



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Cinchona officinalis* L. EN LA PROVINCIA DE LOJA

La estructura florística está definida por el perfil de vegetación, que son diagramas que describen fisonomías estructurales de comunidades vegetales de flora poco conocida y representan fotografías del perfil de una vegetación, sea de forma horizontal o vertical. La estructura vertical se refiere a la disposición de las plantas de acuerdo a sus formas de vida en los diferentes estratos de la comunidad vegetal y responde a las características de las especies que lo componen y a las condiciones microclimáticas presentes en las diferentes alturas. La estructura horizontal se refiere a la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo, siendo factores determinantes de la estructura horizontal el suelo y el clima, esta estructura es la mejor respuesta del ecosistema frente a las características ambientales y a las limitaciones y amenazas que enfrenta.

Por otro lado, 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 presenta una propiedad importante que está relacionada con el tipo de fruto y su forma, esta propiedad le permite 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. El análisis de la calidad de la semilla, proporciona información relacionada con el desempeño de la misma en el campo, que sirve para la conservación de la especie y a la vez para iniciar programas de forestación y reforestación.



ISBN-13: 978-9978-355-48-0



9 789978 355480

UNL

Víctor Hugo Eras Guamán
Julia Esther Minchala Patiño
José Antonio Moreno Serrano
Magaly Yaguana Arévalo
Mauricio Gabriel Sinche Freire
Cristian Oswaldo Valarezo Ortega

ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Cinchona* *officinalis* L. EN LA PROVINCIA DE LOJA



**ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y
FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Cinchona officinalis* L.
EN LA PROVINCIA DE LOJA.**

Autores:

Víctor Hugo Eras Guamán

Julia Esther Minchala Patiño

José Antonio Moreno Serrano

Magaly Yaguana Arévalo

Mauricio Gabriel Sinche Freire

Cristian Oswaldo Valarezo Ortega



Universidad
Nacional
de Loja

Ph. D. Nikolay Aguirre
Rector UNL

Ph. D. Mónica Pozo Vinueza
Vicerrectora Académica

Ph. D. Max Encalada Córdova
Director de Investigación

Estructura, Composición Florística y Fisiología Reproductiva de *Cinchona officinalis* L. en la provincia de Loja

Citación:

Eras V., Minchala J., Moreno J., Yaguana M., Sinche M. y Valarezo C. 2019. **Estructura, Composición Florística y Fisiología Reproductiva de *Cinchona officinalis* L. en la provincia de Loja**, Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador: 160 p.

Revisión Par Académico:

Comité Editor de la Universidad Nacional de Loja.

César Pérez Ruiz, Catedrático del departamento de Biotecnología y Biología Vegetal de la E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Madrid.

Luis Francisco Sinche Fernández, Docente de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja.

ISBN 978-9978-355-39-8

Diseño e impresión:

EDILOJA Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418

San Cayetano Alto s/n

www.ediloja.com.ec • edilojainfo@ediloja.com.ec

Enero, 2019
Loja, Ecuador

Autores:

Eras Guamán Víctor Hugo. Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: victorhugoeras@hotmail.com / victor.eras@unl.edu.ec

Minchala Patiño Julia Esther. Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Cinchona. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: jeminchala@gmail.com / julia.minchala@unl.edu.ec

Moreno Serrano Jose Antonio. Estudiante de doctorado en Biotecnología y Genética de plantas y microorganismos asociados. Escuela de Ingenieros Agrónomos-UPM, Madrid España. Correo electrónico: josemoreno796@gmail.com / jose.moreno@unl.edu.ec

Sinche Freire Mauricio Gabriel. Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Cinchona. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: mauriciosinche88@gmail.com / mauricio.sinche@unl.edu.ec

Valarezo Ortega Cristian Oswaldo. Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Cinchona. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: cris_mrhc@hotmail.com/ cristian.valarezo@unl.edu.ec

Yaguana Arévalo Magaly. Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Bosque Seco. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: magaly.yaguana@unl.edu.ec

Colaboradores:

Caraguay Yaguana Karina Alexandra. Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: kary.170519@gmail.com

González Zaruma Darlin Ulises. Estudiante de doctorado de Ciencias Forestales en la Universidad Estatal Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Brasil. Correo electrónico: dgzaruma@gmail.com

Yucta Quinteros María Fernanda. Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: fernanda18quinteros@gmail.com

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	13
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	17
1. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ASOCIADA AL HÁBITAT DE CRECIMIENTO DE <i>Cinchona officinalis</i> L.	17
1.1. Descripción Botánica.....	17
1.2. Distribución geográfica	18
1.3. Importancia medicinal	19
1.4. Estado de conservación de <i>Cinchona officinalis</i> L.	20
1.5. Ubicación de las áreas de estudio	20
1.6. Identificación de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	21
1.7. Composición florística.....	23
1.7.1. Inventario florístico de las especies vegetales	24
1.7.2. Análisis de la información colectada de los inventarios.....	28
1.7.3. Parámetros ecológicos	29
1.7.4. Regeneración natural de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	33
1.7.5. Muestreo de epífitas en <i>Cinchona officinalis</i> L.	36

1.8.	Perfil de vegetación	37
1.8.1.	Estructura vertical	38
1.8.2.	Estructura horizontal	39
1.9.	Resultados alcanzados	39
1.9.1.	Delimitación de áreas de distribución actual de <i>Cinchona officinalis</i> L.	39
1.9.2.	Identificación de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio de la provincia de Loja.	46
1.9.3.	Variables dasométricas de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.....	48
1.9.4.	Composición florística de las especies asociadas al hábitat de crecimiento de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la provincia de Loja.....	50
1.9.5.	Parámetros ecológicos de las especies asociadas al hábitat de crecimiento de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio.	51
1.9.6.	Índices de diversidad	59
1.9.7.	Regeneración natural de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	61
1.9.8.	Epífitas asociadas en árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	62
1.10.	Perfiles estructurales de la vegetación asociada a <i>Cinchona officinalis</i> L., en los sitios de estudio	62
1.10.1.	Perfil vertical de los cuatro sitios de estudio	62
1.10.2.	Perfil Horizontal de los cuatro sitios de estudio	65
	CAPÍTULO II	68
2.	FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA ESPECIE <i>Cinchona officinalis</i> L.	68
2.1.	Germinación	68

2.2.	Condiciones ambientales necesarias para la germinación de semillas	68
2.2.1.	Humedad	68
2.2.2.	Temperatura	68
2.2.3.	Oxígeno	69
2.2.4.	Luminosidad	69
2.2.5.	Sustrato	69
2.3.	Normas internacionales para el análisis de la calidad de semillas forestales (ISTA, 2007)	69
2.3.1.	Análisis de pureza	70
2.3.2.	Peso de semilla	70
2.3.3.	Viabilidad	71
2.3.4.	Ensayo topográfico de tetrazolium	71
2.3.5.	Contenido de humedad	71
2.3.6.	Pruebas de germinación	72
2.4.	Resultados alcanzados	72
2.4.1.	Descripción morfológica de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L.	72
2.4.2.	Fisiología reproductiva de la especie <i>Cinchona officinalis</i> L.	78
2.5.	Prueba estándar de calidad de semillas de <i>Cinchona officinalis</i> L., provenientes de los cuatro sitios de la provincia de Loja	82
2.5.1.	Pureza	82
2.5.2.	Peso de semilla	84
2.5.3.	Contenido de humedad	87
2.5.4.	Germinación	88
2.5.5.	Viabilidad	92

CAPÍTULO III.....	96
3. DISCUSIÓN.....	96
3.1. Composición florística de las especies asociadas al hábitat de crecimiento de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la provincia de Loja.....	96
3.1.1. Diversidad alfa y beta	99
3.1.2. Regeneración natural de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.....	100
3.1.3. Distribución estructural de las especies asociadas al hábitat de crecimiento de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.....	101
3.2. Potencial productivo de la especie <i>Cinchona officinalis</i> L.	102
3.2.1. Pruebas estándar de calidad de semillas con el uso de las Normas ISTA (2007)	103
ANEXOS.....	118

PRESENTACIÓN

Cinchona officinalis L., es considerada como la planta nacional del Ecuador por ser nativa, está presente en las tres regiones continentales: costa, sierra y amazonia (Buitrón, 1999), habita en las estribaciones occidentales y orientales de las dos cordilleras de los Andes (Acosta, 1989) y significó el origen histórico del “**árbol de la vida**”. La cascarilla o “quina” es considerada como uno de los principales productos forestales del Ecuador, siendo económicamente más importante desde el punto de vista medicinal. La provincia de Loja fue la primera en adquirir fama como la más importante fuente de *Cinchona* (Acosta-Solís, 1947; Madsen, 2002; Aranha y León, 2013), atribuyéndose su origen y principal centro de producción al nudo de Cajanuma (Buitrón, 1999).

Descubierta en Ecuador en el siglo XVII, la cascarilla o quina roja, como también se la denominó, contiene en su corteza un compuesto que fue utilizado desde el tiempo de los Incas para curar el paludismo o malaria y fue considerada como la “**Salvación de la Humanidad**” por ser el remedio contra las fiebres palúdicas (Buitrón, 1999). Son cuatro los compuestos (alcaloides) más conocidos y estudiados de *Cinchona* que están presentes en su corteza: **cinchona, cinchonidina, quinidina y quinina**, este último es el más importante antimalárico. En 1820, se aisló el alcaloide quinina con el cual se pudo certificar su contenido en las diferentes especies de *Cinchona* sp. (Tapia, 2013).

La excesiva demanda de la cascarilla a partir del siglo XVII, provocó la explotación irracional de las especies de este género, principalmente en la provincia de Loja; acciones que sumadas al incremento demográfico, la ampliación de la frontera agrícola y a los bajos porcentajes de germinación y pérdida rápida de la viabilidad de las semillas, han resultado en la reducción de las poblaciones de cascarilla con baja regeneración natural.

Se espera que la información contenida en este libro, sirva a profesionales, técnicos, entidades gubernamentales y no gubernamentales, así como a las comunidades de la provincia de Loja, como un insumo que permita contribuir a la conservación y manejo sustentable de la cascarilla y al estudio de esta especie forestal emblemática de fundamental importancia, que ha estado íntimamente ligada a la cultura y la historia de nuestra provincia y la Región Sur del Ecuador.

INTRODUCCIÓN

El género *Cinchona* es nativo de los valles andinos de Sudamérica, se encuentra de forma más o menos continua desde Venezuela a Bolivia siguiendo los bosques nublados andinos de mayor humedad ambiental y tienen preferencia por los lugares más escarpados y de fuerte pendiente (Acosta-Solís, 1947; Camp, 1949; Zevallos, 1989; Anderson y Taylor, 1994). Según Acosta-Solís (1947), los quinos del Ecuador se encuentran en las entradas naturales del callejón interandino, como San Gabriel en la provincia del Carchi, Aloag en la provincia de Pichincha, el Valle de Pastaza en la provincia de Tungurahua, etc.; siempre y cuando estas sean húmedas y de fuerte pendiente. En el país se simbolizó su origen histórico como “El árbol de la Vida”, al propio tiempo que representó al trópico ecuatoriano, la cascarilla fue considerada como uno de los principales productos forestales del país (Acosta-Solís, 1947; Madsen, 2002).

La Región Sur del Ecuador es el hogar de muchas plantas útiles que han dado prosperidad a la región y que han sido introducidas o comercializadas en otras partes del mundo durante los siglos XVI al XX. La planta de la zona que sin duda alguna, representó la contribución más importante para la humanidad es el árbol de la cascarilla; es así que, la provincia de Loja fue la primera en adquirir fama como la más importante fuente de *Cinchona*, a la cual el fundador de nomenclatura botánica Carlos Linneo, denominó científicamente *Cinchona officinalis* (Acosta-Solís, 1947; Madsen, 2002). Según Garmendia (2005); Anderson y Taylor (1994), señalan que *Cinchona officinalis* L., debido a sus propiedades medicinales hicieron que las poblaciones de Loja fueran sobre-explotadas desde el siglo XVII hasta el siglo XIX. Sin embargo, actividades como la agricultura, ganadería y la deforestación, han tenido un impacto mucho más significativo en la destrucción de su hábitat, que la propia cosecha de la corteza (Madsen, 2002).

La especie *Cinchona officinalis* L., no conforma bosques monoespecíficos continuos, sino más bien se distribuye en “manchas” a diferentes altitudes. (Acosta-Solís, 1947; Anderson, 1999). Según Garmendia (2005) los individuos pueden encontrarse aislados en potreros, formando grupos numerosos de arbustos grandes y rebrotes vegetativos, distanciados unos de otros, ubicados en pendientes pronunciadas, con marcada xeracididad y en suelos con poca cantidad de materia orgánica.

En este contexto, la presente investigación se realizó en el marco del proyecto de investigación titulado **“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*”**, que se ejecutó en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Universidad Nacional de Loja, con el propósito de contribuir al conocimiento del estado de conservación de *Cinchona officinalis* L., en la provincia de Loja, para apoyar a la preservación de la especie.

CAPÍTULO I

1. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ASOCIADA AL HÁBITAT DE CRECIMIENTO DE *Cinchona officinalis* L.

1.1. Descripción Botánica

Según Loján (2003), las especies del género *Cinchona* varían en sus características individuales, lo común es que tienen las hojas simples y opuestas, con estípulas en la unión con el tallo, se ponen rojizas antes de caer y renovarse porque son caducifolias. Las flores son pequeñas, requieren de la ayuda de insectos para la polinización, se presenta en inflorescencias terminales, los frutos son cápsulas y las semillas pequeñas. El árbol de quina o cascarilla, del género *Cinchona* sp., es nativo de los valles andinos de Sudamérica, se distribuye a lo largo de la zona tropical y ecuatorial de la cordillera de los Andes, desde 12° de latitud norte hasta 20° de latitud sur, encontrándose en alturas que van desde los 700 msnm hasta los 2 900 msnm (Garmendia, 2005). Los árboles de quina en estado natural constituyen pocas veces bosques por sí mismos, generalmente forman grupos poco compactos esparcidos en medio del bosque, llamados “manchas” (Garmendia, 2005). En Ecuador se encuentran más de la mitad de todas las especies del género *Cinchona*, principalmente en provincias como Bolívar, Chimborazo, El Oro, Cañar, Azuay, Morona Santiago, Zamora Chinchipe y Loja (Jorgensen y León, 1999).

Cinchona officinalis L., perteneciente a la familia Rubiaceae, es endémica del valle de Loja, Ecuador, Garmendia (2005); Anderson y Taylor (1994). Sin embargo, la ocurrencia de esta especie es registrada también en Colombia y Perú a lo largo de la cordillera oriental y central de los Andes en los bosques montanos, desde los 2 800 msnm hasta los 3 100 msnm (Missouri Botanical Garden, 2015; Mc Comb, 1946). La cascarilla es un árbol que alcanza los 16 m de altura y se caracteriza por tener hojas coriáceas, proporcionalmente angostas (1,8 a 2,7 cm de largo y ancho), totalmente glabras en ambos lados y por tener un fruto con endocarpio leñoso grueso (Figura 1). Las flores son rosadas o púrpuras, con una corola tubular de 8 - 13 mm de longitud (Andersson y Taylor, 1994).

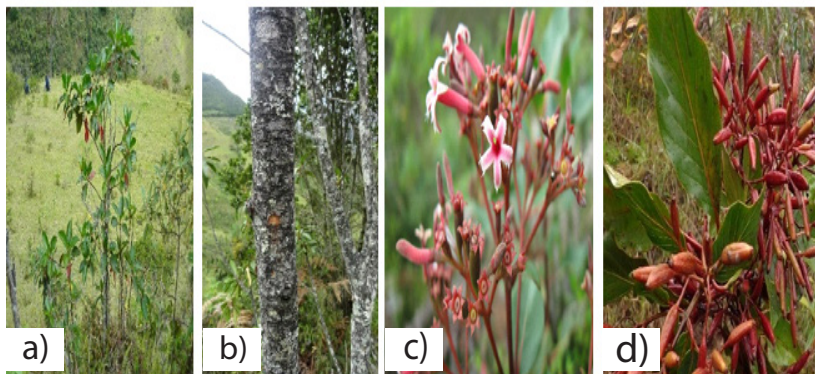


Figura 1. Atributos botánicos de la especie *Cinchona officinalis* L. a) Árbol, b) Fuste, c) Flores, y, d) Frutos

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

1.2. Distribución geográfica

El árbol de quina o cascarilla, es nativo de los valles andinos de Sudamérica, encontrados entre los 1 000 a 3 500 msnm, en Colombia, Venezuela, Perú y Bolivia, se distribuye desde 10° latitud norte hasta 19°

latitud sur, encontrándose en alturas que van desde los 700 msnm hasta los 2 900 msnm (Garmendia, 2005).

En Ecuador está ampliamente distribuido en las provincias de Bolívar, Chimborazo, El Oro, Cañar, Azuay, Morona Santiago, Zamora Chinchipe y Loja (Jorgensen y León, 1999).

1.3. Importancia medicinal

Los alcaloides del género *Cinchona* más conocidos y estudiados son cuatro: cinchonina, chinchonidina, quinidina y quinina, éste último el más importante antimalárico extraído de la corteza de *Cinchona officinalis* L. (Druilhe *et al.*, 2008). El mecanismo por el cual los alcaloides de la quinina previenen la infección por malaria en seres humanos, radica en su capacidad de inhibir el crecimiento y la reproducción de las diversas especies de *Plasmodium* (protozoarios causantes de la malaria). La quinina no cura la enfermedad, pero cura la fiebre y otros síntomas de los plasmodios (Botero y Restrepo, 2005; Cuvi, 2009).

La quinina también se usa para la distrofia miotónica (debilidad muscular, usualmente en la cara) y problemas musculares asociados con fallas del hígado, su efecto secundario es el cinchonismo, que incluye síntomas como mareo, tinnitus, problemas de visión, náusea y vómito. El abuso puede conllevar incluso ceguera y sordera, la quinina tiene usos no medicinales, en preparados para las quemaduras solares, e ingrediente de bebidas alcohólicas y no alcohólicas (Cuvi, 2009).

Posteriormente, la síntesis química de la quinina a finales del siglo XIX, produjo que la cascarilla quede farmacéuticamente en el olvido (Madsen, 2002). Además, fue remplazada por otros medicamentos más eficientes para la cura contra el paludismo como la “artemisia” (Ferreira, 2004). Pese a esto la especie tiene un nuevo uso en el mercado como tónico; la quinina da el sabor amargo a este tónico que ha conquistado

el mercado de bebidas gaseosas, especialmente en Europa y Estados Unidos (Leffingwell, 2003; Ulloa, 2006).

1.4. Estado de conservación de *Cinchona officinalis* L.

Espinosa (1997), señala que el hábitat potencial de *C. officinalis* en la provincia de Loja abarca un área de 9 836 km², de los cuales el 78,45 % del hábitat se ha perdido y solo el 17,88 % se encuentra protegido por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Parque Nacional Podocarpus y Yacuri) (Lovejoy, 1997; Wilson *et al.*, 1988).

