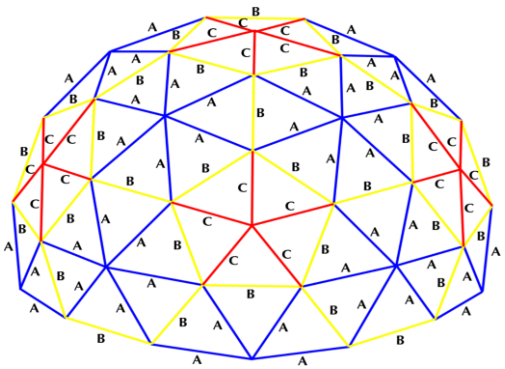


Figura 3. Diagrama de construcción de domo 6 Metros de diámetro geodésico 3V 5/8.

En este caso el domo está constituido por una estructura metálica la cual está formada por 110 barras de metal, 100 pernos que unen las barras y una manta de lona diseñada para este tipo de estructura la cual sirve como cobertura o envoltura.

Tabla 3.

Materiales utilizados para la construcción del domo geodésico.

Material	Cantidad	Medida	Color
Barras azules	50	Unidad	
Barras amarillas	30	Unidad	
Barras rojas	30	Unidad	
Pernos	100	Unidad	
Lona	1	unidad	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Estructura y vista posterior y frontal del domo geodésico terminado.

2.3.7.2. Acondicionamiento

Se construyeron cabinas con separadores, implementados con la finalidad de evitar la interferencia de luces entre tratamientos, para cuyo efecto primero se construyeron las cabinas, luego se implementaron los separadores de plástico de polietileno color negro, se colocó una envoltura de tela arpillera de color negro, para luego realizar la instalación de las luces y finalmente se instalaron las bases de triplay sobre las cuales se colocaron las bandejas de germinar.

Figura 5. Ensamblaje de las cabinas para los tratamientos con los co – asesores.

Figura 6. Colocado del plástico para la división y envoltura con tela arpillera.

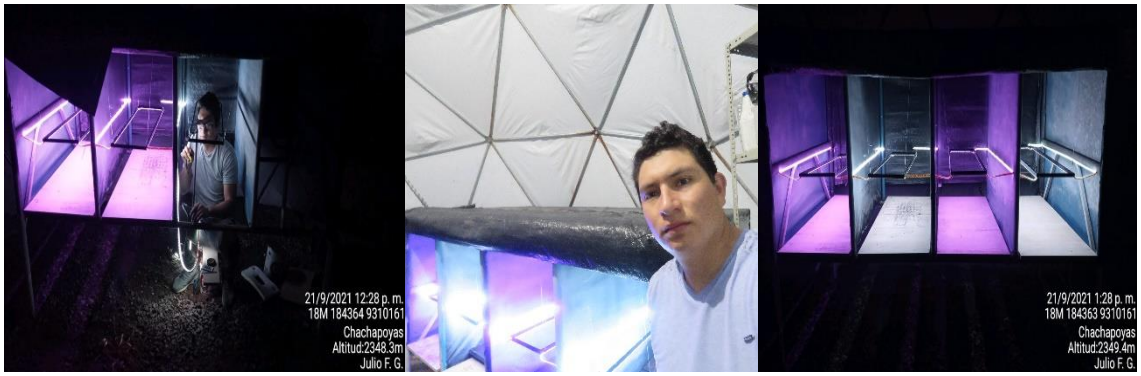


Figura 7. Instalación de la luz LED en las cámaras para los tratamientos.

2.3.8. Preparación del sustrato.

El sustrato utilizado en este estudio fue turba de bosque tamizada la cual tiene una estructura fina lo que permite un mejor llenado de las celdas de las bandejas y también una mejor retención de agua, esta turba fue extraída de los bosques montanos del distrito de Molinopampa la cual fue otorgada por el centro experimental del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES – CES) cede Molinopampa, el tamizado de la tuba se llevó acabo en el galpón del vivero forestal del INDES – CES ubicado en el campus de la UNTRM – A, así mismo se realizó un análisis de caracterización del sustrato mediante una muestra llevada al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) donde se procedió con el análisis correspondiente, cuyos resultados se muestra en el Anexo N° 1, también se realizó la esterilización del sustrato en el autoclave de la marca ASTELL® modelo AMA270 del Laboratorio Fisiología y Biotecnología Vegetal (FISIOVEG), se colocó la turba en una bolsa para autoclave de polipropileno de color rojo de la marca DELTALAB®, para luego ser introducida en el autoclave programado a una temperatura de 121 °C por 1 hora (Gutiérrez, 2001).

Figura 8. Tamizado y muestra de turba.

Figura 9. Esterilización de turba en autoclave.

2.3.9. Recolección de semilla.

La recolección de semilla se realizó con el apoyo del Ing. Alcides Roman Peña quien realizó la colecta de las muestras evaluadas en la tesis denominada "Diversidad y distribución de las quinas (*Cinchona*, *Rubiaceae*) usando DNA BARCODING para su conservación en Amazonas", por lo que su orientación en la colecta para la presente investigación resultó de mucha importancia.

Las semillas se recolectaron en el bosque montano nublado del distrito de San Jerónimo provincia de Luya según las coordenadas antes mencionadas (Tabla 2). La recolección se llevó acabo después de que los frutos mostraran buenas condiciones libre de plagas y estén en un punto de madures optima, es decir, estuviesen de color rojo parduzco de forma de elipsoide para luego proceder con corte por medio de una tijera de podar. También se procedió a traer muestra de dicha planta para su análisis y determinación botánica por el herbario KUELAP de la UNTRM-A y herbario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) de cuyo resultado se muestran en los Anexos (Figura 23 y 24).

Figura 10. Colecta de semillas de *Cinchona sp*.

2.3.10. Extracción, desinfección, selección y tratamiento de simillas.

La extracción de las semillas se realizó cuando de manera natural se abrieron las cápsulas y/o frutos de los racimos colectados, para lo cual fueron secados a temperatura ambiente durante aproximadamente un mes, luego las semillas extraídas fueron desinfectadas con alcohol etílico al 70 % durante 1 minuto y posteriormente se realizó el enjuague con agua destilada (Lima y Moreno, 2018). Para realizar el descarte inicial se sumergieron las semillas en agua destilada y se retiraron todas aquellas que flotaron dejándose en agua por 1 día a todas las semillas que precipitaron al fondo del recipiente (Flores et al., 2017).

Luego se llevó acabo la prueba de tinción con Tetrazolium para evaluar la viabilidad de la semilla (Suáres, 2018), para ello se colocó 100 semillas de *Cinchona sp* en placas Petri con papel toallas (25 semillas sumergidas y 25 semillas flotantes) y se procedió a rociar la solución de tetrazolium brindada por el laboratorio LABISAG, se envolvió con papel aluminio y se llevó a la estufa de la marca MMM Group modelo Ecocell 111 a una temperatura de 25°C por 24 horas (ISTA, 2016). Concluido el tiempo se extrajo el embrión con la ayuda de una pinza, bisturí y un estereoscopio microscopio con fluorescencia de la marca Nikon y modelo SMZ18 lo que permitió ver el embrión y la tinción que había tomado, el color rojo que se tornó el embrión nos permitió comprobar su viabilidad y por ende la viabilidad de la semilla (Tabla 4).

Después de comprobada la viabilidad de las semillas sumergidas, se procedió a preparar el nitrato de potasio para los tratamientos correspondientes para lo cual se pesó 1gr y 0.5 gr de nitrato de potasio y se disolvió en 1 L de agua destilada cada una para obtener la solución para los tratamientos de 1000ppm y 500ppm respectivamente donde se colocó las semillas durante 5 minutos, luego se procedió a sembrar en cada celda de las bandejas.

