



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE LA CASCARILLA
(*Cinchona officinalis* L.), CON FINES DE POTENCIAL
REPRODUCTIVO EN EL VIVERO CATIGLATA DEL CONSEJO
PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

JEREZ BASTIDAS EDWIN ABEL

RIOBAMBA-ECUADOR

2017

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado **“PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE LA CASCARILLA (*Cinchona officinalis* L.), CON FINES DE POTENCIAL REPRODUCTIVO EN EL VIVERO CATIGLATA DEL CONSEJO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.”** de responsabilidad del señor Edwin Abel Jerez Bastidas, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

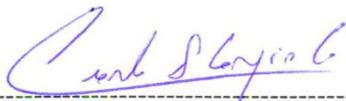


Ing. Wilson Anselmo Yáñez García

DIRECTOR

Fecha: _____

31/Junio/2017



Ing. Carlos Francisco Carpio Coba

ASESOR

Fecha: _____

31 de julio de 2017

RIOBAMBA-ECUADOR

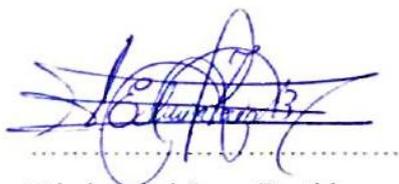
2017

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edwin Abel Jerez Bastidas, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 28 de Julio del 2017



Edwin Abel Jerez Bastidas
C.I. 1804171237

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual del autor y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH

DEDICATORIA

Con todo mi amor a mis padres Gonzalo Abel Jerez y Sofía Isabel Bastidas; y a mis tíos Macelo Iván Jerez y Silvia Alexandra Tovar a quienes admiro y agradezco el apoyo y confianza que depositaron en mí haciendo posible la culminación de mi educación superior.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme vida y todas sus bondades, por estar junto a mí cada instante y cuidarme con su amor divino, ¡Gracias por darme siempre esta oportunidad!

A mis abuelitos Víctor Gonzalo Jerez y María Irene Cevallos, que por el hecho de existir siempre perdurará sus sabios consejos y conocimiento que de ellos he logrado ver.

A mis padres Gonzalo Abel Jerez y Sofía Isabel Bastidas, por su sacrificio, consejos y amor, ejemplo de trabajo, esfuerzo, moral e inteligencia. Gracias, mil gracias a estos dos seres que con ejemplo me han enseñado valores y demostrado que el amor de padres es el más noble y desinteresado de los amores.

A mis tíos Marcelo Iván Jerez y Silvia Alexandra Tovar, por sus consejos y amor, ejemplo de trabajo, esfuerzo, moral e inteligencia. Gracias, mil gracias a estos dos seres que con ejemplo me han enseñado valores y demostrado que han sido como mis segundos padres siendo muy nobles por ser como son.

A mis hermanos y mis primos por su ayuda, por ser mi compañía y los amigos con los que siempre podré contar.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), por prestarme sus aulas y maestros que durante 6 años me guiaron, instruyeron y transmitieron sus conocimientos.

Al tribunal de mi trabajo de titulación Ing. Wilson Yáñez e Ing. Carlos Carpio por su dirigencia y asesoría en la elaboración del presente trabajo.

Al Honorable Consejo Provincial De Tungurahua por la apertura brindada para realizar la presente investigación.

Mil Gracias!!!

ÍNDICE

Contenidos

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE CUADROS.....	ii
LISTA DE ANEXOS.....	iii
I. PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE LA CASCARILLA (<i>Cinchona officinalis</i> L.), CON FINES DE POTENCIAL REPRODUCTIVO EN EL VIVERO CATIGLATA DEL CONSEJO PROVINCIAL DE TUNGURAGUA.....	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. JUSTIFICACIÓN	4
B. OBJETIVOS	5
1. General	5
2. Específicos	5
C. HIPÓTESIS	5
1. Hipótesis Nula.....	5
2. Hipótesis Alternante	5
III. REVISIÓN DE LITERATURA	6
A. ESPECIES FORESTALES NATIVAS	6
1. Importancia de las Especies Forestales Nativas.	6
B. DESCRIPCION DE LA ESPECIE EN ESTUDIO.....	7
1. Generalidades del género <i>Cinchona</i>	7
2. Clasificación Botánica	8
3. Descripción Botánica.....	8
4. Fenología	9

5. Importancia Ecológica	9
6. Reproduccion de la Especie	10
7. Usos de la Especie	10
8. Ubicación Geográfica de la Especie en el Ecuador	10
C. PROPAGACIÓN SEXUAL O POR SEMILLAS	11
1. Semillas Forestales.....	12
2. La Semilla	12
3. Características de una buena Semilla.....	12
4. Clases de Semilla	14
5. Tratamientos de la Semilla	15
6. Tratamientos físico.....	16
7. Tratamientos mecánico	16
D. PROPAGACIÓN VEGETATIVA O ASEXUAL.....	16
1. Propagación Asexual por Estacas	17
2. Características de las Estacas.....	18
3. Factores que Afectan el Enraizamiento de las Estacas	18
4. Recolección de las Estacas.	20
5. Desinfección de Estacas.....	20
6. Reguladores de Crecimiento	20
E. MICORRIZAS	21
1. Clasificación Morfológica de Micorrizas	22
IV. MATERIALES Y METODOS.....	24
A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	24
1. Localización	24
2. Ubicación Geográfica	26

3. Condiciones climatológicas	26
4. Clasificación ecológica	27
B. MATERIALES	27
1. Material de campo	27
2. Material experimental	27
3. Material de oficina	27
V. METODOLOGÍA	28
A. PROPAGACIÓN SEXUAL POR SEMILLAS	28
1. Obtención y selección de la Semilla	28
2. Desinfección de la Semilla	29
3. Preparación del Sustrato	30
4. Siembra	33
5. Cuidados culturales bajo el invernadero	33
6. Registro de datos e información del ensayo establecido	34
7. Diseño experimental	35
B. PROPAGACIÓN ASEXUAL POR ESTACAS	38
1. Selección de los árboles plus	38
2. Obtención de las estacas	39
3. Tratamiento de las estacas	40
4. Desinfección de las estacas	41
5. Aplicación de las hormonas enraizantes	41
6. Sustrato	42
7. Plantar las estacas	42
8. Cuidados culturales bajo el invernadero	43
9. Registro de información.....	43

10. Diseño experimental	44
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
A. PROPAGACIÓN SEXUAL DE LA ESPECIE <i>Cinchona officinalis</i> L.....	46
1. Germinación de la semilla	46
2. Número de semillas germinadas	48
3. Porcentaje de germinación.....	49
4. Altura de las plántulas.....	50
B. PROPAGACIÓN ASEXUAL DE LA ESPECIE <i>Cinchona officinalis</i> L	52
1. Propagación Asexual	52
C. DIFUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN GENERADA DE LA ESPECIE <i>Cinchona officinalis</i> L.....	53
VII. CONCLUSIONES	54
VIII. RECOMENDACIONES	55
IX. RESUMEN	56
X. ABSTRACT	57
XI. BIBLIOGRAFÍA	58
XII. ANEXOS.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1. Árbol de Cascarilla (<i>Cinchona officinalis</i> L).....	7
Figura. 2. Árbol de Cascarilla (<i>Cinchona officinalis</i> L).....	8
Figura. 3. Frutos de la Cascarilla (<i>Cinchona officinalis</i> L).....	9
Figura. 4. Principales estructuras de los tipos de micorrizas.....	23
Figura. 5. Foto aérea del vivero del Consejo Provincial de Tungurahua.....	24
Figura. 6. Proceso de obtención y selección de la semilla.....	29
Figura. 7. Proceso de desinfección y secado de la semilla.....	30
Figura. 8. Componentes del Sustrato: Tierra Negra, Corteza de Pino, Cascarilla de Arroz.....	31
Figura. 9. Sustrato: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% semillas con micorriza líquida.....	31
Figura. 10. Sustrato: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% semillas con micorriza en polvo.....	32
Figura. 11. Sustrato: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% Sin Micorriza (Testigo).....	32
Figura. 12. Proceso y establecimiento de siembra de las semillas.....	33
Figura. 13. Riego a la semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	34
Figura. 14. Invernadero del Consejo Provincial de Tungurahua.....	38
Figura. 15. Selección de árboles.....	39
Figura. 16. Estacas de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	39
Figura. 17. Tratamiento de hidratación y traslado de las estacas.....	40
Figura. 18. Proceso de desinfección de las estacas.....	41
Figura. 19. Aplicación de las hormonas enraizantes: A) Estacas con Hormonagro 1; B) Estacas con PhytoRoot; C) Hormonas enraizadoras.....	41
Figura. 20. Preparación del sustrato y llenado en las fundas de polietileno.....	42

Figura. 21. Estacas sembradas en las fundas de polietileno.	42
Figura. 22. Aplicación de fertilizante foliar para estimulación de brotes y control de hongos.	43
Figura. 23. Curva de germinación acumulativa de la especie <i>Cinchona offinalis</i> L.	47
Figura. 24. Número de semillas germinadas de la especie <i>Cinchona offinalis</i> L....	48
Figura. 25. Media de la proporción de germinación de la especie <i>Cinchona offinalis</i> L.	49
Figura. 26. Porcentaje de germinación de la especie <i>Cinchona offinalis</i> L.....	50
Figura. 27. Medias de altura de la especie <i>Cinchona offinalis</i> L.....	51

LISTA DE CUADROS

Cuadro 01. Hoja de registro para evaluar la germinación de las semillas.....	35
Cuadro 02. Tratamientos del diseño experimental en estudio.....	37
Cuadro 03. Hoja de registro para evaluar el enraizamiento y la brotación de las estacas.....	43
Cuadro 04. Tratamientos del diseño experimental en estudio.....	45

LISTA DE ANEXOS

Anexo 01. Resultados de la germinación de semillas de Cascarilla o Quina <i>Cinchona officinalis</i> L.	66
Anexo 02. Cuadro resumen de los resultados de la germinación de semillas de Cascarilla o Quina <i>Cinchona officinalis</i> L,	68
Anexo 03. Resultados de la Prueba De Kruskal Wallis a la germinación de semillas de Cascarilla o Quina <i>Cinchona officinalis</i> L.....	68
Anexo 04. Resultados de la Prueba De Kruskal Wallis a la altura de la Cascarilla o Quina <i>Cinchona officinalis</i> L.....	69
Anexo 05. Imágenes de la germinación de semillas de Cascarilla o Quina <i>Cinchona officinalis</i> L.	69
Anexo 06. Imágenes de las estacas de Cascarilla o Quina <i>Cinchona officinalis</i> L., en el invernadero del Consejo Provincial De Tungurahua (Catiglata).....	70
Anexo 07. Imágenes de las estacas en pudrición de la Cascarilla o Quina <i>Cinchona officinalis</i> L., en el invernadero del Consejo Provincial De Tungurahua (Catiglata)..	71

I. PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE LA CASCARILLA (*Cinchona officinalis* L.), CON FINES DE POTENCIAL REPRODUCTIVO EN EL VIVERO CATIGLATA DEL CONSEJO PROVINCIAL DE TUNGURAGUA.

II. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país mega diverso en términos biológicos y culturales. En efecto el país está entre las diecisiete naciones que albergan más del 70% de las especies terrestres y dulceacuícolas conocidas del mundo, a pesar de abarcar menos del 0,2% de la superficie del planeta. El ubicarse en la región tropical del mundo y contar con costas bañadas por corrientes marinas cálidas y frías propician su condición de país mega diverso. Además es determinante la presencia de la cordillera de los Andes, cuyas cadenas montañosas originan diversos ecosistemas y microclimas. (Ecociencia, 2000)

El país cuenta aproximadamente con 11,5 millones de hectáreas cubiertas por bosques, lo que representa el 42% del aérea total el país. A pesar de su diversidad, presenta una de las tasas de deforestación más altas en América Latina con 1,7% anual. Las cifras estimadas indican que de las 200000 hectáreas deforestadas cada año, solo 7500 hectáreas están replantadas. (Vitalideas, 2016)

Gran parte de esta riqueza biológica se refleja en la región Sur del Ecuador, en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. (Anda, 2002).

Durante las últimas décadas se han realizado numerosos esfuerzos para detener la degradación de los suelos, sin embargo, la explotación de las especies forestales nativas presentes principalmente a la provincia de Loja, por su característica de microclima existente; está llevando a estos recursos más allá de su capacidad natural de reposición, desatando un proceso de desertificación que de no controlarse significará su pérdida irremediable.

Escasos relictos boscosos han quedado en terrenos de topografía accidentada, que hoy se encuentra protegiendo las vertientes de agua a los poblados, sin embargo árboles de especies valiosas que aún existen en estas áreas son objeto de una indiscriminada explotación, por

parte de los agricultores y muy poco o nada se hace por reponer la vegetación extinguida, mayormente por la falta de orientación en técnicas de manejo de bosques. (FAO, 2000)

La carente aplicación de políticas consistentes respecto a la conservación y al manejo de los bosques ha permitido que este importante recurso se siga perdiendo y que los bosques nativos sigan siendo afectados por una irracional explotación maderera y por procesos de colonización desordenada con la consecuente ampliación de la frontera agrícola. (MAE, 2000)

La cascarilla (*Cinchona officinalis* L.), es probablemente la planta más importante en la historia de la medicina en Ecuador y ha sido descrita por muchos como el más grande descubrimiento médico, constituyéndose en el primer fármaco-terapéutico que aportó América a la farmacopea universal (Buitrón, 1999)

A causa de una exploración no sustentable de este recurso natural, según algunos autores la extracción exagerada de estos árboles y la modificación del hábitat, han dado resultado que algunas de las especies del género en la actualidad se encuentran amenazadas y en peligro de extinción (Araméndiz, Valencia, et al., 2000)

A este género, como lo es la *Cinchona*, de la familia Rubiaceae, pertenecen las especies de la llamada comúnmente “cascarilla”; árboles que alcanzan hasta los 35 metros de altura. Son originarias de países como Ecuador y Perú, donde también se conocen con los nombres de Quina, árbol de las calenturas, corteza de Jesuitas, corteza peruana entre otros. (Anda, 2002)

El término “Kina”, significa corteza, la misma que es rugosa y parda, con manchas blancas. De esta se extrae un alcaloide llamado quina, cuyo analgésico fue un descubrimiento en la medicina moderna. Su principal función ha sido curar el paludismo, principalmente en América, Asia, África y Europa, desde la colonia hasta la actualidad. (Rodríguez, 2008).

