



Universidad Nacional de Loja
Área Agropecuaria y de Recursos Naturales
Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

“POTENCIAL REPRODUCTIVO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”.

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL.

AUTORA:

Karina Alexandra Caraguay Yaguana

DIRECTOR:

Ing. For. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

CERTIFICACIÓN

Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc

DIRECTOR DE TESIS

En calidad de director de la tesis titulada **“POTENCIAL REPRODUCTIVO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”** de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal Karina Alexandra Caraguay Yaguana, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por tal razón autorizo su presentación y publicación.

Loja, 17 de marzo de 2016

Atentamente,


Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

CERTIFICACIÓN

“POTENCIAL REPRODUCTIVO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”.

TESIS DE GRADO

Presentada al Tribunal Calificador como requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA FORESTAL

APROBADA:



Ing. Napoleón López Tandazo., MCF
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR



Ing. Tatiana Ojeda Luna., Mg. Sc.
VOCAL



Ing. Deicy Lozano Sivisaca., Mg. Sc.
VOCAL

AUTORÍA

Yo, Karina Alexandra Caraguay Yaguana, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

Autora: Karina Alexandra Caraguay Yaguana

Firma:.....

Cédula: 1105141202

Fecha: Loja, 18 de marzo de 2016

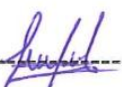
**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Karina Alexandra Caraguay Yaguana, declaro ser la autora, de la tesis titulada **“POTENCIAL REPRODUCTIVO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”**, como requisito para optar al grado de: Ingeniera Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 18 días del mes de marzo de 2016. Firma la autora.

Firma -----

Autora: Karina Alexandra Caraguay Yaguana

Número de cédula: 1105141202

Dirección: Loja; Ciudadela Esteban Godoy

Correo electrónico: kari_alex1990@hotmail.com

Teléfono: 2547208

Celular: 0992600426

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Napoleón López Tandazo Mg. Sc.

Ing. Deicy Lozano Sivisaca Mg. Sc.

Ing. Tatiana Ojeda Luna Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a todos quienes hicieron posible la culminación del presente trabajo de investigación:

A la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a través de la Carrera de Ingeniería Forestal y a sus docentes por haber contribuido con los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

Al Laboratorio de Micropropagación Vegetal, por el apoyo para la realización de este estudio, al Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, director de tesis, por gran esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, su gran motivación y sus valiosos consejos y sugerencias, permitieron concluir con éxito el presente trabajo.

Al Ing. Napoleón López Tandazo presidente del tribunal calificador a la Ing. Deicy Lozano Sivisaca e Ing. Tatiana Ojeda Luna, miembros del tribunal de calificación de tesis; por las importantes sugerencias dadas en la presente investigación.

También quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Ing. Julita Minchala, Ing. Magaly Arévalo, y al Ing. José Moreno por sus conocimientos, su gran disposición para ayudar, por su paciencia y motivación que han sido fundamental para mi formación tanto profesional y también como persona. Por el apoyo y dedicación, por haber compartido conmigo sus conocimientos y amistad.

A la Lic. María Ochoa por la colaboración brindada. A mis familiares por el apoyo incondicional y a mis amigos/as quienes me apoyaron de una u otra forma en el desarrollo de la presente investigación.

A todos Gracias.....

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido finalizar con mis estudios universitarios, por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Luis y María, por su comprensión y ayuda en cada momento de mi vida, quienes con cariño y sacrificio supieron motivarme para salir adelante, gracias por enseñarme que el éxito se logra siendo constante y haciendo frente a todas las adversidades de la vida.

A mis hermanos Juan y Soraya quienes han estado siempre a mi lado apoyándome en cada paso que doy.

A mis maestros universitarios quienes a través de sus enseñanzas y consejos supieron guiarme durante mi formación académica; a mis compañeros de aula, quienes se convirtieron en mi segunda familia.

Y a todos aquellos quienes participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

Karina

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
CARATULA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del género <i>Cinchona</i>	4
2.2. Descripción Botánica.....	4
2.3. Fenología.....	5
2.4. Importancia Ecológica.....	5
2.5. Reproducción de la Especie.....	6
2.6. Usos de la Especie.....	6
2.7. Ubicación Geográfica de la Especie en el Ecuador.....	6
2.8. Descripción de la Especie.....	6
2.9. Germinación.....	7
2.9.1. Definición de semilla.....	7
2.9.2. Definición de semilla de calidad.....	8
2.9.3. Factores que afectan la calidad de la semilla.....	8
2.9.4. Métodos para la medición de la calidad de la semilla.....	8
2.9.5. Técnicas para el mejoramiento de la calidad de las semillas.....	9
2.9.6. La Germinación.....	10
2.9.6.1. Condiciones ambientales necesarias para la germinación.....	10

2.10.	Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales (ISTA).....	11
2.10.1.	Análisis de pureza.....	11
2.10.2.	Peso de semilla.....	11
2.10.3.	Viabilidad.....	12
2.10.4.	Ensayo topográfico de tetrazolio.....	12
2.10.5.	Contenido de humedad.....	12
2.10.6.	Germinación.....	12
2.11.	Estudios Similares Desarrollados.....	13
2.11.1.	Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del Bosque Protector “El Bosque” de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja.....	14
2.11.2.	Germinación en laboratorio e influencia de los hongos Micorrízicos y la aplicación de nutrientes en el crecimiento de dos procedencias de <i>Cinchona pubescens</i> , a nivel de Invernadero.....	15
2.11.3.	Estudio fenológico y análisis de calidad de semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del Bosque Seco, Provincia de Loja.....	16
3.	METODOLOGÍA.....	17
3.1.	Ubicación y Descripción del Área de Estudio.....	17
3.1.1.	Fase de laboratorio.....	17
3.1.2.	Fase de campo.....	17
3.2.	Metodología para determinar el potencial reproductivo de <i>Cinchona officinalis</i> L., provenientes de relictos boscosos en la Provincia de Loja.....	19
3.2.1.	Recolección del material vegetal.....	19
3.2.2.	Determinación de la fisiología reproductiva.....	19
3.2.2.1.	Número de frutos promedio por rama y por árbol.....	19
3.2.2.2.	Producción de semillas del árbol.....	20
3.2.2.3.	Obtención de semillas de los frutos de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	20
3.3.	Metodología para analizar la calidad de semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., provenientes de relictos boscosos, mediante las Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales ISTA.....	21
3.3.1.	Análisis de calidad de semillas mediante la utilización de las normas ISTA	21
3.3.1.1.	Pureza.....	21
3.3.1.2.	Peso de la semilla.....	21

3.3.1.3.	Contenido de humedad.....	22
3.3.1.4.	Germinación.....	22
3.3.1.5.	Viabilidad.....	23
3.4.	Análisis Estadístico.....	24
3.4.	Difusión de los resultados sobre el potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de la especie <i>Cinchona officinalis</i> L.....	24
4.	RESULTADOS.....	25
4.1.	Descripción morfológica de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	25
4.2.	Determinación de la fisiología reproductiva.....	26
4.2.1.	Número de frutos promedio por rama y por árbol.....	26
4.2.2.	Producción de semillas por árbol.....	27
4.3.	Prueba estándar de calidad de semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., provenientes de cuatro sitios de la provincia de Loja.....	28
4.3.1.	Pureza.....	28
4.3.2.	Peso de semilla.....	29
4.3.3.	Contenido de humedad.....	30
4.3.4.	Germinación.....	31
4.3.5.	Viabilidad.....	34
4.4.	Difusión de Resultados.....	36
5.	DISCUSIÓN.....	37
5.1.	Determinación del potencial productivo de la especie <i>Cinchona officinalis</i> L.	37
5.2.	Pruebas estándar de calidad de semillas con el uso de las Normas ISTA (2007).....	38
6.	CONCLUSIONES.....	42
7.	RECOMENDACIONES.....	43
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	44
9.	ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Lista de análisis o mediciones para evaluar la calidad de la semilla.....	9
Cuadro 2. Datos de campo de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L., identificados en los cuatro relictos boscosos en la provincia de Loja.....	17
Cuadro 3. Hoja de registro de datos de la germinación de <i>Cinchona officinalis</i> L, a nivel de laboratorio.....	23
Cuadro 4. Cuadro resumen del número de frutos promedio por rama y por árbol en los cuatro sitios de estudio.....	26
Cuadro 5. Producción de semillas por árbol de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio.....	27
Cuadro 6. Porcentajes de pureza de las semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio.....	29
Cuadro 7. Peso de 1000 semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio, en los relictos boscosos de la provincia de Loja.....	29
Cuadro 8. Contenido de humedad en porcentaje de <i>Cinchona officinalis</i> L. en los cuatro sitios de estudio, en los relictos boscosos de la provincia de Loja.	30
Cuadro9 Resumen del porcentaje de germinación y contaminación acumulativa de las semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio	31
Cuadro 10. Porcentajes de viabilidad de las semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio.....	34
Cuadro 11. Resumen de las pruebas de calidad de semillas de la especie <i>Cinchona officinalis</i> L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Flores del árbol de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	4
Figura 2. La semilla y sus partes.....	7
Figura 3. Ubicación del área de estudio.....	18
Figura 4. Árbol de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	25
Figura 5. Flor de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	25
Figura 6. Frutos de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	26
Figura 7. Semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	26
Figura 8. Porcentaje acumulativo de germinación de <i>Cinchona officinalis</i> L., en sitio "El Naque".....	32
Figura 9. Porcentaje acumulativo de germinación de <i>Cinchona officinalis</i> L., en "Uritusinga".....	32
Figura 10. Porcentaje de germinación acumulativa de <i>Cinchona officinalis</i> L., en " San Simón".....	33
Figura 11. Porcentaje acumulativo de germinación de <i>Cinchona officinalis</i> L., en "Selva Alegre".....	34
Figura 12. Semillas no viables de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	35
Figura 13. Semillas viables de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	35
Figura 14. Resumen de los porcentajes promedio de los parámetros de calidad de semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio.....	36
Figura 15. Árbol de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	49
Figura 16. Recolección de frutos.....	49
Figura 17. Análisis de productividad.....	49
Figura 18. Frutos de <i>Cinchona officinalis</i> L., colectados.....	49
Figura 19. Pesaje de semilla de <i>Cinchona Officinalis</i> L.....	50
Figura 20. Pureza de semilla de <i>Cinchona Officinalis</i> L.....	50
Figura 21. Germinación de semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	50
Figura 22. Limpieza de semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	51
Figura 23. Frutos maduros de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	51
Figura 24. Difusión de resultados al equipo del laboratorio de Micropropagación Vegetal.....	51

Figura 25.	Triptico para la difusion de los resultados obtenidos en la investigaciòn, cara anterior.....	68
Figura 26.	Triptico para la difusion de los resultados obtenidos en la investigaciòn, cara posterior.....	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Fase de campo y laboratorio.....	49
Anexo 2. Resultados obtenidos del número de frutos por rama y por árbol de cada sitio de estudio.....	52
Anexo 3. Resultados obtenidos de la producción de semillas de los sitios de estudio.	54
Anexo 4. Resultados obtenidos del análisis de pureza de 1000 semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., aplicando las Normas ISTA.....	54
Anexo 5. Resultados del ensayo de peso de 1000 semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los cuatro sitios de estudio.....	56
Anexo 6. Resultados obtenidos del ensayo de contenido de humedad de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los sitios de estudio.....	57
Anexo 7. Resultados diarios de germinación y contaminación de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio.....	58
Anexo 8. Resultados de los análisis estadísticos de las semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio.....	61
Anexo 9. Datos de campo de los árboles de la especie <i>Cinchona officinalis</i> L., de los relictos boscosos de la provincia de Loja.....	64
Anexo 10. Tríptico para difusión de los resultados obtenidos en la investigación.....	68
Anexo 11. Folleto con los datos de la investigación.....	70

“POTENCIAL REPRODUCTIVO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”.

RESUMEN

La especie *Cinchona officinalis* L., ha sido una especie muy representativa para la provincia de Loja, por su valor medicinal, cultural e histórico. Esta especie ha sido nombrada como el Árbol Nacional del Ecuador, lo que representa una trascendental importancia para la provincia de Loja, ya que la especie fue descubierta en esta región. La principal amenaza que sufrió esta especie fue la explotación exagerada de estos árboles para la obtención de la corteza; además de la tala de los bosques por la expansión de la frontera agrícola y ganadera. Convirtiéndola en una especie amenazada y todo esto ha influenciado directamente sobre la regeneración y recuperación de la especie.

El presente trabajo de investigación se realizó con el apoyo logístico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, mediante el proyecto **“Identificación y descripción del estado actual de *Cinchona officinalis* L., en la provincia de Loja y generación de protocolos para la propagación *in vivo* e *in vitro*”**; y tuvo como finalidad generar información sobre el potencial productivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja.

El estudio se ejecutó en los sectores de: Quebrada del Naque (Cantón Loja); parroquia el Tambo, sitio Uritusinga (Cantón Catamayo); Quebrada San Simón (Loja); y, parroquia Selva Alegre, sitio Santa Lucía (Cantón Saraguro), cumpliendo con los siguientes objetivos: a) Determinar el potencial reproductivo de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja; b) Analizar la calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos a nivel de laboratorio, mediante las normas internacionales para el análisis de semillas forestales ISTA 2007; c) difundir los resultados de la investigación.

En estos sectores se instalaron parcelas, con una dimensión de 20x30 (600 m²) cada una. En el sitio Uritusinga, se instalaron tres parcelas, con un total de 22 árboles; en Selva Alegre, dos parcelas, con un total de 26 árboles; en El Naque instaló una parcela, con un total de 24 árboles; y, finalmente en San Simón se instalaron dos parcelas, con un total de 25 árboles de *Cinchona officinalis* L., de las cuales se tomó el material vegetal, donde se evaluó el potencial productivo y calidad de semillas.

Como resultados se obtuvo que: el mayor número de frutos por árbol se presentó en el sitio Selva Alegre 1 054,36±315,65 frutos por árbol y El Naque con 918,23 ± 104,36 frutos por

árbol; mientras que un menor número de frutos por árbol se presentó en los sitios Uritusinga y San Simón esto se debe posiblemente a que en algunos de estos sitios no se encontraron frutos maduros, ya que estos no alcanzaron la madurez fisiológica al mismo tiempo. En cuanto a la producción de semillas y el peso se encontró que el sitio El Naque presentó una mayor producción y peso $1\ 837,58 \pm 360,13$ semillas por árbol, con un peso de 6,94 gramos y Selva Alegre con $1\ 795,57 \pm 850,28$ semillas por árbol y un peso de 8,81 gramos.

Los resultados obtenidos en la investigación en cuanto a las pruebas estándar de calidad de semillas revelan que el mayor porcentaje de pureza se presentó en los sitios El Naque (46,21%) y Selva Alegre (41,59%). En cuanto al peso, *Cinchona officinalis* al tener semillas livianas el peso de 1000 semillas estuvo en 0,71 gramos, con un número aproximado de 1 450,07 semillas por kilogramo. En lo relacionado al contenido de humedad la especie presentó un porcentaje alto (80,46%), por lo que se clasificó a las semillas como recalcitrantes.

En la germinación a nivel de laboratorio, *Cinchona officinalis* alcanzó un porcentaje de germinación del 70,50% en presencia de la luz y 50,0% en la oscuridad, ya que la germinación para los sitios de estudio fue rápida y homogénea, empezando está a los cinco días de haber efectuado la siembra y estabilizándose a los 35 días. En cuanto a la viabilidad de la semilla en promedio esta fue baja 0,58%, es decir que las semillas pierden rápidamente el poder germinativo.

SUMMARY

Cinchona officinalis L. species has been a very representative species for the province of Loja, for its medicinal, cultural and historical value. This species has been named as the National Tree of Ecuador, which represents a transcendental importance for the province of Loja, since the species was discovered in this region. The main threat facing this species was the overexploitation of these trees for bark; in addition to the clearing of forests for the expansion of the agricultural frontier. Making it an endangered species and this has influenced directly on the regeneration and recovery of the species.

This research was conducted with the logistical support of the Laboratory of Plant micropropagation, the project "**Identification and description of the current state of *Cinchona officinalis* L., in the province of Loja and generation of protocols for *in vivo* and *in vitro* propagation**"; and aimed to generate information on production potential and quality analysis of seeds of *Cinchona officinalis* L., from forest relicts in the province of Loja.

The study was carried out in the following sectors: Quebrada del Naque (Loja Canton); Tambo parish, site Uritusinga (catamayo canton); Quebrada San Simón (Loja) and parish Selva Alegre, Santa Lucia site (saraguro canton), meeting the following objectives: a) To determine the reproductive potential of *Cinchona officinalis* L., from forest relicts in the province of Loja; b) To analyze the quality of seeds of *Cinchona officinalis* L., from forest relicts in the laboratory, using international standards for the analysis of tree seeds ISTA 2007; c) disseminate the results of research.

In these plots they were established sectors, with dimensions 20x30 (600 m²) each. In Uritusinga site, three plots were installed, with a total of 22 trees; Selva Alegre, two plots, with a total of 26 trees; El Naque two plots were installed, with a total of 24 trees; and finally in San Simon two plots were installed, with a total of 25 trees of *Cinchona officinalis* L., of which the plant material, where the productive potential and seed quality was evaluated was taken.

As the results was obtained: the highest number of fruits per tree was presented on the site Selva Alegre $1\ 054.36 \pm 315.65$ fruits per tree and El Naque with 918.23 ± 104.36 fruits per tree; while a smaller number of fruits per tree was presented at the San Simón Uritusinga sites and this is possibly because in some of these sites were found unripe fruits, as these did not reach physiological maturity at the same time. As for seed production and weight was found

that the site's El Naque present increased production and 1837.58 ± 360.13 seeds per tree, with a weight of 6.94 grams and Selva Alegre with $1,795, 57 \pm 850.28$ seeds per tree and a weight of 8.81 grams.

The results obtained in the investigation as to the standard seed quality testing show that the highest percentage of purity was presented at sites El Naque (46.21%) and Selva Alegre (41.59%). As for the weight, *Cinchona officinalis* seeds having light weight of 1000 seeds was 0.71 grams, with approximately 1 450.07 seeds per kilogram. In relation to the moisture content of the species present a high percentage (80.46%), which were classified as recalcitrant seeds.

Germination in the laboratory, *Cinchona officinalis* reached a germination rate of 70.50% in the presence of light and 50.0% in the dark, as germination for study sites was rapid and homogeneous, starting is five days after sowing and stabilize made at 35 days. As for the viability of the seed on average this was low 0.58%, ie the seeds quickly lose their germination power.

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador desde el punto de vista geográfico es un país muy pequeño, caracterizado por su singular topografía, su diversidad de zonas climáticas y una población de especies vegetales y animales que lo hacen megadiverso (Ministerio del Ecuador, 2012). Cuenta aproximadamente con 11,5 millones de hectáreas cubiertas por bosques, lo que representa el 42% del área total del 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 200 000 hectáreas deforestadas cada año, solo 7 500 hectáreas están replantadas (Vitalideas, 2010).

Además de ello el Ecuador, es reconocido como uno de los centros de biodiversidad del planeta, ya que con tan solo el 0,17% de la superficie terrestre, posee más del 11% de todas las especies de vertebrados terrestres, 16 087 especies de plantas vasculares y alrededor de 600 especies de peces marinos (Ecuador Tierra incógnita, 2000). Gran parte de esta riqueza biológica se refleja en la región Sur del Ecuador, en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe (Valarezo, *et al.*, 1998).