En la actualidad, la demanda por la corteza de la “quina” ha disminuido, por la aparición de compuestos sintéticos con propiedades análogas a la quina, que la han reemplazado totalmente; sin embargo, la presión sobre los bosques en los que quedan todavía algunas especies ha aumentado por la agricultura migratoria y maderera, haciéndose cada vez más escasa su presencia en las zonas de distribución (Zevallos, 1989).

1.5. Ubicación de las áreas de estudio

Las áreas de estudio se identificaron en base a información bibliográfica sobre estudios realizados en trabajos de investigación en la provincia de Loja, donde se identifica la presencia de *Cinchona officinalis* L., y registros botánicos del Herbario Reinaldo Espinosa, de la Universidad Nacional de Loja, información que se corroboró en campo y se realizó un análisis de cobertura vegetal y uso actual del suelo, usando parámetros del MAE, MAGAP, SINAGAP, CLIRSEN, SENPLADES, (Temporalidad 2013-2014) (Figura 2).



Figura 2. Delimitación de parcelas de *Cinchona officinalis* L.

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

1.6. Identificación de *Cinchona officinalis* L.

Se utilizó el método punto centro cuadrado, ubicando un punto centro para los sitios El Naque y Uritusinga; mientras que para los sitios Santa Lucía y Zamora Huayco, se localizó tres puntos centros (Figura 3 y 4), se tomó en campo muestras vegetales (hojas, flores y/o frutos), las cuales fueron prensadas y transportadas al Herbario “Reinaldo Espinosa”. Posteriormente se procedió a realizar la evaluación en base a la descripción de los siguientes aspectos morfológicos de los especímenes: forma del fuste, altura, DAP (diámetro a la altura del pecho), especies asociadas según su abundancia y estado fitosanitario de los individuos (Cuadro 1).



Figura 3. Etiquetado de individuos de *Cinchona officinalis* L.
Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

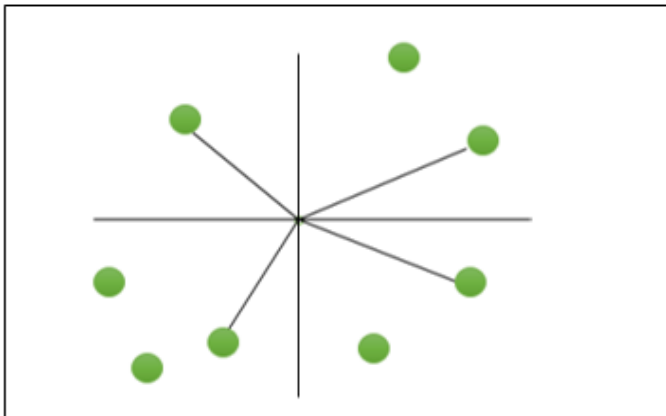


Figura 4. Diagrama del método punto centro cuadrado

Cuadro 1. Hoja de campo para la identificación de árboles de *Cinchona officinalis* L. en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja

Nº Árbol	Código	Coordenadas		H (m)			HC (cm)	CAP (cm)			Estado Sanitario	Forma del fuste	Especies asociadas (en orden de abundancia)	Observa- ciones
		X	Y	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	
1														
2														

Altura (H): Si de una misma base salen varias ramas, tomar la altura de la rama más alta.

CAP: En caso de bifurcación antes de 1.30 m, se anotan los 2 o más valores de CAP

Estado Sanitario: 1. Excelente; 2. Muy Bueno; 3. Regular; 4. Malo

Forma del fuste: 1. Normal; 2. Muy Torcido 3. Torcido; 4. Poco Torcido

1.7. Composición florística

Se define como el conjunto de plantas que forman parte de una formación vegetal natural, o plantada. La diversidad en la composición florística es influenciado por los siguientes factores:

- Clima, determinado mediante la temperatura, viento, humedad ambiental y radiación, pues estos elementos son manifestaciones de la energía procedente del sol.
- El sistema orográfico y el suelo con todas sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Además, de estos factores existen otros de menor importancia como el número de animales que actúan como agentes dispersantes de las semillas, la vegetación circundante y las características de las especies vegetales disponibles para invadir el área descubierta (Rosales y Sánchez, 2002).

1.7.1. Inventario florístico de las especies vegetales

Identificado el fragmento con árboles aislados de *Cinchona officinalis* L., se instalaron tres transectos temporales por sitio, el número de muestreo se determinó en base al mínimo ecológico que son tres y áreas alteradas, según Aguirre y Yaguana (2012), siendo estas de 20 x 30 m (600 m²), para el estrato arbóreo según Mostacedo y Fredericksen (2000), en las cuales se incluyeron subparcelas: de 5 x 5 m (25 m²) para el estrato arbustivo y de 1 x 1 (1 m²) para el estrato herbáceo; ubicadas en sentido diagonal al transecto, como se indica en la Figura 5 (Aguirre y Yaguana, 2012), las mismas que fueron delimitadas con brújula, GPS, estacas y piola.

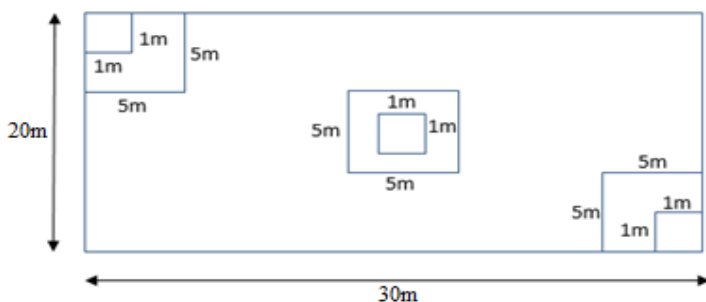


Figura 5. Diseño de los transectos temporales y subparcelas, para evaluar *Cinchona officinalis* L., y la composición florística asociada, en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

1.7.1.1. Levantamiento de datos del estrato arbóreo

Dentro de los transectos de 600 m² se recopiló información de los individuos mayores o iguales a 5 cm de DAP y altura (Cuadro 2). Además, se colectó muestras botánicas fértiles de todas las especies que no se pudo identificar, las mismas que fueron trasladadas al Herbario “Reinado Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja, para su posterior identificación.



Figura 6. *Alnus acuminata* L.

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

Cuadro 2. Hoja de campo para el registro de los individuos \geq a 5 cm DAP, asociados a *Cinchona officinalis* L, en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Parcela N°		Fecha			
Altitud msnm.		Pendiente			
Coordenadas		Lugar			
Descripción del sitio					
N° de Árbol	Nombre común	Nombre científico	DAP (cm)	HT (m)	Observaciones

1.7.1.2. Levantamiento de vegetación del estrato arbustivo y herbáceo

En las subparcelas de 25 m² y 1 m² se registraron el número de individuos (densidad y frecuencia) de arbustos y hierbas, respectivamente (Cuadro 3). Cuando no fue posible contabilizar los individuos, se estimó el porcentaje de cobertura del conjunto de individuos de cada especie (Aguirre y Yaguana, 2012).



Figura 7. *Baccharis obtusifolia* Kunth.

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016



Figura 8. *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.)

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

Cuadro 3. Hoja de campo para registrar arbustos y hierbas asociadas al hábitat de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Parcela N°:		Fecha:		
Altitud msnm:		Pendiente % :		
Nombre común	Nombre científico	N° de Ind.	% de cobertura	Observaciones

1.7.2. Análisis de la información colectada de los inventarios

Con los datos obtenidos en el campo se calculó los parámetros ecológicos: Densidad Absoluta (N° de ind/ha), Densidad Relativa (ind/sp.), Dominancia Relativa, Diversidad Relativa e Índice de Valor de Importancia (IVI), parámetros que permitieron emitir un criterio técnico del estado del relicto boscoso. Estos cálculos se realizaron con las fórmulas planteadas por Aguirre y Yaguana (2012).

La información obtenida se organizó en una matriz (Cuadro 4) y se calculó los parámetros ecológicos de la vegetación.

Cuadro 4. Matriz de información obtenida de los parámetros ecológicos, de los individuos asociados a *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Parcelas	Total Ind.	G (m²)	D Ind/ha	Dr (%)	Fr (%)	Dmr (%)	IVI (%)
1 2 3							

G: Área basal; D: Densidad absoluta; Dr: Densidad relativa; Fr: Frecuencia relativa; Dmr: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia.

1.7.3. Parámetros ecológicos

Los parámetros ecológicos, recomendados por Cerón (1993), para el estudio de la cobertura vegetal son: densidad absoluta, densidad relativa, dominancia relativa, índice de valor de importancia y frecuencia relativa.

1.7.3.1. Densidad absoluta (D)

Aguirre y Yaguana (2012), manifiestan que la densidad absoluta (D), está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies, divididos por la superficie estudiada. Para el cálculo no es necesario contar todos los individuos de la zona, sino que se puede realizar muestras en áreas representativas. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Total superficie muestreada}} \times 100$$

1.7.3.2. Densidad relativa (DR)

Aguirre y Yaguana (2012), señalan que la densidad relativa (DR), permite tener idea de la abundancia (número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población), para calcularla se utiliza la siguiente fórmula:

$$DR = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$$

1.7.3.3. Dominancia relativa (Dmr)

Se define como el porcentaje de biomasa (área basal o superficie horizontal) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal ($G = 0,7854 \times \text{DAP}^2$) del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. La dominancia relativa de una especie está

dada por su biomasa y la abundancia numérica. Se usa para árboles y arbustos (Aguirre y Yaguana, 2012). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Dmr = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

1.7.3.4. Índice de valor de importancia (IVI)

Según Aguirre y Yaguana (2012), el índice de valor de importancia (IVI), indica que tan importante es una especie dentro de la comunidad. Las especies que tienen el IVI más alto significa entre otras cosas, que es dominante ecológicamente: que absorbe muchos nutrientes, que ocupa mayor espacio físico, que controla en porcentaje alto la energía que llega a este sistema. Para calcular este parámetro se utiliza la DR y la Dmr y se calcula con la siguiente fórmula:

$$IVI = DR + Dmr$$

1.7.3.5. Frecuencia relativa (Fr)

Permite conocer las veces que se repite una especie en un determinado muestreo (Aguirre y Yaguana, 2012). Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Fr = \frac{\text{Nº de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

1.7.3.6. Índices de diversidad

Los índices de diversidad permiten medir la biodiversidad que se manifiesta en la heterogeneidad, a nivel de un ecosistema (biodiversidad alfa α) y en la heterogeneidad a nivel geográfico (biodiversidad beta β) de las poblaciones o de las comunidades.

a. **Diversidad alfa (α)**

Esta diversidad mide la riqueza o heterogeneidad de especies de un sitio o comunidad. Este índice es el que más se acerca al concepto de riqueza de especies y puede ser utilizado para comparar el número de especies en ciertos lugares o tipos de ecosistemas.

- Índice de Shannon-Wiener: Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. Este índice se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

P_i = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

El índice de Shannon-Wiener se puede calcular ya sea con el logaritmo natural (Ln) o con el logaritmo con base 10 (Log₁₀) (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Para conocer la diversidad de los cuatro sitios de estudio, se realizó utilizando el índice de diversidad de Shannon (Cuadro 5), el cual indica la escala e interpretación de los valores obtenidos.

Cuadro 5. Escala e interpretación del índice de Shannon, de las especies asociadas al hábitat de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Índice de diversidad	Fórmula	Escala	Interpretación
Índice de diversidad de Shannon (H')	$H' = - \sum P_i * \ln P_i$	< a 1,5	Diversidad baja
		1,6 – 3,5	Diversidad media
		> 3,5	Diversidad alta

Fuente: Aguirre y Yaguana, 2012

b. **Diversidad beta (β)**

Esta diversidad beta (β), mide la diversidad de dos o más hábitats mediante la similitud o comparabilidad. Se calcula a través de los índices cualitativos de Jaccard y Sørensen y el cuantitativo de Sørensen; siendo los dos últimos los más utilizados. La respuesta cercana a cero son disímiles y las cercanas a uno similares.

- Índice de similitud de **Sørensen**: Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades, mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas, los datos utilizados son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos, el índice de Sørensen es el más satisfactorio (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

$$Iss = \frac{2c}{(A + B)} \times 100$$

Donde:

Iss= Índice de similitud de Sørensen

A= Número de especies de la muestra A

B= Número de especies en común

Para determinar la semejanza de los tipos de vegetación de las zonas de estudio, se realizó mediante la aplicación del índice de similitud de Sørensen.

Este índice se calculo con el propósito de comparar y conocer la similitud florística entre los cuatro sitios de estudio (Cuadro 6).

Cuadro 6. Escala e interpretación del índice de Sørensen de las especies asociadas al hábitat de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Índice de diversidad	Fórmula	Escala	Interpretación	Significado
Índice de Similitud de Sorensen (Iss)	$Iss = \frac{2c}{(A + B)} \times 100$	0 a 0,33	No se parecen	Disímiles o diferentes florísticamente
		0 a 33%		
		0,34 a 0,66	Medianamente parecidos	Medianamente disímiles florísticamente
		34 a 66 %		
0,67 a 1	Muy similares	Similares florísticamente		
67 a 100%				

Fuente: Aguirre y Yaguana, 2012

1.7.4. Regeneración natural de *Cinchona officinalis* L.

Rollet (1969) sostiene que la regeneración natural, es un ciclo donde se puede considerar como el agregado de procesos mediante el cual el bosque se restablece por medios naturales, teniendo un aspecto dinámico y otro estático. En cambio para Buesso (1997) la regeneración son los procesos continuos naturales del bosque, para asegurar su propia sobrevivencia, normalmente por una abundante producción de semillas que germinen para asegurar el nuevo bosque.

La regeneración natural se reconoce como el mecanismo que permite a las especies de plantas recuperarse después de eventos de perturbación naturales o antrópicos (Mongue, 1999).

1.7.4.1. Categorías de regeneración natural

La regeneración natural como proceso en la dinámica del bosque, está afectada no solo por fenómenos físicos como inundaciones, deslizamientos, terremotos o cualquier otra perturbación natural, sino también es regulada constantemente por factores ambientales. La temperatura, la duración del día, la precipitación, la humedad y el viento ejercen un fuerte control sobre la fisiología y la reproducción, lo cual se refleja en la estructura del ecosistema.

Para evaluar la existencia de regeneración natural, los investigadores generalmente se apoyan en las herramientas del muestreo diagnóstico, el cual contempla la utilización de parcelas de tamaño (2 x 2 m, 5 x 5 m, 10 x 10 m). Sin embargo, una de las mayores dificultades que se presenta en este proceso, es la definición de las categorías inferiores para la evaluación de la regeneración natural. Los estudios silviculturales contemplan que estas categorías se ubican por debajo de los 10 cm de diámetro normal, hasta incluir las plántulas que son fisiológicamente funcionales, es decir que tienen un par de hojas verdaderas (Aguirre y Yaguana, 2012).

Aguirre y Yaguana (2012), proponen una metodología para el estudio de regeneración natural en categorías correspondiendo a Plántulas (individuos entre 1 a 30 cm de altura) que se registran dentro de las parcelas de 2 x 2 m, Brinzal (individuos entre 0,30 a < 1,5 m de altura) se registran dentro de parcelas de 2 x 2 m, Latizal bajo (individuos con 1,50 m de altura y 4,9 cm de DAP) y Latizal alto (individuos con diámetros de 5 cm y 9,9 cm de DAP).

La evaluación de la regeneración natural se efectuó dentro de las unidades de muestreo, donde se registró las plantas de cascarilla, dependiendo de la categoría (Cuadro 7). El muestreo se realizó en forma sistemática y en forma específica para la especie cinchona, se contabilizó todos los individuos, agrupados en categorías (Cuadro 8).



Figura 9. Individuos de regeneración natural de *Cinchona officinalis* L.

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

Cuadro 7. Categorías de regeneración natural de *Cinchona officinalis* L.

Tamaño de las parcelas e intensidad de muestreo por categorías de regeneración		
Categorías de regeneración	Tamaño de la unidad de registro	Intensidad (%)
Plántulas: 1 a 30 cm de altura	2 m x 2 m	0,016
Brinzal: (0,30 a < 1,5 m altura)	2 m x 2 m	0,016
Latizal bajo: (1,5 m de altura y 4,9 cm DAP)	5 m x 5m	0,2
Latizal alto: 5 cm a 9,9 cm DAP	10 m x 10 m	0,4

Fuente: Cárdenas *et al.*, (2008)

Cuadro 8. Hoja de campo para evaluar la regeneración natural de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Nº de individuos	Regeneración por especie			
	Plántula	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto

Fuente: Aguirre y Yaguana, 2012.

1.7.5. Muestreo de epífitas en *Cinchona officinalis* L.

Para realizar el muestreo de epífitas, se procedió en cada transecto de 600 m²; a contabilizar el número de epífitas en todos los árboles de *Cinchona officinalis* L, seguidamente se colectó una muestra, la misma que fue llevada al Herbario “Reinaldo Espinosa” para su respectiva identificación. Para la recolección de los datos se utilizó la siguiente hoja de campo (Cuadro 9).



Figura 10. *Racinaea seemannii* (Baker) MA Spencer & LB Smith

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

Cuadro 9. Hoja de campo para evaluar el número de epífitas asociadas a los árboles de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Sector			
				N	SS	SA	U

N= El Naque; SS= San Simón; SA= Selva Alegre; U= Uritusinga

1.8. Perfil de vegetación

Los diagramas de perfil son descripciones estrictamente fisonómicas estructurales, que describen comunidades vegetales de flora poco conocida (Matteuci y Colma, 1982). Los diagramas de perfil representan

fotografías del perfil de una vegetación, sea de forma horizontal o vertical.

Para elaborar los perfiles vertical y horizontal en los cuatro sitios de estudio, se seleccionó uno de los transectos establecidos de 600 m², en el cual se trazó un eje céntrico. Para la estructura vertical se procedió a medir la distancia horizontal en el eje de las X a la que se encuentra cada especie y la altura de los individuos mayores o iguales a 5 cm de DAP; y, para la estructura horizontal, además, de la distancia en el eje de las X, se registró las distancias verticales en el eje de las Y, forma y diámetro de copa de cada individuo. En la Figura 11, se muestra el esquema de los transectos para el levantamiento de información de los perfiles horizontal y vertical, respectivamente.