El árbol de quina o cascarilla (*Cinchona officinalis*), nativo de la provincia de Loja – Ecuador, no ha sido utilizado para su producción comercial. Las plantaciones más recientes datan del siglo XIX, cuando la *quinina* era extraída como única solución medicinal para combatir la malaria en todo el mundo. Durante los años 1932, 1936 y 1937 Ecuador produjo

un total de 27.669; 77.110 y 74.389 kilogramos de corteza de cascarilla, respectivamente. (Cuvi, 2009).

La necesidad de combatir la malaria (paludismo), hizo que la explotación de esta planta quede casi inexistente de árboles de quina o cascarilla en todo el país especialmente en las provincias de Loja y Bolívar.

En condiciones naturales, el género *Cinchona*, presenta baja tasa de germinación y regeneración, encontrándose únicamente en lugares apartados y en pequeños grupos (Araméndiz, Valencia, et al., 2000). Este es el motivo para que *Cinchona officinalis*, este en peligro de desaparición y son consideradas como especies prioritarias de conservación y estudio.

Frente a esta problemática, amerita la necesidad de aunar esfuerzos y voluntades entre todos los sectores, instituciones públicas y privadas, gobiernos locales y regionales, para coordinar la recuperación y protección de estos recursos, a fin de garantizar una adecuada calidad de vida a las presentes y futuras generaciones. En tal virtud, dentro de este marco y con el ánimo de aportar a la recuperación de este ecosistema, se busca generar información sobre la propagación *in vivo* de *Cinchona officinalis* L., como base para ejecutar a futuro programas de reforestación con fines de conservación de dicha especie.

A. JUSTIFICACIÓN

Durante las últimas décadas los bosques nativos han sido gravemente afectados y reducidos por diversos factores entre los que se puede mencionar: la extracción de especies comercialmente importantes, la destrucción masiva del bosque para implementar sistemas de pastizales para actividades pecuarias, incendios forestales, entre otras.

Por estas razones se ha venido perdiendo muchas especies entre ellas las forestales de gran importancia, las cuales tenían buenas característica fenológicas y muy útiles como árboles semilleros por ello la indisponibilidad de material apropiado para su propagación que constituye un aspecto fundamental en el proceso de restauración de las especies nativas.

En Tungurahua y Chimborazo no existen datos sobre propagación, reproducción y la falta de un mejor conocimiento de la ecología, silvicultura y la biología reproductiva de esta especie nativa, que es la cascarilla (*Cinchona officinalis* L.) por lo que el Consejo Provincial de Tungurahua conjuntamente con el departamento de recursos hídricos y conservación ambiental, considero importante realizar esta investigación que permita conocer la divulgación de dicha especie muy importante y reconocida como en algún tiempo fue nombrada la planta nacional del Ecuador.

Por lo cual se contribuye de esta manera a la conservación y cuidado de la naturaleza.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Evaluar la propagación sexual y asexual de la Cascarilla (*Cinchona officinalis* L.), con fines de potencial reproductivo en el vivero Catiglata del Consejo Provincial de Tungurahua.

2. Objetivos específicos

- a. Evaluar dos tipos de micorriza dentro de la propagación sexual de la cascarilla (*Cinchona officinalis* L.).
- b. Probar dos tipos de hormonas de enraizamiento en la propagación asexual de la cascarilla (*Cinchona officinalis* L.).
- c. Transmitir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación de la cascarilla (*Cinchona officinalis* L.).

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis nula

- Los procedimientos de propagación sexual y asexual de la Cascarilla (*Cinchona officinalis* L.) no inciden positivamente en el tiempo de producción vegetativa y de plántulas; mejorando el porcentaje y rapidez de prendimiento y crecimiento de las mismas.

2. Hipótesis alternante

- Los procedimientos de propagación sexual y asexual de la Cascarilla (*Cinchona officinalis* L.) inciden positivamente en el tiempo de producción vegetativa y de plántulas; mejorando el porcentaje y rapidez de prendimiento y crecimiento de las mismas.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. ESPECIES FORESTALES NATIVAS

1. Importancia de las Especies Forestales Nativas.

Las plantas han jugado un papel muy importante en el desarrollo de las culturas andinas, desde que el hombre llegó a esta región hace aproximadamente 10000 años; ha utilizado los recursos vegetales como fuente de alimento, medicina, combustibles, materiales de construcción y herramientas de todo tipo, las plantas han ocupado incluso un lugar importante en su sistema de creencias y ritos. (Almeida, 2000)

El Ecuador tiene cientos de especies forestales nativas, de las cuales poco más de un centenar tienen usos conocidos, mientras el resto no se conocen o sencillamente no se usan, sea por la baja abundancia, por las costumbres del mercado, o por desconocimiento. Especies nativas, muy importantes por sus beneficios que brindan a las comunidades rurales desaparecen por acción del hombre y por desconocimiento que tiene las especies nativas; que de las cuales talan los árboles con buenas características de ser un árbol semillero; que de la misma forma se ve reducida la reproducción por falta de material vegetal. (Paredes, 1997)

La forestación con especies nativas en el ámbito nacional tiene muchas limitantes, como por ejemplo no hay investigaciones que permitan con certeza y fiabilidad, desarrollar actividades de producción y plantación de especies nativas. (Paredes, 1997)

Por lo que, es necesario conocer el comportamiento de las especies forestales nativas y su rango de distribución para someterlas a un proceso de adaptabilidad a condiciones de suelo y clima de las diferentes zonas ecológicas del país; con la finalidad de promover expectativas en programas de forestación y sustentabilidad económica y social. (Vitalideas, 2016).

B. DESCRIPCION DE LA ESPECIE EN ESTUDIO.

1. Generalidades del género Cinchona.

Las cascarillas o quinas son especies del género *Cinchona*, que se distribuyen a lo largo de la zona tropical y Ecuatorial de la cordillera de los andes, desde los 12 grados de latitud norte hasta los 20 grados de latitud sur (Anderson & Taylor, 1994).

Las plantas de *Cinchona* producen un metabolito conocido como “quinina”, que ha demostrado propiedades antimálaricas para combatir fiebres especialmente el paludismo; además; se le atribuye su uso para estimular el apetito, tonificar el organismo, para casos de estrés psíquico y físico, también para estimular el crecimiento del cabello y evitar su caída (Garmendia, 2005).

Figura. 1. Árbol de Cascarilla (*Cinchona officinalis* L)



Elaborado por: Jerez E. 2017

En los bosques de Cajanuma y Uritusinga ubicados en la provincia de Loja se explotó la cascarilla hasta el siglo XIX, debido a sus propiedades medicinales por el contenido de metabolitos secundarios (alcaloides) en su corteza (Nieto, 2000). Las poblaciones naturales de esta especie se están reduciendo principalmente por prácticas de quema en agricultura migratoria y explotación de la madera (Mejía, Manzano, et al., 2012).

2. Clasificación Botánica.

Figura. 2. Árbol de Cascarilla (*Cinchona officinalis* L)

ORDEN: RUBIALES

FAMILIA: RUBIACEAE

GÉNERO: *Cinchona*

ESPECIE: *officinales*

NOMBRE COMUN: Cascarilla,
quina o quinina.



Elaborado por: Jerez E. 2017

3. Descripción Botánica

Las *Cinchonas* son de origen Sudamericano, su hábitat son bosques andinos del Ecuador, Perú, Venezuela, Colombia y Bolivia. Esta especie se encuentra en Ecuador en los sectores de Cajanuma según Loján, (1992) y también encontramos árboles de excelentes características fenológicas, en San José de Las Palmas en la provincia de Bolívar.

En el Ecuador prosperan silvestremente y exclusivamente en los bosques densos exteriores de ambas cordilleras: occidental y oriental formando una faja altitudinal desde los 640 hasta 3200 msnm y entre los 10 °C y 23 °C, en un ambiente generalmente húmedo y lluvioso durante todo el año (Loján, 1992).

Es un árbol mediano de 16 metros de altura promedio, con un diámetro aproximado de 28 cm, su fuste es leñoso y ramificado, su corteza es de color gris y de 0,5 cm de espesor su fruto es una cápsula oblonga, de 1 a 2 cm de largo (Loján, 1992).

4. Fenología.

La floración se inicia en febrero y declina en mayo, la fructificación se inicia en abril y declina en junio; la recolección de la semilla se la puede realizar en los meses de mayo y junio (Guerrero & López, 1993). Se ha podido observar que la fenología es diferente en otros lugares.

Se produce semillas a partir de los cuatro años de edad del árbol y son dispersadas fácilmente con el viento o cuando caen al suelo directamente y el crecimiento de la nuevas plántulas es de 1 y 2 cm por año (Morinda, 2004).

Figura. 3. Frutos de la Cascarilla (*Cinchona officinalis* L)



Elaborado por: Jerez E. 2017

5. Importancia Ecológica

Cinchona officinalis L., no es una especie dominante en casi ningún bosque nublado, pero puede adoptar una gran variedad de formas diferentes incluso dentro de una misma “mancha”. Es una especie característica de los bosques nublados andinos en general, se puede decir que el género *Cinchona* es muy exigente en cuanto a las características ambientales de cada una de sus especies. Esto apoya a la explicación sobre la abundancia de endemismo que se basa en la especialización a determinados ambientes (Garmendia, 2005). Una causa de estas concentraciones de endemismo puede ser una mayor estabilidad ambiental de estas zonas. Por ello la concentración de endemismo de *Cinchona*, es exigente en cuanto a humedad atmosférica, que podía servir como indicador de presencia de “refugios pleistocénicos” zonas que se han mantenido estables a lo largo de periodos de tiempo muy largos y que por esta razón son muy sensibles a cualquier alteración.

Esta circunstancia condiciona que la conservación de estas zonas debería ser prioritaria, ya que son territorios reducidos en los que pequeñas alteraciones pueden provocar la extinción de muchas especies (Garmendia, 2005).

6. Reproducción de la Especie.

El principal agente de dispersión de las semillas es el viento y el agente polinizador son las aves; y el tipo de germinación es epigea. También se propaga por semillas y las plantas así obtenidas tienen un desarrollo muy lento (Loján, 2003).

Actualmente las poblaciones de *Cinchona* son pequeñas, encontrándose solo en lugares donde se dan condiciones específicas para la germinación y el desarrollo de las plántulas.

7. Usos de la Especie

La madera de ésta especie se utiliza para postes, puntales, vigas, leña y carbón (Loján, 1992). La corteza, que tiene aplicaciones medicinales por los compuestos metabólicos (Ulloa & Jorgensen, 2000), por tal motivo la *Cinchona* se explotó en varios países, principalmente en el Ecuador, constituyéndose en el primer fármaco – terapéutico que aportó América a la Farmacopea Universal (Estrella, 1991).

La corteza de la *Cinchona* sigue siendo usada en la actualidad para el tratamiento de la malaria como una droga terapéutica para casos severos de la enfermedad y ante cepas del plasmodio resistentes a drogas antimaláricas sintéticas (Warhurst, Kaufman, et al., 2004)

8. Ubicación Geográfica de la Especie en el Ecuador.

Conocido como un árbol o arbusto nativo de los Andes que se encuentra entre los 1000 a 3500 msnm. En el Ecuador se encuentran ampliamente distribuido en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay, Morona, Zamora Chinchipe y Loja. La especie *Cinchona officinalis* L., es una especie endémica de la región Sur del Ecuador específicamente del valle de Loja (Jorjensen & León, 1999)

C. PROPAGACIÓN SEXUAL O POR SEMILLAS.

La propagación por semillas es uno de los métodos principales de reproducción de las plantas en la naturaleza, además de ser uno de los más eficientes y más usados en la producción de plantas cultivadas. A las plantas obtenidas por semilla se les llama plántulas. La siembra de la semilla es el inicio físico de la propagación de plántulas. Esto se debe a que la semilla es el producto final de un proceso de crecimiento y desarrollo efectuado en la planta progenitora (Martínez, 2005).

El proceso de desarrollo se inicia con la fusión de los gametos masculinos y femeninos, para formar dentro del ovario de la flor, una sola célula llamada cigoto. El cigoto tiene la información genética necesaria para reproducir la planta adulta e iniciar el ciclo de plántulas en la generación siguiente (Martínez, 2005).

Algunos autores (Brisco 1990, Trujillo 1994, Añazco, 2000), afirman que la reproducción sexual de los árboles, donde la semilla es el medio principal, constituye el método más importante por cuanto se producen plantas más vigorosas, adaptables y sanas. El método según estos autores, presenta una serie de eventos de tipo biológico cuya comprensión y entendimiento permiten establecer los procedimientos a seguirse en el campo silvicultural, sobre todo en el manejo de semillas.

La reproducción sexual en los árboles aporta diversidad genética a la población, que favorece a los individuos forestales para su adaptación futura a condiciones ambientales cambiantes (Smith & Smith, 2001).

El uso de semillas es la forma más común de propagación forestal. Generalmente la propagación de plantas por medio de semillas se caracteriza por: a) permite almacenar el material reproductivo para tener disponibilidad en época apropiada, b) permite producir grandes cantidades de material plantable, c) o se requiere de personal especializado para la producción (Ocaña, 1996).

1. Semillas Forestales.

“El conocimiento de la estructura interna y externa de las semilla forestales es de primordial importancia ya que sirve de base para determinar que tratamiento y métodos deben aplicarse para su mejor germinación, siembra y obtención de plantas de óptima calidad” (Martínez, 2005).

Además de estas características intrínsecas y extrínsecas, se debe conocer otros datos relacionados con su origen, autenticidad fenología de los arboles padres, fructificación, fecha de recolección, entre otros aspectos (Martínez, 2005).

2. La Semilla

La semilla constituye la parte principal del fruto, y es la encargada de mantener y propagar la especie. (Edibosco, 1992).