Figura 11. Extracción de semillas de la capsula y/o fruto.

Figura 12. Desinfección, selección y remojo de semillas.

Figura 13. Evaluación de viabilidad de la semilla.

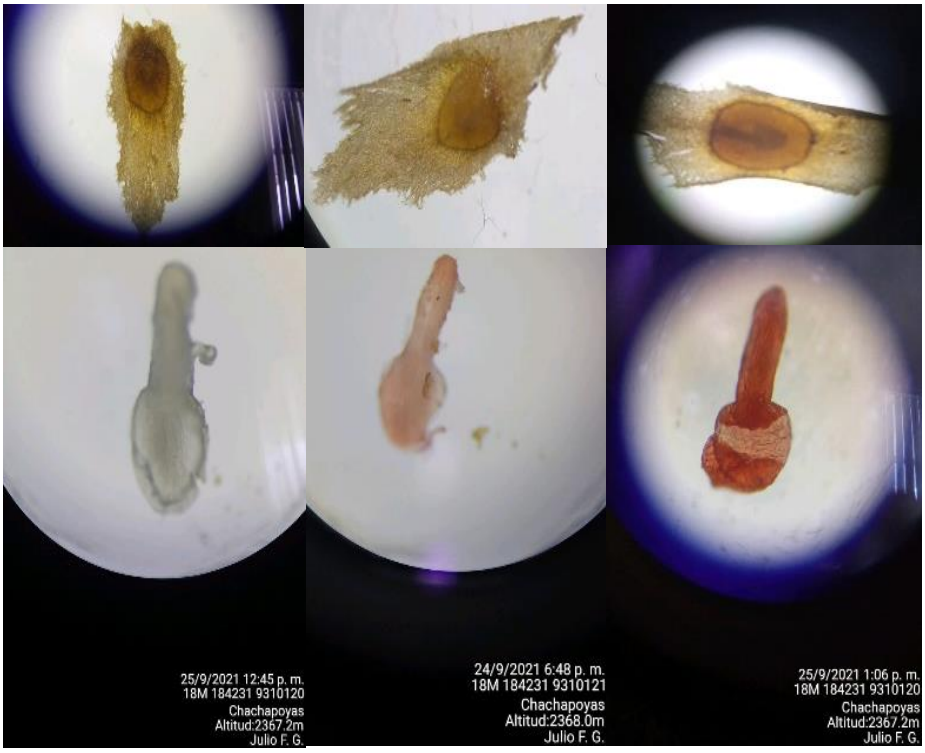


Figura 14. Evaluación de viabilidad de la semilla por medio de tinción con tetrazolium.

Tabla 4.

Viabilidad de las semillas según la tinción de los embriones.

Tinción del embrión	Viable
Rojo	Si
Rosado	Si
Blanco	No

Fuente: Elaboración propia.

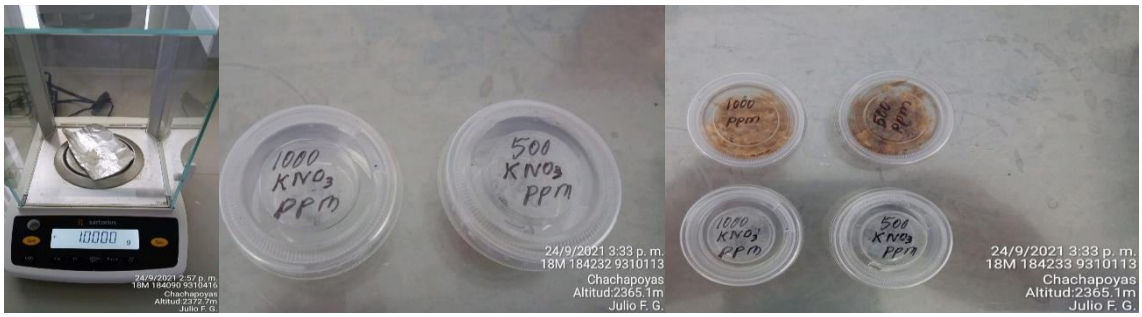


Figura 15. Preparación e inmersión de las semillas en nitrato de potasio

2.3.11. Almácigo

El almacigo de semillas de *Cinchona spp*., se realizó en 12 bandejas germinadoras de color negro con una capacidad de 128 celdas las cuales fueron desinfectadas con hipoclorito sódico al 1% comúnmente conocido como lejía de la marca Clorox el cual tiene una concentración de 4%, para lo cual utilizamos la siguiente fórmula para saber qué cantidad del producto agregaremos al agua según Concha, (2015):

$$Volumen\ de\ hipoclorito\ (mL) = \frac{Volumen\ de\ solucion\ (mL) x\ Concentración\ final\ (\%)}{Concentración\ inicial\ de\ hipoclorito\ (\%)}$$

$$Volumen\ de\ hipoclorito\ \ (mL) = \frac{8000\ mL\ x\ 1\%}{4\ \%}$$

$$Volumen\ de\ hipoclorito\ \ (mL) = 2000mL$$

Una vez encontrado el volumen a agregar al agua se le agrego y posteriormente se sumergieron las bandejas en la solución desinfectante. Luego se enjuagaron con agua potable y se pusieron a secar al aire libre para que posteriormente fueran llenadas con tuba.

Posteriormente en las bandejas con turba se realizó la siembra de las semillas de *Cinchona sp.*, con la ayuda de una pinza fueron colocadas con mucho cuidado.

Figura 16. Desinfección de bandejas

Figura 17. Llenado y siembra en bandejas.

2.3.12. Funcionamiento de la luz artificial

Horas de luz artificial: Las horas de luz fue de 12 horas; es decir, se encendía a las 6:00 am y la hora de apagado a las 18:00 pm. Por lo que para este periodo de luz artificial se realizó la instalación del servicio eléctrico proveniente de la configuración de un conjunto de paneles fotovoltaicos ubicados en la parte externa del domo geodésico y posteriormente se programaron los tiempos de encendido y apagado con un Timer digital de la marca Schneider modelo CCT15854, todo esto se logró con el apoyo del Ing. Wildor Gosgot Ángeles.

Figura 18. Configuración de paneles y panel de control del sistema fotovoltaico.

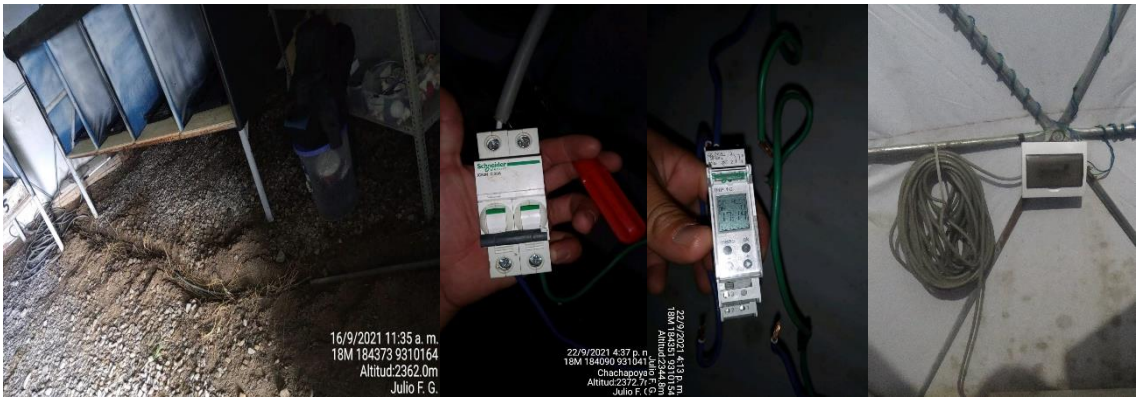


Figura 19. Instalación del sistema eléctrico en el interior del domo geodésico.

Figura 20. Panel de control al interior del domo geodésico.