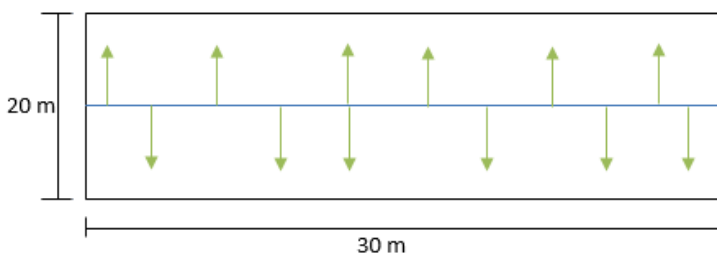


Figura 11. Diseño de transectos para toma de datos de perfiles estructurales (vertical y horizontal) de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis* L. en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

1.8.1. Estructura vertical

Según Mostacedo y Fredericksen (2000), mencionan que la estructura vertical se refiere a la disposición de las plantas de acuerdo a sus formas de vida en los diferentes estratos de la comunidad vegetal. Esta estructura responde a las características de las especies que lo componen y las condiciones microclimáticas presentes en las diferentes alturas del perfil (Louman *et al.*, 2001).

1.8.2. Estructura horizontal

La estructura horizontal se refiere a la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Los factores determinantes de la estructura horizontal son el suelo y el clima, esta estructura es la mejor respuesta del ecosistema frente a las características ambientales y a las limitaciones y amenazas que enfrenta (Manzanero y Pinelo, 2004).

1.9. Resultados alcanzados

1.9.1. Delimitación de áreas de distribución actual de *Cinchona officinalis* L.

La presente investigación se realizó en áreas identificadas en la provincia de Loja, ubicadas en los cantones: Loja en los sitios San Simón (Zamora Huayco) y El Naque (Parroquia Malacatos); en el cantón Catamayo, en el sitio Uritusinga (Parroquia El Tambo); y, en el cantón Saraguro, en el sitio Santa Lucía (Parroquia Selva Alegre), cuyas características principales de los cuatro sitios de estudio se presentan en el cuadro 10.

El sitio El Naque (Malacatos) se encuentra ubicado a una altitud de 1 816 msnm, con una pendiente promedio de 62 % y una temperatura que fluctúa entre 28,1 °C y 7,2 °C (Figura 12). San Simón (Zamora Huayco), ubicado a 2 217 msnm, con una pendiente promedio de 90 % y temperaturas que van entre 21,3 °C y 12,4 °C (Figura 13). El área de estudio de Uritusinga (El Tambo), está ubicado a 2 438 msnm, una pendiente promedio de 81 % y con temperaturas que oscilan entre 21,3 °C y 12,4 °C (Figura 14); y, finalmente el sitio Santa Lucía (Selva Alegre), está ubicado a 2 744 msnm, una pendiente promedio 60 %; y, una temperatura promedio que fluctúa entre 21,9 °C y 10,1 °C (Figura 15).

En los cuatro sitios donde se realizó la investigación, se evidencia que *Cinchona officinalis* L., se ubica en pequeños relictos boscosos,

combinados con potreros, que crecen en suelos degradados y con fuertes pendientes, lo que coincide con lo manifestado por Garmendia (2005), quien menciona que *Cinchona officinalis* L, es endémica del valle de Loja y crece donde ya no queda bosque primario, debido a ello y a la explotación a la que ha estado sometida, ya no se encuentran árboles grandes, que fueron comunes en su tiempo, sino suelen adoptar forma de arbustos o arbolitos.

Cuadro 10. Características principales, ubicación política y geográfica de los cuatro sitios de estudio de *Cinchona officinalis* L., en la provincia de Loja.

Cantón	Parroquia	Sitios	Ubicación Geográfica			T (°C)		HR (%)		Pendiente (%)	Ubicación de la especie
			Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima		
Loja	Malacatos	El Naque	720026	9535382	1816	28,1	7,2	82	77	62	Bosque secundario, vegetación arbustiva y herbácea.
Loja	San Sebastián (Zamora Huayco)	San Simón	702492	9553379	2217	21,3	12,4	87	66	90	Mosaico agropecuario, vegetación arbustiva y herbácea
Catamayo	El Tambo	Uritusinga	692435	9547310	2438	21,3	12,4	87	66	81	Plantación forestal, mosaico agropecuario, vegetación arbustiva y herbácea.
Saraguro	Selva Alegre	Santa Lucia	681538	9607758	2744	21,9	10,1	97	96	60	Mosaico agropecuario y vegetación arbustiva

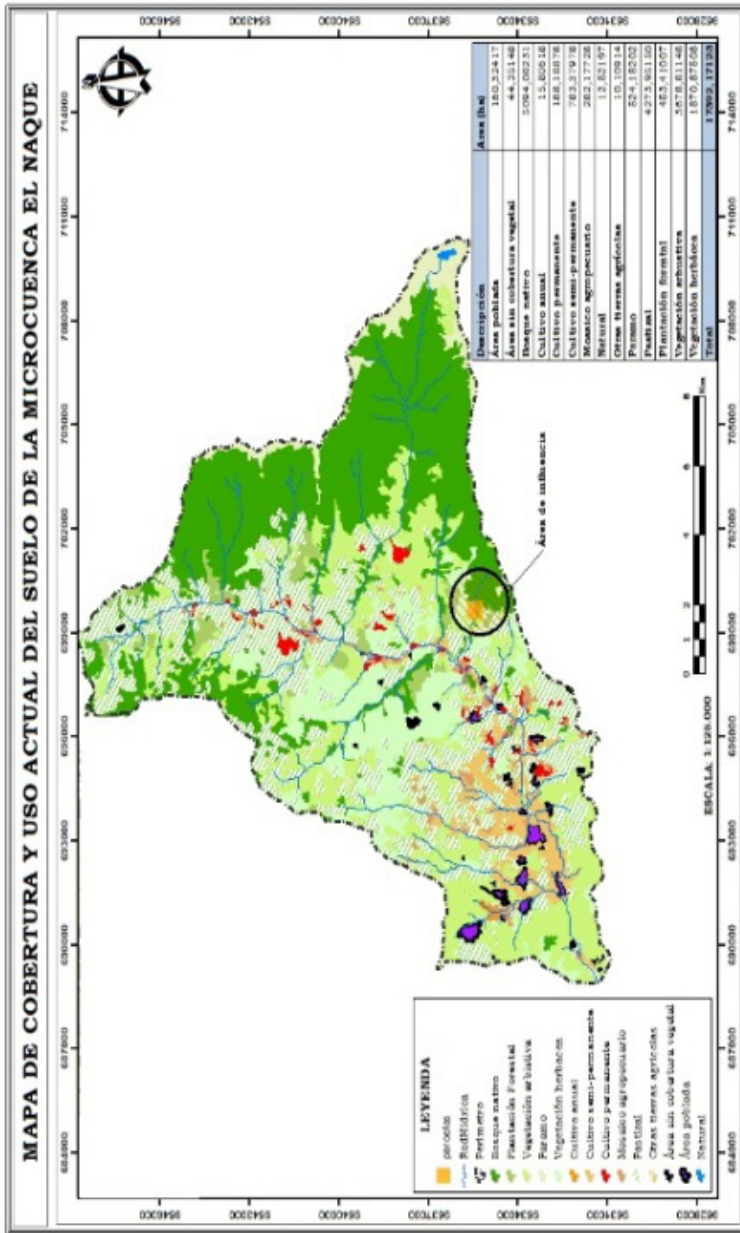


Figura 12. Mapas de cobertura y uso actual del suelo, de El Naque (Malacatos-Loja)

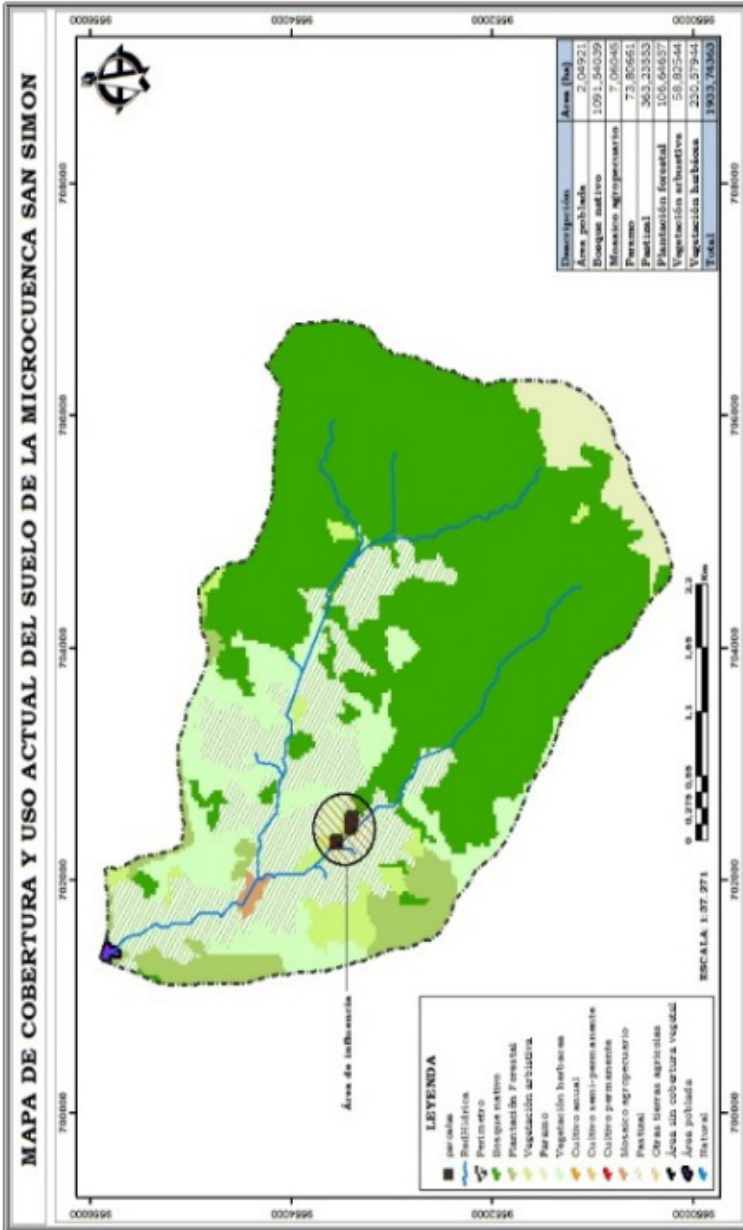


Figura 13. Mapas de cobertura y uso actual del suelo, de San Simón (Zamora Huayco–Loja)

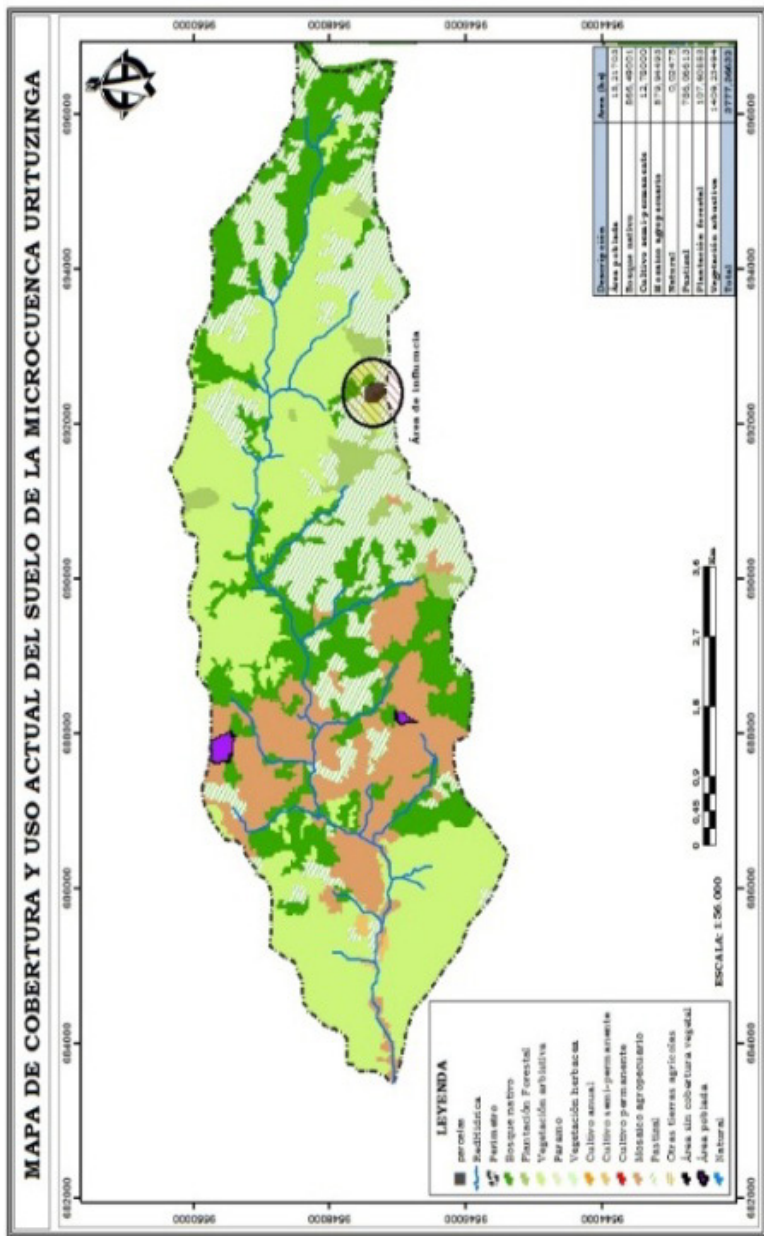


Figura 14. Mapas de cobertura y uso actual del suelo, de Uritusinga (Catamayo—Loja)

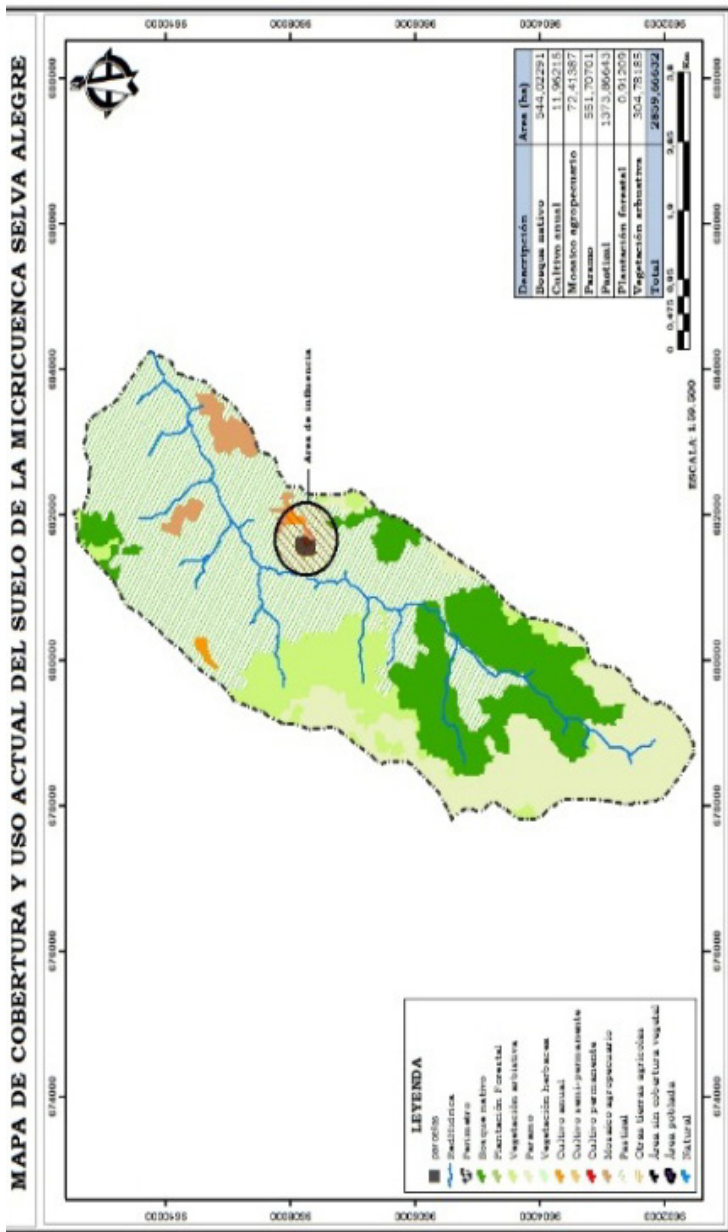


Figura 15. Mapas de cobertura y uso actual del suelo, de Selva Alegre (Saraguro-Loja)

1.9.2. Identificación de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio de la provincia de Loja.

Identificadas las áreas de estudio, se localizó los árboles de *Cinchona officinalis* L., por el método punto centro cuadrado, donde el mayor número de individuos se registra en el sector Uritusinga con 51 individuos, seguido del sitio San Simón (Zamora Huayco) con 50 individuos y Chorrera del Naque con 49 individuos y en menor número en Selva Alegre con 39 individuos, en las Figura 16, 17, 18 y 19, se observa la ubicación de los individuos de *Cinchona officinalis* L., por sitio de estudio.

El estudio realizado por Cuví (2009), menciona que la especie no conforma bosques monoespecíficos continuos, sino que se distribuyen en “manchas” a diferentes altitudes y puede superar los nueve metros de altura.

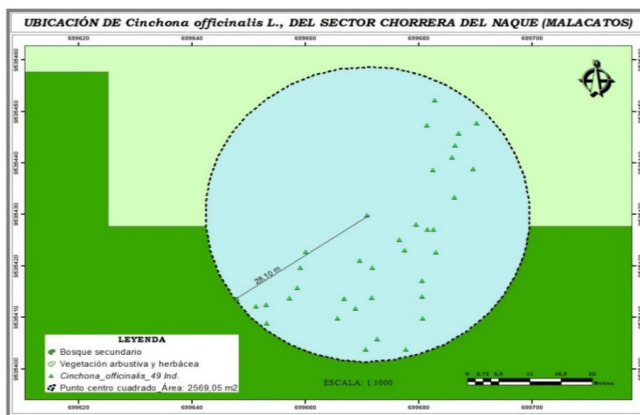


Figura 16. Mapa de ubicación de *Cinchona officinalis* L., en el sitio El Naque de la parroquia Malacatos, cantón Loja.

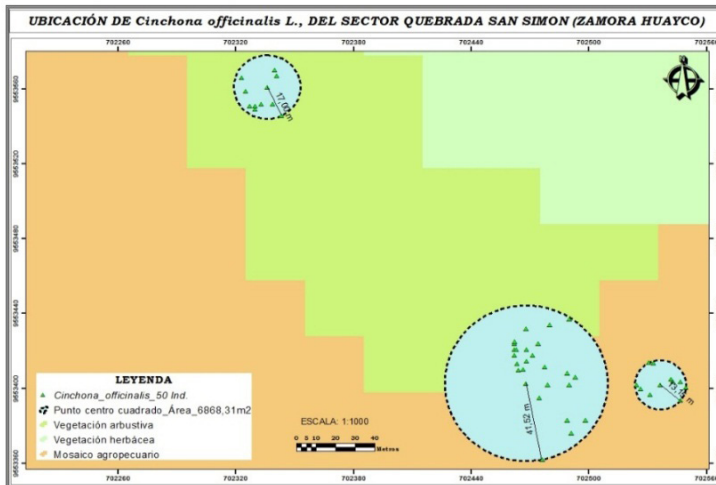


Figura 17. Mapa de ubicación de *Cinchona officinalis* L., en el sitio San Simón, microcuenca Zamora Huayco, cantón Loja.