Sin embargo, estos recursos se encuentran amenazados por una creciente presión consecuencia de las actividades humanas. Los bosques están siendo destruidos con el propósito de ampliar la frontera agrícola-ganadera, por la extracción selectiva de madera, incendios forestales, la explotación de yacimientos minerales, la construcción de obras civiles y la presión hacia los productos que ofrecen los ecosistemas (Naturaleza y Cultura Internacional, 2006).

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

El nombre más conocido es “Kina”, este término nativo 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 de 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).

Raintree Nutrition (2005), menciona que la especie originalmente utilizada para curar el paludismo probablemente fue *Cinchona officinalis* L., por ser una de las especies que representa un mayor contenido de alcaloides en la corteza.

La principal amenaza que sufrieron estas especies fue la explotación exagerada de los árboles para la obtención de la corteza en el siglo XVII, sacrificando la mayoría de los árboles adultos; además, de la tala de los bosques por la expansión de la frontera agrícola y ganadera, convirtiéndolas en especies amenazadas, lo que ha influido directamente sobre la regeneración y recuperación natural de las especies de este género. Estos factores son los que han llevado a que se la catalogue actualmente como especie en peligro de extinción (Anda, 2002).

Por otro lado, la preocupación por la destrucción de estos ecosistemas ha generado en varios investigadores, profesionales forestales, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, el interés por generar programas de reforestación para la recuperación de especies principalmente nativas de gran valor ecológico; lo que conlleva a la necesidad de disponer de material reproductivo de buena calidad, sean estas semillas, estacas, plántulas, etc. La utilización de semillas con fines de propagación artificial posibilita un considerable grado de control sobre las condiciones en que se recolectan, procesan, almacenan y tratan (Willan, 1991).

Las semillas constituyen uno de los productos forestales no maderables más importantes de los bosques nativos, ya que son el medio de reproducción y su calidad tiene efecto decisivo sobre las características de los árboles establecidos en una plantación.

La especie *Cinchona officinalis* L., ha sido una especie muy representativa para la provincia de Loja, por su valor medicinal, cultural e histórico. Esta especie ha sido nombrada como el árbol nacional del Ecuador, lo que representa un hecho de trascendental importancia para la provincia de Loja, ya que la especie fue descubierta en esta región (Anda, 2002).

No existe mucha información que describa el comportamiento de la especie *Cinchona officinalis* L., por lo que es necesario conocer las condiciones naturales adecuadas para su conservación y propagación, en la provincia de Loja existen muy pocos lugares donde todavía se pueden encontrar árboles de *Cinchona officinalis* L., en forma natural.

Bajo esta perspectiva, se desarrolló la presente investigación: **“Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja”**; la misma que buscó generar información importante sobre el potencial reproductivo y calidad de semillas de la especie, mediante ensayos de laboratorio, para contribuir de esta forma a la conservación de la especie en ambiente natural; y, contar con insumos que permitan emprender a futuro en proyectos para la propagación de la especie, que es de gran importancia para la provincia de Loja.

La presente investigación se la realizó en los cantones Loja, Catamayo y Saraguro, provincia de Loja; durante el periodo comprendido entre abril 2015 hasta diciembre 2015, en el marco del proyecto **“Identificación y descripción del estado actual de *Cinchona Officinalis* L. en la provincia de Loja y generación de protocolos para la propagación *in vivo e in vitro*”**; el mismo que se viene ejecutando con el auspicio económico de la Universidad Nacional de Loja, a través de la Dirección General de Investigación, en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal.

Los objetivos que orientaron la presente investigación fueron los siguientes:

Objetivo General:

- Contribuir a generar información sobre el potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja.

Objetivos Específicos:

- Determinar el potencial reproductivo de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja.
- Analizar la calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos a nivel de laboratorio, mediante las normas internacionales para el análisis de semillas forestales ISTA.
- Difundir resultados sobre potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de la especie *Cinchona officinalis* L., a los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Forestal.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del género *Cinchona*

Las quinas o cascarillas son especies del género *Cinchona*, 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 y Taylor, 1994).

Las plantas de *Cinchona* producen un metabolito conocido como “quinina”, que ha demostrado propiedades antimaláricas 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).

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 *et al.*, 2012).

2.2. Descripción Botánica

Orden: RUBIALES

Familia: Rubiaceae

Género: *Cinchona*

Nombre Científico: *Cinchona officinalis*

Nombre Común: Cinchona, cascarilla, quina, etc.



Figura 1. Flores del árbol de *Cinchona officinalis* L.

Las cinchonas son de origen sudamericano, su hábitat son los bosques andinos del Ecuador, Perú, Venezuela, Colombia y Bolivia, esta especie se encuentran en el sur del Ecuador en los sectores de Cajanuma (Loján, 1992).

En el Ecuador prospera silvestremente y exclusivamente en los bosques densos de ambas cordilleras: occidental y oriental formando una faja altitudinal desde los 640 hasta los 3 200

msnm y entre los 10 y 23 °C, en un ambiente generalmente húmedo y lluvioso durante todo el año.

Es un árbol mediano de 16 m 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).

2.3. 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 y López, 1993). Se ha podido observar que la fenología es diferente en otros lugares.

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

2.4. Importancia Ecológica

Garmendia (2005), menciona que *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 la explicación sobre la abundancia de endemismo que se basa en la especialización a determinados ambientes.

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).

2.5. Reproducción de la Especie

Se propaga por semillas y las plantas que se obtienen por semillas tienen un desarrollo muy lento. El tipo de germinación para esta especie es epigea y el principal agente dispersante es el viento y el agente polinizador son las aves (Loján, 2003).

Actualmente las poblaciones de *Cinchona* son pequeñas (Garmendia, 2005), encontrándose solo en lugares donde se dan condiciones específicas para la germinación y el desarrollo de las plántulas.

2.6. Usos de la Especie

La madera de esta especie se utiliza para postes, puntales, vigas, leña y carbón. La corteza que tiene aplicaciones medicinales por los compuestos metabólicos (Ulloa y Jorgensen, 2000), por tal motivo la *Cinchona* se explotó en varios países principalmente en el Ecuador.

La corteza de *Cinchona* sigue siendo usada en la actualidad para el tratamiento de la malaria como una droga terapéutica para casos severos de la enfermedad (Garmendia, 2005).

2.7. Ubicación Geográfica de la Especie en el Ecuador

Conocido como un árbol o arbusto nativo de los Andes que se encuentra entre los 1 000 a 3 500 msnm. En el Ecuador se encuentran ampliamente distribuido en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay, Morona, Zamora Chinchipe y Loja (Jorgensen y León, 1999). La especie *Cinchona officinalis* L., es una especie endémica de la región sur del Ecuador específicamente del valle de Loja.

2.8. Descripción de la Especie.

Cinchona officinalis L., es un árbol de 11 a 15 m de altura, de 30 a 40 cm de diámetro de tallo; ramificación simpodial, con copa globosa irregular, bastante densa.

La corteza es de color marrón oscuro, ligeramente fisurada y desprende pequeñas placas en forma irregular. La forma de la hoja varía de casi orbicular o lanceolada a elíptico-ovalada, de 8 a 27 cm de largo y 7 a 18 cm de ancho.

Las flores se encuentran en panículas terminales de 20 a 25 cm de longitud, son hermafroditas, actinomorfas, la corola es blanca-roja. Los frutos son cápsulas de color marrón oscuro, de forma elipsoide.

El desarrollo particularmente en los primeros años es rápido, los árboles de 6 a 8 años de edad pueden alcanzar 12 m de altura. Las ramas principales parten del tronco a una altura de más o menos 6 m, puesto que las ramas bajas son desechadas continuamente (Mahecha *et al.*, 2004).

2.9. Germinación

2.9.1. Definición de semilla

La semilla constituye una estructura llena de alimento para el embrión, que protege y conserva, buscando condiciones favorables para su desarrollo, con la meta final de preservar la especie (Estrella, 1999).

Según Azcón Bieto (2008), la semilla es el embrión de la planta que ha alcanzado la madurez y se encuentra en estado de “vida latente”. Puede permanecer en este estado durante mucho tiempo, según la especie, cuando la semilla encuentra las condiciones ambientales adecuadas, germinará. La semilla está formada por tres elementos (Figura 2).

- **Embrión:** planta diminuta con uno o dos cotiledones.
- **Endospermo:** tejido de reserva alimentario de la semilla.
- **Tegumento:** cubierta exterior que actúa de defensa y evita la pérdida de agua de la semilla.

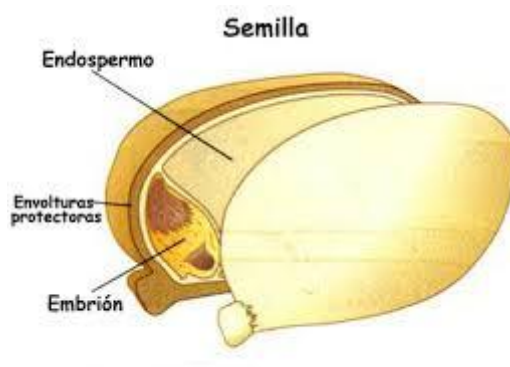


Figura 2. La Semilla y sus partes

La semilla presenta una propiedad importante que está relacionada con el tipo de fruto y su forma. Esta propiedad le capacita para poder asegurar la supervivencia de la especie. A veces es difícil el crecimiento de la planta joven bajo la planta madre, por ello las semillas presentan mecanismos de dispersión que aseguran que algunas semillas encuentren condiciones adecuadas para germinar y crecer.

2.9.2. Definición de semilla de calidad

El porcentaje de germinación no es suficiente para expresar la calidad de la semilla debido a que este concepto también implica calidad genética, así como otros aspectos de calidad fisiológica; además, de la germinación. La definición de calidad de semilla debe depender del uso final que se le da a la semilla, podría considerarse la conservación de los recursos genéticos, producción en vivero, siembra directa en el bosque o en tierra arable y el alimento (Bonner, 1987).

2.9.3. Factores que afectan la calidad de la semilla

Algunos factores comunes que afectan la calidad de la semilla forestal son:

- Rompimiento incompleto de la latencia
- Método de pre tratamiento
- Constitución genética de la semilla
- Edad, condición y manejo del huerto semillero
- Clima y condición del árbol madre durante el desarrollo de la semilla
- Madurez en el momento de recolección
- Procesamiento de la semilla: ataque de patógenos durante las operaciones de recolección, limpieza y extracción, secado, almacenamiento.

2.9.4. Métodos para la medición de la calidad de la semilla.

Un análisis de calidad de la semilla debe proporcionar un resultado reproducible que esté relacionado con el desempeño de la semilla en el campo y por ende ayude al agricultor en la predicción del desempeño de campo, a continuación, en el Cuadro 1 se muestra una lista de análisis o mediciones para evaluar la calidad de la semilla.

Cuadro 1. Lista de análisis o mediciones para evaluar la calidad de la semilla.

Pruebas Bioquímicas	Pruebas que incluyen germinación	Otras pruebas
<ul style="list-style-type: none"> • Conductividad de aluatos • Prueba topográfica con tetrazolio • Carga de energía de adenilato. • Ácidos grasos saturados y no saturados • Contenido de lípidos en la membrana • Actividad enzimática • Capacidad de síntesis de proteínas • Contenido de ARN mensajero • Respiración 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de germinación • Envejecimiento acelerado deterioro controlado • Prueba fría • Prueba con peróxido de hidrogeno • Prueba de Hiltner • Prueba de escape • Respuesta a la temperatura y estrés hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de corte • Tamaño y densidad de la semilla • Pruebas con rayos X

Fuente: Danida Forest Seed Centre, 2000.

2.9.5. Técnicas para el mejoramiento de la calidad de las semillas

La calidad de un lote semillero no depende del tiempo en que el lote semillero es procesado y almacenado. Existen técnicas para manipular y mejorar la calidad de la semilla:

- PREVAC: presión/vacío
- SSI: Separación seca por incubación
- Recubrimiento: PEG y soluciones salinas
- Tratamiento con hormonas
- Inoculación con micorriza y Rhizobium
- Granulado (siembra con presión, plaguicidas, nutrientes)
- Pre-germinación

La separación por gravedad, el tamizaje, la floración y la trilla han sido utilizadas por muchos años, una limitación de estos métodos es que estos no pueden eliminar la semilla muerta, las cuales tienen la misma densidad y tamaño que la semilla viva. Sin embargo, cabe mencionar que los métodos como PREVAC Y SSI, son métodos muy sofisticados, que demandan gran cantidad de recursos económicos, siendo difícil su utilización.

2.9.6. La Germinación

Rodríguez (2000), define a la germinación como el surgimiento y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales (radícula, primeras hojas) que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables.

2.9.6.1. Condiciones ambientales necesarias para la germinación

Humedad

Es un factor completamente imprescindible en el proceso de germinación. La semilla absorbe agua hasta la imbibición, lo que permite la activación de los procesos metabólicos (Rodríguez y Nieto, 1999).

Temperatura

Según Rodríguez y Nieto (1999), la temperatura es uno de los principales y más influyentes factores de la germinación, se han reportado rangos mínimos por encima de 0°C, óptimos entre 25 y 31°C, máximos de 40-50°C. El factor desencadenante es la variación de la temperatura, por debajo o por encima de estos límites puede ocurrir la muerte de la semilla.

Oxígeno

En los primeros estadios de la germinación, antes de que la radícula rompa el tegumento, las reacciones son de carácter anaeróbico, posteriormente el proceso se hace totalmente dependiente del oxígeno. A bajas temperaturas (5°C) el consumo de oxígeno a través de la testa es menor (Rodríguez y Nieto 1999).

Luminosidad

Según Rodríguez y Nieto (1999), la sensibilidad de las semillas a la luz es bastante variable de acuerdo con la especie. La respuesta de las semillas a la luz está ligada a una cromoproteína denominada “fitocromo”, pigmento responsable de atraparla.

Sustrato

En la mayoría de los ensayos de laboratorio con especies de semillas pequeñas se utiliza papel de germinación, sin embargo, la elección del medio en que se van a colocar las semillas, depende del equipo, la especie, las condiciones de trabajo y la experiencia (Rodríguez, 2000).

2.10. Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales (ISTA)

ISTA es una asociación internacional de entidades, sin fines de lucro, relacionadas con el análisis de semillas, cuya actividad principal es la de proporcionar métodos y servicios para dicho fin.

2.10.1. Análisis de pureza

El análisis de pureza consiste en un examen pormenorizado de todos los elementos que componen la muestra de laboratorio, analizando si pertenecen o no a la especie objeto de estudio. Teniendo en cuenta que los mecanismos de limpieza de semillas no son perfectos, es normal que en un lote de semillas se pueda encontrar impurezas y semillas de otras especies, pudiendo influir negativamente sobre su valor comercial. Al someter a la muestra a una prueba de pureza, el analista detecta el nivel de contaminación de la muestra y por extensión de lote.

El principal objetivo de un análisis de pureza es determinar el porcentaje en peso que representa la fracción de semillas puras de una muestra representativa de un lote, el segundo objetivo es identificar la materia inerte y las semillas de otras especies que se encuentran en la muestra.

La persona encargada de realizar un análisis de pureza, luego de depositar la muestra sobre una superficie plana, con ayuda de ciertos materiales, se procede a la selección, análisis y clasificación de todos los elementos que componen la muestra, los mismos que se agrupan en tres fracciones: semilla pura, materia inerte y otras semillas (ISTA, 2007).

2.10.2. Peso de semilla

Se expresa el peso de 1000 semillas puras por kg, ISTA (2007), prescribe ocho réplicas de 100 semillas puras cada una, con las que se pueden calcular la desviación típica, el coeficiente de variación y media. Si el valor de coeficiente de variación es inferior al máximo de 4.0 que prescribe la ISTA, se considera que la muestra es homogénea y no será necesario tomar nuevas muestras.

2.10.3. Viabilidad

La viabilidad es la fracción de semillas que están vivas. Las normas ISTA, (2007) acepta tres métodos rápidos de evaluación de la viabilidad: la exhibición del embrión, el ensayo topográfico de Tetrazolio y el método de rayos X.

2.10.4. Ensayo topográfico de Tetrazolio

Esta prueba de naturaleza bioquímica permite realizar en forma rápida un diagnóstico muy completo acerca de la calidad del lote de semillas. El test se basa en la actividad de las enzimas respiratorias (deshidrogenasas) de la semilla y utiliza las propiedades biológicas de la sal de Tetrazolio para comprobar la existencia, a través de la diferenciación de colores, de los tejidos sanos, débiles o muertos de la semilla. Esta sal, actúa como indicador de óxido-reducción; al penetrar en las células vivas se reduce produciendo en las semillas una tinción en las partes donde se presenta la actividad enzimática.

Las semillas son evaluadas como vivas (tinción rosada) o muertas (sin tinción). Las semillas se acondicionan para la prueba mediante cortes en la misma, se introducen en una solución 0,1% de la sal 2, 3, 5 cloruro trifenil tetrazolio preparada en solución buffer (ISTA, 2007). La diferencia de coloración, junto con otras consideraciones, permite establecer la naturaleza de las alteraciones en el embrión y demás partes de las semillas.

2.10.5. Contenido de humedad

El contenido de humedad y la temperatura son factores cruciales durante el almacenamiento y manejo de la semilla. El contenido de humedad determina la actividad fisiológica y bioquímica de la semilla. Por lo tanto, la determinación del contenido de humedad de la semilla es de vital importancia para las operaciones de manejo. Granos secos y sanos, pueden ser mantenidos bajo almacenamiento apropiado, por muchos años, en tanto que los granos húmedos se pueden deteriorar en tanto solo unos cuantos días (Luz, 2008).

2.10.6. Germinación

El proceso de germinación se determina por medio de los ensayos de germinación, los cuales deben hacerse con semillas puras y por lo menos deben hacerse con 400 semillas como mínimo, los cuales son individuos en cuatro lotes de 100 gramos cada uno, separados al azar (ISTA, 2007).

De acuerdo al ISTA (2007), el test de germinación permite determinar el máximo del potencial de germinación de un lote de semillas, los cuales pueden ser usados para comparar la calidad de diferentes lotes. El porcentaje de germinación reportado en el ISTA indica la proporción por el número de semillas que han producido plántulas clasificadas como normal bajo condiciones y el periodo específicos.

2.11. Estudios Similares Desarrollados

Según la base de datos de la biblioteca del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de La Universidad Nacional de Loja, se cuenta con varios estudios sobre fenología y análisis de calidad de semillas desarrollados en especies nativas. A continuación, se detallan algunos de ellos:

2.11.1. Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del Bosque Protector “El Bosque” de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja.

Las especies que utilizaron Aponte y Sanmartín (2011), para esta investigación fueron: *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania americana*, *Juglans neotropica*, *Prumnopitys montana*, *Myrica pubescens*, *Myrsine sodiroana* y *Weinmannia glabra*.

Aponte y Sanmartín (2011), mencionan que la especie *Alnus acuminata* alcanza su máxima intensidad de floración en septiembre y en enero para la fructificación. La defoliación también se da durante todo el año con diferente intensidad y alcanza su máxima en el mes de agosto antes de dar inicio al fenómeno de floración, y declina su intensidad en septiembre – octubre.

Así mismo estos autores mencionan que todos los individuos de esta especie presentaron diferentes fenómenos fenológicos (floración, fructificación, defoliación).

El porcentaje de pureza de todas las semillas, generalmente fue elevado, siendo *Weinmannia glabra* la que presenta el porcentaje más alto con 98,81% de pureza, esto quiere decir que el 1,19% son restos extraños al lote de semillas por otro lado *Cupania americana* es la especie con menor porcentaje del total de especies evaluadas con un porcentaje de 81,23% debido a que la semilla de esta especie presenta un arilo carnoso, el cual se procedió a separar para la toma del peso de semillas puras resultantes.