Las semillas son óvulos maduros de los cuales de presentarse las condiciones oportunas nacerán nuevas plantas. (Martínez, 2005).

Es la parte de la planta que la reproduce cuando germina, toda semilla está formada por el tegumento y la almendra. (Bodero, 1980)

3. Características de una buena semilla

Edibosco, 1992, manifiesta que las principales condiciones que debe reunir una buena semilla son las siguientes:

a. Debe estar completamente madura.

La madurez de la semilla es una condición interna. Reconocida por su coloración y se logra cuando el embrión está totalmente desarrollado, encontrándose las sustancias en los

cotiledones aptas para ser asimilados, siendo este el momento más propicio para sembrarlas, obteniéndose así una mejor germinación y plantas de óptima calidad (Edibosco, 1992).

b. Tamaño adecuado y peso máximo.

El tamaño estará dentro de las dimensiones que corresponda a cada especie, teniendo en cuenta que las semillas gruesas y pesadas darán siempre origen a una planta más vigorosa, ya que al ser mayor su almendra contendrá mayor sustancias alimenticias. Por otro lado por el peso se puede distinguir la semilla fértil de la semilla vana, esta última impropia para la germinación (Edibosco, 1992).

c. Olor

No deben desprender olores picantes, su color y brillo deben ser normales en su especie (Edibosco, 1992).

d. Edad

Este aspecto es muy importante ya que está relacionada con su poder germinativo, comprobándose por medio de pruebas de germinación que a mayor tiempo de almacenamiento, la capacidad germinativa disminuye considerablemente hasta llegar a ser nula, cuando el embrión muere (Edibosco, 1992).

e. Procedencia

De acuerdo a Spier (1980) citado por Suárez, (1985). Los sistemas de recolección se pueden clasificar de la siguiente forma.

- Recolección de los frutos en pies apeados, siendo imprescindible para ello que las cortas se realicen después que los frutos hayan madurado y antes que se diseminen.
- Recolección de los frutos directamente de las ramas.

- Recolección de los frutos agitando las plantas para que los mismos caigan al suelo.
- Recolección de las acumulaciones de los frutos desprendidos de las plantas por efecto de los agentes ambientales.

Flores, et al., (1994) manifiestan que la mejor época de recolección de los frutos se realiza cuando estos han llegado a su madurez fisiológica, y luego deben ser guardados en fundas de papel o tela para facilitar su secado, no es aconsejable guardar en fundas plásticas ya que esto provoca transpiración y fermentación. Luego se la pone al sol para facilitar su secado, y posteriormente se separan las sernillas de las impurezas.

No debe proceder de árboles padres de edad muy avanzada o muy joven, puesto que estos árboles producen semillas estériles (Edibosco, 1992).

4. Clases de semillas.

Técnicamente se conocen las siguientes clases de semillas:

a. Semillas erráticas.

Las semillas erráticas son aquellas que no producen una germinación uniforme bajo ningún tratamiento y generalmente germinan a los pocos días de ser extraídas del fruto, otras después de algunas semanas e incluso meses (Álvarez, 1999).

b. Semillas latentes.

En este grupo de semillas se consideran aquellas que necesitan ser almacenadas durante algún tiempo (meses), para que el embrión complete su madurez fisiológica. Estas semillas al ser sembradas inmediatamente después de extraídas del fruto no suelen germinar (Álvarez, 1999).

c. Semillas recalcitrantes.

A diferencia de las ortodoxas, las semillas recalcitrantes no pueden ser almacenadas y tienen escasa longevidad. Las semillas son liberadas de la planta madre con un alto contenido de humedad (entre el 40 y 60% de agua sobre su peso). Así mismo, su latencia es de una

naturaleza más efímera y menos profunda, y en muchos casos no se puede asegurar que la presente (SEMARNAT, 2005).

Las semillas recalcitrantes no están condicionadas ni estructural ni fisiológicamente para resistir la desecación y el frío. Es por ello que al tratar de almacenarlas se presentan problemas como daños en la estructura celular provocados por desecación cuando su contenido de humedad se reduce por debajo del 20%; daños por congelación, provocados por la formación de cristales cuando se almacenan con altos contenidos de humedad; problemas asociados con el almacenamiento hermético en una condición húmeda, en donde hay falta de oxígeno; contaminación por hongos, bacterias y germinación durante el almacenamiento (SEMARNAT, 2005).

d. Semillas ortodoxas.

Son aquellas cuyo contenido de humedad es posible bajarlo a valores entre 5 a 10% y guardarlas a temperaturas bajo cero sin dañarlas, y por lo tanto es posible su conservación por periodos largos sin perder su poder germinativo (Muñoz, 1993).

Esta capacidad de tolerar la desecación se debe principalmente a que por el proceso normal de maduración, estas semillas van perdiendo humedad y es así que cuando son dispersadas desde el árbol, o bien cuando permanecen en él estando maduras, su contenido de humedad es bajo (Muñoz, 1993).

5. Tratamientos de la semilla.

Las semillas de algunas especies no germinan porque tienen una cubierta muy dura, y no permiten que el agua penetre en ellas, éstas no se hinchan y por lo tanto no generan la plántula. (Flores, et al., 1994).

También se puede deber a las condiciones internas del embrión, de las sustancias de reserva que hay en el interior de la semilla que imposibilita la germinación. (Suárez, 1985).

6. Tratamiento físico.

a. Inmersión en agua.

Este tratamiento es usado para facilitar la germinación de semillas con cubierta impermeable, consiste en la inmersión de semillas durante periodos y tiempos variables en agua próxima a hervir y dejar que esta se vaya enfriando. (Flores, et al., 1994).

b. Con agua caliente.

Se colocan las semillas en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77 y 100°C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento. (Patiño, et al., 1983)

7. Tratamiento mecánico.

Consiste en la eliminación de la testa en forma total o parcial, entre estos tratamientos tenemos, el rompimiento de la testa, o lijadura de la misma. Los tratamientos mencionados deben realizarse con sumo cuidado para no dañar en embrión y tejidos internos (Bodero, 1980).

D. PROPAGACIÓN VEGETATIVA O ASEXUAL

Es la reproducción empleando partes vegetativas de la planta original. Esta se puede hacer ya que toda célula vegetal contiene la información necesaria para generar una nueva planta completa, a esta propiedad se le llama “Totipotencialidad” (Martínez, 2005).

La reproducción asexual ó vegetativa es el proceso mediante el cual se multiplica o propaga un solo individuo mediante algún proceso de gemación y ello garantiza que todos los individuos resultantes son genéticamente idénticos (clon) y se minimiza el origen de tipos recombinantes. Ello se debe a que en este proceso no participan las células reproductivas, no hay unión de gametos masculinos y femeninos, no hay reducción cromosómica o meiosis,

ocurriendo sólo la mitosis, es decir la constitución genética y cualidades hereditarias son idénticas en todos los descendientes (Chamba, 2002).

La reproducción asexual se lleva a cabo en plantas cuya reproducción es exclusivamente a través de partes vegetativas, sin embargo, en este grupo se encuentran plantas que poseen órganos sexuales funcionales con capacidad de reproducirse sexualmente, pero en la práctica lo hacen asexualmente por medio de: estolones, acodos, bulbos, rizomas, tubérculos, estacas, esquejes, raíces, tallos, hijuelos, injertos, hojas o por medios artificiales de reproducción como el cultivo de tejidos etc., este es el caso de muchas especies forestales (Chamba, 2002).

En este tipo de reproducción (asexual) bajo condiciones normales, hay que destacar lo siguiente: a) No se produce reducción cromosómica, recombinación y variabilidad genética, b) Las células se reproducen por mitosis, c) Las células resultantes bajo condiciones normales poseen igual genoma y genotipo que la célula madre y d) todos los individuos resultantes poseen cualidades hereditarias iguales a los del individuo de donde provienen (Chamba, 2002).

La reproducción vegetativa o asexual se agrupa en propagación vegetativa y apomixis. La reproducción asexual por apomixis, es un sistema de reproducción, en la cual los propágulos son estructuras desarrolladas dentro de los óvulos de los ovarios y morfológicamente forman las semillas o frutos, pero sin fecundación. La meiosis característica de la reproducción sexual no ocurre o no es funcional. La oosfera contiene el número de cromosomas somáticos maternos iguales, no ocurre fusión de gametos sexuales durante la fertilización y el desarrollo del embrión es independiente, generando por lo tanto, una planta idéntica a la planta madre. Se encuentra reportada en 30 a 40 familias y en aproximadamente 300 especies de las angiospermas (Chamba, 2002).

1. Propagación asexual por estacas.

En la propagación por estacas, se corta de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja, después de lo cual esa porción se coloca en ciertas condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva,

independientemente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre. En especies que se pueden propagar con facilidad por estacas este método tiene numerosas ventajas. De unas cuantas plantas madres es posible iniciar muchas nuevas plantas en un espacio limitado (Hartmann et al., 1990).

El éxito de la reproducción por estacas se mide a través del porcentaje de enraizamiento logrando, lo que indica la satisfactoria reproducción de la planta; es decir, la obtención de un nuevo individuo a partir de un segmento de la planta madre (Rodríguez & Nieto, 2002; citado por Arboleda, 2007).

2. Características de la Estacas

Las estacas deben provenir de árboles sanos debidamente seleccionados, ser recolectadas en días sombreados y envueltas con papel periódico para evitar su deshidratación al momento de su traslado, el corte debe ser en forma de bisel, en sentido contrario a la yema a una separación de uno a dos centímetros, las dimensiones de las estacas deben estar comprendidas entre veinte a treinta centímetros (20 a 30cm) de longitud y un diámetro máximo de centímetro y medio (1.5cm), logrando que contengan de tres a cuatro yemas para su desarrollo (Castillo et al., 2007).

Las estacas deben ser recolectadas en un determinado tiempo del año, dependiendo del tipo de la planta a propagar (perenne o caduca), ya que el contenido de carbohidratos almacenados es mayor en las plantas caducas, lo que está relacionado directamente con los balances hormonales, que influenciaría de manera directa en el enraizamiento (Soto, 2004).

3. Factores que Afectan el Enraizamiento de las Estacas.

El enraizamiento de las estacas está sujeto a una serie de factores tanto externos como internos, los que varían según la especie y el medio, tener un conocimiento claro de estos factores, permitirá lograr éxitos en la propagación por estacas. Los principales factores son: la edad de la planta madre, condiciones fisiológicas y condiciones ambientales (Soto, 2004).

a. Edad de la planta madre y condición fisiológica

Las estacas, provenientes de tallos tomadas de plantas jóvenes garantizan un mejor enraizamiento, a diferencia de estacas provenientes de tallos de plantas adultas; su capacidad de enraizamiento es menor (Hernández, 2006). En las plantas adultas se produce un incremento en la producción de inhibidores para la formación de raíces, que se asocia con un aumento de contenido de compuestos fenólicos (Henríquez, 2004).

Teniendo en cuenta que el invernadero es un medio donde el aire se renueva muy lentamente, un exceso en el tiempo de riego puede provocar encharcamientos o estados de saturación que prolongarán durante el tiempo que tarde la humedad en incorporarse a la atmósfera aérea, donde se acumulará en forma de humedad.

b. Condiciones Fisiológicas

La fisiología de la planta está asociada con la relación de carbono/nitrógeno en las estacas para la iniciación de sus primordios radicales. Una adecuada reserva de hidratos de carbono, en combinación con una relación carbono nitrógeno alta, favorece el enraizamiento en las estacas (Soto, 2004). Tal es el caso, que en una investigación realizada probando cantidad razonable de compuestos nitrogenados, más un alto contenido de carbohidratos, provoco una buena producción de brotes y raíces en estacas (Hernández, 2006).

c. Condiciones Ambientales

Sin un correcto control ambiental, el enraizamiento de muchos tipos de estacas es muy difícil. Las condiciones ambientales afectan claramente el crecimiento del material vegetativo a enraizar (Hartmann, 1998). La temperatura, la disponibilidad de agua y la luz son de gran importancia para provocar el enraizamiento: a) la temperatura debe variar de 21 a 27°C en el día y de 15°C en la noche (Henríquez, 2004). Las bajas temperaturas son importantes porque las tasas de evaporación son menores junto a la capacidad de retención de agua del aire que es dependiente de la temperatura. Por lo tanto, las temperaturas moderadas ayudan a evitar el estrés hídrico manteniendo la humedad relativa alta, b) el agua es importante ya que, en las estacas con hojas, es esencial que éstas mantengan su turgencia y no provoque la muerte antes de haber iniciado el enraizamiento, c) la luz deben ser lo suficientemente grandes para que se acumulen más carbohidratos de los que se emplean en la respiración. Las estacas tienen diferentes reservas de carbohidratos, diferentes tasas de

fotosíntesis, respiración y diferentes tasas de utilización de carbohidratos en los puntos de crecimiento dentro de la estaca (Valenzuela, 2010).

4. Recolección de Estacas

La obtención de las estacas es una condición importante para tener buenos resultados en el enraizamiento dependiendo de la parte de la planta que se lo haga. (Castillo & Cueva, 2006), recomiendan lo siguiente:

- a) Reducir la provisión de nitrógeno a las plantas madres proveedoras de material vegetativo, para evitar el crecimiento de ramas y permitir la acumulación de carbohidratos.
- b) Escoger el material vegetal, de partes de la planta que estén en estado nutritivo (ramas jóvenes). Análisis químicos demuestran que las porciones basales de la planta son aquellas que reúnen grandes cantidades de carbohidratos.

5. Desinfección de Estacas

El material vegetal antes de ser plantado debe ser desinfectado, ésta es una práctica estrictamente necesaria al tratar esta clase de materiales. Toda herida causada en la obtención, transporte y preparación del material debe ser desinfectado con soluciones como las pastas de Vitavax (Castillo y Cueva, 2006). La desinfección de las estacas con Vitavax, se lo debe hacer en consideración al corte, sumergiendo en un periodo de 5 a 10 segundos al material (Portilla, 2012).