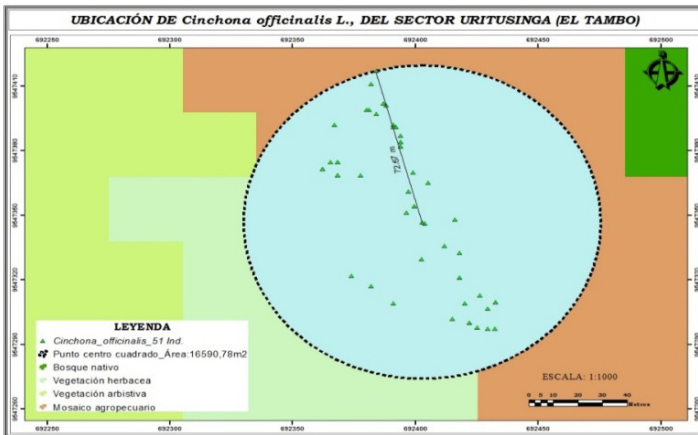


Figura 18. Mapa de ubicación de *Cinchona officinalis* L., en el sitio Uritusinga, parroquia El Tambo, cantón Catamayo.

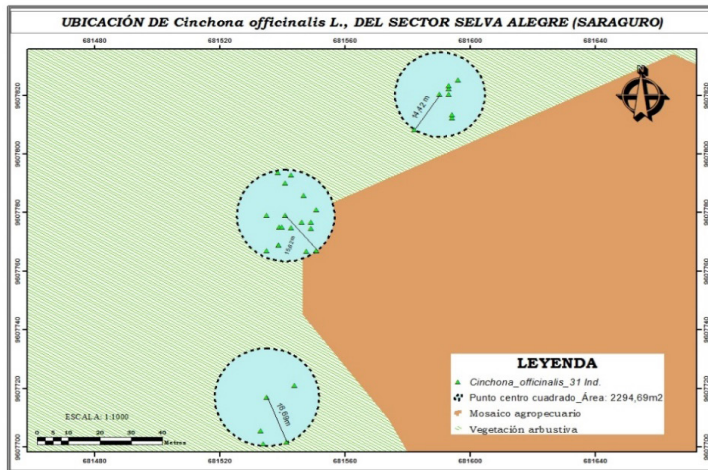


Figura 19. Mapa de ubicación de *Cinchona officinalis* L., en el sitio Santa Lucia, parroquia Selva Alegre, cantón Saraguro.

1.9.3. Variables dasométricas de los árboles de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Las variables dasométricas de los árboles de *Cinchona officinalis* L., y el registro del número de individuos de los sitios, se observa en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Clases diamétricas de los árboles de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio.

Sitio	N° de clases diamétricas	Clase diamétrica	N°	Área basal (m ²)	Área del terreno (m ²)
		(cm)	Individuos		
EL NAQUE	1	2,55 - 4,74	22	0,1319	2 569,05
	2	4,75 - 7,93	17		
	3	7,94 - 11,74	10		
	TOTAL		49		
SAN SIMÓN	1	2,29 - 5,89	30	0,1905 m ²	6 868,31
	2	6,00 - 9,87	15		
	3	9,88 - 20,69	5		
	TOTAL		50		
URITUSINGA	1	1,91 - 3,98	24	0,1205	16 590,78
	2	3,99 - 6,95	19		
	3	6,96 - 11,78	8		
	TOTAL		51		
SANTA LUCÍA	1	3,98 - 8,91	9	0,429	2 294,69
	2	8,92 - 13,75	11		
	3	13,76 - 22,92	11		
	TOTAL		31		

En el sitio El Naque (Malacatos), se encontraron 49 individuos, con diámetros promedios de 2,55 a 11,74 cm y alturas de 2,20 a 8,80 m; en el sitio San Simón (Zamora Huayco), 50 individuos, con diámetros promedios que van de 2,29 a 20,69 cm y alturas de 1,8 a 6,5 m; en Uritusinga (El Tambo), 51 individuos, con diámetros promedios de 1,91 a 11,78 cm y alturas que van de 3,0 a 8,0 m; y, en el sitio Santa Lucía (Selva Alegre) 31 individuos, con diámetros promedios que van de 3,98 a 22,92 cm y alturas de 2,0 a 11,20 m. El crecimiento diamétrico de los árboles de *Cinchona officinalis* L., es bajo en los cuatro sitios de estudio

en la provincia de Loja, destacándose los mayores diámetros en el sitio Santa Lucía, con 22,92 cm; y, los menores diámetros en el sitio El Naque con 11,74 cm, formando pequeños grupo de árboles que crecen de forma aislada.

En lo relacionado a la altura de los árboles, estos presentan poca altura y fuste irregular, encontrándose la mayor altura de los mismos en el sitio Santa Lucía, con 11,20 m y la menor altura en el sitio San Simón, con 1,80 m, resultados que son inferiores a los obtenidos por Guerrero y López (1993), quienes mencionan que *Cinchona officinalis* L, crece en zonas de Loja y Saraguro y los árboles pueden alcanzar de 10 a 24 m de altura y de 30 a 110 cm de diámetro.

1.9.4. Composición florística de las especies asociadas al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L., en la provincia de Loja.

En el Cuadro 12, se indica en resumen del registro de los individuos en el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, dentro de las familias, géneros y especies.

Cuadro 12. Resumen del número de individuos, familias, géneros y especies asociados al hábitat de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Sitio	Individuos			Familias			Géneros			Especies			Total
	A	Ar	H	A	Ar	H	A	Ar	H	A	Ar	H	
El Naque	104	1062	905	13	17	21	13	27	28	14	29	29	2262
San Simón	57	973	1136	8	8	21	8	17	32	8	23	38	2329
Uritusinga	42	634	961	5	11	14	6	16	27	7	21	28	1772
Santa Lucía	41	816	1210	4	12	16	4	17	32	6	20	34	2212
Sub Total	244	3485	4212	30	48	72	31	77	119	35	93	129	8575
TOTAL		7941			150			227			257		

A= árboles; Ar= arbustos; H= hierbas

En los cuatro sitios de estudio, en el estrato arbóreo se registraron 244 individuos, agrupados en 30 familias, 31 géneros y 35 especies; en el estrato arbustivo se identificaron un total de 3485 individuos, dentro de 48 familias, 77 géneros y 93 especies; y, en el estrato herbáceo se registraron 4 212 individuos, agrupados en 72 familias, 119 géneros y 129 especies, siendo el sitio El Naque el que presentó el mayor número de individuos arbóreos con 104 y arbustivos con 1 062 individuos; mientras que en el sitio Santa Lucía se registró el mayor número de individuos herbáceos con 1 210, seguido de San Simón con 1 136 individuos. Además, dentro de las especies asociadas al ecosistema donde se desarrolla *Cinchona officinalis* L., de acuerdo al Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011), se registró las siguientes especies endémicas: en el Estrato arbóreo: *Myrsine sodiroana*, *Oreopanax rosei*; en el Estrato arbustivo: *Ageratina dendroides*, *Lepechinia mutica*, *Miconia lutescens*, *Verbesina pentantha*; y, en el Estrato herbáceo: *Elasis hirsuta* y *Stevia bertholdii*.

1.9.5. Parámetros ecológicos de las especies asociadas al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio.

Se registraron 257 especies vegetales, agrupadas en 35 especies arbóreas, 93 arbustivas y 129 herbáceas, de las cuales se presentan las cinco especies más representativas por estrato (Cuadro 13, 14 y 15).

1.9.5.1. Estrato arbóreo

Cuadro 13. Parámetros ecológicos de las cinco especies vegetales arbóreas representativas, asociadas al hábitat de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Nº	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	D Ind/ha	DR (%)	Dmr (%)	FR (%)	IVI (%)
SITIO EL NAQUE (MALACATOS)								
1	Rannulaceae	<i>Rhamnus glandulosa</i> (Ruiz & Pav)	Aliso Amarillo	116	20,19	30,03	8,7	19,64
2	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> L.	Aliso	61	10,58	7,98	13,04	10,53
3	Cletraceae	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	Almizcle	44	7,69	14,03	8,7	10,14
4	Proteaceae	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec		44	7,69	0,88	13,04	7,2
5	Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> (L.) H.B.K.		22	3,85	13,35	8,7	8,63
SITIO SAN SIMÓN (ZAMORA HUAYCO)								
1	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> L.	Aliso	28	8,77	13,46	16,67	12,97
2	Cletraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	Almizcle	28	8,77	3,55	16,67	9,66
3	Araliaceae	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Pumamaqui	11	3,51	3,05	8,33	4,96
4	Rannulaceae	<i>Rhamnus glandulosa</i>	Aliso marillo	6	1,75	0,36	8,33	3,48
5	Caprifoliaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Rañis	6	1,75	0,39	8,33	3,49
SITIO URITUSINGA								

Nº	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	D Ind/ha	DR (%)	Dmr (%)	FR (%)	IVI (%)
1	Cletraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	Almizcle	55	23,81	55,76	25	34,86
2	Proteaceae	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec		27	11,9	10,54	16,67	13,04
3	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalipto	11	4,76	10,69	8,33	7,93
4	Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.		6	2,38	3,85	8,33	4,9
5	Myrsinaceae	<i>Myrsine andina</i> L.	Tupal	5	2,38	3,76	8,33	4,82

SITIO SANTA LUCIA (SELVA ALEGRE)

1	Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	Cucharo blanco	17	7,32	0,52	23,08	10,31
2	Proteaceae	<i>Roupala obovata</i> Kunth	Roble andino	17	7,32	1,79	23,08	10,73
3	Mirycaceae	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) C. Parra	Laurel	11	4,88	0,41	15,38	6,89
4	Proteaceae	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec		6	2,44	0,59	7,69	3,58
5	Myrsinaceae	<i>Myrsine andina</i> L.	Tupal	6	2,44	0,59	7,69	3,58

D=Densidad; DR=Densidad relativa; Dmr=Dominancia relativa; Fr= Frecuencia relativa; IVI=Índice de valor de importancia.

1.9.5.2. Estrato arbustivo

En el Cuadro 14, se presentan las cinco especies vegetales arbustivas más representativas de los cuatro sitios de estudio.

Cuadro 14. Parámetros ecológicos de las cinco especies vegetales arbustivas representativas asociadas al hábitat de *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Nº	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dr Ind/ha	FR (%)	IVI (%)
SITIO EL NAQUE (MALACATOS)						
1	Melastomataceae	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	Sierrilla	12	9,09	10,76
2	Rosaceae	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	Zarzamora	12	7,95	10,1
3	Poaceae	<i>Chusquea scandens</i> Kunth	Chincha, Suro	10	6,82	8,21
4	Malvaceae	<i>Scutellaria volubilis</i> Kunth		0,4	4,55	5,1
5	Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kunth		0,5	4,55	4,82
SITIO SAN SIMÓN (ZAMORA HUAYCO)						
1	Rosaceae	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	Zarzamora	16	11,11	13,62
2	Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Garra del diablo, Dumarín	14	9,72	12,05

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dr Ind/ha	FR (%)	IVI (%)
3	Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Casa-casa	9	9,72	9,2
4	Rubiaceae	<i>Arcytophyllum rivetii</i> Danguy & Cherm.	Cafetillo	1	1,39	1,21
5	Polemoniaceae	<i>Cantua quercifolia</i> Juss	Pepiso	0,7	1,39	1,05
SITIO URITUSINGA						
1	Rosaceae	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	Zarzamora	18	8,45	13,04
2	Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Garra del diablo, Dumarín	13	9,86	11,54
3	Asteraceae	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	Chilca redonda	11	12,68	12,01
4	Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Casa-casa	9	7,04	7,93
5	Asteraceae	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	Oreja de perro	7	8,45	7,93
SITIO SANTA LUCIA (SELVA ALEGRE)						
1	Asteraceae	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	Oreja de perro	17	12,33	14,5
2	Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Garra del diablo, Dumarín	17	12,33	14,56
3	Melastomataceae	<i>Miconia cladonia</i> Gleasan.		11	9,59	10,49
4	Poaceae	<i>Chusquea scandens</i> Kunth	Chincha, Suro	1	1,37	0,99

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dr Ind/ha	FR (%)	IVI (%)
5	Melastomataceae	<i>Stemodia suffruticosa</i> Kunth.	Chimininga,	0,5	1,37	0,93

Dr=Densidad relativa; Fr= Frecuencia relativa; IVI=Índice de valor de importancia.

1.9.5.3. Estrato herbáceo

En el cuadro 15, se presenta el análisis de la vegetación herbácea de los cuatro sitios de estudio.

Cuadro 15. Parámetros ecológicos de las cinco especies vegetales herbáceas más representativas asociadas al hábitat de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dr Ind/ha	FR (%)	IVI (%)
SITIO EL NAQUE (MALACATOS)						
1	Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	Helecho	13	4,69	9,05
2	Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv	Yaragua	12	9,38	10,77
3	Apiaceae	<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich	Orejuela	7	6,25	6,57
4	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Llashipa	7	4,69	5,73
5	Rubiaceae	<i>Borreria laevis</i> (Lam) Griseb	Botón blanco	6	7,81	7
SITIO SAN SIMÓN (ZAMORA HUAYCO)						

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dr Ind/ha	FR (%)	IVI (%)
1	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Llashipa	14	7,59	10,66
2	Poaceae	<i>Axonopus compressus</i> (Sw) P. Beauv(Sw) P. Beauv	Tapa-tapa	10	7,59	8,75
3	Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv	Yaragua	9	7,59	8,09
4	Fabaceae	<i>Galactia augusti</i> Harms		6	3,8	4,77
5	Poaceae	<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth)	Escoba	4	3,8	4,11
SITIO URITUSINGA						
1	Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Hierba carnícera	11	6,67	8,99
2	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	Arrastradora	11	8	9,45
3	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Llashipa	9	4	6,71
4	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Cosa-cosa	8	6,67	7,63
5	Poaceae	<i>Axonopus compressus</i> (Sw) P. Beauv(Sw) P. Beauv	Tapa-tapa	8	10,67	9,57
SITIO SANTA LUCIA (SELVA ALEGRE)						

Nº	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dr Ind/ha	FR (%)	IVI (%)
1	Poaceae	<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb & Bonpl. Ex. Wind	Banderilla	20	11,11	15,62
2	Poaceae	<i>Deschampsia conferta</i> (Puig) Valencia		18	11,11	14,71
3	Poaceae	<i>Trisetum irazuense</i> (Kunth ze) Aitehe		17	11,11	14,01
4	Asteraceae	<i>Chevreulia acuminatu</i> Less.		7	6,17	6,44
5	Rubiaceae	<i>Galium corymbosum</i> Ruiz & Pavón	Preñadilla	6	3,7	4,75

Dr=Densidad relativa; Fr= Frecuencia relativa; IVI=Índice de valor de importancia.

La composición florística de las especies vegetales asociadas al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L., según datos de los parámetros ecológicos obtenidos en la presente investigación, se determinó que para el sitio El Naque (Malacatos), las especies ecológicamente más importantes (IVI), por ser las más abundantes y dominantes en cuanto al **estrato arbóreo** son: *Rhamnus glandulosa* con 19,64 %, *Alnus acuminata* con 10,53 % y *Cletra revoluta* con 10,14 %; en el **estrato arbustivo**: *Miconia lutescens* con 10,76 %, *Rubus robustus* con 10,1 % y *Chusquea scandens* con 8,21 %; y, en el **estrato herbáceo**: *Melinis minutiflora* con 10,77 %, *Blechnum occidentale* con 9,05 % y *Borreria laevis* con 7 %.

Las especies ecológicamente más importantes (IVI) encontradas en el sitio San Simón (Zamora Huayco) son: en el **estrato arbóreo**: *Alnus*

acuminata con 12,97 %, *Clethra revoluta* 9,66 % y *Oreopanax rosei* con 4,96 %; en el **estrato arbustivo**: *Rubus robustus* con 13,62 %, *Tibouchina laxa* con 12,05 % y *Lepechinia mutica* con 9,2 %; y, en el **estrato herbáceo**: *Pteridium arachnoideum* con 10,66 %, *Axonopus compressus* con 8,75 % y *Melinis minutiflora* con 8,09 %.

En el sitio Uritusinga (Catamayo), las especies ecológicamente más importantes en el **estrato arbóreo** son: *Clethra revoluta* con 34,86 % y *Roupala pachypoda* 13,04 %; en el **estrato arbustivo**: *Rubus robustus* con 13,04 %, *Baccharis obtusifolia* con 12,01 % y *Tibouchina laxa* con 11,54 %; y, en el **estrato herbáceo**: *Axonopus compressus* con 9,57 %, *Commelina diffusa* con 9,45 % y *Conyza canadensis* con 8,99 %. En el sitio Santa Lucia (Selva Alegre), las especies ecológicamente más importantes (IVI) para el **estrato arbóreo** son: *Roupala obovata* con 10,73 %, *Myrsine coriacea* 10,31 % y *Morella parvifolia* con 6,89 %; en el **estrato arbustivo**: *Tibouchina laxa* con 14,56 %, *Achyrocline hallii* con 14,5 % y *Miconia cladonia* con 10,49 %; y, en **estrato herbáceo**: *Aegopogon cenchroides* con 15,62 %, *Deschampsia conferta* con 15,75 % y *Trisetum irazuense* con 14,01 %. Además, se registró para los cuatro sitios de estudio otras especies tales como: *Ilex rupicola*, *Vallea stipularis*, *Buddleja lojensis*, *Chusquea scandens*, *Weinmannia glabra*, *Berberis loxensis*, *Persea americana*, *Peperomia galioides*, *Serjania grandis*, de menor valor de importancia y que se encuentran poco abundantes.

1.9.6. Índices de diversidad

1.9.6.1. Diversidad alfa (α)

La diversidad florística del estrato arbóreo de los cuatro sitios de estudio, según los valores obtenidos del índice de Shannon se observa en el figura 20.