En cuanto a los procesos fenológicos los autores mencionan que las especies, *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, y *Cinchona officinalis* presentan picos máximos de floración en época seca y de fructificación en época lluviosa, pero *Alnus acuminata* y *Cinchona officinalis* mantienen los estadios reproductivos prácticamente durante todo el año. Por otro lado, *Cupania americana* es una especie que se diferencia del resto ya que la misma florece en época lluviosa y fructifica en época seca, *Prumnopitys montana* que florece y fructifica en época lluviosa, *Weinmannia glabra* que florece y fructifica en época seca y finalmente *Myrica pubescens* y *Myrsine sodiroana*, presente dos veces los fenómenos reproductivos.

2.11.2. Germinación en laboratorio e influencia de los hongos micorrízicos y la aplicación de nutrientes en el crecimiento de dos procedencias de *Cinchona pubescens*, a nivel de invernadero.

Apolo (2012), utiliza para esta investigación: *Cinchona pubescens*, proveniente de dos lugares; Loja y Galápagos. En la que obtuvo un porcentaje de germinación más alto en menos tiempo, en las semillas de *Cinchona pubescens* de Loja, las cuales alcanzaron 95%, mientras que las semillas procedentes de Galápagos alcanzaron el 87% de germinación a los 50 días de la siembra. Los resultados obtenidos en la presente investigación indican que se alcanzó un alto porcentaje de germinación en ambas procedencias.

Con respecto al crecimiento, Apolo 2012 menciona que solamente en la variable altura existieron diferencias estadísticamente significativas en el factor procedencia y en la interacción micorrizas versus procedencias; pero no existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Es decir, que los nutrientes aplicados a las plántulas no influyeron significativamente en su crecimiento; se evidenció que las plántulas provenientes de semillas de Galápagos, crecieron en altura 22,4% más que las plántulas de semillas de Loja, es decir 1,3 cm más. En promedio, las plántulas de Loja alcanzaron una altura de 5,1 cm y las plántulas de Galápagos 6,4 cm de altura.

Al existir diferencias significativas en la interacción entre micorrizas versus procedencias, se cree que las plántulas procedentes de Galápagos, en su primera fase de crecimiento, se desarrollan mejor sin estar asociadas con hongos micorrízicos, ya que según los datos obtenidos se pudo observar que hubo un mayor crecimiento de las plántulas en los tratamientos sin micorrizas (promedio de altura 6,8 cm); mientras que en los tratamientos con micorrizas el promedio de altura fue de 6 cm. En las plántulas de Loja ocurrió lo contrario, las plántulas que recibieron micorrizas alcanzaron una altura promedio de 5,9 cm y las que no recibieron micorrizas llegaron a un promedio de 4,4 cm de altura. Esto puede ser debido a que una misma especie de hongo no tiene el mismo efecto sobre todas las plantas de modo que, éstas responden de manera diferente a la micorrización. Por otro lado, la alta concentración de fósforo en el suelo, inhibe la acción de las micorrizas en las plantas a nivel de invernadero.

En las otras variables analizadas como diámetro y biomasa, las plántulas de Galápagos, superaron a las plántulas de Loja; alcanzando un incremento diamétrico de 13,3 mm y un peso de 0,7 gramos de biomasa, las plántulas de Loja tuvieron 11,1 mm de incremento diamétrico y

0,6 gramos de biomasa. Pero no existieron diferencias significativas entre las procedencias, con micorrizas ni con la aplicación de los nutrientes.

2.11.3. Estudio fenológico y análisis de calidad de semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del Bosque Seco, Provincia de Loja.

Chamba (2014), realizó un estudio con tres especies nativas del bosque seco: *Prosopis sp*, *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango*, y trabajó con un número entre nueve y diez árboles por cada especie. Las evaluaciones fenológicas en los árboles se realizaron mensualmente, en *Prosopis sp* y *Loxopterygium huasango*, las observaciones iniciaron en el mes de agosto del 2012 y finalizaron en julio del 2013; en cambio en *Tabebuia billbergii* debido a que la especie presentó fructificación supranual (cada 2 años) las observaciones fenológicas se realizaron desde agosto del 2012 hasta marzo del 2014. En cada una de las especies evaluadas se determinó el potencial productivo de frutos y semillas por árbol; y, además, se efectuaron análisis físicos de las semillas, los que incluyeron: pureza, peso de semilla, contenido de humedad, viabilidad, energía germinativa y poder germinativo.

Como resultados se obtuvo que: *Prosopis sp* presentó períodos de floración entre los meses de agosto a noviembre y la fructificación de octubre a febrero; en cambio *Loxopterygium huasango* el ciclo de floración se presentó desde enero a abril y la mayor intensidad de fructificación se dio entre mayo y junio; los períodos de floración y fructificación para *Tabebuia billbergii* se presentaron en los meses de enero y febrero respectivamente. Considerando que en estos bosques existe una estacionalidad determinada por las precipitaciones, se esperó que los patrones fenológicos estén asociados a la estacionalidad, pero el presente estudio reveló patrones irregulares en el proceso fenológico de las tres especies: *Prosopis sp* presentó picos máximos de floración y fructificación en época seca; por otro lado la floración de *Loxopterygium huasango* se dio en época lluviosa y la mayor intensidad de fructificación se dio en época seca; en cambio *Tabebuia billbergii*, la floración y fructificación se presentó en época de lluviosa.

Los árboles de *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango* obtuvieron el mayor potencial productivo de semillas por árbol con $766,18 \pm 318,79$ y $717,41 \pm 239,17$ gramos respectivamente, a diferencia de las especies anteriores, en *Prosopis sp*, el potencial productivo de semillas por árbol se redujo a $289,07 \pm 136,19$ gramos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

La presente investigación se la realizó en dos fases: laboratorio y campo.

3.1.1. Fase de laboratorio

Esta se llevó a cabo en el laboratorio de Micropropagación Vegetal, del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en el cantón y provincia de Loja, parroquia San Sebastián, a 3 km al sur de la ciudad de Loja, vía a Malacatos. En esta fase se determinó los parámetros relacionados con potencial reproductivo y calidad de semillas, en base a la metodología estandarizada de las normas internacionales para el análisis de semillas forestales (ISTA), cuyas pruebas de calidad se realizaron en la especie seleccionada.

3.1.2. Fase de campo

La fase de campo se ejecutó en los sectores de: Quebrada de El Naque (Cantón Loja), parroquia el Tambo, sitio Uritusinga (Cantón Catamayo), Quebrada San Simón (Loja); y, parroquia Selva Alegre, sitio Santa Lucía (Cantón Saraguro); sitios en los que se identificarán los individuos y se recolectó el material vegetal necesario para realizar el análisis de calidad de semillas (ver Figura 3 y Anexo 9).

En estos sitios se instalaron parcelas con una dimensión de 20 x 30 m (600 m²). Así, en El Naque se instaló una parcela; en Uritusinga, se instalaron tres parcelas; en Selva Alegre, dos parcelas; y, finalmente en San Simón se instalaron dos parcelas de *Cinchona officinalis* L., de las cuales se tomó el material vegetal para la presente investigación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos de campo de los árboles de *Cinchona officinalis* L., identificados en los cuatro relictos boscosos en la provincia de Loja.

Sitio	N° de parcelas	N° total de árboles por parcela			Número total de árboles
		P1	P2	P3	
El Naque	1	24	-	-	24
Uritusinga	3	06	08	08	22
San Simón	2	12	13	-	25
Selva Alegre	2	18	8	-	26
Total	8				27

P1= parcela N° 1 **P2=** parcela N°2 **P3=** parcela N° 3

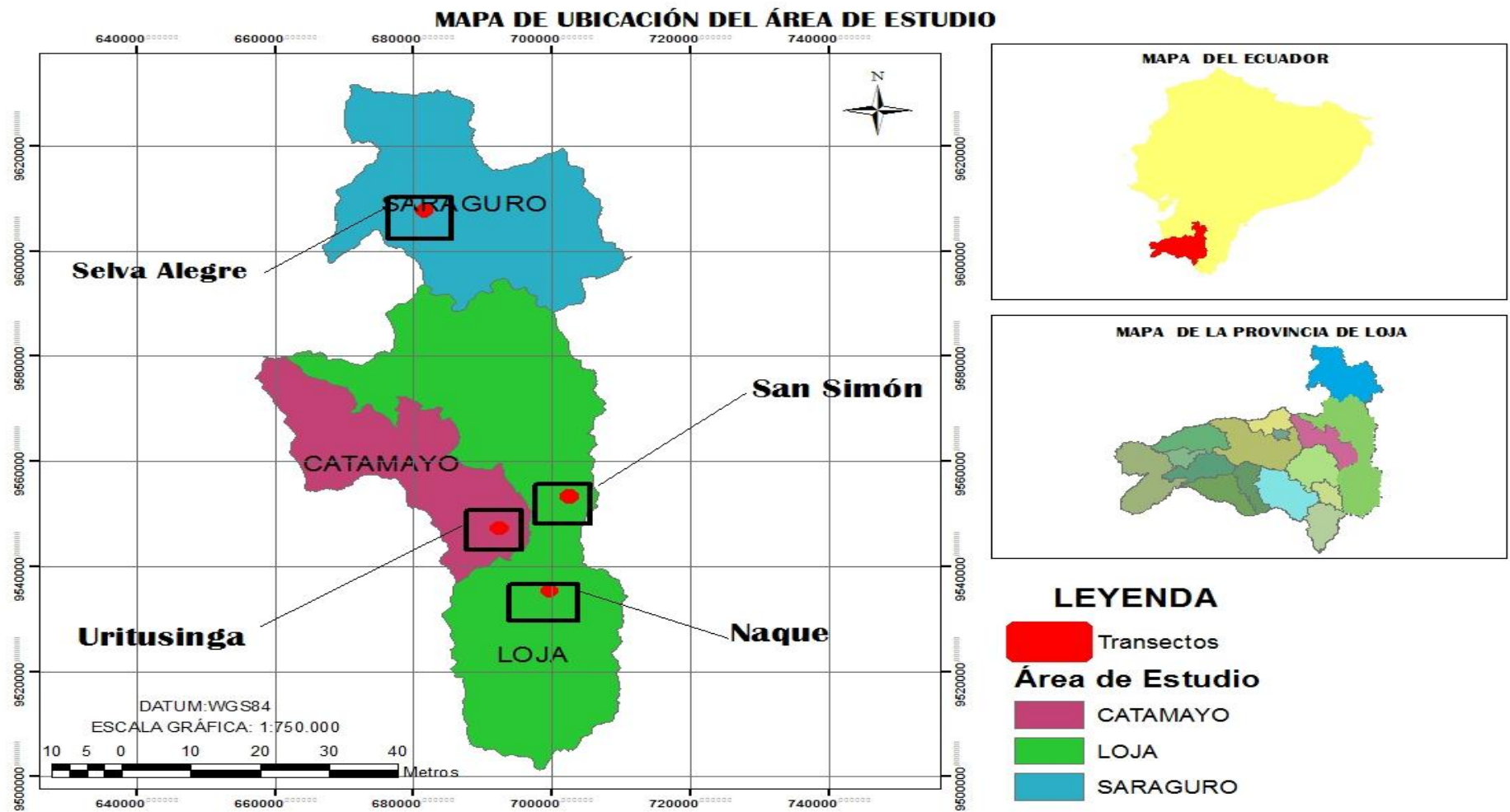


Figura 3. Ubicación del área de estudio

3.2. Metodología para determinar el potencial reproductivo de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la Provincia de Loja.

Para determinar el potencial reproductivo de la especie *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios ubicados en tres cantones; Loja, Catamayo y Saraguro, se procedió de la siguiente manera:

3.2.1. Recolección del material vegetal.

Para la recolección del material vegetal se visitó los sectores en donde se encuentran instaladas las parcelas. De estos sitios se recolectaron los frutos de los árboles de *Cinchona*, los cuales se colocaron en bolsas de papel y fueron etiquetados de acuerdo a la codificación de cada árbol, para luego ser transportadas al laboratorio, donde se procedió a extraer las semillas de los frutos para su análisis.

3.2.2. Determinación de la fisiología reproductiva

Para cumplir con esta fase se requirió contar con frutos de los cuatro sitios de estudio. Para El Naque se recolectó los frutos de 10 árboles; Uritusinga 13 árboles; San Simón 8 árboles y Selva Alegre (Santa Lucía) 12 árboles, cabe mencionar que al momento de la recolección no todos los árboles de las parcelas se encontraban fisiológicamente maduros. Una vez obtenidos se evaluaron los siguientes aspectos:

3.2.2.1. Número de frutos promedio por rama y por árbol

Se escogió al azar un total de seis ramas con frutos por árbol (terciarias, cuaternarias o quinquenarias), según la disposición del árbol y se procedió a contar el número de frutos en cada una de ellas, luego se obtuvo el promedio para las seis ramas evaluadas (# frutos por rama). El promedio de frutos encontrados por rama, se multiplicó por el total de ramas con frutos (determinado con anterioridad) y de esta manera obtener el número aproximado de frutos/árbol.

Para calcular el número de frutos para cada árbol se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{NFT = Nfp \times Nrf}$$

Dónde:

NFT = Número total de frutos de cada árbol

Nfp = Número de frutos promedio por rama

Nrf = Número de ramas con frutos del árbol

3.2.2.2. Producción de semillas del árbol

Para este parámetro se extrajo y se contabilizó el número de semillas de 20 frutos y luego se calculó el número de semillas por árbol, aplicando la fórmula utilizada por Ordoñez (2001).

$$Ps = \frac{Pp * Nsm}{Nfm}$$

Dónde:

Ps= Producción de semilla de árbol

Pp= Potencial productivo del árbol (promedio de número total de frutos del árbol)

Nsm= Número semilla muestra

Nfm= Número de frutos de la muestra

3.2.2.3. Obtención de semillas de los frutos de *Cinchona officinalis* L.

La recolección de los frutos se realizó en el campo cuando el fruto alcanzó su madurez fisiológica. Para poder realizar la recolección se hizo uso de materiales como: podadora aérea y de mano. Una vez colectados los frutos, se los traslado al laboratorio donde se procedió a extraer las semillas para su análisis, aplicando las normas internacionales, para el análisis de semillas forestales en laboratorio (ISTA, 2007), en donde se calculó la pureza, peso de semilla, contenido de humedad, viabilidad y germinación.

3.3. Metodología para analizar la calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos, mediante las Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales ISTA (2007).

3.3.1. Análisis de calidad de semillas mediante la utilización de las normas ISTA.

La evaluación de la calidad de semillas de las cuatro procedencias de *Cinchona officinalis* L., se la realizó en el laboratorio de Micropropagación Vegetal, empleando las normas ISTA, a través de las cuales se evaluaron los siguientes parámetros.

3.3.1.1. Pureza

Para determinar el porcentaje de pureza, primero se extrajo las semillas de los frutos recolectados y luego se pesó una muestra de semillas, en base a la disponibilidad de la misma, así, para el caso de El Naque se obtuvo una muestra de 20,46 gramos, Uritusinga 102,86 gramos; San Simón 37,73 gramos y Selva Alegre 161,52 gramos. Luego se procedió a separar las impurezas grandes de forma manual y con la ayuda de un colador las impurezas pequeñas, para posteriormente pesarlas en la balanza de precisión.

El porcentaje de pureza se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{peso de semilla pura (g)}}{\text{peso total de muestra original (g)}} \times 100$$

3.3.1.2. Peso de la semilla

Para determinar este parámetro se utilizó una muestra de 1000 semillas, de las cuales se tomó ocho submuestras al azar de 100 semillas cada una (800 semillas en total), tomadas del ensayo de pureza.

En la balanza de precisión se pesó cada una de estas submuestras, luego se determinó el promedio de ellas, finalmente se obtuvo el peso de las semillas con la fórmula siguiente:

$$\text{Peso de 1000 semillas} = \text{Peso Promedio de 100 semillas} \times 10$$

Este resultado se lo expresó en número de semillas por kilogramo.

3.3.1.3. Contenido de humedad

Para determinar el contenido de humedad inicial de las semillas de *Cinchona officinalis* L., se utilizó dos muestras tomadas del ensayo de pureza de 10 gramos, cada una luego se las colocó en cajas petri de 9 cm de diámetro y se las llevo a la estufa, para esto se consideró la siguiente metodología:

- Primero se pesaron las cajas petri de 9 cm de diámetro, incluyendo la tapa (M1).
- Luego se colocó la muestra de la semilla (10 g.) en el recipiente y se pesó (M2).
- Las cajas petri se colocaron en la estufa a una temperatura de 103 ± 2 °C durante 17 ± 1 hora (ISTA, 2007).
- Una vez concluido el tiempo se las retiró de la estufa, para luego pesar las semillas en el recipiente nuevamente (M3).

Finalmente se calculó el porcentaje de contenido de humedad con la siguiente fórmula:

$$\%CH = (M2 - M3) \frac{100}{M2 - M1}$$

Dónde:

M1 = Peso del recipiente vacío

M2 = Peso del recipiente más 10 g. de semillas

M3 = Peso seco

3.3.1.4. Germinación

Para la determinar el porcentaje de germinación de las semillas de *Cinchona officinalis* L., se tomó de cada procedencia ocho submuestras de 100 semillas puras cada una, las mismas que se desinfectó con la siguiente metodología:

Primero se lavó la semilla con agua más detergente por unos dos minutos, luego se enjuagó con abundante agua las semillas, hasta eliminar los restos de detergente, posteriormente se procedió a hacer una inmersión en alcohol al 70% por dos minutos, se retiró el alcohol y se procedió a colocar en una solución de cloro al 50%, por un lapso de tres minutos, transcurrido el tiempo se enjuagó con agua destilada estéril, hasta eliminar los restos de cloro.

Una vez desinfectadas las semillas, se colocó el lote de cien semillas en una caja petri, las cuales fueron previamente esterilizadas, colocando en la base de las mismas papel toalla, el cual fue humedecido con agua destilada, más 1 mg/l de ácido giberélico (AG3).

Luego se colocó las cajas petri en el cuarto de inoculación, a una temperatura promedio de 18° C, cabe mencionar que para este ensayo se procedió a montar dos ensayos, uno dejándolo a la luz y el otro colocando una cartulina negra para simular oscuridad. La evaluación se realizó durante un período de cinco semanas, realizando el respectivo monitoreo diario de las semillas germinadas, adicionando durante este período agua destilada mezclada con ácido giberélico, según las necesidades hídricas de la semilla.

Para la toma de datos se consideró un lapso de cinco semanas, en las cuales se evaluó la aparición de la radícula y las primeras hojas cotiledonares, esto indica la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables. Los datos de germinación obtenidos se registraron en el formato que se presenta en el Cuadro 3.

Finalmente, se determinó el porcentaje de germinación, haciendo una relación simple entre el total de semillas del ensayo de cada caja petri (100) y el número de semillas germinadas, durante el ensayo.

Cuadro 3. Hoja de registro de datos de la germinación de *Cinchona officinalis* L, a nivel de laboratorio

Especie:			Fecha Siembra:																		
Sitio	N° parcela	N° árbol	Días de germinación																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	..