6. Reguladores de Crecimiento.

Los reguladores del crecimiento vegetal son sustancias que actúan sobre el desarrollo de las plantas y que, por lo general, son activas a concentraciones muy pequeñas. Dentro de este grupo de moléculas podemos diferenciar entre las que son producidas por la planta y aquellas de origen sintético. Las que se encuentran de forma natural en las plantas se denominan fitohormonas u hormonas vegetales (Canna, 2016).

HORMO-NAGRO 1, contiene una hormona vegetal específica, que actúa en forma más efectiva que otros homólogos como AIB (Ácido Indolbutírico) y AIA (Ácido Indolacético). Es un poderoso estimulante, para formar un mayor sistema radical en las plantas. Para la propagación asexual por medio de estacas, para enraizar acodos y esquejes, registros recientes indican que las aplicaciones foliares o terminales de las sustancias de crecimiento de HORMO-NAGRO® 1 fomentan eficazmente el enraizamiento. Las raíces que surgen luego de aplicaciones foliares de los reguladores de crecimiento contenidos en HORMO-NAGRO® 1, son de origen similar a las producidas normalmente por la planta (Agrohacienda, 2014).

PHYTO ROOT, es un producto especialmente diseñado para inducir y estimular el crecimiento de las raíces y el engrosamiento de los tallos. Su formulación se basa en una mezcla balanceada de hormonas “enraizadoras”, macronutrientes y ácidos fúlvicos que actúan para lograr un resultado más rápido y eficaz. Las auxinas (ANA y AIB) son las principales hormonas exógenas que ejercen el control primario en la formación de raíces y actúan conjuntamente con cofactores del enraizamiento como Fósforos y Ácidos fúlvicos para promover el desarrollo de un mayor número de raíces de excelente vigor, incrementar el “prendimiento” de plántulas en almácigos o en campo y restablecer en corto tiempo el sistema radicular en cultivos de trasplante (Fagro, 2016).

E. MICORRIZAS.

El término micorriza proviene del griego: myco, (hongo), y rhyza, (raíz), este término fue acuñado por A.B. Frank en 1885, para describir las asociaciones simbióticas entre raíces vegetales y hongos del suelo. Casi todas las especies vegetales son susceptibles de formar simbiosis con micorrizas porque estas se encuentran en la mayoría de los hábitats naturales, (más del 90% de todas las especies vegetales conocidas presentan al menos un tipo de micorriza) (Hernández, 2000).

Algunos de los beneficios que obtiene la planta con esta asociación son en el aumento del crecimiento aéreo y radicular gracias a la mayor absorción de nutrientes del suelo, especialmente de aquellos poco móviles como por ejemplo el fósforo, magnesio, calcio,

potasio, azufre, hierro, cobre, boro y manganeso (Holguín, *et al.*, 1996); además debido al mayor volumen de suelo explorado por las hifas, se incrementa la captación de agua a la planta, mejorando la tolerancia al estrés hídrico (Smith, 1997).

La diversidad funcional de los hongos micorrízicos provee la oportunidad de seleccionar un hongo adaptado específicamente al hospedero, medio ambiente y condiciones de suelo que optimiza el crecimiento de las plantaciones (Brundrett, *et al.*, 1996).

1. Clasificación Morfológica de Micorrizas

Se pueden distinguir tres grupos fundamentales según la estructura de la micorriza formada (Read, 1999):

Ectomicorrizas: Este grupo de micorrizas se caracteriza por tener un manto compacto de hifas que cubre las raíces cortas con una red micelial, la cual crece entre las células corticales por lo que se la conoce como Red de Harting (Chávez, 1998). (**Fig. 4 a**).

Ectendomicorriza: Tienen características intermedias entre las Ectomicorrizas y las Endomicorrizas, pues presentan un manto muy reducido pero la red de Harting está bien desarrollada, además existe una ligera penetración de las hifas al interior de las células de la corteza radical, no existen vesículas ni arbusculos (Yu T., *et al.*, 2001). (**Fig. 4 b**)

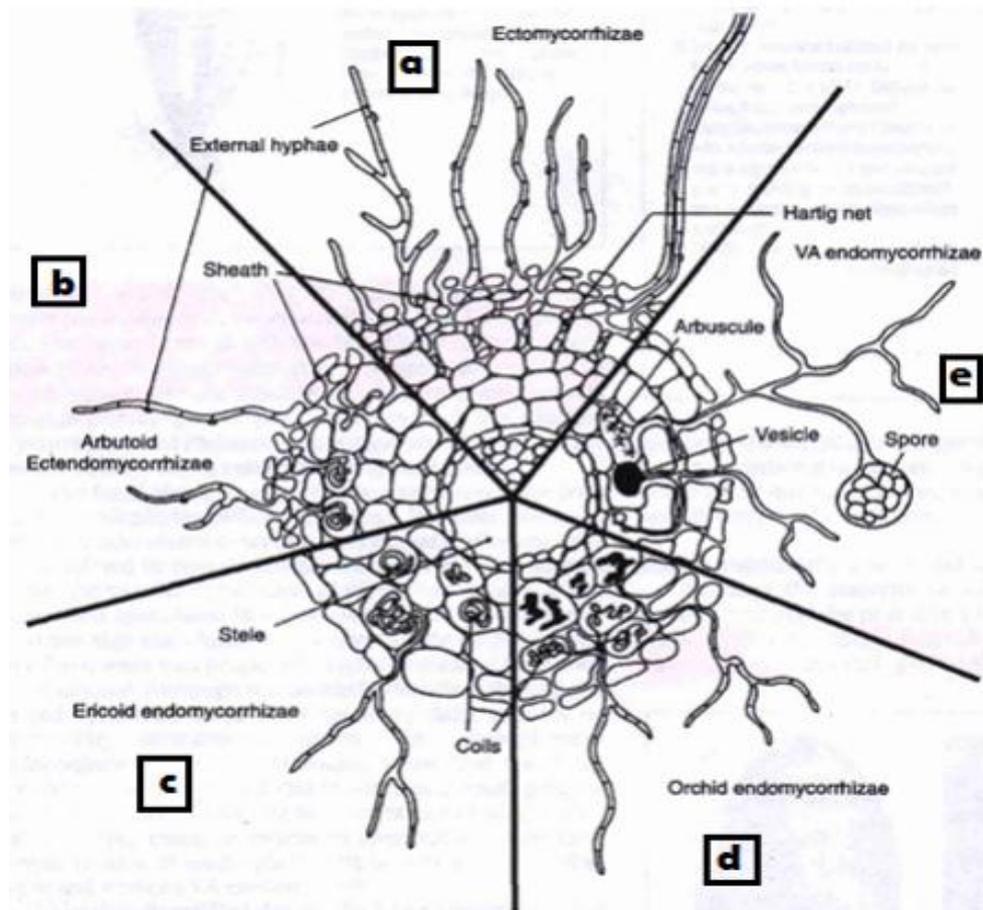
Endomicorrizas: Este grupo se caracteriza por no formar manto y las hifas penetran en las células de la epidermis y del córtex de la raíz. Por lo que una especie puede infectar a un gran número de especies vegetales, lo que las hace poco específicas. Son mucho menos sensibles a las agresiones externas que las ectomicorrizas debido a que sus esporas germinan con facilidad alejadas de raíces vivas y pueden crecer considerablemente sin contacto con ninguna raíz (Rocha, *et al.*, 2009). Este grupo se subdivide en:

Ericoides: estos hongos carecen de vesículas y arbusculos, sin embargo cuentan con estructuras intracelulares las cuales semejan a espirales que son estructuras típicas de estos hongos (Brundrett, *et al.*, 1996). (**Fig. 4 c**)

Orquidoideas: Son micorrizas de orquídeas, tras penetrar en la células de la raíz forma ovillos dentro de la célula hospedera, así como agregados poco organizados de hifas (pelotones) que liberan los nutrientes cuando degeneran (Brundrett, et al., 1996). (**Fig. 4 d**)

Arbusculares: Se caracterizan por la penetración de las hifas del hongo en las células de la epidermis y córtex de la raíz y por la ausencia de manto sobre la superficie de la misma (Brundrett, et al., 1996). (**Fig. 4 e**)

Figura. 4. Principales estructuras de los tipos de micorrizas



Fuente: Selosse & Le Tacon F, 1998

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se realizó en el vivero del Consejo Provincial, ubicado en el Sector Catiglata perteneciente a la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Izamba (Figura 5).

Figura 5. Foto aérea del vivero del Consejo Provincial de Tungurahua



Elaborado por: Jerez E. 2017

2. Ubicación geográfica

Límites:

Norte: Ciudadela “Los Tres Juanes”

Sur: Ciudadela Ingahúrco

Este: Ciudadela Las Viñas

Oeste: Ciudadela Atocha “La Liria”

Altitud: 2596 msnm

Coordenadas: UTM 17 SUR

X: 9862976

Datum: WGS 84

Y: 765808

3. Condiciones climatológicas

La investigación se realizó bajo invernadero donde las condiciones climáticas fueron:

- a. Temperatura: 29 ° C.
- b. Humedad relativa: 85 %

El lugar de ubicación donde se realizó el trabajo de titulación, presentó las siguientes condiciones climáticas:

Precipitación media anual: 385 mm

Temperatura media anual: 15,7 ° C

Humedad Relativa media diaria: 70,5%

4. Clasificación ecológica

Según (Holdridge, 1982) esta zona de vida corresponde a la clasificación ecológica Bosque Nuboso (bN).

B. MATERIALES

1. Material de campo

a. Insumos: ALGIBAC 30, Micorriza, fungicida-bactericida TACHIGAREN, Vitavax, hormonas enraizadoras HORMO-NAGRO 1 y PHYTO ROOT.

b. Sustrato: Cascarilla de arroz, tierra negra, corteza de pino, pomina.

c. Otros: Flexómetro, tijera de podar, podón de altura, escalera, cloro, bomba de mochila, plástico, bandejas plásticas, guantes, pala, rastrillo, baldes, caretilla, regla, tamizador, cámara fotográfica.

2. Material experimental

Semillas recolectadas, estacas.

3. Material de oficina

Computadora, papelería, documentación bibliográfica.

V. METODOLOGÍA

A. PROPAGACIÓN SEXUAL POR SEMILLAS.

1. Obtención y selección de la semilla

Las semillas de *Cinchona officinalis* L., se las recolectó en la provincia de Loja, cantón Loja, específicamente en la vía a Malacatos en el caserío Rumisitana y en la provincia de Bolívar cantón San Miguel en la vía a San Pablo comunidad San José Las Palmas.

Debido a que las semillas de *Cinchona officinalis* L., son pequeñas y aladas que al madurar del fruto se dispersan fácilmente, se las tuvo que coleccionar a partir del fruto entre verde y maduro; antes que alcance completamente su madurez fisiológica y cuando aún estaba en el árbol, ésta actividad se la realizó utilizando una escalera y un podón de altura, posteriormente los frutos coleccionados en fundas de plástico se las llevó al vivero de Consejo Provincial de Tungurahua para su estudio (Figura 6).

Con el fin de obtener semillas de calidad se procedió a realizar la selección de semillas con el embrión maduro para desechar las semillas vacías; se probó un solo tipo de sustrato con dos tratamientos diferentes más un testigo: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% semillas con micorriza líquida; Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% semillas con micorriza en polvo; Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% Sin Micorriza (Testigo). Para probar este sustrato con estos tratamientos diferentes sobre la germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L., se evaluó las siguientes variables de respuesta como: número de semillas germinadas y porcentaje de germinación, esta evaluación se realizó durante un periodo de 90 días.

Figura 6. Proceso de obtención y selección de la semilla

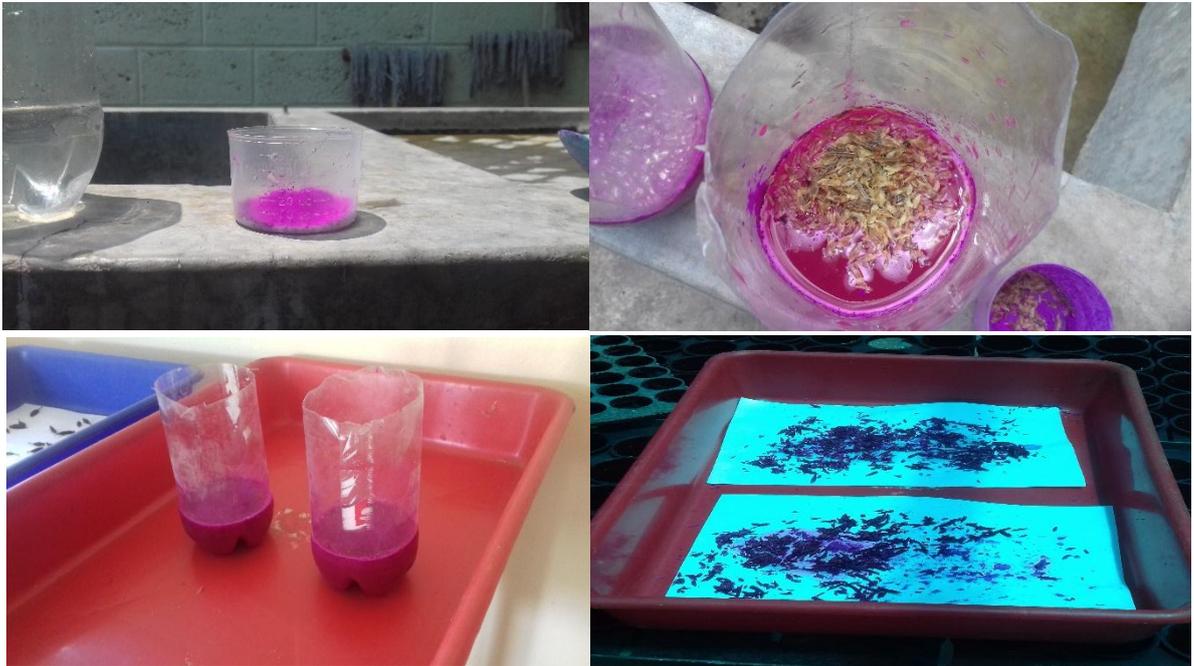


Elaborado por: Jerez E. 2017

2. Desinfección de las Semillas

Después de cosechadas los frutos se esperó un lapso de quince días a la recolección para su secado natural, para que se abran los frutos dejando caer las semillas; se seleccionó las semillas con mejores características para su desinfección. Para ello se procedió con una solución de 2 cc/L de Vitavax, en la que las semillas permanecieron por un lapso de 24 horas y luego se las dejó expuestas a la luz solar bajo una cubierta para que se sequen (Figura 7).