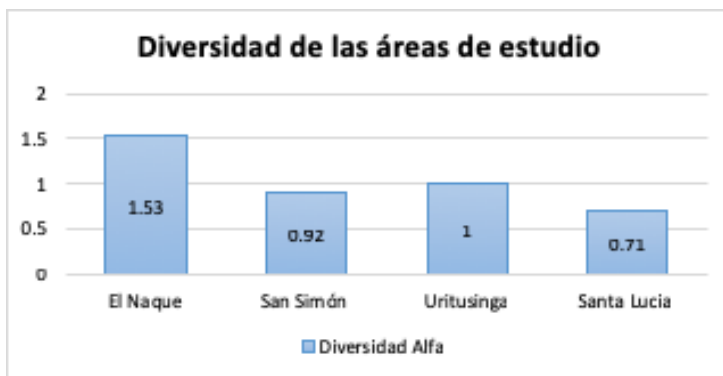


Figura 20. Diversidad alfa de las especies arbóreas, asociadas al hábitat de *Cinchona officinalis* L, en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Los resultados de la riqueza específica de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, arrojaron para el sitio El Naque una diversidad alfa de **1,53**; Uritusinga presentó una diversidad de **1,00**; San Simón **0,9214**; y, Santa Lucía **0,7112**, lo que indica que la diversidad florística es baja, esto se debe posiblemente a que se encuentra en bosque secundario y en áreas que han sido severamente intervenidas, lo que coincide con lo expresado por Ibisch *et al.* (2003), quienes indican que los factores que contribuyen a la heterogeneidad y gran riqueza florística son las perturbaciones naturales de los bosques, debido a que ocasionan aperturas del dosel, dando lugar a mosaicos de diferentes fases de sucesión y microambientes favorables para el establecimiento de especies colonizadoras.

1.9.6.2. Diversidad beta (β)

Del análisis de la diversidad beta, se registró que la vegetación entre El Naque - Santa Lucia es de **32,81 %**, con 21 especies en común; El Naque - San Simón **37,41 %**, con 26 especies en común; Santa Lucia - Uritusinga **27,36%**, con 13 especies en común; Santa Lucia - San Simón **30,40 %**, con 19 especies en común; Uritusinga - San Simón **26,67%**,

con 14 especies en común, lo que indica que estos sitios son diferentes florísticamente; y, El Naque - Uritusinga **55,55 %**, con 25 especies en común, estos sitios son medianamente disimiles florísticamente, ya que estos se encuentran en diferentes pisos altitudinales y las especies que comparten en común pueden ser especies pioneras, ya que las áreas de estudio se encuentran intervenidas.

Las comparaciones entre los sectores de estudio son diferentes florísticamente entre los sitios El Naque y Santa Lucía; El Naque y San Simón; Santa Lucía y Uritusinga; Santa Lucía y San Simón; y, Uritusinga y San Simón, estas diferencias se deben posiblemente a que se encuentran en diferentes pisos altitudinales y las especies que comparten en común pueden ser especies pioneras, ya que las áreas de estudio se encuentran intervenidas. Los valores encontrados en la diversidad beta entre los cuatro sitios de estudio, demostraron que son medianamente disímiles florísticamente, lo que se sustenta con lo expresado por Mostacedo y Fredericksen (2000), quienes indican que los coeficientes de similaridad han sido muy utilizados, especialmente para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia o ausencia de especies.

1.9.7. Regeneración natural de *Cinchona officinalis* L.

La regeneración natural de *Cinchona officinalis* L., en el sitio El Naque (Malacatos), presentó el mayor número de individuos (32), en la categoría de latizal alto, mientras que para el sector San Simón (Zamora Huayco), se presentó el menor número (12) de latizal alto; por otra parte, el sector Uritusinga está representado por la categoría de regeneración natural de plántulas (9) y brinzal (12), en comparación al sitio Santa Lucía (Selva Alegre), con el mayor número de plántulas (46). La regeneración de *Cinchona officinalis* L., que se presenta en los cuatro sitios de estudio, es por rebrotes y muy pobre por distribución de semillas.

Los resultados obtenidos de la regeneración natural de *Cinchona officinalis* L., en la presente investigación son muy bajos por rebrote y muy escasa por esparcimiento y germinación de semillas, esto se debe posiblemente a que la especie se desarrolla en potreros, en terrenos con fuertes pendientes y suelos muy degradados, lo que dificulta la germinación de las semillas, los cuales se relacionan con los obtenidos por Garmendia (2005), quien indica que la especie crece en potreros de pendiente moderada y convexa, lo que dificulta la regeneración de la misma; y, a lo señalado por Cuvi (2009), quien destaca que el árbol cuando es cortado para obtener la corteza, este puede rebrotar y cuando son solamente descortezados, el árbol muere desde la raíz.

1.9.8. Epífitas asociadas en árboles de *Cinchona officinalis* L.

Los resultados del número de especies epífitas, asociadas al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, indican que la mayor abundancia de epífitas se encuentran en el sitio Santa Lucia, con 1 036 individuos, del tipo bromelias: *Racinaea seemannii*; y, en menor número en el sitio San Simón, con 34 individuos. Además, en el sitio Uritusinga se identificó una especie, con un ejemplar de orquídea *Oncidium* sp.; y, el sitio El Naque, se identificó un anturio de la especie *Anthurium dombeyanum*. Cabe recalcar que la cobertura de musgos y líquenes en el tronco y las ramas de los árboles es muy abundante en todos los árboles de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

1.10. Perfiles estructurales de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis* L., en los sitios de estudio

1.10.1. Perfil vertical de los cuatro sitios de estudio

En lo relacionado a la estructura vertical en los cuatro sitios de estudio, se distingue la abundancia del estrato arbustivo y herbáceo; además,

la estructura vertical de los relictos boscosos de *Cinchona officinalis* L., muestra el crecimiento de los árboles formando grupos aislados, con fustes poco torcidos y formando un enmarañamiento entre las copas, presentando una estructura muy diferente a la estructura de los bosques naturales. Cueva y León (2005), en el estudio estructural del bosque El Colorado, cantón Puyango manifiestan que tanto en el perfil horizontal, como en el vertical se observa al bosque bastante espaciado con ciertas especies agrupadas, producto de la extracción selectiva de madera a la que ha estado expuesto el bosque por muchos años atrás. A continuación en las figuras 21, 22, 23 y 24 se indica la estructura vertical de la vegetación en los cuatro sitios de estudio de *Cinchona officinalis* L., en la provincia de Loja.

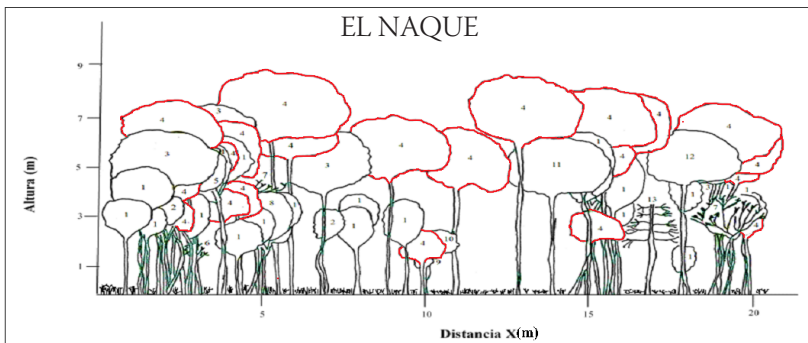


Figura 21. Perfil vertical de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis* L, en el sitio El Naque, septiembre-2015.

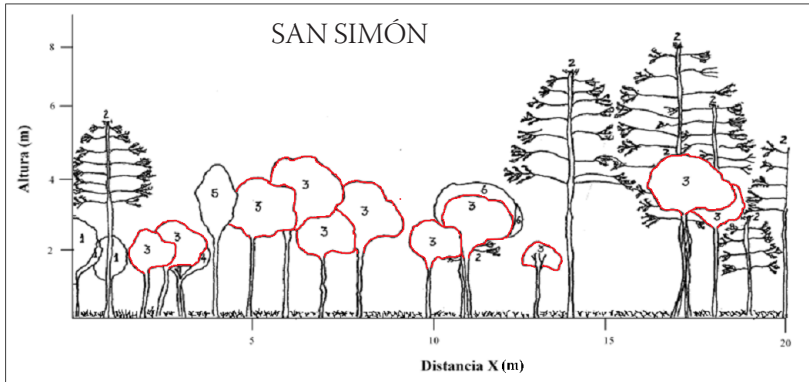


Figura 22. Perfil vertical de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis* L, el sitio San Simón, septiembre-2015

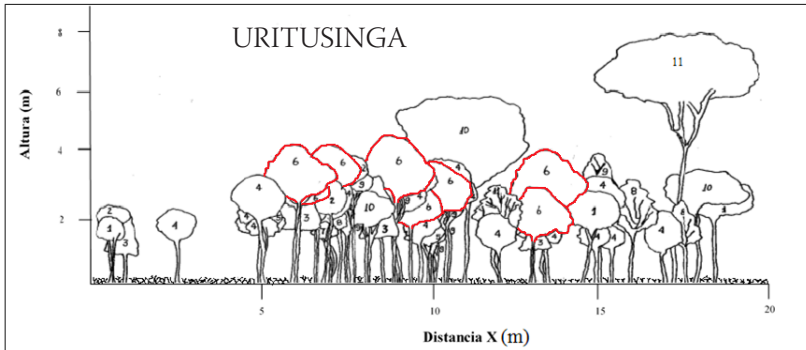


Figura 23. Perfil vertical de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis* L, en el sitio de Uritusinga, septiembre-2015.

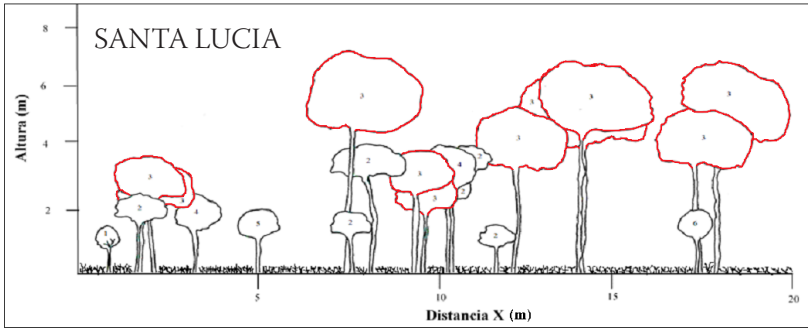


Figura 24. Perfil vertical de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis* L, en el sitio Santa Lucía, septiembre-2015.

1.10.2. Perfil Horizontal de los cuatro sitios de estudio

Los resultados de la presente investigación, señalan que los perfiles estructurales, en lo relacionado al perfil horizontal de la vegetación en el sitio El Naque, presentó la mayor cobertura vegetal con el 50 %, seguido del sitio Santa Lucía con el 40 % y de los sitios San Simón y Uritusinga, en donde la cobertura vegetal alcanzó el 30 % del espacio físico del área muestreada, presentado los árboles una forma de la copa tipo globosa, esto significa que en los relictos boscosos de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia Loja, existen claros entre la cobertura vegetal, como se observa en las figuras 25, 26, 27 y 28.

Los resultados obtenidos en la distribución estructural en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, son ratificados por los encontrados por Garmendia (2005), quien menciona que *Cinchona officinalis* L., se encuentra donde ya no queda bosque primario y suele aparecer en potreros, formando grupos muy numerosos.

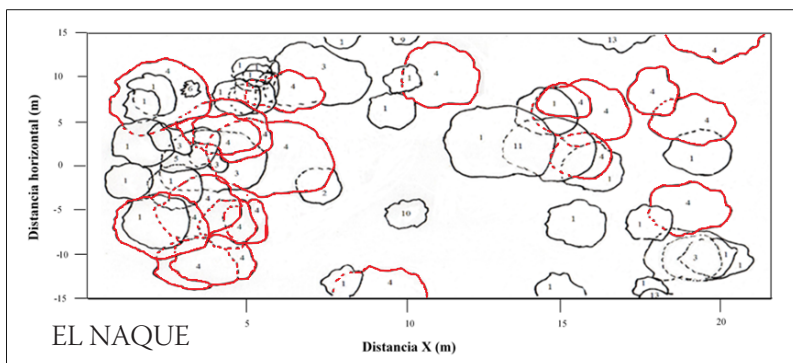


Figura 25. Perfil horizontal de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis*, en el sitio El Naque, septiembre-2015.

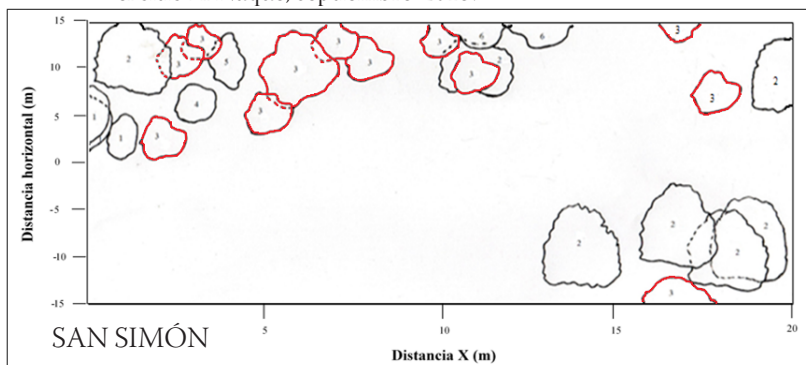


Figura 26. Perfil horizontal de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis* L., en el sitio San Simón, septiembre-2015.

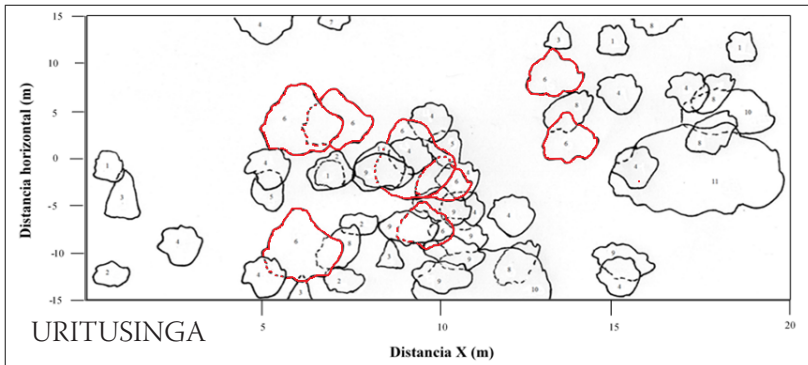


Figura 27. Perfil horizontal de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis* L, en el sitio Uritusinga, septiembre-2015.

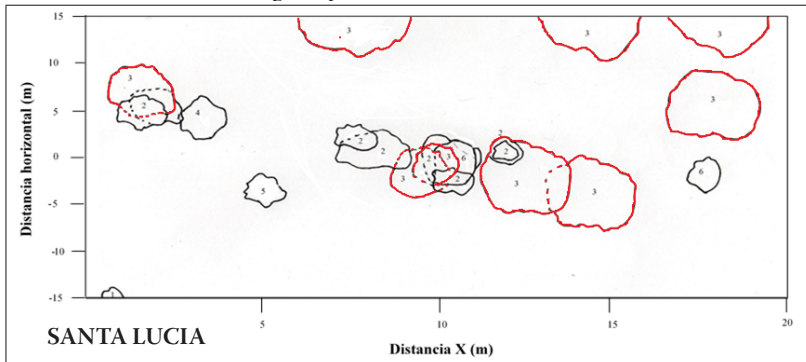


Figura 28. Perfil horizontal de la vegetación asociada a *Cinchona officinalis* L, en el sitio Santa Lucia, septiembre - 2015.

CAPÍTULO II

2. FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA ESPECIE *Cinchona officinalis* L.

2.1. 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 cotiledonares) que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables.

2.2. Condiciones ambientales necesarias para la germinación de semillas

2.2.1. 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).

2.2.2. Temperatura

Según Rodríguez y Nieto (1999), mencionan que la temperatura es uno de los principales y más influyente factor de la germinación, se han reportado rangos mínimos por encima de 0 °C, óptimos entre 25 y 3°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.

2.2.3. 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 (aeróbico). A bajas temperaturas (5°C) el consumo de oxígeno a través de la testa es menor (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.2.4. 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.

2.2.5. Sustrato

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

2.3. Normas internacionales para el análisis de la calidad de semillas forestales (ISTA, 2007).

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.

2.3.1. 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.

Para realizar el análisis de pureza, se deposita la muestra sobre una superficie plana y con la 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).

2.3.2. Peso de semilla

Se expresa el peso de 1 000 semillas puras por kg, ISTA (2007), se requiere de 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 norma ISTA, se considera que la muestra es homogénea y no será necesario tomar nuevas muestras.

2.3.3. 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 Tetrazolium y el método de rayos X.

2.3.4. Ensayo topográfico de tetrazolium

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 Tetrazolium 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 de la misma, se introduce en una solución 0,1 % de sal 2, 3, 5 cloruro trifeníl Tetrazolium 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.

2.3.5. 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 tan solo unos cuantos días (Luz, 2008).

2.3.6. Pruebas de germinación

Los ensayos de germinación se realizan a nivel de laboratorio, y con al menos 400 semillas puras, las cuales son divididas en cuatro lotes de 100 gramos cada uno, separados al azar (ISTA, 2007).

De acuerdo a las Normas 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 específico.

2.4. Resultados alcanzados

2.4.1. 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 m 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 29), 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 30). 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 31). 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 cm de largo por 0,6 a 1,9 cm 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 32), son livianas con un peso promedio de 0,54 a 0,84 gramos.



Figura 29. Árbol de *Cinchona officinalis* L.

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016



Figura 30. Flor de *Cinchona officinalis* L.

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016



Figura 31. Frutos de *Cinchona officinalis* L.

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016



Figura 32. Semilla de *Cinchona officinalis* L.

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

2.4.2. Fisiología reproductiva de la especie *Cinchona officinalis* L.

2.4.2.1. Número de frutos promedio por rama y por árbol

Para determinar el potencial reproductivo de la especie *Cinchona officinalis* L., se lo hizo para cada sitio, considerando cada uno de los individuos de las parcelas.



Figura 33. Recolección de frutos en las parcelas de campo
Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

A continuación, en el cuadro resumen 16 y figura 34 se presentan los promedios del número de frutos por rama y por árbol colectados para cada sitio y su respectivo error estándar.

Cuadro 16. Resumen del número de frutos promedio por rama y por árbol en los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

Sitio	Especie	Nº de frutos promedio por rama	Nº de frutos 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 ab	526,04±72,81 ab
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 a	1054,36±315,65 a

a = Diferente estadísticamente al sitio de estudio San Simón.

b = Diferente estadísticamente al sitio de estudio El Naque y Selva Alegre.

ab = Sitios de estudio similares estadísticamente, entre El Naque, San Simón y Selva Alegre.

En los resultados obtenidos del número de frutos promedio por rama y por árbol, se encontró que estadísticamente si presentaron diferencias significativas ($p=0,14$), entre los cuatro sitios de estudio. En el sitio Santa Lucia, 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 rendimientos superiores que los jóvenes, obteniendo un promedio de $64,81 \pm 9,32$ frutos por rama; y, $1\ 054,36 + 315,65$ frutos por árbol, para este sitio la recolección se la hizo casi en su 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, un escaso número de árboles, de los 22 presentes en las tres

parcelas no se encontraron con frutos en el momento de la recolección, 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, o en la mayoría se encontraron secos.