2.3.13. Medición de las condiciones ambientales.

La medición de parámetros ambientales (temperatura y humedad relativa) en el interior del domo geodésico se llevó a cabo mediante Datalogger de temperatura y humedad modelo SSN – 22ET. El rango de medición al que fue programado fue de 60 minutos, es decir, se registró 1 dato cada 1 hora durante 29 horas, estos datos obtenidos fueron comparados con los datos obtenidos de la estación meteorológica automática del INDES - CES ubicada en el interior del campus de la UNTRM – A (Tabla 8).

Los resultados muestran que la temperatura en el ambiente no es constante y en promedio es de 16.3 °C, mientras que dentro del domo geodésico es constante teniendo en promedio 28.9 °C (Figura 25).

La humedad relativa del ambiente no es constante teniendo en promedio de 68.8% pero en algunas horas bajando hasta un 45%, mientras que dentro del domo geodésico es constante teniendo un promedio de 52.2% (Figura 26).

2.3.14. Riego.

El riego se realizó 2 veces por semana mediante pulverización manual, con aproximadamente 3 L por aplicación, esto a partir del día que se realizó el almácigo, debido a que el domo geodésico conserva la humedad dentro él.

2.3.15. Recolección de datos.

Las evaluaciones de las variables planteadas se realizaron cada 8 días, empezando desde el primer día que se logró observar indicios de germinación hasta llegar a los 80 días de germinación.

2.3.16. Variables evaluadas

En esta etapa se inició el procedimiento para evaluar los parámetros agronómicos de *Cinchona sp*., para lo cual se tomaron en cuenta los parámetros de velocidad de germinación, porcentaje de germinación, altura de las plántulas (cm), número de hojas, peso fresco de la plántula, peso seco de las plántulas y medición de la eficiencia, analizados también por Sanoubar et al., (2018) y Flores et al., (2017) en sus investigaciones.

a. **Velocidad de germinación:** Desde el día que se logró observar indicios de germinación se contabilizó y tomó datos cada 8 días hasta el día 80 posterior a la germinación para luego aplicar la siguiente fórmula para obtener la velocidad germinativa(González y Orozco, 2017).

$$VG = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_1}{N_1}$$

Donde:

X_1 = Número de semillas germinadas.

N_1 = Número de días.

b. **Porcentaje de germinación:** Al finalizar los 80 días de evaluación se procedió a aplicar la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de germinación (González y Orozco, 2017).

$$\%G = \frac{N° \ Semillas \ Germinadas}{N° \ Semillas \ Sembradas} \ x \ 100$$

c. **Altura de las plántulas (cm):** Se realizó la medición de la altura de 13 plantas de *Cinchona sp*. por tratamiento, con ayuda de una regla desde la superficie del suelo hasta el final de la yema apical de la planta.

d. **Número de hojas:** Se realizó el conteo de hojas de 13 plantas de *Cinchona sp*., por cada unidad experimental.

e. **Peso fresco de la plántula:** Con la ayuda de una balanza electrónica Acculab VIC 612 de 0,01 g de precisión se pesó la muestra fresca después de la recolección de la misma.

f. **Peso seco de las plántulas:** Con la ayuda de una balanza electrónica Acculab VIC 612 de 0,01 g de precisión se pesó la muestra seca después de su secado en estufa de secado durante 48h.

2.3.17. Medición de la eficiencia.

Esto fue posible mediante un análisis de los resultados obtenidos tanto del experimento realizado en el interior del domo geodésico.

III. RESULTADOS

3.1. Parámetros agronómicos

a. Velocidad germinativa

En la tabla 5 se evidencia que el T4 presenta mayores resultados para G/d y %G con 1.5 y 72.5 (116 semillas germinadas) respectivamente muy por encima de los demás tratamientos, especialmente al T3 que presenta resultados inferiores como 0.7 y 34.4 (55 semillas germinadas) respectivamente.

Mientras que estadísticamente el análisis de varianza ANOVA, según la prueba Tukey ($p \leq 0,06$) muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos durante los días 0, 8 y 16, sin embargo en el día 24 en adelante se puede evidenciar una diferencia significativa de los T2 y T4 referente a los T1 y T3.

Tabla 5.

Velocidad y porcentaje de germinación.

DÍAS/TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4
0	0	0	0	0
8	16	28	4	18
16	24	46	15	37
24	30	50	22	48
32	32	60	24	59
40	34	64	29	71
48	38	72	34	82
56	40	74	39	91
64	50	74	42	99
72	58	80	49	107
80	62	80	55	116
TOTAL	62	80	55	116
G/d	0.8	1	0.7	1.5
% G	38.8	50	34.4	72.5

Ev= Evaluación; VG = Velocidad de germinación; % G = Porcentaje de Germinación.

Fuente: Elaboración propia.

b. Porcentaje de germinación

En la variable de germinación se puede observar que a partir del día 8 se evidencia una diferencia significativa (Tabla 6); de acuerdo a la figura 21 indica que el T2 ha reportado el mejor promedio desde la primera hasta la cuarta evaluación(0 a 32 días) (8=7.0, 16=11.5, 24=12.5 y 32=15.0), luego el T4 ha tenido mejor promedio teniendo así que en la última evaluación registró 29

plantas en promedio (**Figura 22**); por otro lado el T3 registró el promedio más bajo en toda las evaluaciones realizadas.

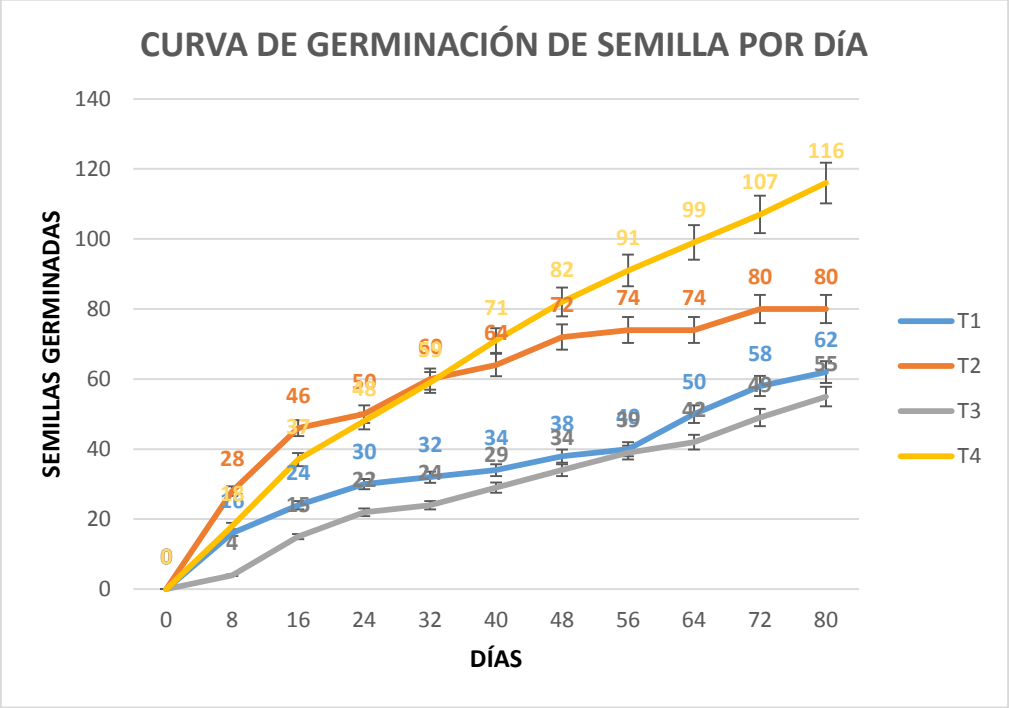


Figura 21. Curva de germinación de semilla por día.