Figura 7. Proceso de desinfección y secado de la semilla



Elaborado por: Jerez E. 2017

3. Preparación del Sustrato

Se utilizó un solo tipo de sustrato con tres tratamientos diferentes: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% semillas con micorriza líquida; Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% semillas con micorriza en polvo; Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% Sin Micorriza (Testigo).

La desinfección del sustrato se realizó de una forma química utilizando ALGIBAC 30 y ACHIGAREN para contrarrestar el ataque de hongos, nematodos e insectos (Figura 8).

Figura 8. Componentes del Sustrato: Tierra Negra, Corteza de Pino, Cascarilla de Arroz



Elaborado por: Jerez E. 2017

El sustrato se zarandeó a través de una malla metálica para apartar materiales extraños y homogenizar las partículas, consiguiendo un material limpio y mullido.

Los diferentes tratamientos con micorriza líquida, en polvo y testigo se ubican en las figuras 9, 10 y 11.

Figura 9. Sustrato: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% semillas con micorriza líquida.



Figura 10. Sustrato: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% semillas con micorriza en polvo.



Figura 11. Sustrato: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% Sin Micorriza (Testigo).



Elaborado por: Jerez E. 2017

4. Siembra

La siembra de la semilla se realizó el 28 de Noviembre del 2015 en gavetas de plástico de 0,6 m x 0,4 m, para ello se procedió a colocar un plástico de poliuretano de color negro encajando en la gaveta que de la misma forma haciendo unos hoyos de un diámetro de 0,5 cm para que drene el sustrato humedecido, el cual se procedió a sembrar al voleo. Finalmente y luego de realizar la siembra quedo establecido el ensayo (Figura 12).

Figura 12. Proceso y establecimiento de siembra de las semillas.



Elaborado por: Jerez E. 2017

5. Cuidados culturales bajo el invernadero

Se realizó riegos periódicos, en las primeras horas del día a las 10:00 am y si fuera el caso de necesidad de riego en horas de la tarde a las 16:00 pm, empleando una regadera manual. También se realizó deshieras de forma manual para eliminar hierbas y elementos no deseados.

Figura 13. Riego a la semilla de *Cinchona officinalis* L.



Elaborado por: Jerez E. 2017

6. Registro de datos e información del ensayo establecido

Para la evaluación de la germinación de las semillas de *Cinchona officinalis* L, se realizó registro de los datos cada quince días a partir de la siembra y por el periodo de 90 días. Las variables que se evaluaron fueron las siguientes: número de semillas germinadas y porcentaje de germinación (Cuadro 1).

a. El porcentaje de germinación: A los 15 días después de la siembra se procedió a contabilizar el número de plántulas germinadas, y se expresó en porcentaje posteriormente se tomó datos cada 5 días.

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

Cuadro 1. Hoja de registro para evaluar la germinación de las semillas

Fecha	Tratamiento	Nº total de semillas sembradas	Nº total de semillas germinadas	%de germinación

Fuente: Modificado de Morillo (2015)

b. El número de semillas germinadas: Hasta el último día de germinación después de la siembra se contó del total de 300 semillas sembradas cuantas germinaron.

c. Altura de las plántulas: Hasta ya terminado el ensayo se registró la altura cada 15 días, de cada una de las plántulas emergidas debidamente con una regla graduada en centímetros.

7. Diseño experimental

Se utilizó el método estadístico no paramétrico de Kruskal – Wallis:

$$H = \left[\frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{ri^2}{ni} \right] - 3(n+1)$$

Donde:

n = número total de observaciones entre todos los grupos

ni = número de valores en la muestra i

$\sum ni$ = Total de valores de todas las muestras

$\sum ri$ = suma de rangos en la muestra i

H = La media

Fuente: UCO (2017)

Especificaciones del diseño experimental

❖ **Hipótesis del modelo**

H_i = El medio en el que se utiliza la micorriza tiene ningún efecto positivo en la germinación de *Cinchona officinalis* L.

H_o = El medio en el que se utiliza la micorriza no tiene algún efecto positivo en la germinación de *Cinchona officinalis* L.

❖ **Descripción del diseño experimental**

En el programa estadístico **infoStat** se procedió a transcribir los datos recolectados en cuanto a germinación y altura. Los datos ya establecidos en cuanto a germinación se les agrupó y conjugó para realizar las tablas correspondientes. Eso en cuanto a porcentaje de germinación, número de semillas germinadas y alturas de las plántulas para el ensayo establecido.

En cuanto al número de semillas germinadas se estableció un parámetro el cual fue que el numeral 1= representa la plántula germinada; y 0 = plántula no germinada. Tomando en cuenta que fueron 300 las semillas sembradas y 100 el número de repeticiones por cada tratamiento.

Posteriormente, para la altura se procedió a tomar un número mínimo de plántulas germinadas para el diseño; el cual fue de 120 plántulas germinadas.

Especificaciones del área experimental

Número de gavetas: 3

Forma de gavetas: rectangular (0,60 m x 0,40 m)

Área total/gaveta: 0,24 m²

Distancia entre gavetas: 0,15 m

Número de tratamientos: 3

Número de repeticiones: 100

Área total del ensayo: 7,8 m² (6 m x 1,3 m)

Número total de semillas por tratamiento: 100

Número total de semillas en la investigación: 300

Cuadro 2. Tratamientos del diseño experimental en estudio.

N° Tratamientos	Descripción
T1	Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% SEMILLAS CON MICORRIZA LIQUIDA
T2	Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% SEMILLAS CON MICORRIZA EN POLVO.
T3	Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% SEMILLAS Sin Micorriza TESTIGO.

Elaborado por: JEREZ E. 2017

La investigación se llevó a cabo en invernadero tipo capilla, con un área de 47 m² (9 m x 5,2 m) y una altura de 3,20 m en la parte central.

El invernadero constaba con sistema de nebulización para el riego: nebulizador estático súper fino (COOLNET, 4 boquillas en cruz, caudal 7 L/h) especialmente diseñado para la humidificación y enfriamiento de invernaderos.

Dentro del invernadero la temperatura y humedad relativa promedio fue 29 ° C y 85% respectivamente. Debido a las altas temperaturas solo el techo estuvo cubierto con plástico, las paredes forradas con malla sarán al 50% para permitir la libre entrada de CO₂, también disponía una ventana cenital. Para proporcionar sombra se colocó sarán al 50% a manera de cielo raso, mismo que puede ser movable. Todas las aberturas del invernadero estaban cerradas con malla sarán al 50% para reducir el acceso de insectos. El piso estuvo cubierto con tierra común.

Dentro del invernadero se estableció una cama en el suelo tipo mesa de 6 metros de largo y 1,3 m de ancho donde se apoyaron las gavetas mismas que constituyeron las parcelas experimentales (Figura 14).

Figura 14. Invernadero del Consejo Provincial de Tungurahua.



Elaborado por: Jerez E. 2017

B. PROPAGACIÓN ASEXUAL POR ESTACAS.

1. Selección de los árboles plus.

Las estacas de *Cinchona officinalis* L., se las recolectó en la provincia de Loja cantón Loja específicamente en la vía a Malacatos en el caserío Rumisitana y en la provincia de Bolívar cantón San Miguel específicamente en la vía a San Pablo comunidad San José Las Palmas. Lugar en el cual se visualizó los árboles con mejores características fenotípicas para la obtención de las estacas (Figura 15).

Figura 15. Selección de árboles



Elaborado por: Jerez E. 2017

2. Obtención de las estacas

Las estacas fueron cortadas de entre 25 a 30 cm de longitud y con un diámetro de 1 a 2 cm con una a dos yemas. De la misma forma las estacas fueron colectadas de la parte de las ramas terminales del árbol ya que es donde tienen toda su sabia fenotípicamente establecida. El corte de las estacas se las realizó en forma de bisel en la parte basal, procurando dejar una yema a la altura del corte para permitir la salida de raíces (Figura 16).

Figura 16. Estacas de *Cinchona officinalis* L.



Elaborado por: Jerez E. 2017

3. Tratamiento de las estacas

Para evitar la deshidratación de las estacas, fueron rociadas con agua mineral de botella y recubiertas con papel periódico y colocadas en fundas plásticas para mantener su humedad. Que posteriormente se trasladó al área de estudio correspondiente, ubicado en la provincia de Tungurahua cantón Ambato (Figura 17).

Figura 17. Tratamiento de hidratación y traslado de las estacas



Elaborado por: Jerez E. 2017

4. Desinfección de las estacas

Las estacas fueron desinfectadas con una solución de 10 cc de ALGIBAC 30 / L de agua en un lapso de 15 minutos que luego se dejó reposar a condiciones ambientales por una hora (Figura 18).

Figura 18. Proceso de desinfección de las estacas.



Elaborado por: Jerez E. 2017

5. Aplicación de las hormonas enraizantes

Para llegar a la obtención de raíces de las estacas de la especie en estudio se evaluó la incorporación enraizantes comerciales.

Se procedió a humedecer la base de las estacas y luego introducirlas HORMO-NAGRO 1 en polvo; de 2 a 3 cm desde la base de cada una de las estacas.

En cuanto al otro enraizador comercial se dejó por un periodo de 24 horas en una concentración de 15 mL de PHYTOROOT 1/4 L de agua a una profundidad de 4 a 6 cm cada una de las estacas para luego su posterior siembra (Figura 19).

Figura 19. Aplicación de las hormonas enraizantes: A) Estacas con Hormonagro 1; B) Estacas con PhytoRoot; C) Hormonas enraizadoras



Elaborado por: Jerez E. 2017

6. Sustrato

Para la instalación de este ensayo se preparó dentro del invernadero un solo tipo de sustrato: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20%, cuya preparación consiste en mezclar los componentes a utilizar; los cuales garantice una buena aireación, alto contenido de humedad y que contengan nutrimentos esenciales y favorables para la planta (Cárdenas 2005). La desinfección que se realizó fue en forma química (Figura 20).

Figura 20. Preparación del sustrato y llenado en las fundas de polietileno.



Elaborado por: Jerez E. 2017

7. Plantar las estacas.

Una vez aplicada la hormona y desinfectada la estaca y el sustrato, el 28 de Noviembre del 2016 se procedió a plantar en las fundas de polietileno debidamente compactadas con el sustrato a una profundidad de 5 cm. Quedando así establecido el ensayo (Figura 21).

Figura 21. Estacas sembradas en las fundas de polietileno



Elaborado por: Jerez E. 2017

8. Cuidados culturales bajo el invernadero.

Se realizó riegos periódicos, solo en las primeras horas del día a las 10:00 am, empleando una regadera manual. También se cumplió con deshierbas de forma manual para eliminar malas hierbas y elementos no deseados (Figura 22).

Figura 22. Aplicación de fertilizante foliar para estimulación de brotes y control de hongos



Elaborado por: Jerez E. 2017

9. Registro de información

A los 15 días de haber implementado el ensayo se procedió a verificar las variables que fueron establecidas a continuación: porcentaje de prendimiento, longitud de raíces por estaca y número de brotes por estaca.

Cuadro 3. Hoja de registro para evaluar el enraizamiento y la brotación de las estacas.

Fecha	Nº de tratamiento	Nº de estacas plantadas	Nº de estacas enraizadas	% de enraizamiento	Nº de raíces	Longitud de raíces (cm)	Nº de brotes por estaca

Fuente: Modificado de Morillo (2015)

10. Diseño experimental.

Se utilizó el método estadístico no paramétrico de Kruskal – Wallis:

$$H = \left[\frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{ri^2}{ni} \right] - 3(n+1)$$

Dónde:

n = número total de observaciones entre todos los grupos

ni = número de valores en la muestra i

$\sum ni$ = Total de valores de todas las muestras

$\sum ri$ = suma de rangos en la muestra i

H = La media

Fuente: UCO (2017)

Especificaciones del diseño experimental

❖ Hipótesis del modelo

H_i = Alguna de las hormonas enraizantes producen un efecto positivo en el enraizamiento y brotación de las estacas de *Cinchona officinalis* L.

H_o = Alguna de las hormonas enraizantes no producen un efecto positivo en el enraizamiento y brotación de las estacas de *Cinchona officinalis* L.

Especificaciones del área experimental

Número de tratamientos: 3

Número de repeticiones: 90

Unidad experimental: Cada estaca evaluada

Número total de unidades experimentales: 90 unidades

Número total de estacas en la investigación: 90

Cuadro 4. Tratamientos del diseño experimental en estudio.

N° Tratamientos	Descripción
T1	Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% ESTACAS CON LA APLICACION DE HORMONAGRO 1.
T2	Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% ESTACAS CON LA APLICACION DE PHYTOROOT.
T3	Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% ESTACAS SIN NINGUN TIPO DE HORMONA (TESTIGO).

Elaborado por: JEREZ E. 2017

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. PROPAGACION SEXUAL DE LA ESPECIE *Cinchona officinalis* L.

1. Germinación de Semillas

Las semillas fueron recolectadas en el mes de Octubre del 2016, cuya especie constantemente genera frutos que están en un periodo de madurez fisiológica distinto; por cual el fruto cae al estar ya en su madurez (Gonzaga & Moncayo, 2012).

Fue necesario realizar la limpieza, desinfección y elección de las semillas con el embrión maduro para desechar las semillas vanas, de acuerdo a Aponte y Sanmartin (2011), que indican que la capacidad germinativa presenta considerables variaciones, que a menudo obedece a daños en la semilla, falta de desarrollo del embrión, enfermedades, secado excesivo y edad. Sin embargo, Gonzaga & Moncayo (2012), expresan que para la cosecha de semillas de la especie de *Cinchona officinalis* L, es mejor hacerlo cuando las capsulas están cerradas y presentan un color rojo – vivo.