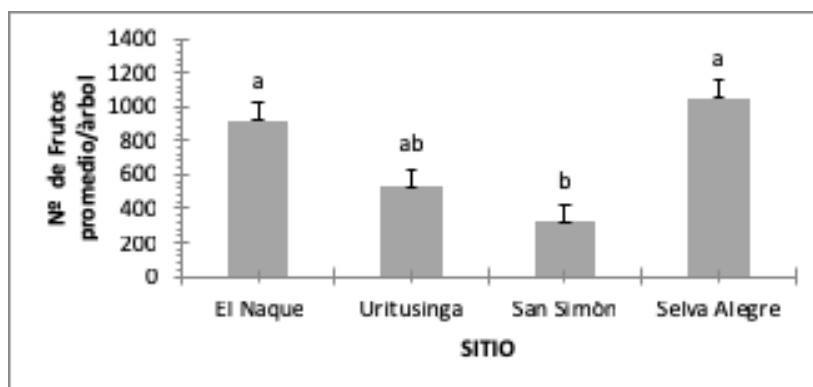


Figura 34. Número de frutos promedio por árbol de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

a=Diferente estadísticamente al sitio de estudio San Simón; b= Diferente estadísticamente al sitio de estudio El Naque y Selva Alegre; y, ab= Sitios de estudio similares estadísticamente, entre El Naque, San Simón y Selva Alegre.

2.4.2.2. Producción de semillas por árbol

Para determinar la producción de semillas por árbol se lo hizo para cada sitio, considerando cada uno de los individuos de las parcelas. Los promedios del número de semillas por árbol se presentan a continuación en el cuadro 17 y figura 35.

Cuadro 17. Producción de semillas por árbol de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

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

ab = Sitio de estudio similar estadísticamente a Uritusinga y San Simón.

b = Similar estadísticamente a los sitios El Naque y San Simón.

c = Diferente estadísticamente de los sitios El Naque, Uritusinga y San Simón.

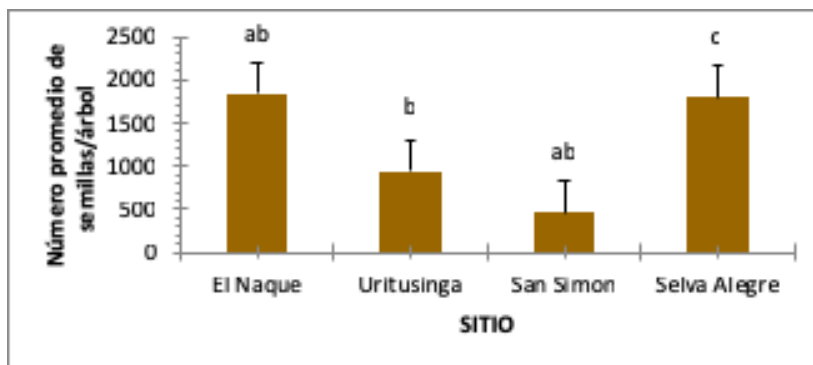


Figura 35. Producción de semillas de *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

ab= Sitio de estudio similar estadísticamente a Uritusinga y San Simón;

b =Similar estadísticamente a los sitios El Naque y San Simón; y,

c= Diferente estadísticamente de los sitios El Naque, Uritusinga y San Simón.

Los resultados obtenidos de producción promedio de semillas por árbol, demuestran que si existen diferencias significativas ($p=0,07$) entre los cuatro sitios. El mayor número de semillas por árbol se obtuvo en el sitio

El Naque, con $1837,58 \pm 360$ semillas y un peso de 6,94 gramos; seguido del sitio Selva Alegre, en donde se obtuvo un promedio de número de semillas por árbol de $1795,57 \pm 850,28$ 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 y un peso de 2,39 gramos, siendo Uritusinga, el sitio donde menos producción de semillas por árbol se obtuvo.

2.5. Prueba estándar de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de los 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), cuyos resultados de pureza, peso de 1 000 semillas, contenido de humedad, germinación y viabilidad, para los cuatro sitios de estudio, se describen a continuación:

2.5.1. Pureza

Los resultados del porcentaje de pureza de las semillas de *Cinchona officinalis* L., (Figura 36) 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.



Figura 36. Pureza de semilla de *Cinchona officinalis* L
Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

Los resultados de pureza obtenidos para cada sitio, se muestran a continuación en el cuadro 18 y figura 37.

Cuadro 18. Porcentajes de pureza de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

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

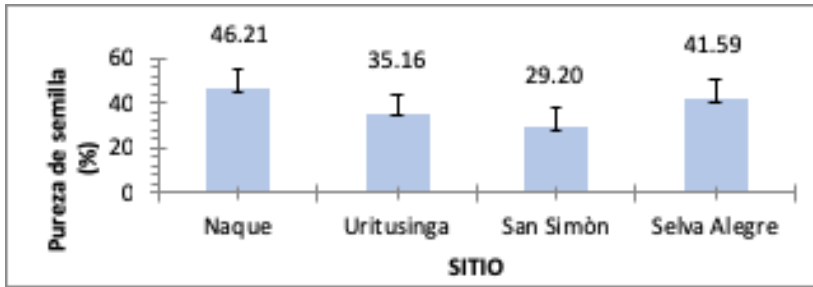


Figura 37. Porcentajes de pureza de semilla de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

En los resultados de la pureza de las semillas, no se encontró diferencia estadística significativa. 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.

Estos bajos resultados en la pureza de la semilla, obedecieron principalmente a que la semilla es muy propensa al ataque de plagas, así como también, a la presencia de semillas sin embrión, al grado de pudrición o a semillas fisiológicamente inmaduras.

2.5.2. Peso de semilla

El peso en gramos de 1 000 semillas de la especie *Cinchona officinalis* L., fue variado (Figura 38), mismo que está directamente relacionado con el tamaño del fruto y el número de semillas en el mismo. Los valores que se muestran en el cuadro 19 y figura 39, brindan una idea clara del tamaño reducido que tienen las semillas, lo que origina una rápida dispersión de las mismas en los relictos boscosos.



Figura 38. Peso de las semillas de *Cinchona Officinalis* L

Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

Cuadro 19. Peso de 1000 semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

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

a = Diferente estadísticamente de los sitios Uritusinga, San Simón y Selva Alegre.

b = Diferente estadísticamente al sitio el Naque y similar estadísticamente a los sitios Uritusinga, y Selva Alegre.

bc = Diferente estadísticamente al sitio de estudio El Naque y similar estadísticamente a San Simón y Selva Alegre.

abc = Sitios de estudio similares estadísticamente.

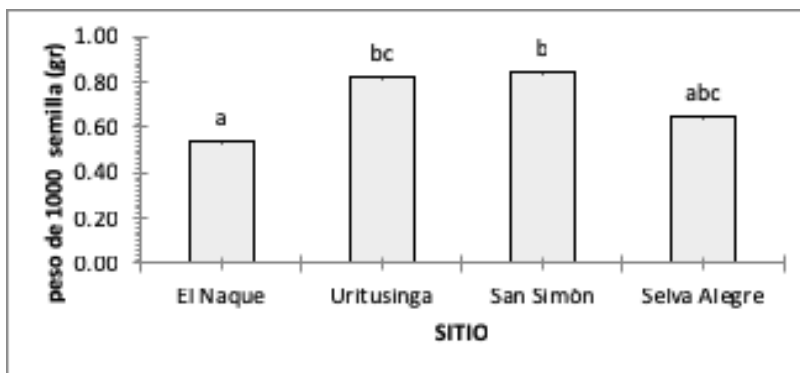


Figura 39. Peso de 1 000 semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio.

- a = Diferente estadísticamente de los sitios Uritusinga, San Simón y Selva Alegre;
- b = Diferente estadísticamente al sitio el Naque y similar estadísticamente a los sitios Uritusinga, y Selva Alegre;
- ab = Diferente estadísticamente al sitio de estudio El Naque y similar estadísticamente a San Simón y Selva Alegre; y,
- abc = Sitios de estudio similares estadísticamente.

En los resultados obtenidos del peso de 1 000 semillas de *Cinchona officinalis* L., se encontró que estadísticamente si presentaron diferencias significativas ($p=0,37$) entre los cuatro sitios de estudio. 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, en El Naque se obtuvo el peso más bajo de las semillas 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.

2.5.3. 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 20 y figura 40, en donde no se presentó diferencias significativas en el análisis estadístico.

Cuadro 20. Porcentaje de humedad de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en 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

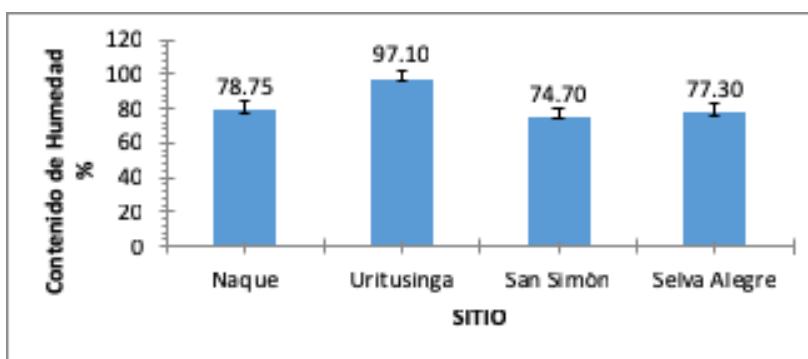


Figura 40. Contenido de humedad en porcentaje de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

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 los sitios Selva Alegre (Santa Lucía), con un 77, 30 %

y San Simón con un 74,70 %. Este elevado contenido de humedad, hace que las semillas pierdan rápidamente su viabilidad, en un tiempo aproximado de dos o tres meses de ser colectadas.

Por su alto contenido de humedad de las semillas en los cuatro sitios de estudio de los relictos boscosos de la provincia de Loja, se determinó 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 podrían perder con mayor rapidez su poder germinativo.

2.5.4. 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 fotoperíodo), que fueron colocadas en condiciones de luz y oscuridad, se muestran en el cuadro resumen 21 y figuras 41, 42, 43, 44 y 45, respectivamente.

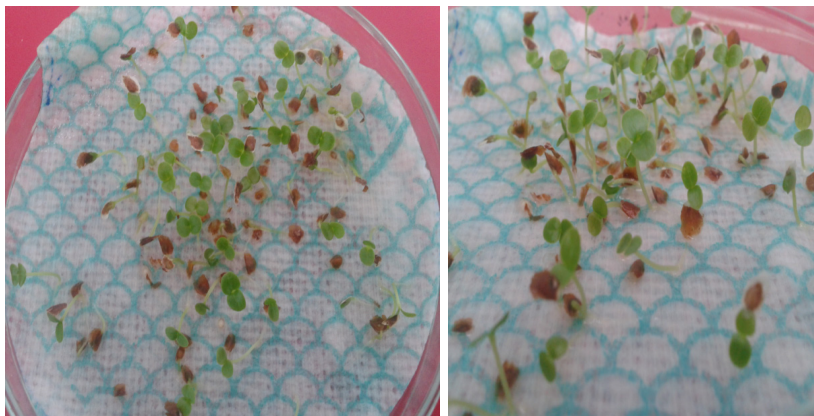


Figura 41. Germinación en laboratorio de semilla de *Cinchona officinalis* L.
Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

Cuadro 21. Resumen del porcentaje de germinación y contaminación acumulativa de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

Sitio	Especie: <i>Cinchona officinalis</i> L.			
	% Semilla Germinada		% Semilla Contaminada	
	Luz	Osc.	Luz	Osc.
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 42, las semillas de *Cinchona officinalis* L., del sitio El Naque obtuvieron una germinación del 88 %, en presencia de la de luz; mientras que 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 %.

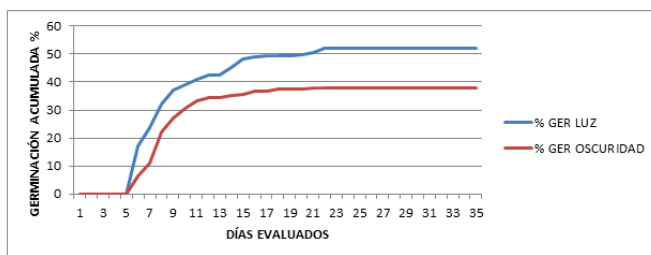


Figura 42. Porcentaje de germinación acumulada de semillas de *Cinchona officinalis* L., del sitio El Naque.

En la figura 43 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 presencia de la luz, con 52 %; mientras que en la oscuridad, el porcentaje de germinación fue del 38 %.

El porcentaje de semillas contaminadas fue del 32 % para el tratamiento en la luz; mientras que para el tratamiento en la 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.

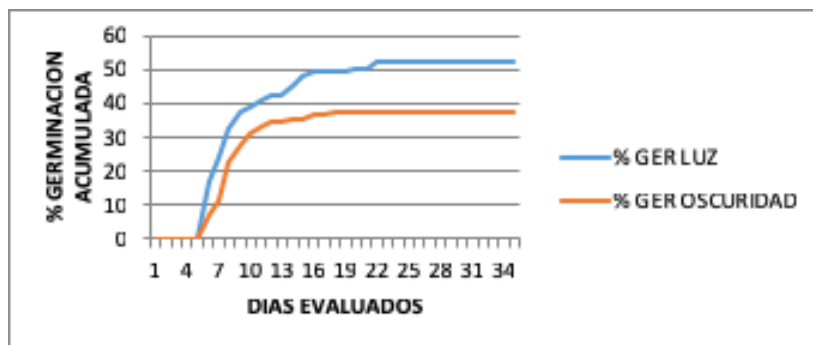


Figura 43. Porcentaje de germinación acumulada de semillas de *Cinchona officinalis* L., del sitio Uritusinga.

En el sitio San Simón, la germinación inicio a partir del sexto día y finalizó a los 22 días. El mayor porcentaje promedio de germinación acumulativa se presentó en el tratamiento a plena luz, con el 69 %; mientras que para el tratamiento en la oscuridad fue del 53 %.

El porcentaje de contaminación en presencia de la luz fue de 25 %; mientras que en la oscuridad fue del 33 % (ver figura 44).

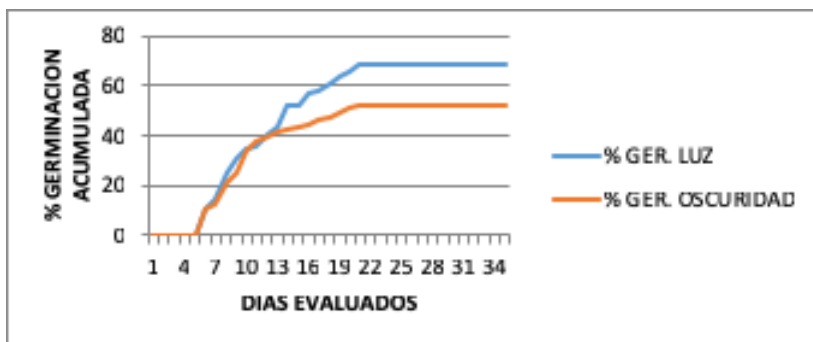


Figura 44. Porcentaje de germinación acumulada de semillas de *Cinchona officinalis* L., del sitio San Simón.

Como se muestra en la figura 45, las semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes del sitio Santa Lucía (Selva Alegre), alcanzaron el mayor porcentaje promedio de germinación acumulativa en presencia de luz, con un 73 %; mientras que en la oscuridad, el mayor porcentaje de germinación fue del 57 %.

El porcentaje de semillas contaminadas fue del 20 %, en el tratamiento en presencia de la luz; mientras que para el tratamiento en la oscuridad fue del 35 %. El proceso de germinación de las semillas de este sitio, se inició, a partir del sexto día y se estabilizó a los 19 días.

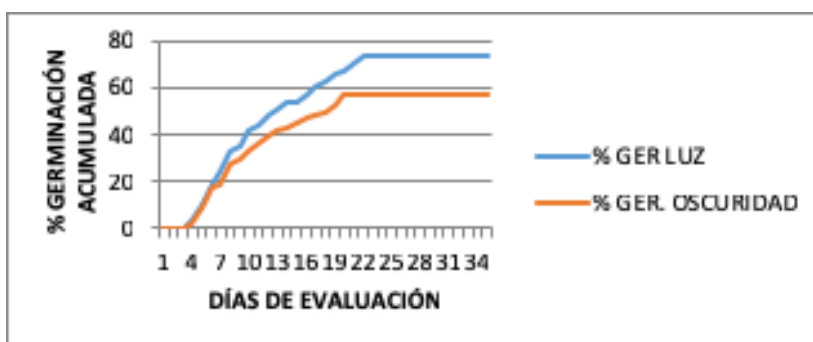


Figura 45. Porcentaje de germinación acumulada de semillas de *Cinchona officinalis* L., del sitio Santa Lucía.

2.5.5. Viabilidad

Las Normas ISTA 2007, recomiendan utilizar las semillas que no germinaron en la muestra de 1 000 semillas que se usaron en el ensayo de germinación. A continuación, en el cuadro 22 se presentan los porcentajes de viabilidad obtenidos para las semillas de *Cinchona officinalis* L.

Cuadro 22. Porcentajes de viabilidad de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

Sitio	Especie: <i>Cinchona officinalis</i> L.		
	Semillas sin embrión (%)	Semillas no viables (%)	Semillas viables (%)
El Naque	0,37	2,60	0,13
Uritusinga	0,25	0,75	0,25
San Simón	0,50	1,10	1,87
Selva Alegre	0,00	0,75	0,10

Como se muestra en el cuadro 22, 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 no 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 Santa Lucía (Selva Alegre), se obtuvo 0 % de semillas sin embrión; 0,75 % de semillas no viables y 0,10 % de semillas viables (Figuras 46 y 47).

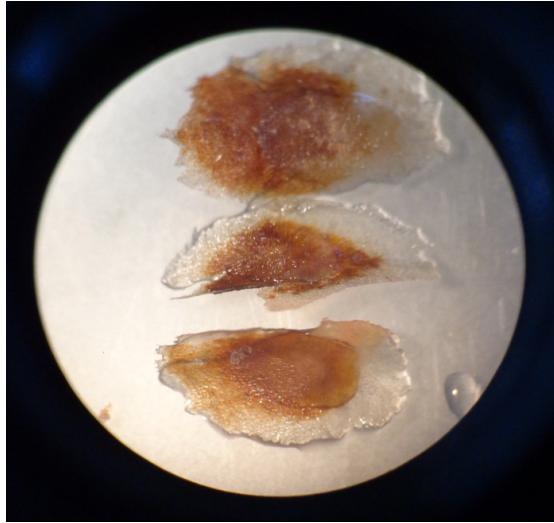


Figura 46. Semillas no viables de *Cinchona officinalis* L.
Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

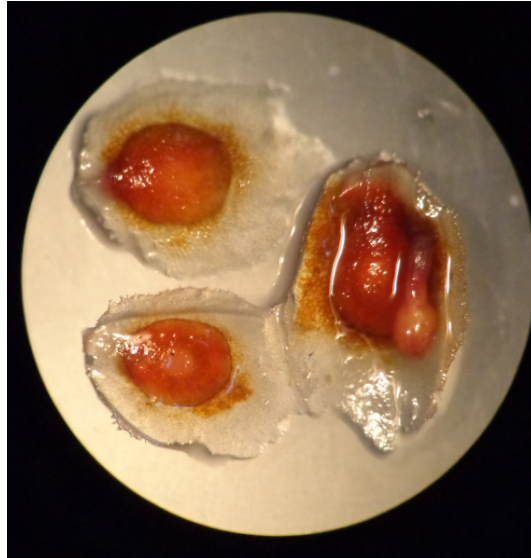


Figura 47. Semilla viables de *Cinchona officinalis* L.
Fuente: Archivo del Proyecto Cinchona-UNL-2015-2016

En el cuadro 23, 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 23. 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	88,0	52,0	0,13
Uritusinga	35,16	0,82	97,10	52,0	38,0	0,25
San Simón	29,20	0,84	74,70	69,0	53,0	1,87
Selva Alegre	41,59	0,65	77,30	73,0	57,0	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 fue del 70,50 % y 50,0 % en la oscuridad, respectivamente, 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 (ver figura 48).