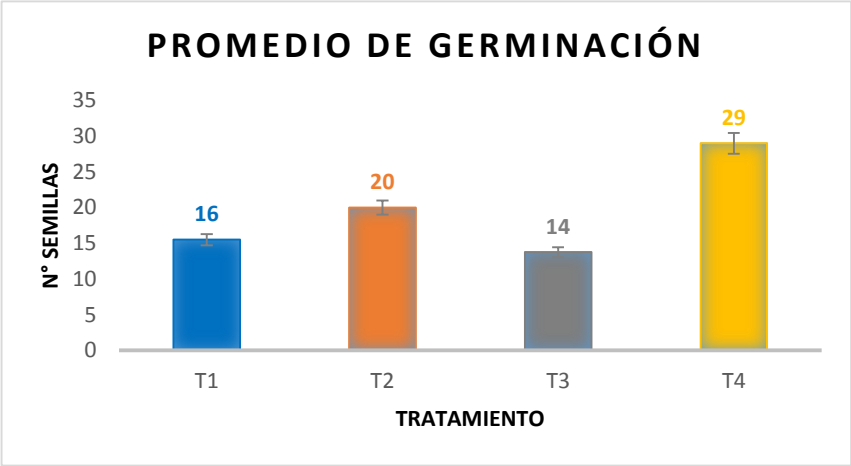


Figura 22. Promedio de semillas germinadas por tratamiento en 80 días.

Tabla 6.

Cuadro resumen de análisis ANOVA para la variable germinación de las 11 evaluaciones.

	0	**8**	**16**	**24**	**32**	**40**	**48**	**56**	**64**	**72**	**80**
	P = sd	**P = 0.1**	**P = 0.11**	**P = 0.13**	**P = 0.10**	**P = 0.06**	**P = 0.03**	**P = 0.04**	**P = 0.05**	**P = 0.06**	**P = 0.05**
	F = sd	**F = 0.32**	**F = 3.25**	**F = 3.25**	**F = 3.25**	**F = 3.25**	**F = 3.25**	**F = 3.25**	**F = 3.25**	**F = 3.25**	**F = 3.25**
T1	0.00±0.00ns	4.0±2.71b	6.00±2.16ab	7.50±2.50b	8.0±2.58b	8.5±2.75b	9.5±2.63abc	10.0±2.94b	12.5±2.75b	14.5±2.50b	15.5±2.06b
T2	0.00±0.00ns	7.0±1.29a	11.5±2.99a	12.5±2.63a	15.0±3.87a	16.0±3.74a	18.0±3.74ab	18.5±4.19a	18.5±4.19a	20.0±4.24a	20.0±4.24a
T3	0.00±0.00ns	1.0±0.41b	3.75±0.25b	5.5±0.50b	6.0±0.71b	7.25±0.75b	8.5±1.04bc	9.75±1.18ab	10.5±1.66b	12.25±1.65b	13.75±1.75b
T4	0.00±0.00ns	4.5±0.65b	9.25±2.29ab	12.0±2.71a	14.75±3.15a	17.75±3.57a	20.5±3.59a	22.75±4.11a	24.75±4.53a	26.75±4.82a	29.0±5.32a

* ns=no existe diferencia significativa según la prueba de Tukey ($p \leq 0,06$).

Fuente: Elaboración propia.

c. Altura de la plántula

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 7 se evidencia diferencia estadística significativa entre el T4 respecto al T1 y T2, dando a entender que todo los tratamientos no tienen un comportamiento similar respecto a la variable altura, también se evidencia que existe diferencia numérica donde el T4 reportó el mayor promedio de altura de la plántula con 2.1 cm (**Figura 23**).

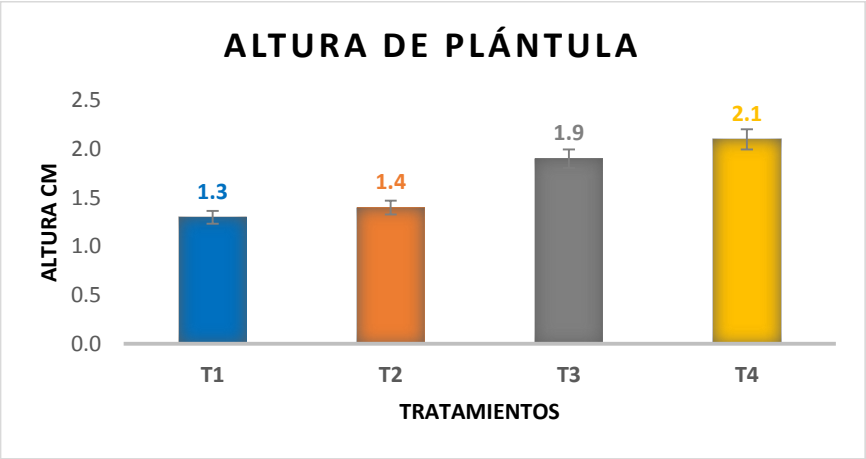


Figura 23. Promedio de altura de plántula por tratamiento.

d. Número de hojas

Se observa que de acuerdo a la tabla 7 que en el variable número de hojas no existe diferencia estadística significativa, sin embargo, se evidencia que hay una diferencia numérica en el tratamiento de T4 que registró el mayor número de hojas en promedio con 3.6 hojas (**Figura 24**).

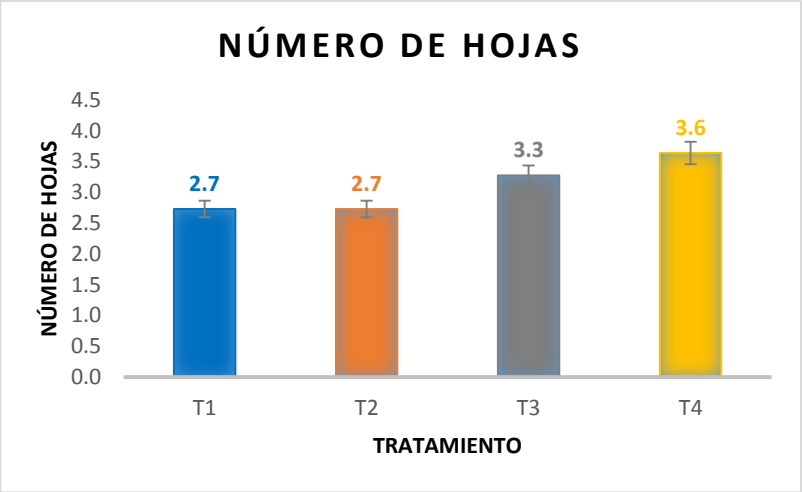


Figura 24. Promedio de número de hojas por tratamiento.

e. Peso fresco de la plántula (gr)

Respecto a esta variable no se observó diferencia estadística significativa; pero se puede observar que numéricamente los T3 y T4 tienen el mayor promedio con 0.004 gr.

f. Peso seco de la plántula (gr)

En la tabla 10 se observa que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, pero se puede observar que numéricamente los T3 y T4 registraron el mayor promedio con 0.0012 gr.

Tabla 7.

Cuadro resumen de análisis ANOVA de los parámetros evaluados con cuatro tratamientos

Tratamientos	HP	NH	PF	PS
	F=2.7 P=0.002	F=2.7 P=0.1	F=2.676 P=0.005	F=2.676 P=0.005
T1	1.3±0.66a	2.7±1.038ns	0.003±0.001ns	0.0010±0.0003ns
T2	1.4±0.68a	2.7±1.034ns	0.003±0.001ns	0.0010±0.0003ns
T3	1.9±0.60ab	3.3±1.038ns	0.004±0.001ns	0.0012±0.0002ns
T4	2.1±0.67b	3.6±0.961ns	0.004±0.001ns	0.0013±0.0002ns

* ns = no existe diferencia significativa según la prueba de Tukey (p≤0,06).