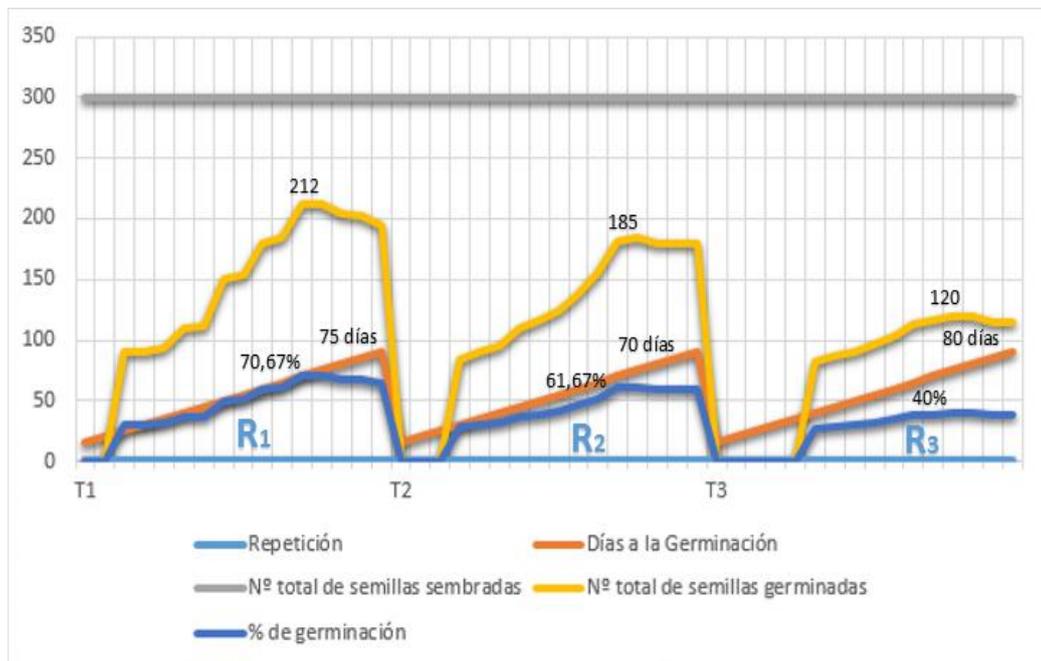
La curva de germinación acumulativa al periodo de 90 días de la especie en estudio indica que, los resultados de la germinación de semillas que se muestra en la figura 23, se expresan como el porcentaje final de semillas germinadas y/o viables al final del periodo de tiempo del ensayo. En general, los resultados de germinación fueron satisfactorios, así en mayor porcentaje, de germinación se obtuvo con el T1 (Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% SEMILLAS CON MICORRIZA LIQUIDA), con una germinación del 70,67% y el T2 (Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% SEMILLAS CON MICORRIZA EN POLVO), con el 61,67%. El inicio promedio de germinación fue a los 25 días, se estabilizó y declinó a los 70 días. Resultados similares a los obtenido por Conde (2016), que obtuvo un porcentaje alto en menor tiempo, de 83,33% en el Jardín Botánico Reinaldo Espinoza de la provincia de Loja y también Apolo (2012), que obtuvo un porcentaje mucho más alto en menos tiempo, las semillas de *Cinchona pubescens* de Loja, alcanzaron el 95%, mientras que las semillas procedentes de Galápagos alcanzaron el 87% de germinación a los 50 días de la siembra. Así mismo Jager (2011),

indica que las semillas de *Cinchona pubescens* germinan entre 10 a 40 días, con una tasa de germinación que varía entre el 50% y el 85%.

Otro estudio realizado por Armijos & Pérez (2011), se pudo contrastar que los resultados obtenidos en la germinación sobre el papel absorbente son diferentes, ya que la especie de *Cinchona officinalis* L, *Cinchona pubescens* y *Cinchona* sp., sin tratamientos pre germinativos tuvieron un porcentaje promedio de germinación del 60%, pero el tiempo supera los 90 días.

En cambio el T3 (Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% Sin Micorriza TESTIGO) que presenta un valor promedio más bajo ($40,00 \pm 4,5$); con un periodo de germinación que inició a los 36 días y se estabilizó a los 80 días (Anexo 1). Moreno en 1996 demostró que la germinación de semillas de *Cinchona* se reduce considerablemente según el tiempo de almacenamiento, luego de ocho meses empiezan a perder significativamente la viabilidad, razón por la cual se realizó la siembra de las semillas de forma inmediata.

Figura 23. Curva de germinación acumulativa de la especie *Cinchona officinalis* L.

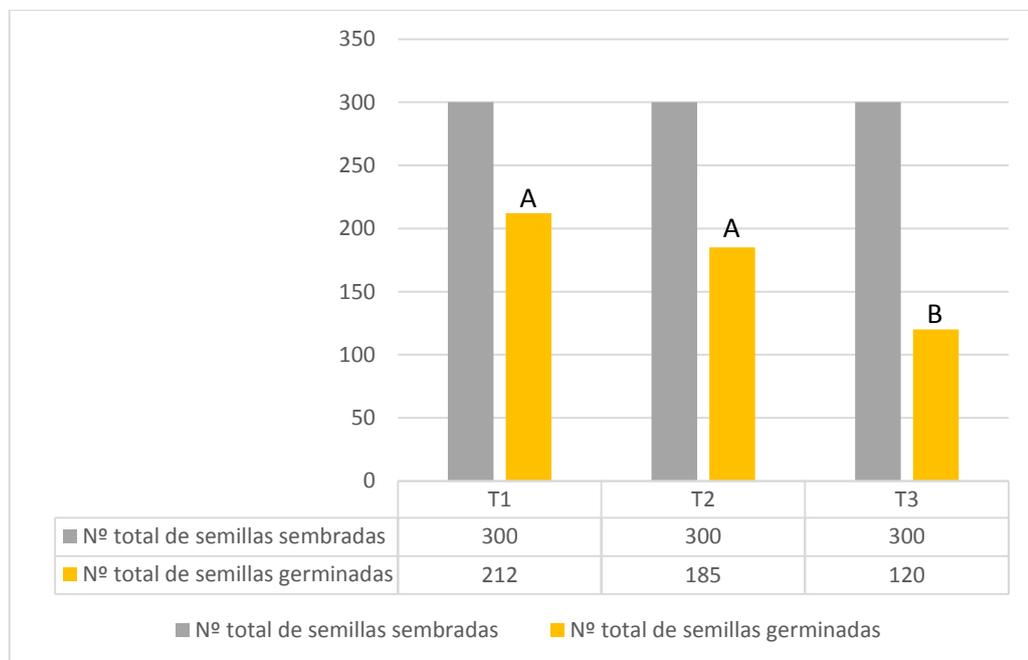


Elaborado por: Jerez E. 2017

2. Número de semillas germinadas.

Según el análisis estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis aplicado se pudo determinar que no todos los métodos son iguales. Es decir; que al menos uno de los métodos tiene mediana distinta a los otros, por lo que se rechaza la hipótesis nula planteada dentro del diseño experimental; resultando como mejor tratamiento T1 (Micorriza en líquido), ante el tratamiento T2 (Micorriza en polvo) y muy superior al tratamiento T3 Sin Micorriza (Testigo) respectivamente (Figura 24 y Figura 25)

Figura 24. Número de semillas germinadas de la especie *Cinchona officinalis* L.

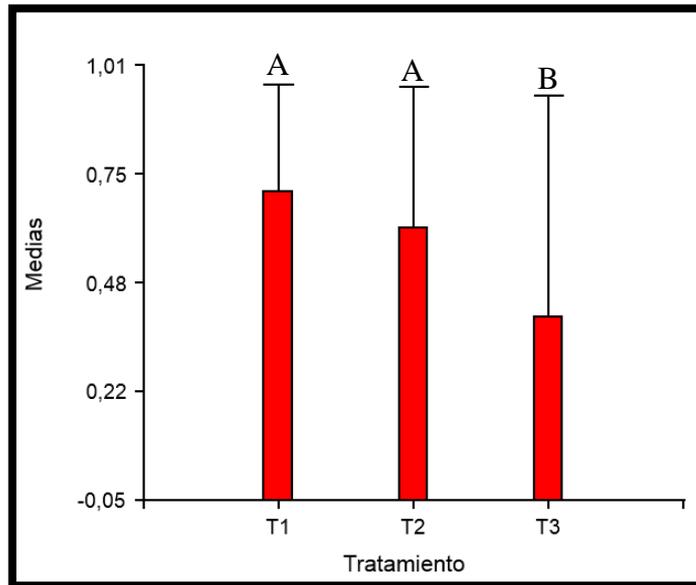


Las letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,0001$)

Elaborado por: Jerez E. 2017

En la figura 25 se visualiza las medias de germinación según Kruskal-Wallis bajo los tres tipos de tratamientos establecidos en el ensayo en cuanto a la germinación de semillas de cascarilla de la especie *Cinchona officinalis* L.

Figura 25. Media de la proporción de germinación de la especie *Cinchona officinalis* L.

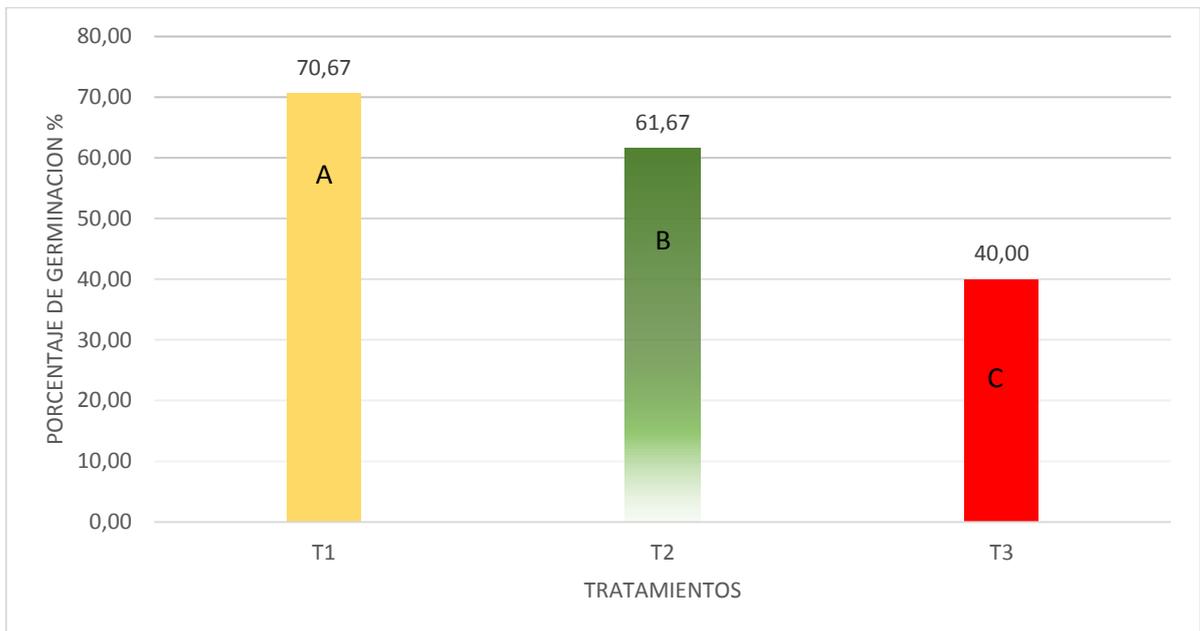


Elaborado por: Jerez E. 2017

3. Porcentaje de germinación.

Según el análisis estadístico de Kruskal-Wallis aplicado se pudo determinar que los métodos no son todos iguales. Es decir; que al menos uno de los métodos tiene mediana distinta a los otros que indica y que de la misma forma se rechaza la hipótesis nula planteada dentro del diseño experimental y que hubo diferencias significativas entre tratamientos. Resultando como mejor tratamiento T1 (Micorriza en líquido) y el T2 (Micorriza en polvo) con un valor promedio de porcentaje de germinación ($70,67$ y $61,67 \pm 4,5$) frente al tratamiento T3 Sin Micorriza (Testigo), que presenta un porcentaje de germinación bajo de ($40,00 \pm 4,5$) respectivamente (Figura 26)

Figura 26. Porcentaje de germinación de la especie *Cinchona officinalis* L.



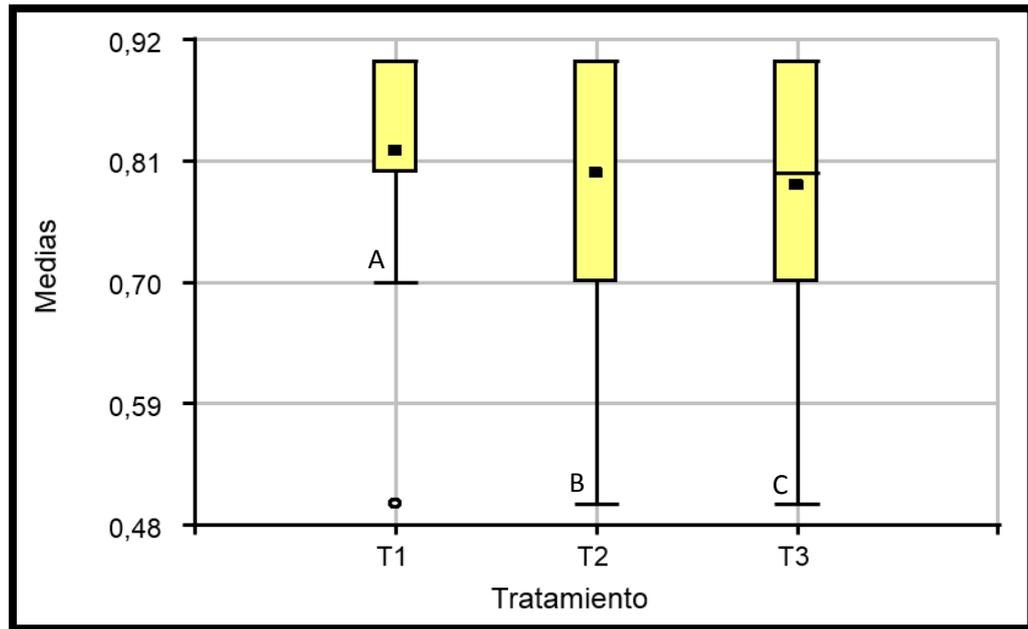
Las letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,0001$)

Elaborado por: Jerez E. 2017

4. Altura de las plántulas.

Según el análisis estadístico de Kruskal-Wallis aplicado se pudo determinar que los métodos no son todos iguales. Es decir; que al menos uno de los métodos tiene mediana distinta a los otros que indica y que de la misma forma se rechaza la hipótesis nula planteada dentro del diseño experimental ya que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Resultando como mejor tratamiento T1 (Micorriza en líquido) y el T2 (Micorriza en polvo) frente al tratamiento T3 Sin Micorriza (Testigo), que presenta un valor de una mediana de 0,80 respectivamente (Figura 27)

Figura 27. Medias de altura de la especie *Cinchona offinalis* L.