3.3.1.5. Viabilidad

Para determinar la viabilidad de las semillas se utilizó la prueba topográfica con tetrazolio al 1%, disolviendo para ello 0,5 ml de tetrazolio en 50 ml de agua destilada. Posteriormente, se sumergió las semillas por 72 horas (tres días) en la solución de agua destilada más tetrazolio. Concluido este tiempo se procedió a observar en el estereoscopio la coloración que adquirieron las semillas.

Las Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales (ISTA), mencionan que si la semilla se torna de color rojo, significa que esta semilla es considerada como viable, ya que existe presencia de endospermo, pero si por el contrario la semilla no se tiñe, se considera como una semilla no viable.

3.4. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados se trabajó con el programa IBM SPSS Statics Visor, en el que se utilizó ANOVA con la prueba de Tukey para datos paramétricos y se trabajó con un nivel de significancia $\alpha=0,05$. Previo a realizar los ANOVA se verificó el cumplimiento de los supuestos de Normalidad, homogeneidad de varianzas e interdependencia de datos. Para el caso de normalidad se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk; mientras que para la homogeneidad se utilizaron los gráficos de residuos versus predichos. Finalmente la interdependencia de los datos se cumple al haber seleccionado las unidades experimentales al azar. En los casos en los que no se cumplió con uno de los primeros supuestos, se procedió a transformar los datos (logaritmos o raíces cuadradas) hasta satisfacer dicho cumplimiento.

3.5. Difusión de los resultados sobre el potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de la especie *Cinchona officinalis* L.

Para cumplir con este objetivo institucional se elaboró un artículo científico y un tríptico con información sobre el potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas, con el propósito de dar a conocer a las personas interesadas. También se realizó un folleto con los datos de la investigación del proyecto, además, se socializó los resultados de la investigación, mediante una exposición al Equipo Técnico del Proyecto de Investigación de la especie *Cinchona* y del laboratorio de Micropropagación Vegetal.

4. RESULTADOS

4.1. Descripción morfológica de los árboles de *Cinchona officinalis* L.

Cinchona officinalis L., es un árbol que puede llegar a medir de 2 a 11,2 metros de altura, con un diámetro que va de 2,58 a 15,28 cm; presenta una ramificación simpodial, con copa globosa. La corteza es de color marrón oscuro, ligeramente fisurada (Figura 4), la forma de la hoja es lanceolada.

Las flores se encuentran en panículas terminales, son hermafroditas, actinomorfas, la corola es de color blanco-violeta (Figura 5). El fruto es una cápsula septicida seca dehiscente de forma ovoide alargada que puede contener de 10 a 89 semillas, se separa longitudinalmente a través de las ranuras carpelares desde la base al ápice del fruto, originando dos valvas o lóculos (Figura 6). El pericarpio es delgado pero leñoso de consistencia dura, la superficie es de color café a marrón oscuro con presencia de diminutos tricomas de color blanco. El largo de los frutos puede variar entre 1,7 a 2,8 mm de largo por 0,6 a 1,9 mm de ancho.

Las semillas presentan una forma fusiforme, de testa blanda, con una superficie membranosa, con presencia de alas muy frágiles que se rompen fácilmente y terminan en pequeños tricomas simples de color café amarillento (Figura 7), son livianas con un peso promedio de 0,54 a 0,84 gramos.



Figura 4. Árbol de *Cinchona officinalis* L.



Figura 5. Flor de *Cinchona officinalis* L.



Figura 6. Frutos de *Cinchona officinalis* L.



Figura 7. Semilla de *Cinchona officinalis* L.

4.2. Determinación de la Fisiología Reproductiva

4.2.1. Número de frutos promedio por rama y por árbol

Para determinar el potencial reproductivo se lo hizo para cada sitio, considerando cada uno de los individuos en las parcelas (Anexo 2).

A continuación, en el Cuadro resumen 4 se presentan los promedios del número de frutos por rama y por árbol colectados para cada sitio y su respectivo error estándar.

Cuadro 4. Cuadro resumen del número de frutos promedio por rama y por árbol en los cuatro sitios de estudio.

Sitio	Especie	Nº de frutos	Nº de frutos
		promedio por rama	promedio por árbol
El Naque	<i>Cinchona officinalis</i> L.	40,01±3,47 a	918,23±104,36 a
Uritusinga	<i>Cinchona officinalis</i> L.	53,3±4,21 abc	526,04±72,81 abc
San Simón	<i>Cinchona officinalis</i> L.	51,32±6,66 b	318,92±41,30 b
Selva Alegre	<i>Cinchona officinalis</i> L.	64,81±9,32 ac	1054,36±315,65 ac

Letras diferentes indican que hay diferencias estadísticamente significativas entre los sitios.

Al hacer la comparación de promedios con los datos del número de frutos por árbol, estos fueron transformados a raíz, ya que no se cumplía con los supuestos de normalidad y homogeneidad (Ver resultados de análisis en Anexo 8.1) culminado este paso se pudo evidenciar que si existen diferencias estadísticas significativas en al menos un par de medias $p=0,009; \alpha=0,05$; de acuerdo a la prueba de Tukey existen diferencias estadísticas significativas entre los sitios El Naque y San Simón ($\alpha=0,05; p=0,025$); y San Simón y Selva Alegre ($\alpha=0,05; p=0,026$).

En el sitio Santa Lucía, parroquia Selva Alegre, se encontró el mayor número de frutos por rama y por árbol, esto posiblemente se debe a la edad de los árboles, ya que los individuos mayores tuvieron mayor rendimiento que los jóvenes, obteniendo un promedio de $64,81 \pm 9,32$ frutos por rama y $1\ 054,36 \pm 315,65$ frutos por árbol, para este sitio la recolección se la hizo casi en la totalidad de los 26 árboles existentes en las dos parcelas; además, estos frutos son mucho más grandes que en los otros tres sitios.

Para el sitio El Naque, se recolectaron los frutos de trece árboles de los 24 existentes en la parcela, ya que no todos se encontraban con frutos maduros al momento de la recolección, obteniendo un promedio de frutos por rama de $40,01 \pm 3,47$ y $918,23 \pm 104,36$ frutos por árbol; En el caso del sitio Uritusinga la recolección de los frutos se la hizo casi en su totalidad, pocos árboles de los 22 presentes en las tres parcelas no alcanzaron la madurez fisiológica al mismo tiempo, obteniendo un promedio de frutos por rama de $53,3 \pm 4,21$ y $526,04 \pm 72,81$ frutos por árbol.

Para el sitio San Simón, el promedio de frutos por rama fue de $51,32 \pm 6,66$ y $318,92 \pm 41,30$ frutos por árbol, siendo este promedio el más bajo, posiblemente esto se debe a que solo se recolectaron frutos de ocho árboles, de los 25 existentes en las dos parcelas, ya que al momento de la recolección no se encontró mayor presencia de frutos, la mayoría se encontraron secos.

4.2.2. Producción de semillas por árbol

Para determinar la producción de semillas por árbol se lo hizo para cada sitio, así mismo considerando cada uno de los individuos de las parcelas (Anexo 3). Los promedios del número de semillas por árbol, se presentan a continuación en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Producción de semillas por árbol de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio.

Sitio	Especie	Número promedio de semillas/árbol	Peso promedio de semillas/árbol (gr)
El Naque	<i>Cinchona officinalis</i> L.	$1837,58 \pm 360,13$ a	6,94
Uritusinga	<i>Cinchona officinalis</i> L.	$941,47 \pm 167,57$ abc	7,67
San Simón	<i>Cinchona officinalis</i> L.	$465,45 \pm 66,30$ b	2,39
Selva Alegre	<i>Cinchona officinalis</i> L.	$1795,57 \pm 850,28$ ac	8,81

Letras diferentes indican que hay diferencias estadísticamente significativas entre los sitios.

Al hacer la comparación del promedio con los datos de producción de semilla, estos fueron transformados a logaritmo, ya que no se cumplía con los supuestos de normalidad y homogeneidad (ver resultados de análisis en Anexo 8.2), realizado este paso se pudo determinar que si existen diferencias estadísticas significativas en al menos un par de medias $p=0,003$; $\alpha=0,05$; de acuerdo a la prueba Tukey existen diferencias significativas en los sitios El Naque y San Simón ($\alpha=0,05$; $p=0,003$); y San Simón y Selva Alegre ($\alpha=0,05$; $p=0,036$).

El mayor número de semillas por árbol que se obtuvo fue de $1\ 837,58 \pm 360$ semillas, con un peso de 6,94 gramos en el sitio denominado El Naque, seguido de Selva Alegre donde se obtuvo un promedio de número de semillas por árbol de $1\ 795,57 \pm 850,28$ semillas con un peso de 8,81 gramos.

Para el sitio Uritusinga el promedio de semillas por árbol fue de $941,47 \pm 167,57$ con un peso de 7,67 gramos; mientras que para San Simón $465,45 \pm 66,30$ semillas por árbol, con un peso de 2,39 gramos siendo este el sitio donde menos producción de semillas por árbol se obtuvo.

4.3. Prueba estándar de calidad de semillas de *Cinchona Officinalis* L., provenientes de cuatro sitios de la provincia de Loja.

Para la obtención de resultados uniformes y estandarizados se aplicó las normas internacionales para el análisis de Semillas Forestales (ISTA 2007), a continuación, se presentan los resultados obtenidos en cuanto a pureza, peso de 1000 semillas, contenido de humedad, germinación y viabilidad, para los cuatro sitios de estudio.

4.3.1. Pureza

El porcentaje de pureza de la especie en estudio obedeció en gran parte al estado fitosanitario de los individuos que fueron seleccionados (ataque de plagas y enfermedades), así como también a la época en la que se recolectaron los frutos.

Los resultados obtenidos por cada sitio, para este parámetro se muestran a continuación en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Porcentajes de pureza de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio.

Sitio	Especie	Pureza de las semillas (%)
El Naque	<i>Cinchona officinalis</i> L.	46,21
Uritusinga	<i>Cinchona officinalis</i> L.	35,16
San Simón	<i>Cinchona officinalis</i> L.	29,20
Selva Alegre	<i>Cinchona officinalis</i> L.	41,59

En los resultados referentes a la pureza de las semillas no se transformó datos ya que con los valores absolutos se cumplió con los supuestos de normalidad y homogeneidad, en este caso no existen diferencias estadísticas significativas $p=0,097$; $\alpha=0,05$ (ver resultados de análisis en Anexo 8.3).

El porcentaje más alto de pureza de semillas de *Cinchona officinalis* L., fue del sitio El Naque con 46,21% de pureza, seguido de Selva Alegre con 41,59%; mientras que Uritusinga tuvo un 35,16% de pureza; y, finalmente el porcentaje más bajo fue el obtenido en el sitio San Simón, con 29,20% de pureza.

Esto debido a que la semilla era muy propensa al ataque de plagas, así como también a la presencia de semillas sin embrión, algún grado de pudrición o semillas fisiológicamente inmaduras. Los resultados completos de la prueba de pureza de las semillas, se muestran en el Anexo 4.

4.3.2. Peso de semilla

El peso en gramos de 1000 semillas de la especie es variado; está directamente relacionado con el tamaño del fruto y el número de semillas en el mismo. Los valores que se muestran en el Cuadro 7, nos dan una idea clara del tamaño y forma de dispersión de las mismas.

Cuadro 7. Peso de 1000 semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en los relictos boscosos de la provincia de Loja.

Sitio	Especie	Peso de 1000 de semillas (gr)	Numero de semillas por kilogramo
El Naque	<i>Cinchona officinalis</i> L.	0,54 \pm 0,004 a	1851,85
Uritusinga	<i>Cinchona officinalis</i> L.	0,82 \pm 0,006 b	1219,51
San Simón	<i>Cinchona officinalis</i> L.	0,84 \pm 0,005 bc	1190,47
Selva Alegre	<i>Cinchona officinalis</i> L.	0,65 \pm 0,001 ad	1538,46

Letras diferentes indican que hay diferencias estadísticamente significativas entre los sitios.

En los resultados obtenidos del peso de 1000 semillas, se encontró que estadísticamente si presentaron diferencias significativas en al menos un par de medias para un nivel de significancia $p=0,000$; $\alpha=0,05$ (ver resultados de análisis en Anexo 8.4). De acuerdo a la prueba de Tukey existen diferencias significativas entre los sitios El Naque y Uritusinga ($\alpha=0,05$; $p=0,002$); El Naque y San Simón ($\alpha=0,05$; $p=0,001$); y San Simón y Selva Alegre ($\alpha=0,05$; $p=0,046$).

El sitio donde se obtuvo un mayor peso de semilla fue San Simón con $0,84\pm 0,005$ gramos y 1 190, 47 semillas por kilogramo; seguido de Uritusinga con un peso de $0,82\pm 0,006$ gramos y 1 219,51 semillas por kilogramo, mientras que Selva Alegre tuvo un peso de $0,65\pm 0,001$ gramos, con un número de semillas por kilogramo de 1 538,46; además, cabe mencionar que la semilla del sitio Santa Lucía, perteneciente a la parroquia Selva Alegre, fue más grande en relación a las semillas de los otros tres sitios. Finalmente, El Naque obtuvo el peso más bajo con $0,54 \pm 0,004$ gramos y 1 851,85 semillas por kilogramo; estas semillas son pequeñas y livianas, lo que facilita su dispersión a través del viento.

4.3.3. Contenido de humedad

Los resultados obtenidos en este ensayo permitieron identificar y clasificar las especies de acuerdo al contenido de humedad inicial de sus semillas en: ortodoxas (menor a 40%) y recalcitrantes (mayor a 40%). Los resultados por cada sitio de la especie en estudio se muestran en el Cuadro 8, para este parámetro no se realizaron análisis estadísticos puesto que la muestra no era significativa.

Cuadro 8. Contenido de humedad en porcentaje de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en los relictos boscosos de la provincia de Loja.

Sitio	Especie	Contenido de Humedad (%)	Clase de Semillas
El Naque	<i>Cinchona officinalis</i> L.	78,75	Recalcitrantes
Uritusinga	<i>Cinchona officinalis</i> L.	97,10	Recalcitrantes
San Simón	<i>Cinchona officinalis</i> L.	74,70	Recalcitrantes
Selva Alegre	<i>Cinchona officinalis</i> L.	77,30	Recalcitrantes

El mayor valor que se obtuvo de contenido de humedad fue en el sitio Uritusinga, con un 97,10%, seguido de El Naque con un 78,75%; finalmente, los valores más bajos de contenido

de humedad se presentaron en el sitio Selva Alegre (Santa Lucía), con un 77,30% y San Simón con un 74,70%, este elevado contenido de humedad, facilita a que las semillas pierdan rápidamente su viabilidad, en un tiempo aproximado de dos a tres meses de ser colectadas.

Por su alto contenido de humedad en los cuatro sitios de estudio de los relictos boscosos de la provincia de Loja, se considera que las semillas de *Cinchona officinalis* L., son recalcitrantes, lo que significa que estas no podrían ser almacenadas por un largo período de tiempo a ciertas temperaturas, ya que podría perder con mayor rapidez su poder germinativo (Anexo 6).

4.3.4. Germinación

Los resultados de los porcentajes de germinación de las semillas de *Cinchona officinalis* L, de los cuatro sitios de estudio, obtenidos bajo condiciones controladas de laboratorio (Temperatura, humedad y fotoperiodo), fueron variados entre tratamientos ensayados en presencia de la luz y en la oscuridad, cuyos resultados del porcentaje de germinación y contaminación diaria de las semillas se muestran en el Cuadro resumen 9 y figuras 8, 9, 10 y 11 respectivamente.

Cuadro 9. Resumen del porcentaje de germinación y contaminación acumulativa de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio.

Especie: <i>Cinchona officinalis</i> L.				
Sitio	% Semilla Germinada		% Semilla Contaminada	
	Luz	Os.	Luz	Os.
El Naque	88	52	16,8	25,5
Uritusinga	52	38	32	43
San Simón	69	53	25	33
Selva Alegre	73	57	20	35

Como se muestra en la Figura N° 8, las semillas de *Cinchona officinalis* L., del sitio “El Naque” obtuvieron una germinación del 88% en el tratamiento en presencia de la luz, mientras que en el tratamiento en la oscuridad, la germinación fue del 52%, a los 35 días de evaluación.

El proceso de germinación empezó a partir del tercer día y se estableció a los 23 días; la contaminación en el laboratorio durante la siembra fue del 16,8%, en presencia de la luz,

mientras que en la oscuridad fue mayor al 25,5%. Los resultados totales diarios de germinación se muestran en el Anexo 7.

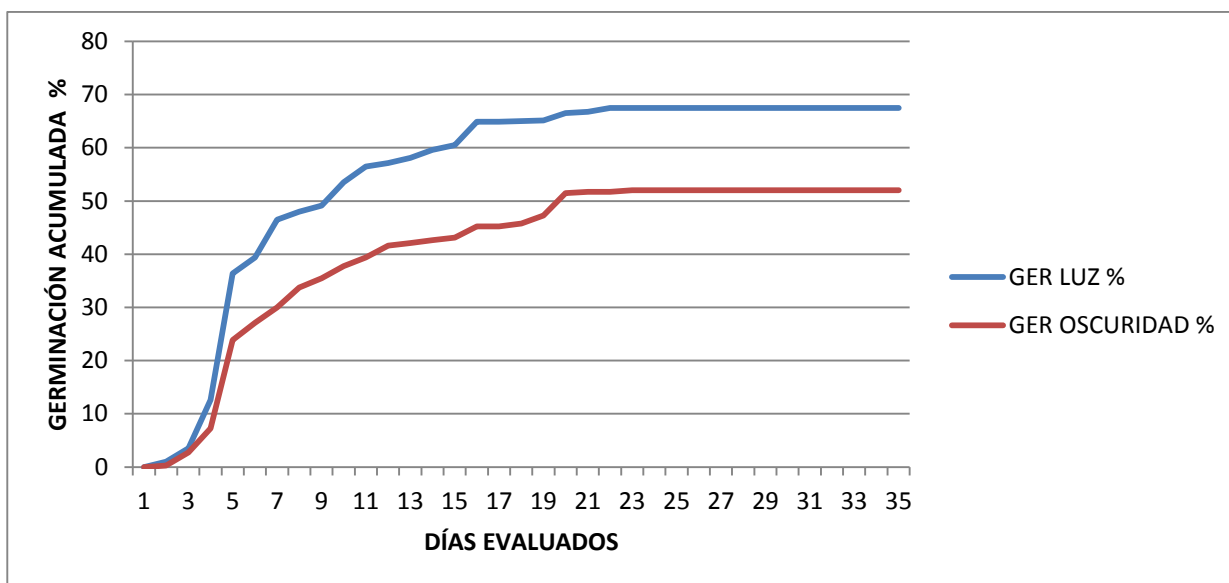


Figura 8. Porcentaje acumulativo de germinación de *Cinchona officinalis* L., en sitio "El Naque"

En la Figura N° 9 se muestran los resultados del porcentaje promedio de germinación acumulativa de las semillas de *cinchona officinalis* L., del sitio Uritusinga, en donde el mayor promedio de germinación se obtuvo en el tratamiento en presencia de la luz, con 52%, mientras que para el tratamiento de oscuridad el porcentaje de germinación fue del 38%. (Ver resultados totales de germinacion diaria en Anexo 7).

El porcentaje de semillas contaminadas fue del 32% para el tratamiento en la luz; mientras que para el tratamiento de oscuridad la contaminación fue del 43%. El proceso de germinación para las semillas del sitio Uritusinga inicio, a partir del sexto día y se estabilizó a los catorce días.