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

Barrutia et al., (2020) en su investigación señalan que las semillas de *C. sp.*, pueden germinar manteniendo las mismas condiciones (temperatura y humedad) que el hábitat, mientras que en este trabajo de investigación queda demostrado que a una temperatura y humedad relativa diferentes al de su hábitat se puede lograr la germinación de *Cinchona sp.*

Los resultados sobre la evaluación de la velocidad y porcentaje de germinación que son favorables en cuanto al T4, frente a los demás tratamientos todas a los 80 días de germinación, podría deberse a las condiciones ambientales constantes del domo geodésico, como también a la aplicación del nitrato de potasio (KNO3) coincidiendo con Zanon et al., (2020) y Gallina et al., (2017) quienes plantean que a condiciones de temperaturas entre los 25°C – 30°C y la aplicación de KNO3 las semillas lograron romper el periodo de dormancia en un tiempo menor y que el uso de niveles de luz adecuado ayudan en la germinación y regeneración de especies nativas respectivamente.

Teniendo en cuenta los parámetros agronómicos evaluados (velocidad y porcentaje de germinación) se puede evidenciar mejores resultados en los tratamientos T4 y T2 a diferencia de los tratamientos T3 y T1; podría deberse a la influencia de la concentración del KNO3 aplicado en las semillas, coincidiendo con Gashi et al., (2012) quien obtuvo mejores resultados de germinación con la aplicación de 1000 ppm KNO3

Pese a las diferencias evidenciadas de los resultados obtenidos de cada uno de los tratamientos realizados en el domo geodésico, no existe diferencia estadística significativa entre los resultados de la evaluación de los parámetros NH, PF y PS; sin embargo, el sistema tipo domo geodésico con energía fotovoltaica en la germinación de semilla de *Cinchona sp*., es eficiente tomando en cuenta los resultados obtenidos.

Pese a que no hay diferencia estadística significativa en cuanto a algunos de los parámetros agronómicos evaluados (NH, PF y PS) el tratamiento T4 tiene el mejor promedio en: HP con 2.1 cm, NH con 3.6 hojas y PS con 0.0013 gr.

V. CONCLUSIONES

Se caracterizó el sistema tipo domo geodésico con energía fotovoltaica en la germinación de semilla de Quina (*Cinchona sp.*), como un sistema que posee condiciones climatológicas diferentes a las de su entorno, debido a que los componentes que lo conforman interactúan entre sí, de forma directamente proporcional, para obtener los resultados esperados respecto del aumento en el porcentaje y velocidad de germinación. Sin embargo; el referido sistema resulta costoso debido a la infraestructura de metal y el sistema eléctrico fotovoltaico que posee, lo que podría compensarse al reemplazar los materiales con otros menos costosos.

Respecto a los parámetros agronómicos evaluados en el sistema tipo domo geodésico los mejores resultados se obtuvieron en el T4 con 72.5 %G, 2.1 cm HP y 3.6 NP. En peso fresco se tiene que los tratamientos T3 Y T4 obtienen los mejores resultados con 0.004 gr en promedio.

El sistema tipo domo geodésico con energía fotovoltaica en la germinación de semilla de Quina (*Cinchona sp.*) es eficiente ya que en el tratamiento T4 se obtuvieron 1.5 semillas germinadas/día en promedio, 72.5 % de semillas germinadas, 2.1 cm altura de la planta, resultados que evidencian la eficiencia en la germinación de semillas de *Cinchona sp.*

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Andersson, L. (1998). A revision of the genus Cinchona (Rubiaceae-Cinchoneae). Memoirs of New York Botanical Garden 80, 1–75. https://ci.nii.ac.jp/ncid/BA78090694.amp?l=en

Barrutia, R. R. R., Barreto, I. B., & Velásquez, T. D. M. (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. http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/488

Bubb, P., May, I., Miles, L., Sayer, J. (2004). Cloud Forest Agenda. UNEP-WCMC. Cambridge, UK. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8395/-Cloud%20Forest%20Agenda-20043640.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Buddenhagen, C., Renteria, J., Gardener, M., Wilkinson, S., Soria, M., Yanez, P., Tye, A. & Valle, R. (2004). Control of a highly invasive tree Cinchona, in Galápagos. Weed technonolgy, 18, 1194–1202. https://www.cabi.org/isc/abstract/20053039197

Caraguay-Yaguana, K. A., Eras-guaman, V. H., Gonzalez-Zaruma, D., Minchala- Patiño, J., Yaguana-Arévalo, M., & Valarezo-Ortega, C. (2016). Reproductive potential and seed quality analysis of Cinchona officinalis L., from forest relicts in the Province of Loja – Ecuador. Investigación Altoandina, 18(3), 271-280. http://revistas.unap.edu.pe/rianew/index.php/ria/article/view/216

Cómo hacer un domo o cúpula geodésica en el jardín de casa | OVACEN. (s. f.). Recuperado 28 de mayo de 2022, de https://ovacen.com/domo-cupula-geodesica/

Concha, D. (2015). Procedimiento Operacional Desinfección mediante hipoclorito de sodio de material contaminado con residuos biológicos. 1-4. http://www2.udec.cl/matpel/wmat/wp-content/uploads/PO-03-00-Procedimiento-Operacional-desinfecci%C3%B3n-con-hipoclorito-de-sodio-de-material-contaminado-con-residuos-Biologicos.pdf

Fernández, S. (2001). Investigación: Determinación del tamaño muestral 1/1. Estad Inferencia, 5, 1-6. https://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/tamano_muestral.pdf.

Flores, P., Poggi, D., Garcia, S., Catraro, M., & Gariglio, N. (2017)., ruptura de la dormición y exigencias de luz para la germinación de semillas de Juglans nigra. FAVE Sección Ciencias Agrarias, 16(2), 33-46. https://doi.org/10.14409/fa.v16i2.7018.

Gallina-Gómez, H. S., Ruiz-Sánchez, E., Ambriz-Parra, E., & Alvarado-López, C. J. (2017). Efecto de la luz y micorrizas en la germinación de semillas de árboles de selvas secas. Madera Bosques, 23(3), 29-37. https://doi.org/10.21829/myb.2017.2331531.

Gashi, B., Abdullai, K., Mata, V., & Kongjika, E. (2012). Effect of gibberellic acid and 44 potassium nitrate on seed germination of the resurrection plants Ramonda serbica and Ramonda nathaliae. African Journal of Biotechnology, 11(20), 4537-4542. https://doi.org/10.4314/ajb.v11i20.

Gentry A. H. (1995). Patterns of Diversity and Floristic Composition in Neotropical Montane Forests. The New York botanical Garden, 667.Aravena Arriata, D., & Vásquez Parra, H. (2015). Diseño Dinamico y Estructural de una Medialuna Cubierta Para Training. http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1454/1/Aravena_Arratia_Diego.pdf

González-Zertuche, L., y Orozco-Segovia, A. (2017). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: Manfreda brachystachya. Botanical Sciences, 30(58), 15. https://doi.org/10.17129/botsci.1484

Gutiérrez Sofía. (2001). Trabajo Práctico No 8 Esterilización por Calor Húmedo. 5. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/10_Este rilización_por_calor_húmedo.pdf

Huamán, L., Albán, J., & Chilquillo, E. (2019). Aspectos Taxonómicos y Avances en el Conocimiento del Estado Actual del Árbol de la Quina (Cinchona officinalis L .) en el Norte de Perú. 18(2). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21704/rea.v18i2.1333

IIAP. (2010). Propuesta de Zonificación Ecológica e Económica Del Departamento de Amazonas. IIAP, 1-190.

http://www.regionamazonas.gob.pe/sicre/documentos/archivos/2_ZEE_Amazonas_2007.pdf

ISTA. (2016). Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas. International Rules for Seed Testing, 2016(1), 1-384. https://doi.org/10.15258/istarules.2016.f 45

Larreátegui Romero, D., & Lafuente Cevallos, L. (2013). Revisión Histórica Médica: El árbol de quina, 400 años de su descubrimirnto en el Ecuador. Metro Ciencia, 21(1), 1-8. https://docs.bvsalud.org/biblioref/ecuador/2013/equ6708/equ-%206708%20142.pdf.