Las puntos indican diferencias significativas ($p=0,0037$)

Elaborado por: Jerez E. 2017

B. PROPAGACION ASEXUAL DE LA ESPECIE *Cinchona officinalis* L.

1. Propagación asexual.

La finalidad de esta investigación fue evaluar el efecto de dos hormonas enraizantes comerciales (HORMONAGRO 1 y PHYTOROOT), sobre el enraizamiento de estacas de *Cinchona officinalis* L. A pesar de los cuidados y manejo apropiado que se les aportó a las estacas, no se pudo estimular o promover el enraizamiento de las mismas, en el cual se comprobó que después de 15 días de haber implantado las estacas en las fundas de polietileno con el debido componente, esta especie comenzó a descomponerse; sin embargo, las lenticelas de las estacas enterradas en el sustrato (Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20%), no tendieron a aumentar su tamaño ni presenciar diferencia alguna, observándose las estacas llenas de podredumbre en la base de las mismas (Anexo 7).

Conde (2016), propagó *Cinchona officinalis* L., a partir de material asexual, utilizando dos tipos de hormonas en polvo (Hormonagro 1 y un Enraizante H V), y un tipo de sustrato (tierra, arena y turba) en una proporción 3:1:1, alcanzó resultados no satisfactorios al enraizamiento por adquirir sus estacas de especies muy leñosas; de la misma forma Aldas y Ochoa (2011), mediante la propagación asexual por estacas de *Cinchona officinalis* L., utilizando sustratos en base de tierra agrícola, arena fina de mina y humus, con proporciones 1:1:1 y 3:1:1, y un solo tipo de enraizante en polvo (Germon G), no obtuvo buenos resultados en el enraizamiento de estacas. Así mismo, en la investigación realizada por Armijos & Sinche (2013), articulan que los resultados obtenidos de la propagación asexual a través de estacas en *Cinchona pubescens* Vahl., utilizando sustratos en base de cáscara de arroz y café, con proporciones 1:1 y 1:2; además, con incorporación del enraizante Hormonagro (ANA) # 1; fueron negativos debido a que no se evidenció la proliferación de raíces, lo que se pudo observar en el sustrato testigo indicios de brotes de raíces y de hojas durante las primeras tres semanas, de igual manera las estacas llegaron a un estado de descomposición.

Morillo (2015), considera que el no enraizamiento de las estacas se debe a que no se tomó en cuenta otros principios importantes como: la edad y el estado fenológico de los árboles, época de recolección de las estacas, fases lunares, escenarios climáticos adecuados, etc.

En cambio López & Valladolid (2014), sugieren que se debe tomar en cuenta el tamaño y grosor de las estacas (diámetro grande y viejo); y, el tipo del componente de sustrato adecuado que tenga porosidad y drenaje.

El éxito en el enraizamiento de estacas sin duda podría ser el período de recolección de las mismas, ya que Nieto (2005), indica que la recolección de las estacas se debe realizar al final del fase de reposo y al inicio de periodo de crecimiento de la planta, es decir, cuando las yemas inician su actividad y que al ser tratadas con soluciones hormonales y al colocarse en un medio adecuado las yemas despliegan un fuerte estímulo en el brotamiento y enraizamiento. En cambio, Fajardo & Velandia (2004), exteriorizan que un factor importante que influye fisiológicamente en la reproducción vegetativa **es la fase lunar** y la época del año en que se realiza el corte, el cual depende de la programación de las actividades de campo. Este hecho se relaciona de manera directa con la dormancia o latencia de las yemas afectadas por periodos de condiciones perjudiciales para el crecimiento: altas o bajas temperaturas, momentos de sequía o fotoperiodos no apropiados, señalando que deberían las estacas ser recolectadas al iniciar la época de precipitaciones (Fajardo & Velandia, 2004).

C. DIFUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN GENERADA DE LA ESPECIE *Cinchona officinalis* L.

Para la difusión de la investigación y dada la importancia que representa la generación de información sobre este tema, se realizaron varias actividades para la correcta difusión de los resultados.

En primera instancia se realizó una socialización del proyecto del trabajo de titulación al tribunal que dirige la presente investigación, donde se logró aportar con algunas pautas y recomendaciones para futuras investigaciones con esta especie. Así mismo, se realizó una exposición a los estudiantes de séptimo y octavo semestre de la Facultad de Recursos Naturales, con la finalidad de enriquecer y fortalecer sus conocimientos técnico – científicos en la formación como futuros ingenieros.

VII. CONCLUSIONES

En el T1 (Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% SEMILLAS CON MICORRIZA LIQUIDA), y T2 (Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% SEMILLAS CON MICORRIZA EN POLVO), presentaron los más altos porcentajes de germinación en semillas de *Cinchona officinalis* L., a un nivel de invernadero (70,67% y 61,67%), cuya germinación se dio en promedio de inicio a los 25 días y se estabilizó a los 70 días y el T3 (Sustrato compuesto por: Tierra negra 20% + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20% Sin Micorriza TESTIGO), fue el que presentó un bajo porcentaje de germinación (40%), igualmente a un nivel de invernadero, cuya germinación dio inicio a los 36 días y se estabilizó a los 80 días.

La especie forestal de *Cinchona officinalis* L., no respondió a la propagación vegetativa asexual por estacas con los tratamientos aplicados, debido a que se trata de una especie con características muy leñosas y a un desconocimiento a la edad de las mismas; que impiden la proliferación de raíces y el avance de brotes nuevos. Así mismo, las dos hormonas enraizantes comerciales (HORMONAGRO 1 y PHYTOROOT), no incidieron en el prendimiento de las estacas ni la aparición de raíces.

Al difundir esta investigación ante la sociedad cabe recalcar que las propiedades que tiene esta especie forestal (*Cinchona officinalis* L.) son de suma importancia por sus beneficios medicinales, por ser muy rica en alcaloides (Quinina) y principios madereros a nivel de una explotación industrial con su debida sustentabilidad procurando mantener viva lo importante que son nuestros recursos naturales.

VIII. RECOMENDACIONES

Dado que las semillas de Cascarilla o Quina (*Cinchona officinalis* L.), son pequeñas y se esparcen de forma inmediata al abrirse los frutos, se recomienda realizar una recolección y siembra rápida para evitar que pierdan su capacidad germinativa y viabilidad dentro de su reproducción forestal tanto en vivero como en laboratorio.

Efectuar futuros ensayos de propagación asexual en Cascarilla o Quina (*Cinchona officinalis* L.), tomando en cuenta otros factores como: edad de la planta, estado fenológico del árbol, época de recolección, fases lunares, etc; además utilizar diferentes y mejoradas fitohormonas y también sustratos que permitan obtener buenos resultados para hacer un análisis de los ensayos.

Diseñar una alianza estratégica entre la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, (ESPOCH); GADs Cantonales, Parroquiales y también otras instituciones no gubernamentales con interés en proyectos de investigación en propagación sexual y asexual e incluso ya sea mediante pruebas de laboratorio con el fin de recuperar ecosistemas degradados y de esa manera lograr vincularse con la población en general.

Continuar con estudios similares con la especie Cascarilla o Quina (*Cinchona officinalis* L.), con la finalidad de lograr el mejoramiento genético de la misma.

IX. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar la propagación sexual y asexual de la Cascarilla (*Cinchona officinalis* L.), con fines de potencial reproductivo en el vivero Catiglata del Consejo Provincial de Tungurahua; ubicado en la parroquia Izamba, su desarrollo implicó un solo tipo de sustrato y el uso de un fertilizante biológico (Micorriza líquida y en polvo) en las semillas de Cascarilla (*Cinchona officinalis* L) y dos tipos de hormonas enraizantes (Hormonagro 1 y Phytroot) en las estacas de Cascarilla (*Cinchona officinalis* L); se utilizó un diseño estadístico no paramétrico de Kruskal Wallis, y la aplicación de la parte estadística fue al terminar el periodo del ensayo a los 90 días. Dando como resultados satisfactorios, así en mayor porcentaje, de germinación se obtuvo con el T1 y T2, con el 61,67%. El inicio promedio de germinación fue a los 25 días, se estabilizó y declinó a los 70 días. En cuanto a las estacas de Cascarilla (*Cinchona officinalis* L) no respondió a la propagación vegetativa asexual con los tratamientos aplicados, debido a que se trata de una especie con características muy leñosas y a un desconocimiento a la edad de las mismas; que impiden la proliferación de raíces y el avance de brotes nuevos. Dado que las semillas de Cascarilla (*Cinchona officinalis* L.), son pequeñas y se esparcen de forma inmediata al abrirse los frutos, se recomienda realizar una recolección y siembra rápida para evitar que pierdan su capacidad germinativa y efectuar futuros ensayos de propagación asexual en Cascarilla (*Cinchona officinalis* L.), tomando en cuenta otros factores como: edad de la planta, estado fenológico del árbol, época de recolección, fases lunares.

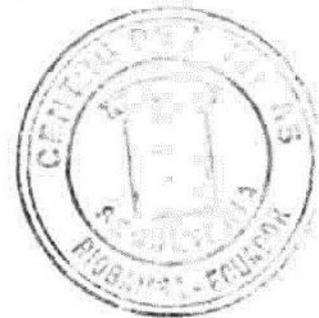
Palabras clave: PROPAGACIÓN SEXUAL - PROPAGACIÓN ASEXUAL - MICORRIZA, FENOLOGÍA.



X. SUMMARY

The research proposes to evaluate the sexual and asexual propagation of the Cascarilla (*Cinchona officinalis* L), for purposes of reproductive potential in the Catiglata nursery of Consejo Provincial de Tungurahua. It is located in Izamba parish, its development involved a single type of substrate and the use of a biological fertilizer (Mycorrhiza liquid and powder) in Cascarilla seeds (*Cinchona officinalis* L). Two types of rooting hormones (Hormonagro I and Phytoroot) in the stakes of Cascarilla (*Cinchona officinalis* L); A nonparametric statistical design of Kruskal Wallis was used, and the application of the statistical part was at the end of the trial period at 90 days. As a satisfactory result, as well as in a higher percentage, of germination, T1 and T2 were obtained, with 61.67%. The average beginning of germination was at 25 days, stabilized and declined at 70 days. As for the stakes of Cascarilla (*Cinchona officinalis* L) it did not respond to the asexual vegetative propagation with the applied treatments, because it is a specie with very woody characteristics and lack of knowledge at their age; Which prevent the proliferation of roots and the advance of new shoots. Since the seeds of Cascarilla (*Cinchona officinalis* L), are small and spread immediately after opening the fruits. It is recommended to perform a rapid collection and sowing to avoid losing their germinative capacity and to carry out future tests of asexual propagation in Cascarilla (*Cinchona officinalis* L), taking into account other factors such as: plant age, phenological state of the tree, harvest season, lunar phases.

Keywords: SEXUAL PROPAGATION - ASEX PROPAGATION - MYCORRHIZA, PHENOLOGY.



XI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. (1980). *Mi actividad de investigador y divulgador científico*. Publicación miscelánea Vol 4. Num. 308. Quito-Ecuador.
- Aguirre, N. (2004). *Plan de manejo de la micro cuenca San Simón*. Loja-Ecuador
- Almeida, D. (2000). *Rubiaceae cinchoneae coptosapelteae*. En Harling G, Andersson L. Eds, Flora of Ecuador no 50. Council for nordic publications in botany. Museo botánico. Odense-Dinamarca. p. 114.
- Álvarez, J. (1999). *Fisiología vegetal y antrópica*. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica. p. 38.
- Anda, A. (2002). *La cascarilla y su entorno con la vegetación silvestre*. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja-Ecuador. p. 192.
- Anderson & Taylor, (1994). *Comportamiento de especies vegetales en su hábitat*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago-Chile. p. 43.
- Araméndiz, Valencia, et al., (2000). *Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la Provincia de Loja*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. p. 90.
- Bodero, V. (1980). *Reproducción vegetativa por estacas en amomyrtus luma, amomyrtus meli y luma apiculata (arrayán) mediante el uso de plantas madres jóvenes y adultas*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Santiago-Chile. p. 64.
- Buitrón, G. (1999). *Uso y comercio de plantas medicinales, situación actual y aspectos importantes para su conservación*. Quito-Ecuador.

- Busmann, R. (2006). *Manteniendo el balance de naturaleza y hombre*. La diversidad florística andina y su importancia para la diversidad cultural-ejemplos del norte de Perú y Sur de Ecuador. Quito-Ecuador.
- Castillo, M., & Peralta, O. (2007). *Estado de conservación, propagación asexual y sexual en invernadero y laboratorio de dos especies de podocarpaceas, procedentes de la Reserva 64 comunal Angashcola*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. p. 200.
- Canna, F. (2016). *Germinación de semillas*. Recuperado el 13-09-2016, de http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm.
- Coz A., Alban J., Epiquien M., & Alcántara J. (2005). *Evaluación de la viabilidad y germinación de las quinás en el Perú*. Memorias de XIV Reunión Científica del ICBAR, Lima-Perú.
- Cuculiza, P. (1985). *Propagación de Plantas*. Lima – Perú: Talleres gráficos Villanueva. p. 280.
- Cuvi, I. (2009). *Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. Propagación asexual de plantas. Quito-Ecuador. p. 60.
- EcoCiencia, (2000). *Efectos de la contaminación microbiana y oxidación fenólica en el establecimiento in vitro de frutales perennes*. Cultivos tropicales. Costa Rica; p. 19.
- Edibosco, (1992). *Biotecnología. Panorámica del sector*. Lima-Perú. p. 114.
- Estrella, H. (1991). *Conceptos básicos del cultivo de tejidos vegetales*. Loja-Ecuador.
- Fajardo, A., & Velandia D, (2004). *Reproducción y adaptación en vivero de algunas especies representativas en las áreas rurales del distrito capital de la Región de Sumapaz*. Vol. 8. Bogotá-Colombia. p. 55.