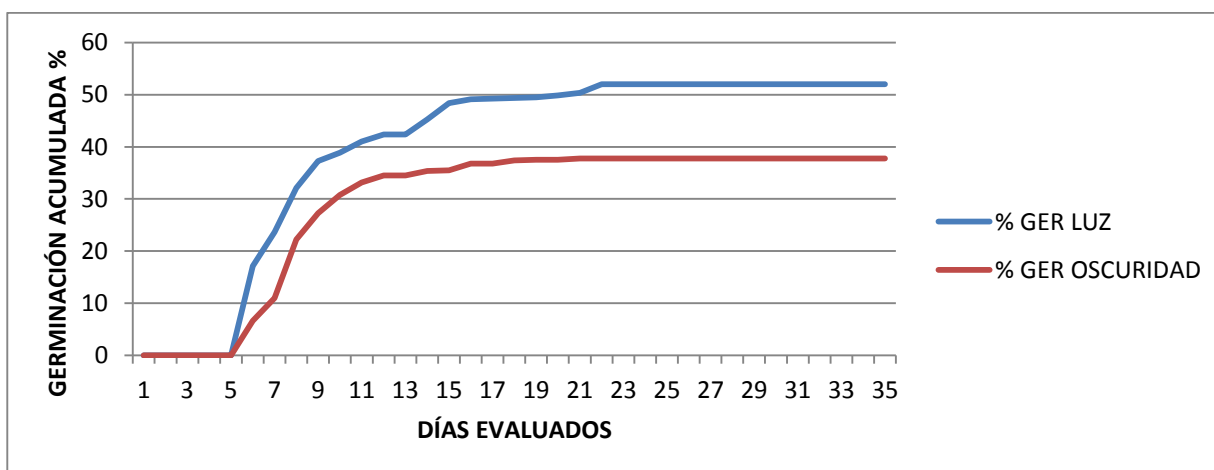


Figura 9. Porcentaje acumulativo de germinación de *Cinchona officinalis* L., en "Uritusinga"

En el sitio San Simón, la germinación inicio apartir del sexto día y finalizó a los 22 días. El mayor porcentaje promedio de germinación acumulativa se presentó en el tratamiento a plena la luz con el del 69%; mientras que para el tratamiento en la oscuridad fue del 53%. (ver los resultados totales de germinacion diarios en Anexo 7). El porcentaje de contaminación para el tratamiento en presencia de la luz fue de 25%, mientras que para el tratamiento en oscuridad fue del 33% (ver Figura 10).

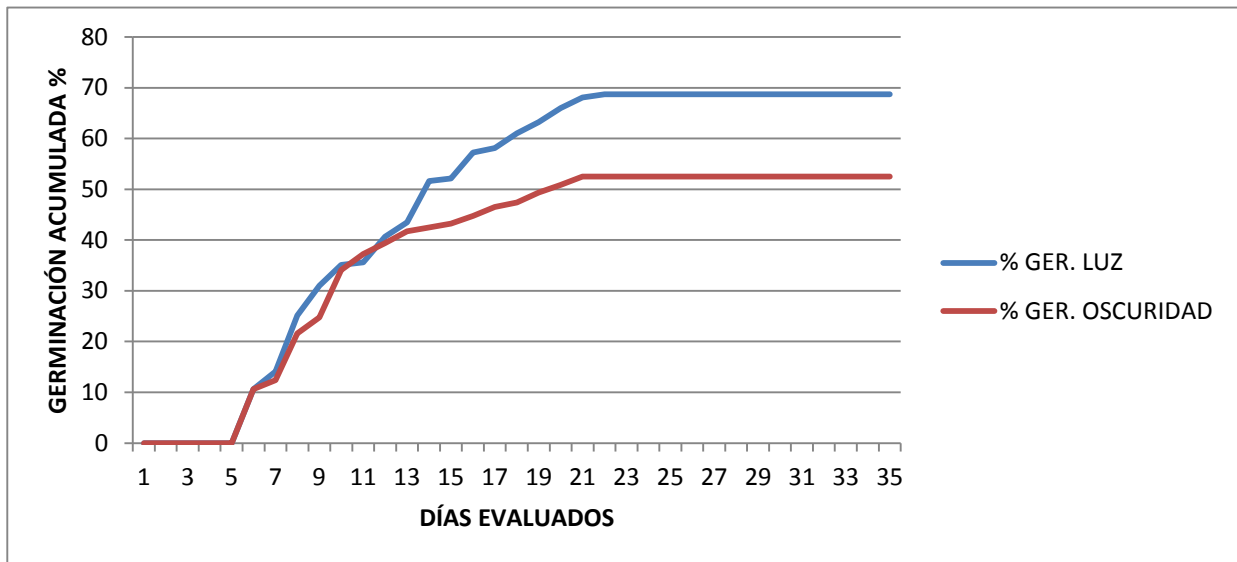


Figura 10. Porcentaje de germinación acumulativa de *Cinchona officinalis* L., en " San Simón"

Como se muestra en la Figura N° 11, las semillas de *cinchona officinalis* L., provenientes del sitio Selva Alegre (Santa Lucía), alcanzaron el mayor promedio de germinación acumultaiva en el tratamiento a plena luz, con 73%, mientras que para el tratamiento en la oscuridad, el mayor porcentaje de germinación fue del 57%. (Ver resultados totales de germinación diaria en Anexo 7).

El porcentaje de semillas contaminadas fue del 20% para el tratamiento en la luz; mientras que para el tratamiento en la oscuridad fue del 35%. El proceso de germinación para este sitio se inicio, apartir del sexto día y se estabilizó a los diecinueve días.

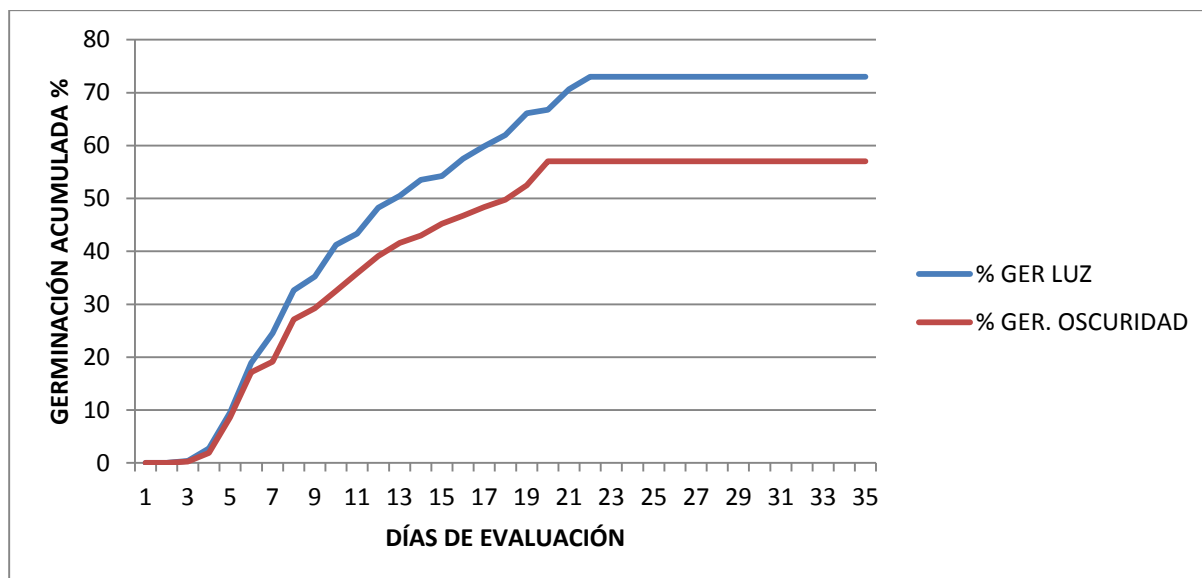


Figura 11. Porcentaje acumulativo de germinación de *Cinchona officinalis* L., en "Selva Alegre"

4.3.5. Viabilidad

Las Normas ISTA 2007, recomiendan utilizar las semillas que no germinaron en la muestra de 1000 semillas que se usaron en el ensayo de germinación. A continuación, en el Cuadro 10 se presentan los porcentajes de viabilidad obtenidos para las semillas de *Cinchona officinalis* L.

Cuadro 10. Porcentajes de viabilidad de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio.

Sitio	Especie: <i>Cinchona officinalis</i> L.		
	Semillas sin embrión (%)	Semillas no viables (%)	Semillas viables (%)
El Naque	0,37	2,6	0,13
Uritusinga	0,25	0,75	0,25
San Simon	0,5	1,1	1,87
Selva Alegre	0	0,75	0,10

Como se muestra en el cuadro 10 el porcentaje de viabilidad de las semillas de *Cinchona officinalis* L., para el sitio el Naque fue de 0,37 % de semillas sin embrión; 2,6% de semillas no viables y 0,13% de semillas viables; para el sitio Uritusinga se obtuvo 0,25% de semillas sin embrión; 0,75% de semillas que no fueron viables y 0,25% de semillas viables.

Para el sitio San Simón se obtuvo 0,5% de semillas sin embrión; 1,1% de semillas no viables, presentándose para este sitio la mayor viabilidad con 1,87 %. Mientras que para el sitio Selva Alegre (Santa Lucía), se obtuvo 0% de semillas sin embrión; 0,75% de semillas no viables y 0,10% de semillas que si fueron viables. (Figuras 12 y 13).

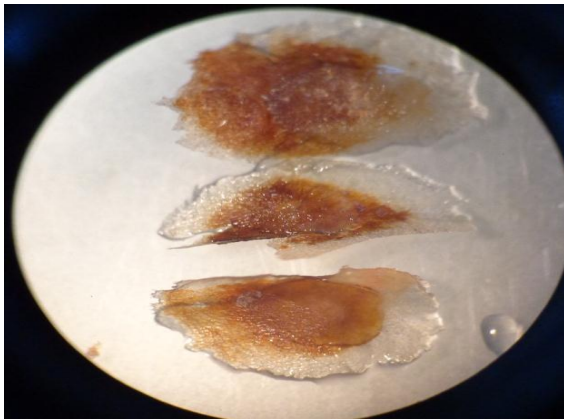


Figura 12. Semillas no viables de *Cinchona officinalis* L.



Figura 13. Semillas viables de *Cinchona officinalis* L.

En el cuadro 11, se muestra un resumen de los resultados de los parámetros de calidad de las semillas de la especie *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, obtenidos mediante la aplicación de las Normas ISTA-2007.

Cuadro 11. Resumen de las pruebas de calidad de semillas de la especie *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Sitio	Pureza (%)	Peso de 1000 semillas (gr)	Contenido de Humedad (%)	Germinación (%)		Viabilidad (%)
				luz	Os.	
El Naque	46,21	0,54	78,75	88	52	0,13
Uritusinga	35,16	0,82	97,10	52	38	0,25
San Simón	29,20	0,84	74,70	69	53	1,87
Selva Alegre	41,59	0,65	77,3	73	57	0,10
PROMEDIOS	38,04	0,71	81,96	70,50	50,0	0,58

En resumen, se puede mencionar que los parámetros de calidad de la semilla de *Cinchona officinalis* L, de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, obtenidos mediante la aplicación de las Normas ISTA-2007, demostraron que la semilla tiene un bajo nivel de pureza (38,04%) y por ende una baja viabilidad (0,58%); lo que dificultaría la obtención de semilla pura y de calidad, para emprender en la propagación sexual de la especie. Sin embargo, en la presente investigación los porcentajes promedios de germinación alcanzados en presencia de la luz fueron del 70,50% y en la oscuridad del 50%, que de alguna forma se

podría considerar que no son del todo satisfactorios, tomando en cuenta que la germinación de las semillas se realizó en condiciones controladas a nivel de laboratorio.

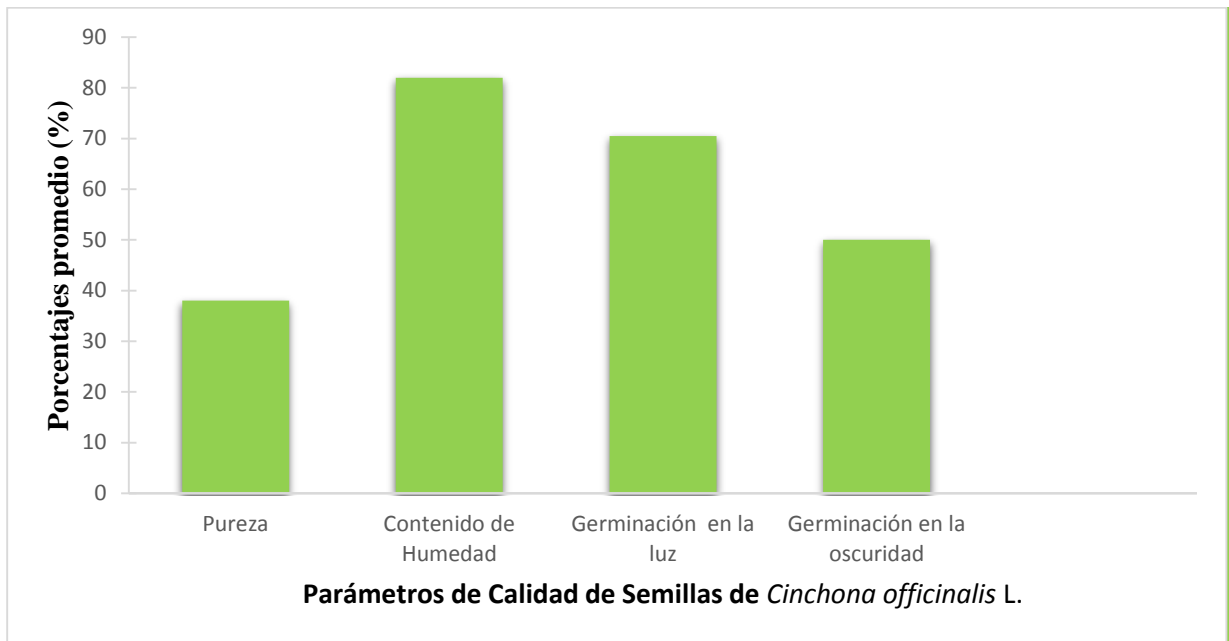


Figura 14. Resumen de los porcentajes promedio de los parámetros de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio.

4.4. Difusión de Resultados

Para la difusión de los resultados obtenidos y dada la gran importancia que tiene esta información se realizaron algunas actividades. Se elaboró un tríptico con los resultados del trabajo de investigación; además, se elaboró un artículo científico (ver Anexo 10) y un folleto divulgativo (ver Anexo 11) para dar a conocer la presente investigación a las personas e instituciones interesadas. También se efectuó la exposición de los resultados obtenidos al equipo técnico del Proyecto “Identificación y descripción del estado actual de *Cinchona officinalis* L., en la provincia de Loja y generación de protocolos para la propagación *in vivo* e *in vitro*”.

5. DISCUSIÓN

5.1. Determinación del Potencial Productivo de la Especie *Cinchona officinalis* L.

El conocimiento de las épocas de floración y fructificación es importante para la conservación de recursos genéticos y el manejo de bosques primarios y secundarios pues marca los meses en los que ocurre, ayudando a la planificación de colecta de semilla (Vilchez *et al.*, 2004). En cuanto al presente estudio el mayor número de frutos por árbol se presentó en los sitios Selva Alegre y El Naque, y en una menor cantidad en los sitios Uritusinga y San Simón, una de las razones del bajo registro en estos sitios puede deberse a que no se encontraron frutos maduros al momento de la recolección, ya que estos no alcanzaron la madurez fisiológica al mismo tiempo, lo que se corrobora con lo manifestado por Aponte y Sanmartín (2011), quienes mencionan que una planta es fructificante cuando los frutos crecen y prosperan hasta la madurez y es fértil cuando produce semillas viables.

En cuanto a la producción de semillas y peso por árbol de la especie se obtuvo que la mayor producción de semillas se presentó en los sitios El Naque con $1\ 837,58 \pm 360,13$ semillas por árbol, con un peso de 6,94 gramos y Selva Alegre con $1\ 795,57 \pm 850,28$ semillas por árbol y un peso de 8,81 gramos. Datos que superan a los obtenidos por Aponte y San Martín (2011), quienes obtuvieron para *Cinchona Officinalis* L., en el Bosque Protector “El Bosque”, en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, una producción de $786,71 \pm 209,26$ frutos por árbol, en el período de mayor intensidad, pero estos datos son superiores a los obtenidos en el sitio San Simón $465,45 \pm 66,30$ semillas por árbol y un peso de 2,39 gramos, esto se debe a la baja productividad de este sitio, ya que la recolección se la hizo en 8 árboles de los 25 existentes.

Para la recolección de los frutos de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio se consideró algunas características morfológicas como el cambio de color del fruto de verde a rojo y la dehiscencia de los mismos; factores que permitieron definir que el fruto estaba maduro, lo que se corrobora con lo mencionado por Jara (1996), quien indica que en algunas especies los cambios morfológicos observados durante el desarrollo del fruto, como su cambio de coloración, tamaño, consistencia, o la dehiscencia son indicadores del estado de madurez de sus semillas.

Considerando los factores antes mencionados, la recolección de los frutos de la especie en estudio se la realizó desde el mes de abril hasta agosto, lo que se corrobora con el estudio realizado por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes mencionan que las fechas óptimas de

recolección de frutos de *Cinchona officinalis* L., en el Bosque Protector “El Bosque”, ubicado en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, fueron en los meses de agosto a enero, ya que aquí se presentaron picos máximos de floración y fructificación.

La variación encontrada en el número de semillas por fruto de *Cinchona officinalis* L., podría ser una ventaja al momento de establecerse en un determinado sitio, ya que los frutos que tienen varias semillas muestran mayor probabilidad de contener por lo menos una semilla madura, viable y que logre sobrevivir (Dalling, 2002). Además, la variación de semillas por fruto aparte de ser estrategia de los sistemas de reproducción y establecimiento de las diferentes especies, en algunos taxones se presenta como una respuesta a la asignación de recursos de la planta a las semillas, las fluctuaciones en la disponibilidad de recursos, hace que las plantas opten por modificar el número de semillas antes que su peso (Parker, 1989), y en *Cinchona officinalis* L., la variación en el número de semillas es alta.

5.2. Pruebas estándar de calidad de semillas con el uso de las Normas ISTA (2007)

Las semillas constituyen un enorme potencial para la conservación y manejo de los recursos naturales. Sin embargo, el conocimiento de la biología de la semilla es muy restringido a unas cuantas especies, lo que se ve reflejado en los problemas que existen en su almacenamiento y conservación. Para superar esta problemática y minimizar los riesgos de utilizar semillas que no tienen una adecuada capacidad para producir buenas cosechas, es de fundamental importancia realizar un control de calidad y dentro de este se ven vinculados diferentes métodos útiles y confiables para determinar las principales características de una semilla de calidad.

Para analizar la calidad de las semillas de *Cinchona officinalis* L. en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, se utilizó las Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales (ISTA, 2007), las cuales permitieron generar información sobre la pureza, peso de la semilla, contenido de humedad, germinación y viabilidad de la semilla. Esto sumado al conocimiento sobre el potencial productivo de las semillas será de gran utilidad para los usuarios y demás interesados en trabajar en la regeneración de esta especie.

En lo relacionado a la **pureza** de las semillas de *Cinchona officinalis* L., los sitios que presentaron la semilla más pura fueron: El Naque (46,21%) y Selva Alegre (41,59%), estos valores son inferiores a los alcanzados por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes obtuvieron para *Cinchona officinalis* L., en el Bosque Protector “El Bosque”, un promedio de porcentaje

de pureza del 82,6%. Los bajos niveles de pureza alcanzados en la presente investigación se deben posiblemente a que en los sitios estudiados la semilla de *Cinchona officinalis* L, fue atacada por un insecto (polilla) que se come las semillas antes de que estas cumplan su madurez fisiológica.