Lima, N., & Moreno, J. (2018). Propagación in vitro de Cinchona officinalis L a partir de semillas In vitro propagation of Cinchona officinalis L from seeds Nelson. Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research, 20(2), 169-178. https://core.ac.uk/download/pdf/323352702.pdf

Nair, K. P. P. (2010). Cinchona (Cinchona sp.). The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World, 111-129. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384677-8.00004-7.

Perez Ocampo, J. (2021). Diversidad y Distribución de las Quinas (Cinchona, Rubiaceae) Usando DNA BARCODING para (Cinchona, Rubiaceae) [Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza]. http://repositorio.unrtm.edu.pe/handle/UNTRM/2329.

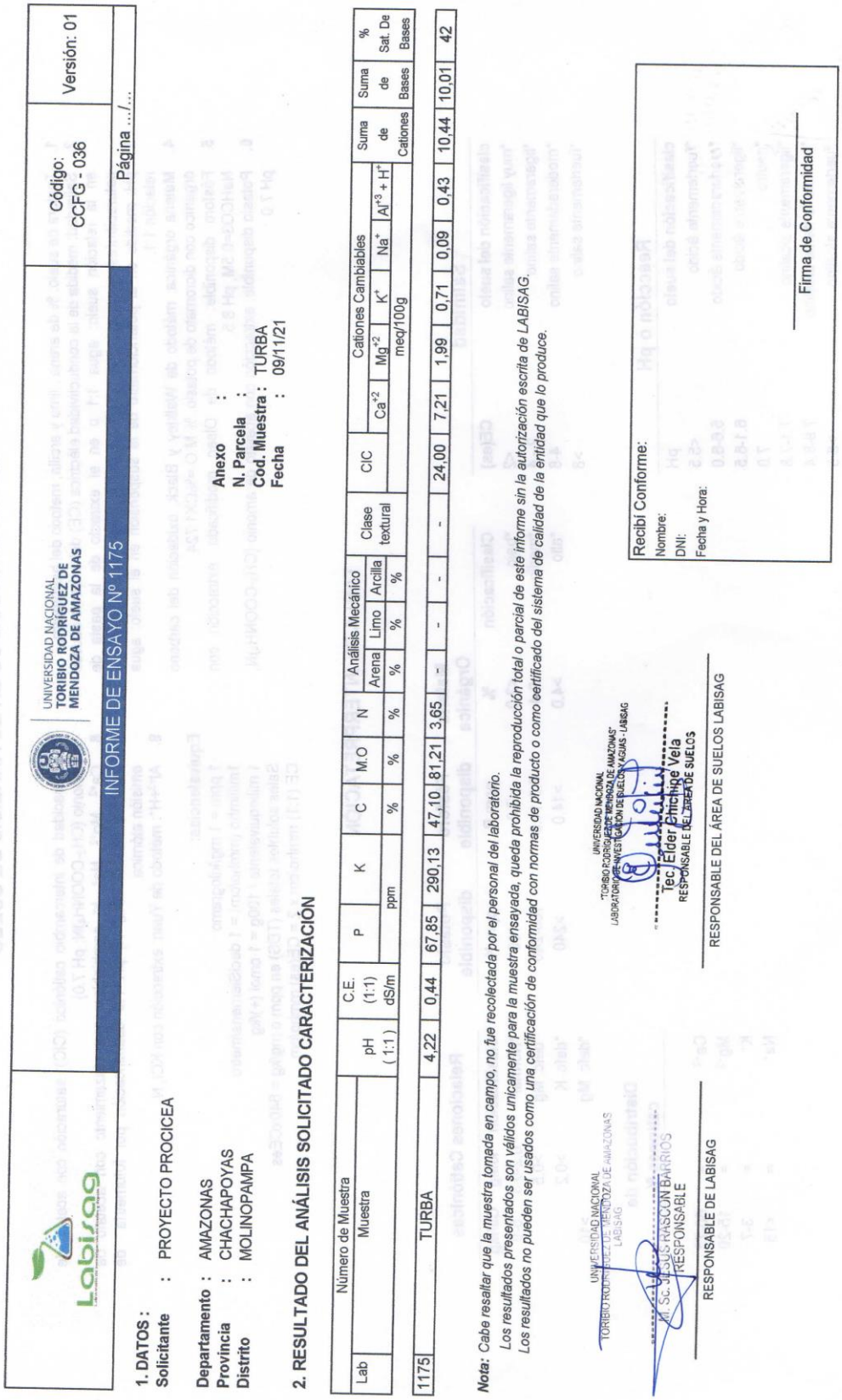
Saldaña Villacorta, L., & Mujica Yépez, A. (2020). Diseño y construcción de un domo geodésico de frecuencia 3, una experiencia de enseñanza y construcción con participación de la comunidad. P&A. Pedagogía y Arquitectura, 5, 89-100. https://doi.org/10.31381/pedagogiaarquitectura.v0i5.3291.

Smith, J., & Schwartz, J. (2015). La deforestación en el perú. WWF Perú. https://www.academia.edu/download/41277041/la_deforestacion_en_el_peru.pdf

Suáres Torres, J. A. (2018). Caracterización de las semillas de Cinchona capuli L. Andersson y C. lancifolia Mutis y el efecto de las rizobacterias promotoras del crecimiento en la germinación y la formación de plántulas. Medicina, 1-92. https://core.ac.uk/download/pdf/323352702.pdf

Zanon, M. E., Mazzini-Guedes, R. B., Ferraz, M. V., Bezerra, A. K. D., Muniz, A. C. C., & Pivetta, K. F. L. (2020). Temperature, potassium nitrate, substrate, and harvesting time on the germination of zoysia grass seeds. Ornamental Horticulture, 26(1), 51-56. https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i1.2043

ANEXOS



Labisag

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

Código: CCFG - 036 | Versión: 01

INFORME DE ENSAYO Nº 1175

Página .../...

1. DATOS :

Solicitante : PROYECTO PROCICEA

Departamento : AMAZONAS
Provincia : CHACHAPOYAS
Distrito : MOLINOPAMPA

Anexo :
N. Parcela :
Cod. Muestra : TURBA
Fecha : 09/11/21

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Número de Muestra		pH	C.E.	P	K	C	M.O	N	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables				Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Muestra	(1:1)	(1:1) dS/m	ppm		%	%	%	Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	$Al^{+3} + H^{+}$		
														meq/100g						
1175	TURBA	4,22	0,44	67,85	290,13	47,10	81,21	3,65	-	-	-	-	24,00	7,21	1,99	0,71	0,09	0,43	10,44	10,01	42

Nota: *Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.*
Los resultados presentados son válidos unicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG
M. Sc. JESUS RASCON BARRIOS
RESPONSABLE
RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL "TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS" LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS - LABISAG
Tec. Elder Pinchiche Vela
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibí Conforme:
Nombre:
DNI:
Fecha y Hora:
Firma de Conformidad

Calle Higos Urco Nº 342-350-356 - Calle Universitaria Nº 304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe

Figura 25. Análisis de caracterización de la turba.

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

FICA
FACULTAD DE INGENIERIA Y
CIENCIA AGRARIA

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud del Sr. Julio Florida García, se proporciona la identidad del espécimen indicado, con la sigla consignada.