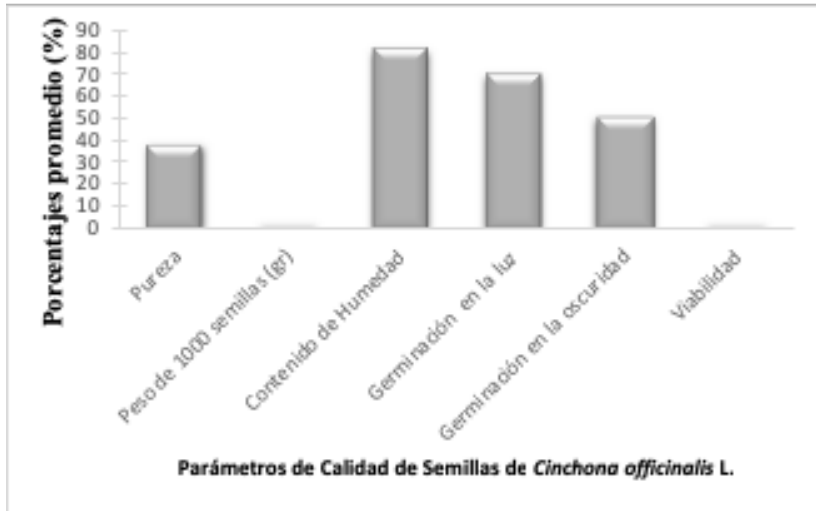


Figura 48. Resumen de los porcentajes promedio de los parámetros de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio, en la provincia de Loja.

CAPÍTULO III

3. DISCUSIÓN

3.1. Composición florística de las especies asociadas al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L., en la provincia de Loja.

En cuanto a la composición florística de las especies vegetales asociadas al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L., según datos de los parámetros ecológicos obtenidos en la presente investigación, se determinó que para el sitio El Naque (Malacatos), las especies ecológicamente más importantes (IVI), por ser las más abundantes y dominantes en cuanto al **estrato arbóreo** fueronon: *Rhamnus glandulosa* con 19,64 %, *Alnus acuminata* con 10,53 % y *Cletra revoluta* con 10,14 %; y, en el **estrato arbustivo**: *Miconia lutescens* con 10,76 %, *Rubus robustus* con 10,1 % y *Chusquea scandens* con 8,21 %; y, en el **estrato herbáceo**: *Melinis minutiflora* con 10,77 %, *Blechnum occidentale* con 9,05 % y *Borreria laevis* con 7 %. Corroborando la información obtenida con las especies ecológicamente más importantes (IVI), del sector San Simón (Zamora Huayco), en el **estrato arbóreo**: *Alnus acuminata* con 12,97 %, *Clethra revoluta* 9,66 % y *Oreopanax rosei* con 4,96 %; y, en el **estrato arbustivo**: *Rubus robustus* con 13,62 %, *Tibouchina laxa* con 12,05 % y *Lepechinia mutica* con 9,2 %; y, en el **estrato herbáceo**: *Pteridium arachnoideum* con 10,66 %, *Axonopus compressus* con 8,75 % y *Melinis minutiflora* con 8,09 %.

En comparación al sector Uritusinga (Catamayo), las especies ecológicamente más importantes en el **estrato arbóreo** fueron: *Clethra revoluta* con 34,86 % y *Roupala pachypoda* 13,04 %; en el **estrato arbustivo**: *Rubus robustus* con 13,04 %, *Baccharis obtusifolia* con 12,01 % y *Tibouchina laxa* con 11,54 %; y, en el **estrato herbáceo**: *Axonopus compressus* con 9,57 %, *Commelina diffusa* con 9,45 % y *Conyza canadensis* con 8,99 %.

Por otra parte, en el sector Santa Lucia (Selva Alegre), las especies ecológicamente más importantes (IVI) para el **estrato arbóreo** fueron: *Roupala obovata* con 10,73 %, *Myrsine coriacea* 10,31 % y *Morella parvifolia* con 6,89 %; en el **estrato arbustivo**: *Tibouchina laxa* con 14,56 %, *Achyrocline hallii* con 14,5 % y *Miconia cladonia* con 10,49 %; y, en **estrato herbáceo**: *Aegopogon cenchroides* con 15,62 %, *Deschampsia conferta* con 15,75 % y *Trisetum irazuense* con 14,01 %. Además, se registró para los cuatro sitios de estudio otras especies tales como: *Ilex rupicola*, *Vallea stipularis*, *Buddleja lojensis*, *Chusquea scandens*, *Weinmannia glabra*, *Berberis loxensis*, *Persea americana*, *Peperomia galioides*, *Serjania grandis*, de menor valor de importancia y que se encuentran poco abundantes.

Estos resultados están asociados al estudio realizado por Garmendia (2005), quien manifiesta que *Cinchona officinalis* L, se encuentra bien caracterizado por la presencia de especies exclusivas asociadas como: *Helianthus acuminatus*, *Maclenia rupestris*, *Satureja glabra*, *Viburnum triphyllum*, *Eupatorium niveum*, *Oreopanax rosei*, *Hesperomeles heterophylla* y *Gynoxys buxifolia*, de igual manera De la Torre *et al.*, 2006, reportan especies representativas al hábitat de *Cinchona officinalis* L, tales como: *Buddleja incana*, *Vallea stipularis*, *Polylepis* sp., *Oreopanax* sp., y *Gynoxys* sp.

Cañadas (1983), en su estudio menciona que el género *Cinchona* se encuentra asociada con vegetación característica de su hábitat

como: *Clusia*, *Weimannia*, *Cestrum*, *Nectandra*, *Ocotea*, *Chusquea* y *Cyathea*. Lozano *et al.* 2002, indican en su estudio que la vegetación característica que se desarrolla con *Cinchona officinalis* L, son: *Berberis pichinchensis*, *Alnus acuminata*, *Clethra* sp., *Weinmannia macrophylla*, *Cyathea caracasana*, *Persea ferruginea*, *Miconia obscura*, *Chusquea* sp., y *Serjania paniculata*. Por su parte Morocho y Romero (2003), en su estudio registran especies asociadas a *Cinchona officinalis* L, como: *Oreopanax rosei*, *Blechnum* sp, *Cletra revoluta*, *Miconia* sp, *Lomatia hirsuta*, *Chusquea* sp, *Clusia alata*, *Weinmannia* sp, *Ageratina dendroides* *Escallonia* sp, *Hesperomeles obtusifolia*, *Alnus acuminata* y *Oreocalis grandiflora*, que son similares a las especies encontradas en la presente investigación.

Sin embargo, estos resultados obtenidos difieren con los alcanzados por Cifuentes (2013), quien menciona que las especies del género *Cinchona* se pueden encontrar asociadas con especies vegetales como: *Podocarpus* sp, *Cedrela montana*, *Juglans neotropica* y *Rubus robustus*. Ordoñez y Lalamar (2006), indican en su estudio del manejo Apícola en Uritusinga el registro de especies nativas asociadas a *Cinchona officinalis* como: *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Clethra fimbriata*, *Ilex* sp, *Lafoensia acuminata*, *Tecoma stands* y *Eugenia* sp; y, difieren ligeramente con lo obtenido por Villa (2009), quien en su estudio de composición florística realizado en la Hoya de Loja, registró en el sitio Virgenpamba especies que viven en asocio con *Cinchona officinalis* tales como: *Graffenrieda harlinggii*, *Miconia cladonia*, *Tibouchina lepidota*, *Critoniopsis pycnantha*, *Meriania rigida*, *Clusia alata*, *Symplocos fuscata* y *Endlicheria* sp., encontrándose similitud con los géneros *Miconia*, *Tibouchina* y *Clusia*, que también se los encontró asociados a la vegetación de *Cinchona officinalis*, L. en los cuatro sitios de estudio, donde se realizó la presente investigación.

Por otro lado, *Cinchona officinalis* L, es una especie nativa que puede ser plantada en claros de plantación, con altas tasas de sobrevivencia,

lo que se sustenta con lo manifestado por Aguirre y Weber (2007), quienes consideran que sobre tierras degradadas, las especies exóticas son una adecuada opción para restaurar la cobertura forestal dentro de un tiempo razonable y el subsiguiente enriquecimiento con especies nativas, podría ser también una importante opción para reforestar pasturas abandonadas y rehabilitar la biodiversidad de ecosistemas degradados.

3.1.1. Diversidad alfa y beta

Los resultados de la riqueza específica de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, arrojaron los siguientes resultados: Sitio El Naque una diversidad alfa de **1,53**, Uritusinga presentó una diversidad de **1,00**; San Simón **0,9214**; y, Santa Lucía **0,7112**, lo que indica que la diversidad florística es baja. Esto se debe posiblemente a que se encuentra en bosque secundario y en áreas que han sido severamente intervenidas, lo que coincide con lo expresado por Ibisch *et al.* (2003), quienes indican que los factores que contribuyen a la heterogeneidad y gran riqueza florística son las perturbaciones naturales de los bosques, debido a que ocasionan aperturas de dosel, dando lugar a mosaicos de diferentes fases de sucesión y microambientes favorables para el establecimiento de especies colonizadoras.

En lo relacionado a los valores obtenidos en la diversidad beta, las comparaciones entre los sectores de estudio son diferentes florísticamente entre los sitios El Naque y Santa Lucía; El Naque y San Simón; Santa Lucía y Uritusinga; Santa Lucía y San Simón; y, Uritusinga y San Simón, estas diferencias se deben posiblemente a que se encuentran en diferentes pisos altitudinales y las especies que comparten en común pueden ser especies pioneras, ya que las áreas de estudio se encuentran intervenidas. Los valores encontrados en la diversidad beta entre los cuatro sitios de estudio, demostraron que son medianamente disímiles florísticamente, en los sitios El Naque y Uritusinga, lo que se sustenta con

lo expresado por Mostacedo y Fredericksen (2000), quienes indican que los coeficientes de similaridad han sido muy utilizados, especialmente para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia o ausencia de especies.

3.1.2. Regeneración natural de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

En el presente estudio, la regeneración natural de *Cinchona officinalis* L., en el sitio Naque (Malacatos), presentó el mayor número de individuos (32), en la categoría de latizal alto, mientras que para el sitio San Simón (Zamora Huayco), se presentó el menor número (12) de latizal alto; por otra parte el sitio Uritusinga está representado por la categoría de regeneración natural de plántulas (9) y brinzal (12), en comparación al sitio Santa Lucia (Selva Alegre), con el mayor número de plántulas (46). La regeneración de *Cinchona officinalis* L., que se presenta en los cuatro sectores de estudio, es por rebrotes y muy pobre por germinación de semillas.

Los resultados obtenidos de la regeneración natural de *Cinchona officinalis* L., en la presente investigación son muy bajos por rebrote y muy escasa por esparcimiento y germinación de semillas, esto se debe posiblemente a que la especie se desarrolla en potreros, en terrenos con fuertes pendientes y suelos muy degradados, lo que dificulta la germinación de las semillas, los cuales se relacionan con los obtenidos por Garmendia (2005), quien indica que la especie crece en potreros de pendiente moderada y convexa, lo que dificulta la regeneración de la misma; y, a lo señalado por Cuvi (2009), quien destaca que el árbol cuando es cortado para obtener la corteza, este puede rebrotar y cuando son solamente descortezados, el árbol muere desde la raíz.

3.1.3. Distribución estructural de las especies asociadas al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Cueva y León (2005), en el estudio estructural del bosque El Colorado, Cantón Puyango manifiestan, que tanto en el perfil horizontal como el vertical, se observa al bosque bastante espaciado con ciertas especies agrupadas, producto de la extracción selectiva de madera a la que ha estado expuesto el bosque por muchos años atrás. Comparando este estudio con los resultados de la presente investigación, se encontró que los perfiles estructurales, en lo relacionado al perfil horizontal de la vegetación en el sitio El Naque, presentó la mayor cobertura vegetal con el 50 %, seguido del sitio Santa Lucía con el 40 % y de los sitios San Simón y Uritusinga, en donde la cobertura vegetal alcanzó el 30 % del espacio físico del área muestreada, presentando los árboles una forma de la copa tipo globosa, esto significa que en los relictos boscosos de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia Loja, existen claros entre la cobertura vegetal.

En lo relacionado a la estructura vertical en los cuatro sitios de estudio, se distingue la abundancia del estrato arbustivo y herbáceo; además, la estructura vertical de los relictos boscosos de *Cinchona officinalis* L., muestra el crecimiento de los árboles formando grupos aislados, con fustes poco torcidos y formando un enmarañamiento entre las copas, presentando una estructura muy diferente a la estructura de los bosques naturales.

Los resultados obtenidos en la distribución estructural de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, son ratificados por los encontrados por Garmendia (2005), quien menciona que *Cinchona officinalis* L., se encuentra donde ya no queda bosque primario y suele aparecer en potreros, formando grupos muy numerosos.

3.2. 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 ocurren, 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 y peso de semillas** por árbol de *Cinchona officinalis* L., 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 *Cinchona officinalis* L., se la realizó desde el mes de abril hasta agosto, lo que coincide 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.

3.2.1. 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 porcentaje promedio de pureza del 82,6%. Los bajos niveles de pureza en las semillas alcanzados en la presente investigación, se deben posiblemente a que la semillas al ser recalcitrantes rápidamente se descomponen, quedando al final un gran número de impurezas antes de que estas cumplan su madurez fisiológica. Además, en los cuatro sitios estudiados la semilla de *Cinchona officinalis* L., fue atacada por un insecto (polilla), que se come las semillas

Guerrero y Luzón (2012), mencionan que la calidad de la 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 al 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 estos 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 confirma 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 ratifica 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** de las semillas de *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, hasta los 35 días de evaluación, en presencia de la luz y en la oscuridad, 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 señala 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 a la germinación de las semillas, 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 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 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.

CONCLUSIONES

- Las áreas de distribución de *Cinchona officinalis* L., se encuentran reducidos a potreros y vegetación secundaria, los árboles se encuentran de manera agrupada, con diámetros desde 2 a 22 cm y alcanzan hasta 11 m de altura.
- La composición florística de las especies asociadas al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L., de las áreas de estudios, se repiten en más de un sector, por lo tanto la diversidad florística de las áreas de estudio, de acuerdo al índice de Shannon es baja.
- La similitud de las comparaciones entre los sectores según el índice de Sorensen, estos son disímiles y medianamente disímiles florísticamente.
- La regeneración natural por semillas de *Cinchona officinalis* L., es baja, en mayor cantidad son producto de rebrotes basales, que se originan de los tallos de plantas adultas.
- Los perfiles horizontal y vertical indican el crecimiento agrupado de *Cinchona officinalis* L., el perfil horizontal de la vegetación presentó árboles y arbustos con copas que tienen variedad morfológica, poco enmarañamiento de las mismas originando claros. Mientras que en el perfil vertical se registraron los tres estratos de vegetación, siendo los más abundantes arbustos y hierbas.
- La mejor época para la recolección de frutos de *Cinchona officinalis* L., en los relictos boscosos de la provincia de Loja, sectores: El Naque, Uritusinga, San Simón y Selva Alegre (Santa Lucia), es en los meses comprendidos entre abril y agosto, esto debido a que en esta época las semillas alcanzan su madurez fisiológica.
- La fisiología reproductiva 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.