- Flores, et al., (1994). *Propagación de plantas.*: Compañía Editorial Continental. México-México D.F. p. 760.
- Garmendia, A. (2005). *El árbol de la quina Cinchona spp. Distribución, caracterización de su Hábitat y arquitectura.* Universidad Técnica Particular de Loja. Loja-Ecuador. pp. 85-111.
- Gonzaga, L., & Moncayo, M. (2012). *Fenología, producción de hojarasca y ensayos de germinación de las principales especies nativas del bosque protector "El Bosque" parroquia San Pedro de Vilcabamba.* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. pp. 65- 117.
- Guilcapi, E. (2009). *Efecto de Thichoderma harzianum y Trichoderma viride, en la producción de plantas de café Coffea arabica variedad caturra a nivel de vivero.* (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. pp. 30-36.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1998). *Propagación de plantas, principios y prácticas.* Trad. Ingeniero Agrónomo. A. Ambrosi. Ambrosi. Santiago-Chile.
- Hartmann, H; Kester, D; & David, F. (1990). *Propagación de plantas. Principios y prácticas.* Parte II. Propagación de semillas. p. 155.
- Henríquez, E. (2004). *Evaluación de tres factores de enraizamiento en estacas de Morera Morus alba.* (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo) Escuela de Agronomía, Universidad de Chile. Santiago-Chile. p. 77.
- Hernández, T. (2006). *Propagación vegetativa de Podocarpus reichei Buchh. Por medio de estacas, bajo condiciones de invernadero en Chapingo.* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Autónoma Chapingo. México-México D.F. p 97.
- Jorjensen & León, (1999). *Cultivo de quina: programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera.* Medellín-Colombia. p. 123.

- Ledesma, G. (2010). *Evaluación de tres tratamientos pregerminativos con cuatro tipos de sustrato para la propagación de pumamaqui (Oreopanax ecuadorensis Kunt.)* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. p 25.
- Loján, L. (1992). *Microcuencas y flora del Ecuador. El verdor de los Andes. Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo en los Andes*. Quito - Ecuador.
- Lojan, L. (1992). *Distribución y métodos de propagación del capotillo Anthurium giganteum engl., en los bosques de la parroquia Molleturo*. Provincia del Azuay. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja–Ecuador. p. 52.
- López, H., & Valladolid, D. (2014). *Evaluación de tres tipos de sustratos en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos de tres especies forestales nativas de la reserva natural el cristal, de la Parroquia San Sebastián*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja - Ecuador. p. 154.
- Los sustratos. (2003). Recuperado el 20-09-2016, de http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm.
- Machín, T. (1991). *Plagas y enfermedades forestales en América Central*. Turrialba-Costa Rica. CATIE. pp. 205-219.
- Madsen, J. (2012). *Historia cultural de la cascarilla de Loja* (pp. 385-399). En Z. Aguirre, J. Madsen, E. Cotton, H. Balslev. *Botánica Austroecuatorialiana*. Estudio sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro. Loja y Zamora Chinchipe. Quito–Ecuador.
- Martínez, A., Guallart, R., Fernández, F., Gómez, M., & Martínez, J. (2013). *Quino / Cinchona officinalis / el árbol de la Quina*. Recuperado el 02-04-2017, de http://www.euita.upv.es/varios/fisiologia/Temas/tema_17.htm.

- Mejía, D., Manzano, R., et al., (2012). *Agrobiotecnología fundamentos y aplicaciones, propagación comercial 312 especies de plantas por cultivo in vitro*. La Molina-Perú. p.79.
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles. Uso de propagadores de subirrigación*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Programa de investigación. Proyecto de semillas Forestales – PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica. pp. 36-66
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. MAE. (2000). *Estrategias para el desarrollo forestal sustentable del Ecuador*. Quito-Ecuador. p. 7.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. MAE. (2011). *Estimación de La tasa de deforestación del Ecuador continental*. Quito-Ecuador. Recuperado el 03-05-17 de <http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/mponce/TasasDeforestacionEcuador>.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. MAE. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Criterios para la clasificación y definición de la leyenda de los ecosistemas*. Quito-Ecuador. p. 17.
- Moreno, P. (1996). *Vida y obra de granos y semillas*. Recuperado el 07-12-17 de <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/vidayob.htm>.
- Muñoz, V. (1993). *Notas del Centro Productor de Semillas de Árboles Forestales* Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago-Chile.
- Muñoz, (1993). *El árbol de la quina Cinchona spp.: distribución, caracterización de su hábitat y arquitectura*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Navarro, S. (2006). *Producción de hortalizas bajo invernadero*. Sinaloa-México. pp.17-23.

- Nieto, M. (2000). *Remedios para el imperio: historia natural y la apropiación del nuevo mundo*. ICAH. Costa Rica. pp. 184-232.
- Nieto, W. (2005). *Enraizamiento de estacas de palo santo *Bursera graveolens* H.B.K. Triana & Planchón mediante la utilización de reguladores de crecimiento en Lambayeque - Perú*. (Tesis de Master). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. p. 200.
- Paredes, J. (1997). *Psicología, medicina, salud y terapias alternativas. Enciclopedia de plantas medicinales descripción y usos medicinales; Quina *Cinchona officinalis**. Bolívar-Ecuador. pp. 112-117.
- Soto, (2004). *Cultivo de tejidos vegetales I*. Agrobiotecnología Curso 2011. Universidad de Buenos Aires. Departamento de fisiología, biología molecular y celular. Buenos Aires–Argentina. p. 85.
- Solano, M. (2011). *Conceptos básicos e ilustrativos de semillas forestales*. Revista forestal mesoamericana Kurú-Costa Rica. Volumen 9, n°22, Junio, 2012 ISSN: 2215-2504.
- Ocaña, (1996). *Semillas. Biología y tecnología*. Madrid-España. p. 625.
- Paredes, R. (1997). *Formulación participativa de un plan preliminar de manejo del bosque nativo de “Pacaya”, cantón Quito*. (Tesis de grado. Ingeniería Forestal). Universidad Nacional de Loja). Loja-Ecuador. p. 67
- Patiño, et al., (1983). *Propagación de plantas*. México D.F: Compañía editorial continental. p. 760.
- Pérez, F., & Martínez - Laborde, J. (1994). *Introducción a la Fisiología Vegetal*. Madrid–España. p. 43.
- Rentería, J. (2002). *Ecología y manejo de la cascarilla *Cinchona pubescens* Vahl, en Santa Cruz-Galápagos*, Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.

- Rodríguez, R. (2006). *Germinación de semillas de árbol de la quina Cinchona sp. procedentes de la Cascarilla-Jaén ± 1870 msnm, sembradas a nivel del mar*. Libro de resúmenes del XIII encuentro científico internacional de verano. Lima-Perú.
- Semarnat, (2005). *Clases de semillas*. Recuperado el 27-04-17 de <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Paginas/inicio.aspx>.
- Smith & Smith, (2011). *Rubiaceae cinchoneae coptosapelteae*. En Harling G, Andersson L (Eds), Flora of Ecuador no 50. Council for nordic publications in Botany. Museo Botánico. Odense-Dinamarca. p. 114.
- Solano, R. (2000). *Propagación por acodaduras aéreas de Ocho Especies Vulnerables en el Jardín Botánico Reinaldo Espinosa*. (Tesis de Grado. Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.
- Soto, P. (2004). *Reproducción vegetativa por estacas en Amomyrtus luma (luma), Amomyrtus meli y Luma apiculata (arrayán) mediante el uso de plantas madres jóvenes y adultas*. (Tesis de grado. Ingeniería Forestal). Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Santiago-Chile. p. 64.
- Ugusiña, M. (2012). *Propagación de sacha capulí (vallea stipularis) utilizando cuatro bioestimulantes en tres sustratos, bajo invernadero, en el vivero del consorcio río blanco, Parroquia Químiag, Cantón Riobamba*. (Tesis de grado. Ingeniería Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. p. 130.
- Ulloa, C., & Moller, P. (1993). *Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador*. Quito-Ecuador.
- Valarezo, et al., (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles: Uso de propagadores de subirrigación*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Programa de investigación. Proyecto de semillas Forestales. Turrialba-Costa Rica. p. 36.
- Vinueza, M. (2012). *Ecuador forestal*. Recuperado el 05-08-16 de <http://ecuadorforestal.org>.

- Vitalideas, (2010). *A propósito de semillas*. Enc. En la Biol., 33: 3p. Ltd. 1993. Quito-Ecuador. pp. 130 – 143.
- Vitalideas, (2016). *Distribución y métodos de propagación del Capotillo Anthurium giganteum Engl., en los bosques de la parroquia molleturo*. Provincia del Azuay. (Tesis de grado. Ingeniería Forestal) Universidad Nacional de Loja. Loja–Ecuador. p. 52.
- Yu T, (2001). *Ectemycomhyzal associations - características y funciones*. Micorriza 11 67, 177.
- Zevallos, P. (1989). *Taxonomía, distribución geográfica y status del género Cinchona del Perú*. Recuperado el 02-06-17 de <https://www.researchgate.net/publication/>.

XII. ANEXOS

Anexo 01. Resultados de la germinación de semillas de Cascarilla o Quina *Cinchona officinalis L.*,

Tratamiento	Repetición	Días a la Germinación	Nº total de semillas sembradas	Nº total de semillas germinadas	% de germinación
T1	1	15	300	0	0
T1	1	20	300	0	0
T1	1	25	300	90	30
T1	1	30	300	90	30
T1	1	35	300	94	31,33
T1	1	40	300	110	36,66
T1	1	45	300	111	37
T1	1	50	300	150	50
T1	1	55	300	153	51
T1	1	60	300	180	60
T1	1	65	300	184	61,33
T1	1	70	300	212	70,66
T1	1	75	300	212	70,66
T1	1	80	300	204	68
T1	1	85	300	202	67,33
T1	1	90	300	195	65
T2	1	15	300	0	0
T2	1	20	300	0	0
T2	1	25	300	0	0
T2	1	30	300	84	28
T2	1	35	300	90	30
T2	1	40	300	95	31,66
T2	1	45	300	110	36,66
T2	1	50	300	117	39
T2	1	55	300	125	41,66
T2	1	60	300	138	46
T2	1	65	300	155	51,66
T2	1	70	300	182	60,66
T2	1	75	300	185	61,66
T2	1	80	300	180	60
T2	1	85	300	180	60
T2	1	90	300	180	60
T3	1	15	300	0	0
T3	1	20	300	0	0
T3	1	25	300	0	0
T3	1	30	300	0	0

T3	1	35	300	0	0
T3	1	40	300	82	27,33
T3	1	45	300	87	29
T3	1	50	300	90	30
T3	1	55	300	96	32
T3	1	60	300	104	34,66
T3	1	65	300	113	37,66
T3	1	70	300	117	39
T3	1	75	300	120	40
T3	1	80	300	120	40
T3	1	85	300	115	38,33
T3	1	90	300	115	38,33

Anexo 02. Cuadro resumen de los resultados de la germinación de semillas de Cascarilla o Quina *Cinchona officinalis L.*,

UN SOLO TIPO DE SUSTRATO									
<i>Tierra negra 20 % + Corteza de Pino 60% + Cascarilla 20 %</i>									
DIAS	T1(MICORRIZA LIQUIDA)			T2(MICORRIZA EN POLVO)			T3(TESTIGO)		
	Nº total de semillas sembradas	Nº total de semillas germinadas	% de germinación	Nº total de semillas sembradas	Nº total de semillas germinadas	% de germinación	Nº total de semillas sembradas	Nº total de semillas germinadas	% de germinación
15	300	0	0	300	0	0	300	0	0
20	300	0	0	300	0	0	300	0	0
25	300	90	30	300	0	0	300	0	0
30	300	90	30	300	84	28	300	0	0
35	300	94	31,33	300	90	30	300	0	0
40	300	110	36,66	300	95	31,66	300	82	27,33
45	300	111	37	300	110	36,66	300	87	29
50	300	150	50	300	117	39	300	90	30
55	300	153	51	300	125	41,66	300	96	32
60	300	180	60	300	138	46	300	104	34,66
65	300	184	61,33	300	155	51,66	300	113	37,66
70	300	212	70,66	300	182	60,66	300	117	39
75	300	212	70,66	300	185	61,66	300	120	40
80	300	110	36,66	300	180	60	300	120	40
85	300	110	36,66	300	180	60	300	115	38,33
90	300	100	33,33	300	180	60	300	115	38,33
TOTAL			70,67			61,67			40

Anexo 03. Resultados de la Prueba De Kruskal Wallis a la germinación de semillas de Cascarilla o Quina *Cinchona officinalis L.*,

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Germinación	T1	300	0,71	0,46	1,00	44,68	<0,0001
Germinación	T2	300	0,62	0,49	1,00		
Germinación	T3	300	0,40	0,49	0,00		

Anexo 04. Resultados de la Prueba De Kruskal Wallis a la altura de la Cascarilla o Quina *Cinchona officinalis* L.,

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Altura	T1	120	0,82	0,13	0,90	9,58	0,0037
Altura	T2	120	0,80	0,12	0,90		
Altura	T3	120	0,79	0,10	0,80		

Anexo 05. Imágenes de la germinación de semillas de Cascarilla o Quina *Cinchona officinalis* L.,



Anexo 06. Imágenes de las estacas de Cascarilla o Quina *Cinchona officinalis* L., en el invernadero del Consejo Provincial De Tungurahua (Catiglata)



Anexo 07. Imágenes de las estacas en pudrición de la Cascarilla o Quina *Cinchona officinalis* L., en el invernadero del Consejo Provincial De Tungurahua (Catiglata)