La información proporcionada por el solicitante sobre las muestras es:

Lugar de colección	:	San Jerónimo
Distrito	:	San Jerónimo
Provincia	:	Luya
Región	:	Amazonas
Altitud	:	2671.8 m s.n.m
Coordenadas	:	829594 9335348
Colector	:	Julio Florida García

N° COL	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
JFG0001	***Cinchona micrantha*** Ruiz & Pav.	RUBIACEAE

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
Laboratorio de Dendrología y Herbario (KUELAP)

Determinador: **Elí Pariente Mondragón, Ing.For. M.Sc.**
Profesor Contratado Dpto. Agronomía, Agroindustrial y Forestal
Director del Laboratorio de Dendrología y Herbario UNTRM (KUELAP).

Chachapoyas, 22 de diciembre de 2021

Herbario KUELAP, Institución Científica Nacional Depositaria de Material Biológico (ICNDMB), Código de Autorización N° AUT-ICND-2020-001 http://sniffs.serfor.gob.pe/estadistica/es/tableros/registros-nacionales/instituciones-cientificas-nacionales-depositarias-de-material-biologico

Calle Higos Urco N° 342 – 350 – 356, Campus Universitario, Chachapoyas, Amazonas, Perú
www.untrm.edu.pe

Figura 26. Constancia de determinación botánica UNTRM – A

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
LABORATORIO DE DENDROLOGÍA Y HERBARIO

"Año del Fortalecimiento de la Soberania Nacional"

CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud del señor **Julio Florida García**, se proporciona la identidad del espécimen indicado.

La información proporcionada por el depositante sobre la muestra es:

Zona de colección : C.C. San Jerónimo, Distrito San Jerónimo
Provincia : Luya
Región : Amazonas
Colector : Julio Florida García. 26 de sept. 2021

N° COL	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
JFG001	***Cinchona micrantha*** R. et P.	Cascarilla	RUBIACEAE

Determinado por:

Carlos Reynel Rodríguez Ph.D.
Profesor Principal, Dpto. Académico de Manejo Forestal
Director del Laboratorio de Dendrología y
Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales

La Molina, 13 de enero 2022

Av. La Molina s/n La Molina , Lima, Perú Telf.: (511) 614 7145 / (511) 614 7800 anexo 244 cel.: 51 943 750564
herbariofcf@lamolina.edu.pe www.lamolina.edu.pe/facultad/forestales

Figura 27. Constancia de determinación botánica UNALM.

Tabla 8.

Datos condiciones ambientales.

		DATOS DE ESTACIÓN		DATOS DEL DOMO	
FECHA	**HORA**	**T. °C**	**H. R. %**	**T. °C**	**H. R. %**
28/09/2021	10:00	19.9	55	28.8	57.5
	11:00	21.0	47.5	28.6	56.3
	12:00	20.7	52.5	28.7	55.8
	13:00	18.5	62	29.1	54.8
	14:00	19.4	61	29.3	52.8
	15:00	20.6	54	29.2	51.4
	16:00	20.6	52.3	29.1	50.2
	17:00	18.9	56.8	29.1	48.7
	18:00	17.5	59.5	29	48.2
	19:00	16.1	66.3	29	48.2
	20:00	15.2	71.3	28.9	48.6
	21:00	14.3	78	28.9	49.3
	22:00	13.5	79.3	28.9	50.1
	23:00	12.8	81.3	29	50.7
29/09/2021	00:00	12.5	84.3	29	51.3
	01:00	12.2	83.8	29	51.7
	02:00	11.4	85.3	29	51.9
	03:00	11.1	87	29	52.2
	04:00	11.1	88.5	29	52.5
	05:00	10.8	88	29	52.8
	06:00	10.8	87	29	53.1
	07:00	10.9	85	29	53.4
	08:00	14.5	78.5	29	53.7
	09:00	17.1	71.5	29	54.1
	10:00	19.2	63.5	28.9	55.1
	11:00	21.0	49	28.9	56
	12:00	21.6	47.5	28.9	56.2
	13:00	22	45.8	28.5	53.9
	14:00	18.6	61	27.5	49.8
	15:00	14	81	27.6	47.1

T. °C=Temperatura; H. R. %=Humedad Relativa.
Fuente: Elaboración propia

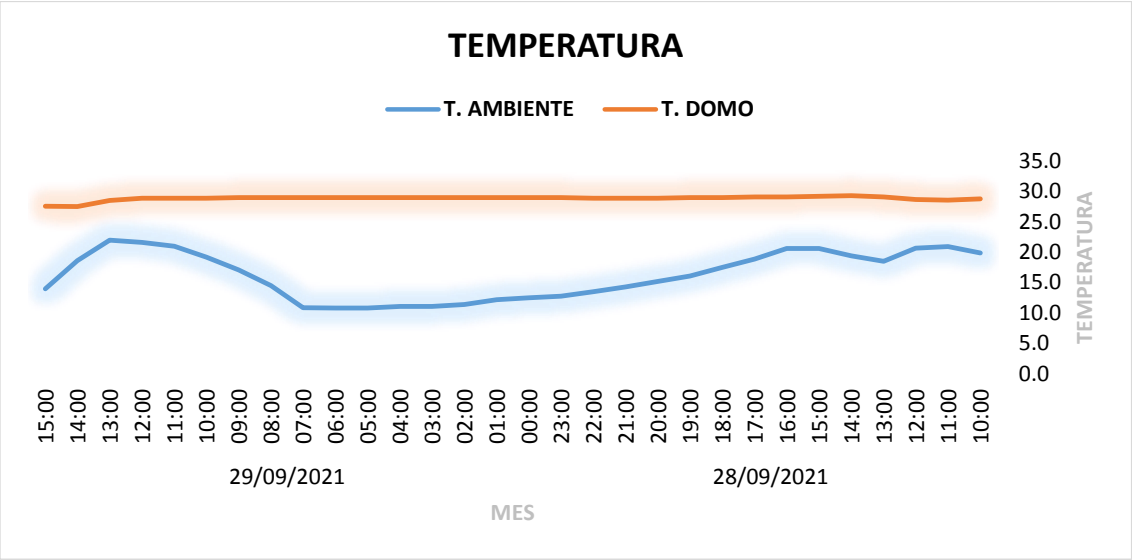


Figura 28. Temperatura ambiente vs temperatura del domo geodésico.

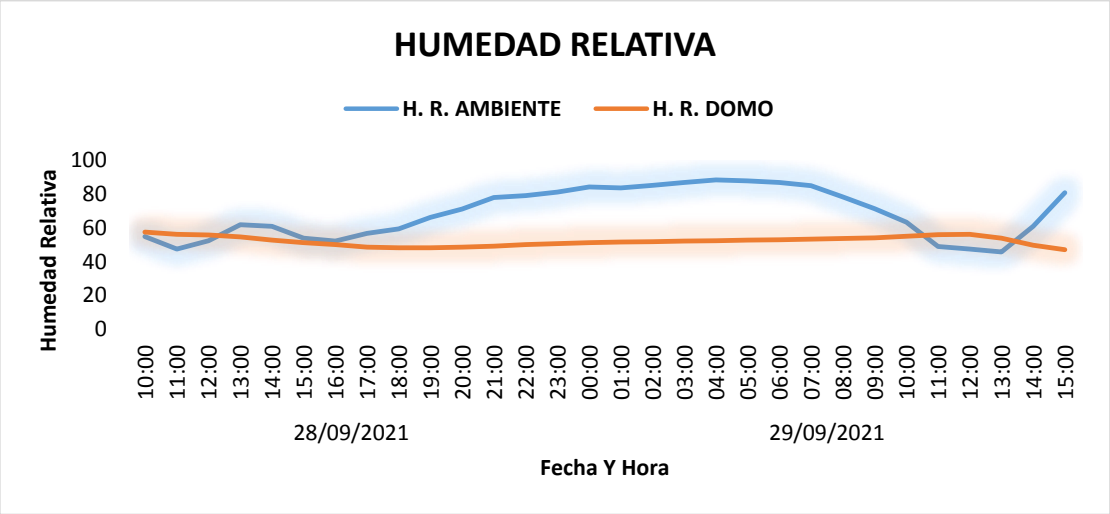


Figura 29. Humedad relativa del ambiente vs humedad relativa del domo geodésico.