Guerrero y Luzón (2012), mencionan que la calidad de semilla está en función del número de ramas fructificadas, el número de frutos por ramas y su madurez sumado a esto la influencia de factores fisiológicos de cada uno de los individuos, los mismos que están relacionados con agentes internos y externos como: viento, temperatura, luz, precipitación y sustancias nutritivas.

En cuanto al **peso y el número de semillas por kilogramo**, los resultados obtenidos en la presente investigación determinaron que el mayor peso de las semillas se presentó en los sitios San Simón 0,84 gramos y 1 190,47 semillas por kilogramo y Uritusinga 0,82 gramos y 1 219,51 semillas por kilogramo, resultados del peso de las semillas que son superiores a los obtenidos por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes en un estudio realizado en el bosque protector “El Bosque”, encontraron que las semillas de *Cinchona officinalis* L., tuvieron un peso de 0,58 gramos, por tener un tamaño pequeño y ser livianas.

Las plantas que producen muchas semillas pequeñas se distribuyen ampliamente y tienen mayores oportunidades de encontrar un sitio favorable para germinar y crecer, como es el caso de *Cinchona officinalis* L. Sin embargo, su tamaño aporta poco al crecimiento de la nueva planta y esta depende muy pronto de los recursos disponibles en su medio, por lo que su riesgo de morir es muy alto, también tienen menor resistencia a los efectos de la defoliación por herbívoros y pueden ser aplastadas fácilmente por la hojarasca que cae al suelo, aunque esto se compensa de alguna manera por el gran número, solo una pequeña fracción sobrevive a todos esos accidentes (Taizan y Zeiger 1998).

En lo referente a los resultados del **contenido de humedad** de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en promedio son elevados (80,46%), con lo cual se demuestra que la semilla de *Cinchona officinalis* L., es recalcitrante. Esto se corrobora con lo manifestado por Chamba (2014), quien menciona que en base al contenido de humedad las semillas se pueden clasificar en: ortodoxas, cuando tienen menos del 40% de contenido de humedad y semillas recalcitrantes, cuando disponen de más del 40% de contenido de humedad.

Según la FAO (2011), en las semillas recalcitrantes el elevado contenido de humedad también afecta la calidad de las semillas forestales, por cuanto la tasa de respiración es mayor lo que induce a un deterioro más rápido de la misma, provocando la infección con insectos, el crecimiento de microorganismos/hongos y disminuyendo la capacidad de almacenamiento, debido a que se pierde rápidamente el vigor y la capacidad germinativa de la semilla, lo que se corrobora con lo manifestado por Chimbo y Chamba (2011), quienes mencionan que las semillas que guardan mayor humedad tienen un menor porcentaje de germinación y viceversa. Esto puede deberse a que las semillas no han llegado a un punto de humedad bajo y por lo tanto no han llegado a obtener su madurez.

En cuanto al porcentaje de **germinación** acumulativo, hasta los 35 días de evaluación en presencia de la luz y en la oscuridad en las semillas de *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, los resultados mostraron que los mayores porcentajes de germinación se presentaron en los sitios: El Naque con un 88% en presencia de la luz y un 52% en la oscuridad y Selva Alegre (Santa Lucía), con un 73% en presencia de la luz y 57% en la oscuridad. Los resultados obtenidos en la presente investigación superan en promedio a los obtenidos por Armijos y Pérez (2011), quienes mencionan que en ensayos de germinación realizados en cajas petri con papel absorbente, determinaron que *Cinchona officinalis*, *Cinchona pubescens* y *Cinchona* sp., sin tratamientos pre-germinativos, obtuvieron un porcentaje promedio de germinación del 60%, en un tiempo de evaluación de 90 días.

Los porcentajes de germinación acumulativa de *Cinchona officinalis* L., en la presente investigación alcanzaron en promedio 70,5% en presencia de la luz y 50,0% en la oscuridad, respectivamente, que son similares a los obtenidos por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes en un estudio realizado en el bosque protector “El Bosque”, en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, mencionan que las semillas de *Cinchona officinalis* L., alcanzaron un porcentaje de germinación del 73,5%; y, a los conseguidos por Apolo (2012), quien menciona que la germinación de las semillas de *Cinchona pubescens* procedentes de Loja y Galápagos a nivel de laboratorio, sobrepasan el 80% de germinación.

En lo relacionado a los días que tardaron en germinar las semillas de *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, en promedio las mismas iniciaron al quinto día y se establecieron a los 35 días, que son ligeramente superiores a los obtenidos por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes manifiestan que las semillas de *Cinchona officinalis* L., iniciaron la germinación a los 12 días y finalizaron a los 24 días; y, a los obtenidos por Apolo

(2012), quien menciona que la germinación de las semillas de *Cinchona pubescens* procedentes de Loja y Galápagos a nivel de laboratorio, iniciaron a los 17 días de siembra y se estabilizaron a los 50 días.

Con respecto al tema, Herrera *et al* (2006), mencionan que la capacidad germinativa presenta considerables variaciones que con frecuencia obedece a defectos en la semilla, falta de desarrollo del embrión, enfermedades, secado excesivo y edad. Todos estos inconvenientes pueden ser más o menos evitados, mediante el cuidado que se tengan en la recolección de los frutos y en la manipulación posterior de la semilla.

Finalmente, los resultados obtenidos para el ensayo de **viabilidad** de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, mostraron que el sitio San Simón, presentó la mayor viabilidad con un 1,87%; mientras que los sitios que presentaron menor porcentaje de viabilidad fueron: Uritusinga con 0,25%; El Naque con 0,13% y Selva Alegre (Santa Lucía) con 0,10%, esto se debe a que en la prueba de viabilidad se obtuvo un promedio de 0,37% semillas sin embrión y 1,3% de semillas no viables, lo que demuestra que la viabilidad de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en promedio es muy baja (0,58%), es decir que las semillas pierden rápidamente el poder germinativo, lo que dificultaría la propagación sexual de la especie y la implementación de proyectos de forestación y reforestación de la misma, lo cual se sustenta con lo manifestado por García (2004), quien manifiesta que la viabilidad es el periodo de tiempo durante el cual las semillas conservan una buena capacidad de germinación.

6. CONCLUSIONES

- ❖ El potencial productivo de la especie *Cinchona officinalis* L., determinó que el número promedio de frutos por rama fue de 52,35; el número de frutos por árbol de 704,38; y, el número promedio de semillas por árbol de 1 260, esto se debe a la productividad de la especie, ya que de esto dependerá la producción de las semillas.
- ❖ La pureza de semillas de *Cinchona officinalis* L., en promedio fue muy baja (38,04%), debido a que existe gran presencia de impurezas en las semillas y además estas son muy pequeñas y livianas, lo que dificulta contar con semilla de calidad.
- ❖ El contenido de humedad de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio de los relictos boscosos de la provincia de Loja, en promedio fue muy alto (81,96%), razón por la cual se consideran como semillas recalcitrantes, lo que significa que estas no podrían ser almacenadas por un largo período de tiempo a ciertas temperaturas, ya que podrían perder con mayor rapidez su poder germinativo.
- ❖ Las semillas de *Cinchona officinalis* L., a nivel de laboratorio generalmente germinaron en un mayor porcentaje en presencia de la luz (70,5%) y en menor cantidad en la oscuridad (50 %), con un porcentaje promedio de viabilidad del 0,58%, que es muy bajo, lo que demuestra que la semilla pierden rápidamente su poder germinativo.
- ❖ La calidad de la semilla de *Cinchona officinalis* L., fue buena, ya que los resultados tanto fisiológicos, sanitarios y físicos demostraron que la semilla obtuvo un buen porcentaje de germinación de plántulas.

7. RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar estudios sobre la fenología de la especie *Cinchona officinalis* L, especialmente en áreas donde aún se mantienen un número considerable de plantas, ya que hasta la actualidad son escasos los estudios en este tema.
- ❖ Por ser las semillas de *Cinchona officinalis* L., de tipo recalcitrante no pueden ser almacenadas por largos periodos de tiempo, razón por la cual la siembra de las semillas se debe realizar de forma inmediata a la recolección, para evitar que pierdan su capacidad germinativa y viabilidad o que se contaminen por agentes patógenos como bacterias, hongos o sean atacadas por insectos.
- ❖ Probar otras técnicas alternativas para la propagación de *Cinchona officinalis* L., como la multiplicación vegetativa y la técnica de cultivo de tejidos vegetales in vitro.
- ❖ Replicar este tipo de investigación en otros sitios de la provincia de Loja, donde existan remanentes boscosos de *Cinchona officinalis* L., ya que hasta la fecha existen muy pocos estudios de investigación de esta especie.

8. BIBLIOGRAFÍA

Anda, A. 2002. La Cascarilla. Ed. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja – Ecuador. 192 P.

Andersson, L y Taylor, C. 1994. Rubiaceae-Cinchonaceae- Coptos apelteae. En Harling G. Andersson L (Eds), Flora of Ecuador N° 50.

Apolo, M. 2012. Germinación en Laboratorio e influencia de los hongos micorrízicos y la aplicación de nutrientes en el crecimiento de dos procedencias de *Cinchona pubescens*, a nivel de invernadero. Tesis de grado previa a la obtención de título de ingeniero forestal. Loja. Ecuador. 78 P.

Aponte, R. y Sanmartín, J. 2011. Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas con potencial productivo maderable y no maderable del Bosque Protector “El Bosque”, de la parroquia San Pedro de Vilcabamba – Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. 102 P.

Armijos, R. y C, Pérez. 2011. Germinación y multiplicación in vitro en *Cinchona pubescens* Vahl y *Cinchona officinalis* Linneo. Laboratorio de Fisiología Vegetal, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador). Departamento de Biología Vegetal, E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid (España). 10 P.

Azcón –Bieto, J y M, Talón. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Mc Graw Hill Interamericana, Madrid.

Bonner, F. 1987. Importance of seed size in germination and seedling growth. In Kamra, S.K & Ayling, R.D. (Eds.). Proceedings of the inter-national symposium on forest seed problems in Africa, Harare, Zimbabwe, Aug. 23-Sep. 1987. 53-61 P.

Chamba, P. 2014. Estudio fenológico y análisis de calidad de semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del Bosque Seco, Provincia de Loja. Tesis de grado previa a la obtención de título de ingeniero forestal. Loja. Ecuador. 137 P.

Chimbo, C. y Chamba, C. 2011. Estudio fenológico de las especies forestales del bosque montano, en la Estación Científica San Francisco. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja-Ecuador 113 P.

Dalling, JW. 2002. Ecología de semillas. En: M. Guariguata y G. Catan, (eds). Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales, 345375. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica.

Danida Forest Seed Centre, 2000. Técnicas para la germinación de Semillas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto de Semillas Forestales. Turrialba, CR.: CATIE; N° 39.

Estrella, R. 1999. Biología y Ecología. Colombia. RADMANDI. 214 P.

FAO, 2011. Manual técnico: Semillas en emergencias. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal 2002. Roma – Italia. Depósitos de documentos de la FAO, Departamento de Agricultura. Fecha de consulta: 22 de mayo del 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/i1816s/i1816s00.pdf>.

García, B. 2004. Guía para la recolección, procesamiento, almacenamiento y análisis de semillas forestales. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 41 P.

Garmendia, A. (2005). El árbol de la quina (*Cinchona* sp). Distribución, caracterización de su hábitat y arquitectura, Universidad Técnica Particular de Loja.

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- Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja- Ecuador 117 P.

Guerrero, C y López, F. 1993. Árboles Nativos de la Provincia de Loja. Fundación Ecológica Arcoíris. Loja – Ecuador. 93 p.

Guerrero, J., Luzón, D. 2012. Evaluación de los principales productos forestales no maderables de origen vegetal de la cuenca del río San Francisco, Cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de grado previa a la obtención de título de ingeniero forestal. Loja Ecuador. 166 P.

Herrera, J., Alizaja, R., Guevara, E y Jimenes V. 2006. Germinación y Crecimiento de la Planta. Editorial Universidad de Costa Rica. Consultado el 2 de mayo del 2015. Disponible en:http://books.google.com.ec/books?id=oheEQYJFq0QC&printsec=frontcover&dq=germinaci%C3%B3n&hl=es&ei=h8W_TMzhOMP98Aa.

International Seed Testing Association (ISTA), 2007. International rules for seed testing. Edition 2007. Adopted at the ordinary Meeting 2006, Glattbrugg/Zurich, Switzerland to become effective on 1st January 2007 288 P.

Jara, L. 1996. Programa de abastecimiento de Semillas Forestales. CATIE. Turrialba – Costa Rica. 98 P. Consultado el: 03 de mayo del 2015. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=PZcOAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Luis+Fernando+Jara+N.%22&hl=es&sa=X&ei=XveFU5vQObLOsATOjICAAw&ved=0CCEQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false>

Jorgensen, P. Leon, M. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: 1- 1182.

Loján, L. 1992. El verdor de los Andes: Árboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal altoandino. FAO. Proyecto de desarrollo forestal participativo en los Andes. Quito, Ecuador, 217 P.

Loján, L. 2003. El Verdor de los Andes Ecuatorianos, Realidades y Promesas. Proyecto Apoyo al Desarrollo Forestal Comunal, DFC-FAO. Quito, Ecuador. 57-59 P.

Luz, M. 2008. Medidores de humedad. Revista Internacional de las Semillas Disponible en: http://www.seednews.inf.br/espa%C3%B1ol/seed61/artigocapa61_esp.shtml: Consultado el 12 de marzo del 2015.

Mahecha, G., Ovalle, A., Camelo, D., Roza, A., Barrero D. 2004. Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas. Bogotá, Colombia, 871 P.

Mejía, F. Suni, M. Albán, J. 2012. Viabilidad y germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L. Laboratorio de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.

Ministerio de Turismo de Ecuador, 2012. actualizado 30/07/12, La biodiversidad de Ecuador. Disponible en: <http://www.e-travelware.com/ztravel/ecuador.htm>. Consultado 09/04/2015.

Morinda, W. 2004. Rubiaceae. Asociación de amigos de las Plantas. Murcia – España.

Naturaleza y Cultura. 2006. Valoración del Recurso Hídrico en Microcuencas Abastecedoras de agua para el Cantón Loja.

Nieto, M. 2000. Remedios para el imperio: Historia Natural y la apropiación del nuevo mundo. ICAH. 184-232 P.

Parker, KC. 1989. Height structure and reproductive characteristic of senita *Lophocereus schottii* (Cactaceae) in southern Arizona. *The Southwestern Naturalist*, 34:392–401.

Raintree Nutrition, Tropical Plant Database, Quinine *Cinchona officinalis*, (The Healing Power of Rainforest Herbs, 2005).

Rodríguez, J. 2000. Protocolos de Germinación para la Certificación de Semillas Forestales. CONIF. Serie Técnica/Nº 46. Bogotá. 53 P.

Rodríguez, J. y Nieto, V. 1999. Investigación en Semillas Forestales Nativas. CONIF. Serie Técnica/Nº 43. Bogotá. 89 P.

Rodríguez, M. 2008. Influencia de la temperatura en la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, de cuatro localidades del Departamento La Libertad, Perú. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. Consultado: 15 de mayo del 2015. Disponible en: <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/arnal/v15n1/a08v15n1.pdf>.

Taizan, L., Zeiger, E. 1998. Plant physiology Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., Publishers.

Ulloa, C y Jorgensen, P. 2000. Árboles y Arbustos de los Andes del Ecuador. 2da edición. Ed. AbyA-YALA. Quito Ecuador.

Valarezo, C. 1998. Condiciones Físicas de los Suelos de la Región Sur del Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. 227 P.

Vílchez, B. Chazdon, R. y Redondo, A.. 2004. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del bosque secundario tropical. Kurú: Rev. For 1: 1-10.

Vitalideas, 2010. La Reforestación Disponible en: <http://www.vitalideas.info/es/reforestacion>. Consultado 30/03/2015

Willan, R. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, con Especial Referencia a los Trópicos. Estudio FAO Montes. 2^{da} edición. Roma-Italia. 502 P.

9. ANEXOS

Anexo 1. Fase de campo y laboratorio



Figura 15. Árbol de *Cinchona officinalis* L.



Figura 16. Recolección de frutos



Figura 17. Análisis de productividad

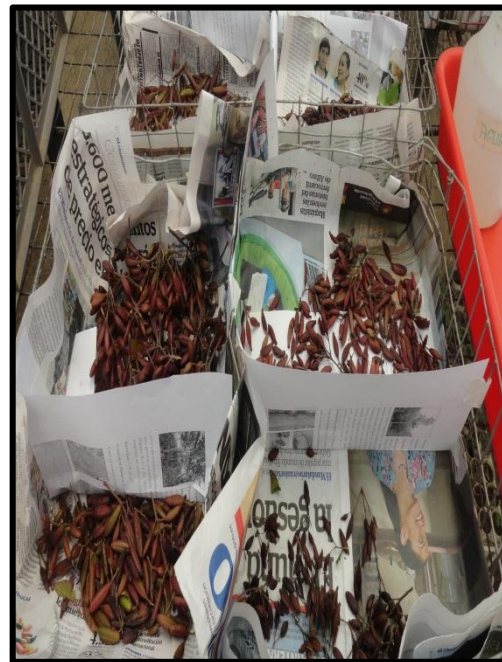


Figura 18. Frutos de *Cinchona officinalis* L., colectados



Figura 19. Pesaje de semilla de *Cinchona Officinalis* L.



Figura 20. Pureza de semilla de *Cinchona Officinalis* L.

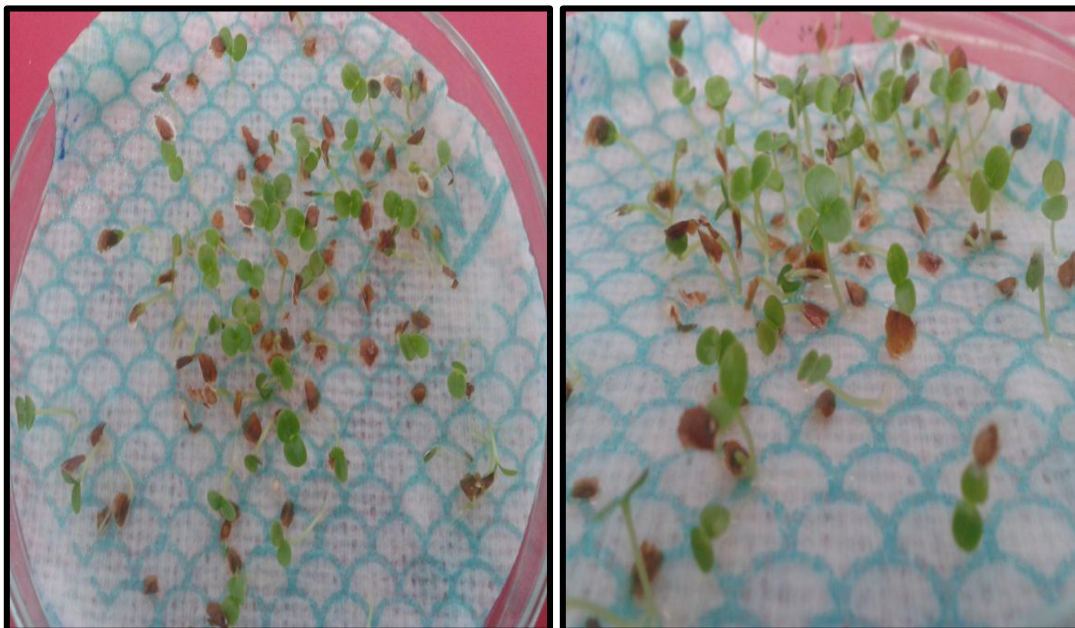


Figura 21. Germinación de semilla de *Cinchona officinalis* L.