Tabla 9.

Datos de germinación.

T	R	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
T1	R1	0	2	6	8	10	12	14	16	18	20	20
	R2	0	2	4	6	6	6	6	6	10	14	16
	R3	0	0	2	2	2	2	4	4	6	8	10
	R4	0	12	12	14	14	14	14	14	16	16	16
T2	R1	0	8	10	12	14	16	18	18	18	18	18
	R2	0	10	20	20	26	26	28	30	30	32	32
	R3	0	4	10	10	12	14	16	16	16	18	18
	R4	0	6	6	8	8	8	10	10	10	12	12
T3	R1	0	1	3	6	7	9	11	13	15	17	18
	R2	0	2	4	6	7	8	9	10	11	12	15
	R3	0	0	4	6	6	6	6	8	8	10	12
	R4	0	1	4	4	4	6	8	8	8	10	10
T4	R1	0	4	6	8	10	12	14	14	16	17	18
	R2	0	3	8	10	12	14	16	18	18	20	22
	R3	0	6	16	20	24	28	30	32	34	36	36
	R4	0	5	7	10	13	17	22	27	31	34	40

T = Tratamiento; R= Repetición.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.
Datos de los parámetros agronómicos.

T	P	PARÁMETROS AGRONÓMICOS			
		HP	NH	PF	PS
T1	P1	0.5	2	0.0021	0.0006
	P2	1	2	0.0029	0.0009
	P3	0.8	2	0.0025	0.0008
	P4	0.6	2	0.0021	0.0006
	P5	1.3	2	0.0032	0.0011
	P6	1.8	4	0.0041	0.0012
	P7	2.2	4	0.0043	0.0013
	P8	1.7	4	0.004	0.0012
	P9	1.5	2	0.0039	0.0011
	P10	1	2	0.0029	0.0009
	P11	2	4	0.0042	0.0012
T2	P1	2.2	4	0.0043	0.0013
	P2	1.4	2	0.0039	0.0011
	P3	1.1	2	0.0031	0.0009
	P4	2	4	0.0042	0.0012
	P5	0.9	2	0.0025	0.0008
	P6	0.5	2	0.0021	0.0006

	P7	1.3	2	0.0032	0.0011
	P8	1	2	0.0029	0.0009
	P9	2	4	0.0042	0.0012
	P10	1.7	4	0.004	0.0012
	P11	1.1	2	0.0029	0.0009
T3	P1	2	4	0.0042	0.0012
	P2	2.2	4	0.0043	0.0013
	P3	1.8	4	0.004	0.0012
	P4	0.8	2	0.0025	0.0008
	P5	2	4	0.0042	0.0012
	P6	2.1	4	0.0042	0.0012
	P7	2.5	4	0.0046	0.0013
	P8	2.8	4	0.0052	0.0016
	P9	1.3	2	0.0032	0.0011
	P10	2	2	0.0042	0.0012
	P11	1.5	2	0.0039	0.0011
T4	P1	2.5	4	0.0046	0.0013
	P2	2.8	4	0.0052	0.0016
	P3	2	4	0.0042	0.0012
	P4	2.3	4	0.0043	0.0013
	P5	1.8	4	0.004	0.0012
	P6	1.5	2	0.0039	0.0011
	P7	1.7	4	0.004	0.0012
	P8	2.1	4	0.0042	0.0012
	P9	2.3	4	0.0043	0.0013
	P10	1.3	2	0.0032	0.0011
	P11	3	4	0.0056	0.0017

T=Tratamiento, P=planta, HP=Altura de plántula, NH=Numero de hojas, PF=Peso fresco, PS=Peso seco, gr=gramos

Fuente: Elaboración propia.

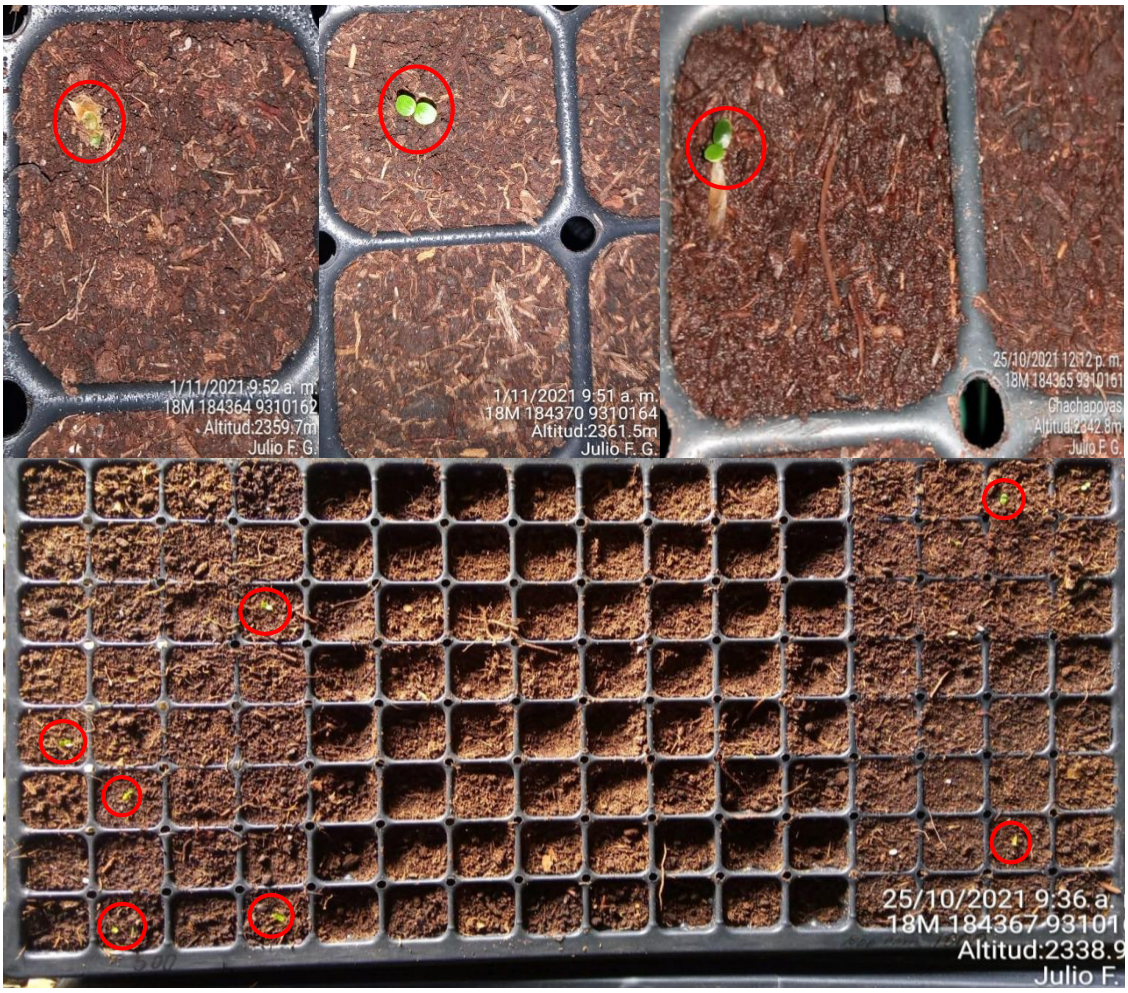


Figura 30: Semillas germinadas