Figura 22. Limpieza de semillas de *Cinchona officinalis* L.



Figura 23. Frutos maduros de *Cinchona officinalis* L.

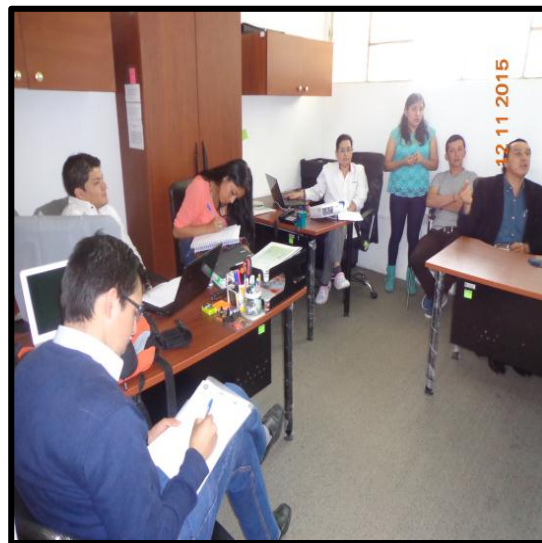


Figura 24. Difusión de resultados al equipo del laboratorio de Micropropagación Vegetal

Anexo 2. Resultados obtenidos del número de frutos por rama y por árbol de cada sitio de estudio

Anexo 2.1. Resultados para El Naque

Sitio	Nº de árbol	Ramas						Nº promedio de frutos/rama	Nº de ramas con Frutos	Nº promedio de frutos/ árbol (NFT)
		1	2	3	4	5	6			
Naque	1	40	29	31	26	58	89	45,50	10	455,0
	3	93	49	46	49	51	68	59,33	21	1246,0
	4	39	44	37	71	40	47	46,33	33	1529,0
	5	26	34	24	21	26	23	25,67	25	641,7
	6	27	42	23	59	68	70	48,17	26	1252,3
	8	15	27	32	24	26	25	24,83	34	844,3
	9	27	28	30	48	33	31	32,83	24	788,0
	12	29	34	36	48	31	41	36,50	25	912,5
	15	28	27	27	32	52	41	34,50	25	862,5
24	63	39	57	25	40	55	46,50	14	651,0	
Σ										9182,33
□										918,23
S										330,01

Σ = Sumatoria Total

□ = Promedio total

S = Desviación estándar

Anexo 2.2. Resultados para Uritusinga

Sitio	Nº de árbol	Ramas						Nº promedio de frutos/rama	Nº de ramas con Frutos	Nº promedio de frutos/ árbol (NFT)
		1	2	3	4	5	6			
Uritusinga P3	1	40	54	42	32	54	35	42,83	13	556,83
	3	41	53	53	56	27	51	46,83	10	468,33
	4	53	82	72	57	55	60	63,17	6	379,00
	5	75	81	94	50	63	74	72,83	12	874,00
	6	41	40	50	38	40	24	38,83	6	233,00
	7	69	76	73	77	70	72	72,83	12	874,00
	8	89	63	52	57	62	83	67,67	12	812,00
P2	1	38	54	40	53	46	77	51,33	9	462,00
	2	67	75	54	35	70	0	60,20	5	301,00
	3	45	76	78	50	73	70	65,33	12	784,00
	4	54	74	30	70	51	35	52,33	13	680,33
P1	2	17	27	30	29	41	0	28,80	5	144
	6	29	41	14	46	20	30	30,00	9	270
Σ										6838,50
□										526,04
S										256,95

Σ = Sumatoria Total

□ = Promedio total

S = Desviación estándar

Anexo 2.3. Resultados para San Simón

Sitio	N° de árbol	Ramas						N° promedio de frutos/rama	N° de ramas con Frutos	N° promedio de frutos/ árbol (NFT)
		1	2	3	4	5	6			
San Simón P1	2	61	65	69	71	59	65	65,00	6	390
	4	50	64	21	66	50	0	41,83	5	209,17
	5	14	21	20	29	31	16	21,83	7	152,83
	11	63	78	77	60	75	0	70,60	5	353
San Simón P2	2	61	65	54	56	66	72	62,33	8	498,67
	4	51	55	50	64	49	66	55,83	6	335
	5	20	32	31	19	25	34	26,83	8	214,67
	11	56	77	66	60	73	66	66,33	6	398
Σ										2551,33
\bar{X}										318,92
S										116,82

Σ = Sumatoria Total

\bar{X} = Promedio total

S = Desviación estándar

Anexo 2.4. Resultados para Selva Alegre

Sitio	N° de árbol	Ramas						Promedio N° de frutos/rama	N° de ramas con Frutos	N° de frutos/ árbol (NFT)
		1	2	3	4	5	6			
Selva Alegre P1	1	57	126	74	58	66	35	69,33	17	1178,67
	2	67	78	61	78	73	96	75,50	20	1510,00
	3	98	189	116	144	184	193	154,00	24	4240,00
	4	57	95	84	90	64	78	78,00	9	702,00
	5	84	36	63	69	52	61	60,83	6	365,00
	6	52	96	65	67	55	63	66,33	21	1393,00
	9	44	64	50	39	48	56	50,17	7	351,17
	10	20	15	25	20	19	0	19,80	5	99,00
	12	70	45	46	48	57	49	52,50	20	1050,00
P2	17	34	56	49	38	36	47	43,33	15	650,00
	1	50	42	36	51	49	55	47,17	12	566,00
	3	65	59	60	55	60	66	60,83	9	547,50
Σ										12652,33
\bar{X}										1054,36
S										1093,43

Σ = Sumatoria Total

\bar{X} = Promedio total

S = Desviación estándar

Anexo 3. Resultados obtenidos de la producción de semillas de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Sitio	N° Parcela	N° de Árbol	N° de frutos evaluados	Producción de semillas del árbol (promedio)
El Naque	P1	1	20	693
		3		2569
		4		3230
		5		881
		6		2404
		8		1897
		9		1185
Uritusinga	P1	2	20	293
	P2	1		564
		3		1818
		4		1131
	P3	1		846
		4		463
		5		1741
		6		437
		7	1068	
		8	1049	
San Simón	P1		20	638
				308
				235
				519
				781
				448
				282
Selva Alegre	P1	1	20	1311
		3		591
		4		686
		5		499
		6		1821
	P2	3		540

Anexo 3. Resultados obtenidos del análisis de pureza de 1000 semillas de *Cinchona officinalis* L., aplicando las Normas ISTA.

Sitio	N° Parcela	N° Árbol	Peso (g)/ con impurezas	Peso (g)/ sin impurezas	% de Pureza
El Naque		6	1,5001	0,5475	36,50
		7	7,9421	2,9048	36,57
		9	1,5346	0,5348	34,85
		12	3,7255	0,7557	20,28
		16	0,828	0,7804	94,25
		17	0,475	0,2279	47,98
		21	1,5308	1,199	78,33
		23	2,9325	0,6142	20,94
			6	1,5001	0,5475
SUMATORIA					369,71
PROMEDIO					41,08

Sitio	Nº Parcela	Nº Árbol	Peso (g)/ con impurezas	Peso (g)/ sin impurezas	% de Pureza
Uritusinga	P1	4	11,8199	3,0916	26,16
	P1	6	7,7186	1,8755	24,30
	P1	8	1,6642	0,5207	31,29
	P2	1	6,6329	2,5734	38,80
	P2	2	11,0319	5,0837	46,08
	P2	3	7,3553	2,6856	36,51
	P2	5	13,8486	3,9642	28,63
	P2	6	1,3862	0,5115	36,90
	P2	7	4,1647	1,8035	43,30
	P2	8	8,2664	2,3624	28,58
	P3	1	4,168	1,8114	43,46
	P3	5	6,3986	1,447	22,61
	P3	7	11,962	4,7382	39,61
	P3	8	6,4506	2,9722	46,08
SUMATORIA					492,30
PROMEDIO					35,164

Sitio	Nº Parcela	Nº Árbol	Peso (g)/ con impurezas	Peso (g)/ sin impurezas	% de Pureza
San Simón	P1	2	6,5700	1,53	23,29
	P1	4	0,7700	0,28	36,36
	P1	11	16,9900	4,69	27,60
	P2	1	1,1500	0,54	46,96
	P2	4	1,9350	0,45	23,26
	P2	5	3,6800	1,1	29,89
	p2	11	6,6376	1,12	16,87
SUMATORIA					204,23
PROMEDIO					29,18

Sitio	Nº Parcela	Nº Árbol	Peso (g)/ con impurezas	Peso (g)/ sin impurezas	% de Pureza
Selva Alegre	P1	1	21,4139	9,4383	44,08
	P1	3	12,3757	5,4031	43,66
	P1	4	10,0389	3,9394	39,24
	P1	5	21,5968	6,8861	31,88
	P1	6	13,5212	4,709	34,83
	P1	9	2,8625	1,4625	51,09
	P1	11	23,7838	8,5911	36,12
	P2	1	16,1884	6,4217	39,67
	P2	3	34,3355	15,2634	44,45
	P2	17	5,4058	2,7487	50,85
	SUMATORIA				
PROMEDIO					41,59

Anexo 4. Resultados del ensayo de peso de 1000 semillas de *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio

Sitio	Nº Parcela	Nº Árbol	Peso (g)	PESO EN GR DE 1000
Naque	1	8	0,0401	
	1	9	0,0595	
	1	15	0,0625	
	1	17	0,069	
	1	20	0,0701	
	1	21	0,0321	
	1	22	0,0545	
	1	23	0,0433	
SUMATORIA			0,43	
PROMEDIO			0,05	0,54

Sitio	Nº Parcela	Nº Árbol	Peso (g)	PESO EN GR DE 1000
Uritusinga	2	1	0,0842	
	2	2	0,0935	
	2	3	0,0995	
	2	7	0,0682	
	2	8	0,1044	
	3	6	0,0687	
	3	7	0,0565	
	3	8	0,0799	
SUMATORIA			0,65	
PROMEDIO			0,08	0,82

Lugar	Nº Parcela	Nº Árbol	Peso (g)	PESO EN GR DE 1000
San Simón	1	2	0,0842	
	1	4	0,0633	
	1	11	0,0734	
	2	1	0,0954	
	2	2	0,1056	
	2	3	0,0673	
	2	5	0,0887	
	2	11	0,0915	
SUMATORIA			0,6694	
PROMEDIO			0,083675	0,84

Sitio	N° Parcela	N° Árbol	Peso (g)	PESO EN GR DE 1000
Selva Alegre	1	1	0,0643	
	1	2	0,0572	
	1	3	0,07	
	1	5	0,075	
	1	6	0,059	
	1	13	0,0608	
	2	3	0,0717	
	2	4	0,0614	
SUMATORIA			0,5194	
PROMEDIO			0,064925	0,65

Anexo 5. Resultados obtenidos del ensayo de Contenido de humedad de *Cinchona officinalis* de los sitios de estudio

Sitio	M1	M2	M3	% CH
El Naque	144,82	154,82	147,48	73,4
	145,39	155,39	146,98	84,10
Uritusinga	149,56	159,56	149,63	99,3
	146,64	156,64	147,15	94,9
San Simón	146,26	156,26	147,64	86,2
	158,7	168,1	162,16	63,19
Selva Alegre	152,12	162,12	152,19	99,3
	143,65	153,65	148,12	55,3

Anexo 7. Resultados de germinación de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio.

Anexo 7.1. Resultados para El Naque

Sitio	Días Evaluados	Nº de semillas evaluadas	Germinación Tratamiento Luz (%)	Germinación Tratamiento Oscuridad (%)	Contaminación Luz (%)	Contaminación oscuridad (%)
El Naque	35	800	0	0	0.0	0.0
			1	0	0.0	0.0
			4	3	0.3	0.0
			13	7	0.9	0.1
			36	24	3.0	0.4
			39	27	3.4	0.4
			47	30	3.8	0.5
			48	34	4.2	0.5
			49	36	4.4	0.6
			54	38	4.7	0.6
			57	39	4.9	0.6
			57	42	5.2	0.7
			58	42	5.3	0.7
			60	43	5.3	0.7
			61	43	5.4	0.7
			65	45	5.7	0.7
			65	45	5.7	0.7
			65	46	5.7	0.7
			65	47	5.9	0.7
			67	52	6.4	0.8
			67	52	6.5	0.8
			68	52	6.5	0.8
			68	52	6.5	0.8
			68	52	6.5	0.8
			68	52	6.5	0.8
			68	52	6.5	0.8
			68	52	6.5	0.8
			68	52	6.5	0.8
			68	52	6.5	0.8
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			
68	52	6.5	0.8			

Anexo 7.2. Resultados para Uritusinga

Sitio	Días Evaluados	Nº de semillas evaluadas	Germinación Tratamiento Luz (%)	Germinación Tratamiento Oscuridad (%)	Contaminación Luz (%)	Contaminación oscuridad (%)
			0	0	0	0
			0	0	0	0
			0	0	0	0
			0	0	0	0
			0	0	0	0
			17	7	1	0
			24	11	1	0
			32	22	3	0
			37	27	3	0
			39	31	4	0
			41	33	4	1
			42	35	4	1
			42	35	4	1
			45	35	4	1

Uritusinga	35	800	48	36	4	1
			49	37	5	1
			49	37	5	1
			49	37	5	1
			50	38	5	1
			50	38	5	1
			50	38	5	1
			52	38	5	1
			52	38	5	1
			52	38	5	1
			52	38	5	1
			52	38	5	1
			52	38	5	1
			52	38	5	1
			52	38	5	1
			52	38	5	1
			52	38	5	1

Anexo 7.3. Resultados para San Simón

Sitio	Días Evaluados	N° de semillas evaluadas	Germinación Tratamiento Luz (%)	Germinación Tratamiento Oscuridad (%)	Contaminación Luz (%)	Contaminación oscuridad (%)
San Simón	35	800	0	0	0	0
			0	0	0	0
			0	0	0	0
			0	0	0	0
			0	0	0	0
			11	11	1	0
			14	12	2	0
			25	22	3	0
			31	25	3	0
			35	34	4	1
			36	37	5	1
			41	39	5	1
			44	42	5	1
			52	43	5	1
			52	43	5	1
			57	45	6	1
			58	47	6	1
			61	47	6	1
			63	49	6	1
			66	51	6	1
			68	53	7	1
			69	53	7	1
			69	53	6	1
			69	53	6	1
			69	53	6	1
			69	53	6	1
			69	53	6	1
			69	53	6	1
69	53	6	1			
69	53	6	1			
69	53	6	1			
69	53	6	1			
69	53	6	1			

Anexo 7.4. Resultados para Selva Alegre

Sitio	Días Evaluados	Nº de semillas evaluadas	Germinación Tratamiento Luz (%)	Germinación Tratamiento Oscuridad (%)	Contaminación Luz (%)	Contaminación oscuridad (%)
Selva Alegre	35	800	0	0	0.0	0.0
			0	0	0.0	0.0
			0	0	0.0	0.0
			3	2	0.2	0.0
			10	9	1.1	0.1
			19	17	2.1	0.3
			25	19	2.4	0.3
			33	27	3.4	0.4
			35	29	3.7	0.5
			41	33	4.1	0.5
			43	36	4.5	0.6
			48	39	4.9	0.6
			51	42	5.2	0.7
			54	43	5.4	0.7
			54	45	5.7	0.7
			58	47	5.8	0.7
			60	48	6.0	0.8
			62	50	6.2	0.8
			66	53	6.6	0.8
			67	57	7.1	0.9
			71	57	7.1	0.9
			73	57	7.1	0.9
			73	57	7.1	0.9
			73	57	7.1	0.9
			73	57	7.1	0.9
			73	57	7.1	0.9
			73	57	7.1	0.9
			73	57	7.1	0.9
73	57	7.1	0.9			
73	57	7.1	0.9			
73	57	7.1	0.9			
73	57	7.1	0.9			
73	57	7.1	0.9			
73	57	7.1	0.9			

Anexo 8. Resultados del análisis estadístico pruebas post hoc (comparaciones múltiples)

Anexo 8.1. Resultados del análisis estadístico para el número de frutos por rama y por árbol de los sitios de estudio.

				Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de ... Límite inferior
Frutos	HSD Tukey	1.00	2.00	392.30000	261.29055	.446	-308.8385
			3.00	599.30000	294.66104	.193	-191.3838
			4.00	-134.78333	265.98196	.957	-848.5106
		2.00	1.00	-392.30000	261.29055	.446	-1093.4385
			3.00	207.00000	279.14152	.880	-542.0392
			4.00	-527.08333	248.67903	.165	-1194.3805
		3.00	1.00	-599.30000	294.66104	.193	-1389.9838
			2.00	-207.00000	279.14152	.880	-956.0392
			4.00	-734.08333	283.53772	.062	-1494.9191
		4.00	1.00	134.78333	265.98196	.957	-578.9439
			2.00	527.08333	248.67903	.165	-140.2138
			3.00	734.08333	283.53772	.062	-26.7525
Ln	HSD Tukey	1.00	2.00	.46923	.31011	.440	-.3629
			3.00	1.07500*	.34972	.019	.1366
			4.00	.28333	.31568	.806	-.5638
		2.00	1.00	-.46923	.31011	.440	-1.3014
			3.00	.60577	.33130	.276	-.2832
			4.00	-.18590	.29515	.922	-.9779
		3.00	1.00	-1.07500*	.34972	.019	-2.0134
			2.00	-.60577	.33130	.276	-1.4948
			4.00	-.79167	.33652	.104	-1.6947
		4.00	1.00	-.28333	.31568	.806	-1.1304
			2.00	.18590	.29515	.922	-.6061
			3.00	.79167	.33652	.104	-.1113
Raiz	HSD Tukey	1.00	2.00	7.54615	3.66471	.185	-2.2876
			3.00	12.20000*	4.13274	.026	1.1103
			4.00	.36667	3.73051	1.000	-9.6437
		2.00	1.00	-7.54615	3.66471	.185	-17.3799
			3.00	4.65385	3.91508	.638	-5.8517
			4.00	-7.17949	3.48783	.185	-16.5386
		3.00	1.00	-12.20000*	4.13274	.026	-23.2897
			2.00	-4.65385	3.91508	.638	-15.1594
			4.00	-11.83333*	3.97673	.025	-22.5044
		4.00	1.00	-.36667	3.73051	1.000	-10.3770
			2.00	7.17949	3.48783	.185	-2.1796
			3.00	11.83333*	3.97673	.025	1.1623

Anexo 8.2 Resultados del análisis estadístico para la producción de semillas de *Cinchona officinalis* L., en los sitios de estudio

				Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
ProdSem	HSD Tukey	1.00	2.00	896.11068	518.68111	.330
			3.00	1372.13218	544.72412	.079
			4.00	42.01301	585.56084	1.000
		2.00	1.00	-896.11068	518.68111	.330
			3.00	476.02150	499.24791	.776
			4.00	-854.09767	543.51228	.411
		3.00	1.00	-1372.13218	544.72412	.079
			2.00	-476.02150	499.24791	.776
			4.00	-1330.11917	568.41875	.114
		4.00	1.00	-42.01301	585.56084	1.000
			2.00	854.09767	543.51228	.411
			3.00	1330.11917	568.41875	.114
LN	HSD Tukey	1.00	2.00	.69043	.31622	.154
			3.00	1.31393*	.33210	.003
			4.00	.31310	.35700	.817
		2.00	1.00	-.69043	.31622	.154
			3.00	.62350	.30438	.196
			4.00	-.37733	.33136	.669
		3.00	1.00	-1.31393*	.33210	.003
			2.00	-.62350	.30438	.196
			4.00	-1.00083*	.34655	.036
		4.00	1.00	-.31310	.35700	.817
			2.00	.37733	.33136	.669
			3.00	1.00083*	.34655	.036
Raiz	HSD Tukey	1.00	2.00	11.95843	5.81208	.193
			3.00	20.32643*	6.10391	.013
			4.00	3.57976	6.56150	.947
		2.00	1.00	-11.95843	5.81208	.193
			3.00	8.36800	5.59432	.454
			4.00	-8.37867	6.09033	.525
		3.00	1.00	-20.32643*	6.10391	.013
			2.00	-8.36800	5.59432	.454
			4.00	-16.74667	6.36942	.063
		4.00	1.00	-3.57976	6.56150	.947
			2.00	8.37867	6.09033	.525
			3.00	16.74667	6.36942	.063

Anexo 8.3 Resultados del análisis estadístico (ANOVA) para la pureza de semillas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1325.824	3	441.941	2.273	.097
Dentro de grupos	6804.500	35	194.414		
Total	8130.324	38			

Anexo 8.4 Resultados del análisis estadístico para el peso de semillas en los sitios de estudio.

Variable dependiente		(I) Sitio	(J) Sitio	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
PS	HSD Tukey	1.0	2.0	-.0279750 [*]	.0067696	.002
			3.0	-.0297875 [*]	.0067696	.001
			4.0	-.0110375 [*]	.0067696	.379
		2.0	1.0	.0279750 [*]	.0067696	.002
			3.0	-.0018125	.0067696	.993
			4.0	.0169375	.0067696	.081
		3.0	1.0	.0297875 [*]	.0067696	.001
			2.0	.0018125	.0067696	.993
			4.0	.0187500 [*]	.0067696	.046
		4.0	1.0	.0110375	.0067696	.379
			2.0	-.0169375	.0067696	.081
			3.0	-.0187500 [*]	.0067696	.046
	Games-Howell	1.0	2.0	-.0279750 [*]	.0077242	.014
			3.0	-.0297875 [*]	.0071564	.005
			4.0	-.0110375	.0054641	.244
		2.0	1.0	.0279750 [*]	.0077242	.014
			3.0	-.0018125	.0078612	.995
			4.0	.0169375	.0063593	.099
		3.0	1.0	.0297875 [*]	.0071564	.005
			2.0	.0018125	.0078612	.995
			4.0	.0187500 [*]	.0056562	.034
		4.0	1.0	.0110375	.0054641	.244
			2.0	-.0169375	.0063593	.099
			3.0	-.0187500 [*]	.0056562	.034
RQPS	HSD Tukey	1.0	2.0	-.0544750 [*]	.0129164	.001
			3.0	-.0579875 [*]	.0129164	.001
			4.0	-.0242500	.0129164	.260
		2.0	1.0	.0544750 [*]	.0129164	.001
			3.0	-.0035125	.0129164	.993
			4.0	.0302250	.0129164	.113
		3.0	1.0	.0579875 [*]	.0129164	.001
			2.0	.0035125	.0129164	.993
			4.0	.0337375	.0129164	.065
		4.0	1.0	.0242500	.0129164	.260
			2.0	-.0302250	.0129164	.113
			3.0	-.0337375	.0129164	.065

Anexo 9. Datos de campo de los árboles identificados de la especie *Cinchona officinalis* L., de los relictos boscosos de la provincia de Loja.

Anexo 9.1 Datos de campo de los árboles identificados de la especie *Cinchona officinalis* L., sitio El Naque.

Sitio	Parcela	N° árbol	Coordenadas		HT	CAP* (cm)	DAP cm	Estado Sanitario	Forma del fuste
			Latitud	Longitud					
NAQUE	1	1	720027	9535364	2,2	9	2,86	2	3
		2	720027	9535364	4,1	10,7	3,41	2	1
		3	720027	9535373	6,5	14,65	4,66	1	4
		4	720027	9535376	7,5	19,3	6,14	2	4
		5	720027	9535370	8,1	19,05	6,06	2	4
		6	720027	9535364	6,8	29,6	9,42	2	4
		7	720027	9535361	6,5	24,45	7,78	2	3
		8	720027	9535364	8	31,18	9,92	2	3
		9	720027	9535364	8,6	30,3	9,64	2	4
		10	720027	9535370	3,3	11,6	3,69	2	4
		11	720027	9535370	5,1	20,7	6,59	2	4
		12	720027	9535370	6,6	31,5	10,03	2	4
		13	720027	9535373	2,6	13,35	4,25	2	3
		14	720052	9571217	6,9	27,9	8,88	2	3
		15	720022	9558314	8,8	24,2	7,70	2	4
		16	720027	9535302	7	23,175	7,38	2	3
		17	720027	9535287	6,2	28,1	8,94	2	4
		18	720027	9535287	7,6	35	11,14	2	4
		19	720027	9535287	3,7	14,5	4,62	2	4
		20	720027	9535355	6,8	33,7	10,73	2	3
		21	720027	9535367	4,5	23,5	7,48	3	3
		22	720027	9535367	4,2	14,3	4,55	3	3
		23	720027	9535376	6,1	14,9	4,74	2	4
		24	699652	9535412	8,2	24,9	7,93	2	4

Anexo 9.2 Datos de campo de los árboles identificados de la especie *Cinchona officinalis* L., sitio Uritusinga.

Sitio	Parcela	N° Árbol	Coordenadas		HT	CAP* (cm)	DAP cm	Estado Sanitario	Forma del Fuste
			Latitud	Longitud					
URITUSINGA	1	1	692423	9547308	8	27,30	8,69	2	4
		2	692429	9547305	3,3	16,00	5,09	2	4
		3	692429	9547305	8	31,03	9,88	2	4
		4	692426	9547302	5,5	13,00	4,14	2	4
		5	692429	9547293	7	25,75	8,20	2	4
		6	692426	9547293	5	17,65	5,62	3	3
	2	1	692389	9547348	4	14,50	4,62	2	4
		2	692389	9547348	3	13,83	4,40	2	3
		3	692393	9547341	5	12,38	3,94	2	3
		4	692294	9547340	5	26,30	8,37	2	4
		5	692402	9547330	4,5	19,20	6,11	3	4
		6	692408	9547327	6	18,70	5,95	2	4
		7	692386	9547345	3,5	11,10	3,53	2	4
		8	692392	9547324	4,8	20,00	6,37	3	3
	3	1	692352	9547373	4,2	11,20	3,57	3	4
		2	692352	9547373	3,1	8,20	2,61	3	4
		3	692355	9547376	3,9	11,65	3,71	2	3
		4	692359	9547376	4,3	9,74	3,10	3	4
		5	692359	9547376	4,7	9,08	2,89	2	4
		6	692359	9547370	4,3	9,43	3,00	2	4
		7	692359	9547370	4,4	13,07	4,16	3	4
		8	692368	9547370	3,1	8,30	2,64	2	4

Anexo 9.3 Datos de campo de los árboles identificados de la especie *Cinchona officinalis* L.,
sitio San Simón.

Sector	Parcela	N° Árbol	Coordenadas		HT	CAP* (cm)	DAP cm	Estado Sanitario	Forma del Fuste
			Latitud	Longitud					
San Simón	1	1	702477	9553411	2,4	11,43	3,64	2	4
		2	702471	9553424	4,1	35,85	11,41	2	4
		3	702471	9553424	3,8	41,5	13,21	2	4
		4	702468	9553427	3,4	24,7	7,86	2	4
		5	702157	9553428	2,5	11,1	3,53	2	4
		6	702462	9553424	2,3	9,1	2,90	2	4
		7	702462	9553421	2,6	10,3	3,28	2	4
		8	702462	9553418	2	10,2	3,25	2	4
		9	702468	9553415	3,1	16,7	5,32	2	3
		10	702471	9553418	1,8	21,4	6,81	2	4
		11	702468	9553421	3	29,2	9,29	3	4
		12	702423	9534989	4	18,5	5,89	3	3
	2	1	702462	9553316	4,8	23,5	7,48	3	3
		2	702397	9553316	4	24,1	7,67	2	3
		3	702397	9553316	3,6	24,8	7,89	2	3
		4	702462	9553359	2,2	7,2	2,29	3	3
		5	702462	9553356	2,8	18,0	5,73	3	3
		6	702480	9553362	3,3	12,2	3,87	3	4
		7	702474	9553359	2,2	8,7	2,77	2	4
		8	702542	9553405	2,8	9,4	2,99	2	4
		9	702518	9553393	2,15	9,7	3,09	2	4
		10	702493	9553362	4,1	19,0	6,05	3	3
		11	702471	9553347	4,7	17,3	5,51	3	4
12	702471	9553378	4	22,4	7,13	2	3		
13	700246	9553421	3,8	21,5	6,84	3	3		

Anexo 9.4 Datos de campo de los árboles identificados de la especie *Cinchona officinalis* L.,
sitio Selva Alegre.

Sector	Parcelas	N° Árbol	Coordenadas		HT	CAP* (cm)	DAP cm	Estado Sanitario	Forma del Fuste	
			Latitud	Longitud						
Selva Alegre	1	1	681551	9607781	6,9	70	22,28	2	4	
		2	681551	9607767	6,6	64	20,37	2	4	
		3	681543	9607756	6,6	72	22,92	2	4	
		4	681539	9607763	5,1	38	12,10	2	4	
		5	681539	9607745	6,4	48	15,28	2	4	
		6	681544	9607737	6,1	51	16,23	2	4	
		7	681535	9607739	5,7	52	16,55	2	4	
		8	681535	9607739	9,8	53	16,87	2	4	
		9	681528	9607745	3,6	35	11,14	3	3	
		10	681528	9607747	3,3	23	7,32	3	2	
		11	681525	9607747	6,0	28	8,91	3	3	
		12	681535	9607767	6,2	42	13,37	2	4	
		13	681539	9607775	5,2	16,5	5,25	3	3	
		14	681540	9607775	3,6	18	5,73	2	4	
		15	681541	9607779	3,8	32	10,19	2	4	
		16	681535	9607779	11,2	43	13,69	2	4	
		17	681541	9607790	6,4	47	14,96	2	4	
		18	681545	9607807	2,3	12,5	3,98	3	4	
		2	1	681596	9607816	6,5	48	15,28	3	4
			2	681596	9607815	6,0	43	13,69	3	4
			3	681584	9607811	7,0	40	12,73	3	4
			4	681592	9607823	5,7	40	12,73	4	4
			5	681595	9607823	7,3	30,5	9,71	4	4
			6	681595	9607825	3,6	24	7,64	4	4
			7	681595	9607826	3,6	16	5,09	4	4
			8	681598	9607828	7,2	44	14,01	1	1

- 1= Normal
2= Muy Torcido
3= Torcido
4= Poco torcido

Anexo 10. Tríptico para difusión de los resultados obtenidos en la investigación

RESULTADOS:

1. Descripción morfológica de los árboles de *Cinchona officinalis* L.

Cinchona officinalis L., es un árbol que puede llegar a medir de 2 a 11,2 metros de altura, con un diámetro que va de 2,58 a 15,38 cm; presenta una ramificación simpodial, con copa globosa. La corteza es de color marrón oscuro, ligeramente fisurada, la forma de la hoja es lanceolada.

Las flores se encuentran en panículas terminales, son hermafroditas, actinomorfas, la corola es de color blanco-violeta. El fruto es una cápsula septicida seca dehiscente de forma ovoide alargada que puede contener de 10 a 89 semillas, se separa longitudinalmente a través de las ranuras carpelares desde la base al ápice del fruto, originando dos valvas o lóculos. El pericarpio es delgado pero leñoso de consistencia dura, la superficie es de color café a marrón oscuro con presencia de diminutos tricomas de color blanco. El largo de los frutos puede variar entre 1,7 a 2,8 mm de largo por 0,6 a 1,9 mm de ancho.

Las semillas presentan una forma fusiforme, de testa blanda, con una superficie membranosa, con presencia de alas muy frágiles que se rompen fácilmente y terminan en pequeños tricomas simples de color café amarillento, son livianas con un peso promedio de 0,54 a 0,64 gramos.



2. Determinación de la Fisiología Reproductiva

Sitio	Nº de fruto promedio por rama	Nº de fruto promedio por árbol	Promedio número de semillas/ árbol	Peso semillas/ árbol (gr)
El Naque	40,01	918,23	1837,58	6,94
Uritusinga	53,3	526,04	941,47	7,67
San Simón	51,32	318,92	465,45	2,39
Selva Alegre	64,81	1054,36	1795,57	8,81

3. Pruebas estándar de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de cuatro sitios de la provincia de Loja

Lugar	Pureza (%)	Peso de 1000 semillas (gr)	Contenido de Humedad (%)	Germi-nación (%)		Viabi-lidad (%)
				hu z	O s.	
El Naque	46,21	0,54	78,75	88	52	0,13
Uritusinga	35,16	0,82	97,10	52	38	0,25
San Simón	29,20	0,84	74,70	69	53	1,87
Selva Alegre	41,59	0,65	77,3	73	57	0,10



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL



LABORATORIO DE MICROPROPAGACIÓN VEGETAL

“POTENCIAL REPRODUCTIVO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE *CINCHONA OFFICINALIS* L., PROVENIENTES DE RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”.



Responsable:
Karina Alexandra Caraguay Yaguana

Director:
Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.
Codirectora:
Ing. Agro. Julia Minchala Patiño

Loja- Ecuador
2016

Figura 25. Tríptico divulgativo, cara anterior

INTRODUCCIÓN:

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

La principal amenaza que sufrieron estas especies fue la explotación exagerada de los árboles para la obtención de la corteza en el siglo XVII, sacrificando la mayoría de los árboles adultos; además, de la tala de los bosques por la expansión de la frontera agrícola y ganadera, convirtiéndolas en especies amenazadas y todo esto ha influido directamente sobre la regeneración y recuperación natural de las especies de este género. Estos factores son los que han llevado a que se la catalogue actualmente en peligro de extinción (Anda, 2002).

La especie *Cinchona officinalis* L., ha sido una especie muy representativa para la provincia de Loja, por su valor medicinal, cultural e histórico. Esta especie ha sido nombrada como el Árbol Nacional del Ecuador, lo que representa una trascendental importancia para la provincia de Loja, ya que la especie fue descubierta en esta región (Anda, 2002).

OBJETIVO GENERAL:

Contribuir a generar información sobre el potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar el potencial reproductivo de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja.
- Analizar la calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos a nivel de laboratorio, mediante las normas internacionales para el análisis de semillas forestales ISTA.
- Difundir resultados sobre potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de la especie *Cinchona officinalis* L., a los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería Forestal.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en los sectores de: Quebrada del Naque (Cantón Loja), parroquia el Tambo, sitio Unitusinga (Cantón Catamayo), Quebrada San Simón (Loja); y, parroquia Selva Alegre (Cantón Saraguro); sitios en los que se identificaron los individuos y se recolectó el material vegetal necesario para realizar el análisis de calidad de semillas

1. Metodología para determinar el potencial reproductivo de *Cinchona officinalis* L., en la provincia de Loja.

- ◆ **Recolección del material vegetal.**-Para la recolección del material vegetal se visitó los sectores en donde se encuentran instaladas las parcelas, las cuales tienen una dimensión de 20 x 30 m (600 m²).

- ◆ **Numero de frutos promedio por rama y por árbol.**-

Se escogió al azar un total de seis ramas con frutos por árbol, según disponga el árbol y se procedió a contar el número de frutos en cada una de ellas, luego se obtuvo el promedio para las seis ramas evaluadas (# frutos por rama). El promedio de frutos encontrados por rama, se multiplicó por el total de ramas con frutos (determinado con anterioridad) y de esta manera obtener el número aproximado de frutos/árbol.

- ◆ **Producción de semillas del árbol.**-

Para este parámetro se extrajo y se contabilizó el número de semillas de 20 frutos y luego se calculó el número de semillas por árbol, aplicando la fórmula utilizada por Ordoñez (2001).

2. Metodología para analizar la Calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos, mediante las Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales ISTA.

- ◆ La evaluación de la calidad de semillas de las cuatro procedencias de *Cinchona officinalis* L., se la realizó en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal, empleando las normas ISTA, a través de las cuales se evaluaron los siguientes parámetros: Pureza, Peso de la semilla, Contenido de Humedad, Geminación y Viabilidad, durante un periodo de 5 semanas

Figura 26. Tríptico divulgativo, cara posterior

Anexo 11. Folleto con los datos de Investigación del Proyecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL
LABORATORIO DE MICROPROPAGACIÓN VEGETAL

**“POTENCIAL REPRODUCTIVO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE
Cinchona officinalis L. PROVENIENTES DE RELICTOS BOSCOSOS EN LA
PROVINCIA DE LOJA”**



Responsables:

*Karina Alexandra Caraguay Yaguana
Víctor Hugo Eras Guamán
Julia Minchala Patiño
Darlin González Zaruma
José Moreno Serrano
Magaly Yaguana Arévalo
Cristian Valarezo Ortega*

***Loja – Ecuador
2016***

CONTENIDO DE FOLLETO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2	Germinación	6
2.1.	Condiciones ambientales necesarias para la germinación	6
2.1.1.	Humedad	6
2.1.2.	Temperatura	6
2.1.3.	Oxígeno	6
2.1.4.	Luminosidad	7
2.1.5.	Sustrato	7
3.	NORMAS INTERNACIONALES PARA EL ANÁLISIS DE SEMILLAS FORESTALES (ISTA 2007)	7
3.1.	Análisis de Pureza	7
3.2.	Peso de semilla	8
3.3.	Viabilidad	8
3.4.	Ensayo Topográfico de Tetrazolio	8
3.5.	Contenido de Humedad	9
3.6.	Germinación	9
4.	DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE <i>CINCHONA</i>	10
4.1.	Descripción Botánica	10
4.2.	Fenología	11
4.3.	Importancia Ecológica	12
4.4.	Reproducción de la especie	12
4.5.	Usos de la Especie	13
5.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
5.1.	Fase de Campo	13
5.1.1.	Recolección del material vegetal	14
5.1.2.	Determinación de la Fisiología Reproductiva	15
5.1.2.1.	Número de frutos promedio por rama y por árbol	15
5.1.2.2.	Producción de semillas del árbol	16
5.2.	Fase de Laboratorio	17
5.2.1.	Análisis de calidad de semillas mediante la utilización de las normas ISTA.	17
5.2.1.1.	Pureza	17
5.2.1.2.	Peso de la semilla	18
5.2.1.3.	Contenido de Humedad	18
5.2.1.4.	Germinación	20
5.2.1.5.	Viabilidad	22
6.	RESULTADOS	22
6.1.	Descripción morfológica de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L.	22
6.2.	Determinación de la Fisiología reproductiva	24
6.2.1.	Número de frutos promedio por rama y por árbol	24
6.2.2.	Producción de semillas del árbol	27
6.3.	Prueba estándar de calidad de semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., provenientes de cuatro sitios de la provincia de Loja.	29
6.3.1.	Pureza	30
6.3.2.	Peso de la semilla	31
6.3.3.	Contenido de Humedad	33
6.3.4.	Germinación	35
6.3.5.	Viabilidad	39
7.	CONCLUSIONES	41
8.	BIBLIOGRAFÍA	43