- La pureza de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en promedio fue muy baja (38,04%), debido a que las semillas son muy pequeñas y livianas, lo que dificulta contar con semilla de calidad para la propagación sexual de la especie y contar con plántulas de esta especie emblemática, para desarrollar proyectos de forestación y reforestación en la región sur del país.
- 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 las semillas de la especie se consideran como recalcitrantes, lo que significa que estas semillas no pueden ser almacenadas por un largo período de tiempo a ciertas temperaturas, ya que pierden rápidamente 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 bajo, lo que significa la semilla pierde rápidamente su poder germinativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Solís, M. (1947). *Cinchonas del Ecuador*. Editorial del Ecuador, Quito. 7p.
- Acosta, M. (1989). La Cinchona o quina planta nacional del Ecuador. *Revista Académica*. Colombia. Ciencia. Volumen 17 (65): 306 – 311 pp.
- Aguirre, A., & Weber, M. (2007). Enriquecimiento de plantaciones forestales como herramienta para la rehabilitación de ambientes degradados en la región sur Ecuatoriana. Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 15 p.
- Aguirre, Z., & Yaguana, C. (2012). Documento guía de métodos para la medición de la biodiversidad: Metodología para evaluar el estado de conservación de la vegetación. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera Ingeniería Forestal, Loja, Ecuador. 72 p.
- Anderson, L. (1999). A revisión of the genus *Cinchona* (Rubiaceae-Cinchonae). *Memories of the New York Botanical Garden*, Volumen 6 (80) 1-75pp.
- Anderson, L., & Taylor, C. (1994). "Rubiaceae-Cinchona-Coptosapeltea". En: Harling G, Andersson L (Eds), *Flora of Ecuador N° 50*. Council for Nordic Publications in Botany. Museo Botánica Dinamarca, 114 p.
- Aranha, K., & León, P. (2013). Área Biológica. "Evaluación de transferencia de microsatélites SSR's Loci provenientes de otras Rubiáceas a *Cinchona officinalis* L". Tesis previa al grado de Bioquímico Farmacéutico. Loja-Ecuador. 50 p.
- Armijos, R. & 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.
- 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. & 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.
- Botero, D., & Restrepo, M. (2005). Parasitosis humanas. Medellín, Colombia: Corporación para investigaciones biológicas. 4ª edición. 93 p.
- Buesso, R. (1997). Establecimiento y manejo de regeneración natural, EMAPIF. Yanaranguita, La Esperanza, Honduras. 74p.
- Buitrón, G. (1999). Uso y Comercio de Plantas Medicinales, Situación actual y Aspectos Importantes para su Conservación. Ecuador: TRAFFIC International. 76 p.
- Camp, W. (1949). “*Cinchona* at high altitudes in Ecuador.” Brittonian Volumen 6 (4). 394-430 pp.
- Cañadas, L. (1983). El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador, Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 6–12pp.
- Cerón, C. (1993). Manual de botánica ecuatoriana, sistemática y métodos de estudio. Ediciones Abya – Ayala. Quito, Ecuador. 315 p.
- Cifuentes, C. (2013). Estudio de la Composición Química del Tónico Amargo de la Corteza de Quina Roja (*Cinchona pubescens*). Tesis previa a la obtención del título de Bioquímico farmacéutico. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo Facultad de Ciencias: Escuela de Bioquímica y Farmacia. 101p.
- Cueva, P., & León, L. (2005). Composición florística, estructura, endemismo y etnobotánica del bosque nativo el colorado en el cantón Puyando, provincia de Loja. Tesis Ing. Forestal. Loja, Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. 221 p.
- Cuvi, N. (2009). Ciencia e imperialismo en América Latina: La Misión de *Cinchona* y las estaciones agrícolas cooperativas (1940-1945). Universidad Autónoma de Barcelona Departamento de Filosofía, Barcelona. 168p.
- 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. & 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.
- De la Torre, L., Muriel, P., & Balslev, H. (2006). Etnobotánica en los Andes del Ecuador. Herbario QCA, Departamento de Biología. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Apartado 17-01-2184, Quito. 22 p.
- Druilhe, P., Brandicourt, O., Chongsuphajaisiddhi, T., & Berthe, J. (2008). Activity of a combination of three *Cinchona* bark alkaloids against *Plasmodium falciparum* *in vitro*. Antimicrobial Agents and Chemotherapy. Volumen 2(32). 25-254 pp.
- Espinosa, R. (1997). "Estudios botánicos en el Sur del Ecuador. Tomos I y II" (2^{da} ed., 1^a ed. en 1948 y 1949) Herbario de Loja/Herbario AAU. 239p.
- 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>.
- Ferreira, J. (2004). Artemisia annua L.: The hope against Malaria and Cancer. USDA-ARS, AFSRC. Mountain State University, Beckley. 56–61 pp.
- 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* spp), Distribución, caracterización de su hábitat y arquitectura, Universidad Técnica Particular de Loja. 185 p.
- 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., & López, F. (1993). Árboles nativos de la provincia de Loja. Fundación ecológica ARCOIRIS. Loja-Ecuador. 92 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 & 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=ohoEQYJFq0QC&printsec=frontcover&dq=germinaci%C3%B3n&hl=es&ei=h8W_TMzhOMP98Aa.
- Ibisch, L., Beck, B., Gerimann, A., & Carretero, K. (2003). Ecorregiones y ecosistemas. 47 – 50, 75 – 76 pp. En: Ibisch, L y Mérida, G (eds). Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- International Seed Testing Association (ISTA), (2007). International rules for seed testing. Edition 2007. Adopted at the ordinary Meeting 2006, Glattdbrugg/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=inautor:%22Luis+Fernando+Jara+N.%22&hl=es&sa=X&ei=XveFU5vQObLOsATOjICAaw&ved=0CCEQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false>
- Jorgensen, P., & León, M. (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Syst. Bot. Missouri Botanical. Garden. 75: 1- 1182 p.
- Leffingwell, J. (2003). Chirality & Bioactivity.: Pharmacology. Volumen 3 (1). Leffingwell & Associates. USA. 1–27 pp.
- León-Yáñez, S., Valencia, N., Pitman, L., Endara, C., Ulloa U., & Navarrete, H., (eds.) (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2a edición. Publicaciones del herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. 957 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.
- Louman, B., Quiros, D., & Nilson, M. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central (en línea), Catie. PR.

- Consultado el 12 de agosto del 2015. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7387e/A7387e.pdf>.
- Lovejoy, T. (1997). "Biodiversity: What is it?", in Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources, eds. M. L. Reaka-Kudla, D. E. Wilson and E. O. Wilson. Joseph Henry Press, Washington D. C. NAS (National Academy of Sciences). (1975). Underexploited tropical plants with promising economic value. NAS, Washington, D. C.
- Lozano, C., Delgado, E., & Aguirre, Z. (2002). La flora endémica de plantas vasculares del Parque Nacional Podocarpus. Pp 453-460 en Z. Aguirre M., J. E. Madsen, E. Cotton y H. Balslev (eds.), Botánica Austroecuatoriana – Estudios sobre los recursos vegetales en las Provincias de El Oro, Loja, Zamora Chinchipe. Ediciones AbyaYala, Quito.
- Luz, M. (2008). Medidores de humedad. Revista Internacional de las Semillas Disponible en: http://www.seednews.inf.br/español/seed61/artigocapa61_es.shtml: Consultado el 12 de marzo del 2015.
- Madsen, J. (2002). Historia cultural de la cascarilla de Loja, 385-399pp. En Z. Aguirre M., J.E. Madsen, E. Cotton y H. Balslev (eds), Botánica austro ecuatoriana: Estudio sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Ediciones Abya Yala, Quito-Ecuador.
- Manzanero, M., & Pinelo, G. (2004). Plan silvicultural en unidades de manejo forestal de Reserva de Biosfera Maya. PROARCA. (En línea). Consultado el 15 de agosto del 2015. Disponible en: [file:///C:/Users/ Downloads/ plansilvicultural.pdf](file:///C:/Users/Downloads/plansilvicultural.pdf).
- Matteucci, D., & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168 p.
- Mc Comb, A. (1946). *Cinchona Officinalis* in the Colombian Andes. Journal of Forestry. Volumen 44 (2). 92-97 pp.
- Missouri Botanical Garden, (2015). Trópicos. Org. (En línea). Consultado el 10 de septiembre del 2015. Disponible en: <http://www.Trópicos.Org/Name/27900157>.
- Mongue, A. (1999). Estudio de la regeneración natural de cuatro especies forestales en el bosque de tropico seco de Nandarola-Granada. Trabajo de Diplomado. Nicaragua, Managua, UNA. 53p.

- Morocho, D & Romero J. (2003). Bosques del Sur (Eds.). El estado de 12 remanentes de bosques andinos de la provincia de Loja. Fundación Ecológica Arcoiris /PROBONA/DICA. Loja, Ecuador.200p.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. BOLFOR. México. (En línea). Consultado el 15 de agosto del 2015. Disponible en: <http://www.bionica.info/biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>
- Ordoñez, O., & Lalar, K. (2006). Experiencias del Manejo Apícola en Uritusinga. Manejo y Conservación del Bosque Nativo de la Provincia de Loja. Programa de Bosques Andinos y Agroecosistemas (PROBONA)/ Fundación Ecológica Arcoiris/Samiri-ProGeA. Loja. 96p.
- Parker, KC. (1989). Height structure and reproductive characteristic of senita *Lophocereus schottii* (Cactaceae) in southern Arizona. *The Southwestern Naturalist*, 34:392–401.
- Rodríguez, J. (2000). Protocolos de Germinación para la Certificación de Semillas Forestales. CONIF. Serie Técnica/Nº 46. Bogotá. 53 p.
- Rodríguez, J. & Nieto, V. (1999). Investigación en Semillas Forestales Nativas. CONIF. Serie Técnica/Nº 43. Bogotá. 89 p.
- Rollet, B. (1969). La regeneración natural de un bosque denso siempre verde de la Guayana de Venezuela. *Boletín Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación*. 35, 52 – 66pp.
- Rosales, C., & Sánchez, O. (2002). Dinámica poblacional en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, sector Cajanuma. Tesis Ing. Forestal. Loja, Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, 122 p.
- Taizan, L., & Zeiger, E. (1998). *Plant physiology* Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., Publishers.
- Tapia, J. (2013). Estudio de factibilidad para la producción orgánica y comercialización de quina (*Cinchona officinalis*) en el Cantón Loja. Universidad San Francisco de Quito. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero en Agropecuarias. Quito. 83 p.
- Ulloa, C. (2006). Aromas y sabores andinos. *Botánica Económica de los Andes Centrales* Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 319 p.

- Vilchez, B. Chazdon, R. & Redondo, A.. (2004). Fenología reproductiva de cinco especies forestales del bosque secundario tropical. Kurú: Rev. For 1: 1-10.
- Villa, N. (2009). Caracterización Florística y Estructura de la Vegetación Natural de la Cuenca Superior del Rio Zamora Hoya de Loja. Tesis Ing. Forestal. Loja, Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, 136 p.
- Wilson, E., & Frances, M. (1988). Biodiversity, National Academy Press Washington. D.C.:5. 535 p.
- Zevallos, P. (1989). Taxonomía, distribución geográfica y estatus del género *Cinchona* en el Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú. 75 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de los árboles de *Cinchona officinalis* L. en el sitio El Naque y composición florística de las especies asociadas al hábitat.

Sitio	Coordenadas			Altura	DAP (cm)	Estado Sanitario	Forma del Fuste (Torcido)	Especies Asociadas		
	Nº árbol	Latitud	Longitud					1*	2*	3*
1	720027	9535364	2,2	2,86	2	3	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pets) Benth.	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Borreira laevis</i> (Lam) Griseb	
2	720027	9535364	4,1	3,41	2	1	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	<i>Lepidaploa canescens</i> (Kunth) H. Rob.	<i>Sida rhombifolia</i> L.	
3	720027	9535373	6,5	4,66	1	4	<i>Myrsine andina</i> L.	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	<i>Commelina diffusa</i> Burn. f.	
4	720027	9535376	7,5	6,14	2	4	<i>Heliocarpus americanus</i> (L.) H.B.K.	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	<i>Salvia alborosa</i> Epling & Játiva	
5	720027	9535370	8,1	6,06	2	4	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	<i>Chusquea escandens</i> Kunth	<i>Galactia augusti</i> Harms	
6	720027	9535364	6,8	9,42	2	4	<i>Rhamnus glandulosa</i> (Ruiz & Pav)	<i>Prockia crucis</i> P. Browne exl.	<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.	

EL NAQUE

7	720027	9535361	6,5	7,78	2	3	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) MC Varg	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv
8	720027	9535364	8	9,92	2	3	<i>Ainus acuminata</i> L.	<i>Berberis loxensis</i> Benth.	<i>Oxalis loxensis</i> R. Kunth.
9	720027	9535364	8,6	9,64	2	4	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers) Benth.	<i>Cantua quercifolia</i> Juss.	<i>Blechnum occidentale</i> L.
10	720027	9535370	3,3	3,69	2	4	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	<i>Aristeguietia persicifolia</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob	<i>Bidens pilosa</i> L.
11	720027	9535370	5,1	6,59	2	4	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Panicum</i> sp
12	720027	9535370	6,6	10,03	2	4	<i>Myrsine andina</i> L.	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	<i>Anredera marginata</i> (Kunth) Spretling
13	720027	9535373	2,6	4,25	2	3	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	<i>Chusquea escandens</i> Kunth	<i>Borreira laevis</i> (Lam) Griseb
14	720052	9571217	6,9	8,88	2	3	<i>Heliocarpus americanus</i> (L.) H.B.K.	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Commelina diffusa</i> Burn. f.
15	720022	9558314	8,8	7,70	2	4	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	<i>Stemodia suffruticosa</i> Kunth.

EL NAQUE

16	720027	9535302	7	7,38	2	3	<i>Heliocarpus americanus</i> (L.) H.B.K.	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	<i>Bidens pilosa</i> L.
17	720027	9535287	6,2	8,94	2	4	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	<i>Miconia aspergillarisi</i> (Bonpl.) Naudin	<i>Salvia alborosea</i> Epling & Játiva
18	720027	9535287	7,6	11,14	2	4	<i>Rhhamnus glandulosa</i> (Ruiz & Pav)	<i>Ageratina dendroides</i> (Spreng.) R.M. King & H Rob	<i>Anredera marginata</i> (Kunth) Sperling
19	720027	9535287	3,7	4,62	2	4	<i>Roupala pachrypoda</i> Cuatrec	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) MC Varg	<i>Panicum</i> sp
20	720027	9535355	6,8	10,73	2	3	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Oplismenus</i> sp
21	720027	9535367	4,5	7,48	3	3	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Perts) Benth.	<i>Scutellaria volubilis</i> Kunth	<i>Coniza canadensis</i> (L.) Cronquist
22	720027	9535367	4,2	4,55	3	3	<i>Heliocarpus americanus</i> (L.) H.B.K.	<i>Cantua quercifolia</i> Juss.	<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.
23	720027	9535376	6,1	4,74	2	4	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	<i>Aristeguietia persicifolia</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob	<i>Serjania grandis</i> Seem
24	699652	9535412	8,2	7,93	2	4	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Perts) Benth.	<i>Scutellaria volubilis</i> Kunth	<i>Salvia alborosea</i> Epling & Játiva

25	699653	9535434	4	2,93	1	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.
26	699663	9535441	3,5	2,58	2	3	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	<i>Elaphoglossum</i> sp
27	699666	9535440	6	3,12	1	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Cacosmia rugosa</i> Kunth	<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.
28	699665	9535440	7	3,82	1	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Escallonia miranatha</i> Mattf.	<i>Borreira laevis</i> (Lam) Griseb
29	699660	9535438	5	2,96	2	4	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lind	<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale
30	699661	9535436	5	3,28	2	4	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth) Epling	<i>Stemodia suffruticosa</i> H. B.K
31	699664	9535430	7	5,16	2	3	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	<i>Pteridium arachnoidaem</i> (Kaulf.) Maxon
32	699664	9535427	3,5	2,80	1	3	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Cantua quercifolia</i> Juss	<i>Sida rhombifolia</i> L.
33	699672	9535421	7	5,41	2	4	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Althernathera brasiliana</i> (L.) Kunth	<i>Blechnum occidentale</i> L.
34	699674	9535419	7,3	5,25	2	1	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.
35	699644	9535408	5	4,33	2	3	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Duranta</i> sp	<i>Scutellaria scutellarioides</i> Kunth

EL NAQUE

36	699642	9535406	6	6,21	3	3	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Verbesina</i> sp.	Streptosolen jamesonii (Benth.)
37	699637	9535412	8	6,68	2	4	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Chusquea escandens</i> Kunth	<i>Coniza canadensis</i> (L.) Cronquist
38	699643	9535416	8	6,45	2	3	<i>Rhamnus glandulosa</i> (Ruiz & Pav)	<i>Rubus glaucus</i> Benth.	<i>Borreria laevis</i> (Lam) Griseb
39	699883	9537066	5	4,34	2	3	<i>Heliocarpus americanus</i> (L.) H.B.K.	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	<i>Pilea serpyllaceae</i> (Kunth) Liebm.
40	699677	9535427	7,5	5,23	3	3	<i>Chusia elliptica</i> Kunth	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	<i>Scutellaria volubilis</i> Kunth
41	699683	9534413	2,1	3,50	3	3	<i>Roupala pachrypoda</i> Cuatrec	<i>Dodonea viscosa</i> Jacq	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L) P.

1* = Más abundante 2* = Abundante 3* = Poco abundante

Anexo 2. Ubicación de los árboles de *Cinchona officinalis* L. en el sitio Selva Alegre y composición florística de las especies asociadas al hábitat.

Sitio	Coordenadas			Altura	DAP (cm)	Estado Sanitario	Forma del Fuste (Torcido)	Especies Asociadas		
	Nº árbol	Latitud	Longitud					1*	2*	3*
SELVA ALEGRE	1	681551	9607781	6,9	22,28	2	4	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Desmodium molliculum</i> (Kunth) DC.
	2	681551	9607767	6,6	20,37	2	4	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Viola arguta</i> Kunth
	3	681543	9607756	6,6	22,92	2	4	<i>Myrsine andina</i> L.	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	<i>Diodia dichotoma</i> (Kunth) K. Schum.
	4	681539	9607763	5,1	12,10	2	4	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) C. Parra	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr) Cogn.	<i>Centaurium erythraea</i> Raft.
	5	681539	9607745	6,4	15,28	2	4	<i>Roupala obovata</i> Kunth	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	<i>Oxalis elegans</i> Kunth
	6	681544	9607737	6,1	16,23	2	4	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) MC Varg	<i>Miconia aspergillarlis</i> (Bonpl.) Naul	<i>Bothriochloa</i> sp
	7	681535	9607739	5,7	16,55	2	4	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter

SELVA ALEGRE

8	681535	9607739	9,8	16,87	2	4	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	<i>Ferreyranthus verbascifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelén
9	681528	9607745	3,6	11,14	3	3	<i>Miconia cladonia</i> Gleasan.	<i>Senecio iscoensis</i> Hieron.	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.
10	681528	9607747	3,3	7,32	3	2	<i>Miconia aspergillarlis</i> (Bonpl.) Naudin	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	<i>Trisetum irazuense</i> (Kuntze) Hitchc.
11	681525	9607747	6,0	8,91	3	3	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Deschampsia conferta</i> (Pilg) Valencia
12	681535	9607767	6,2	13,37	2	4	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	<i>Ferreyranthus verbascifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell	<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb & Bonpl. Ex Wind
13	681539	9607775	5,2	5,25	3	3	<i>Myrsine andina</i> L.	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	<i>Chevreulia acuminata</i> Less.
14	681540	9607775	3,6	5,73	2	4	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) C. Parra	<i>Stemodia suffruticosa</i> Kunth.	<i>Deschampsia conferta</i> (Pilg) Valencia
15	681541	9607779	3,8	10,19	2	4	<i>Roupala obovata</i> Kunth	<i>Morella pubescens</i> (Humb & Bonpl) ex Will Wilbur	<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb & Bonpl. Ex Wind
16	681535	9607779	11,2	13,69	2	4	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) MC Varg	<i>Senecio iscoensis</i> Hieron.	<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC
17	681541	9607790	6,4	14,96	2	4	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.

SELVA ALEGRE

18	681545	9607807	2,3	3,98	3	4	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	<i>Deschampsia conferta</i> (Puig) Valencia
19	681596	9607816	6,5	15,28	3	4	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	<i>Holcus lanatus</i> L.
20	681596	9607815	6,0	13,69	3	4	<i>Roupala obovata</i> Kunth	<i>Arctophyllum rivetii</i> Danguy & Cherm.	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.
21	681584	9607811	7,0	12,73	3	4	<i>Myrsine andina</i> L.	<i>Miconia lhaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	<i>Hypericum canadense</i> L.
22	681592	9607823	5,7	12,73	4	4	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) C. Parra	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	<i>Diodia dichotoma</i> (Kunth) K. Schum.
23	681595	9607823	7,3	9,71	4	4	<i>Roupala obovata</i> Kunth	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Viola arguta</i> Willd. & Schult. ex Roem.
24	681595	9607825	3,6	7,64	4	4	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) MC Varg	<i>Ferreyranthus verbascifolius</i> (Kunth) H. Rob & Brettell	<i>Senecio</i> sp.
25	681595	9607826	3,6	5,09	4	4	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	<i>Plantago australis</i> Lam.
26	681598	9607828	7,2	14,01	1	1	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Oxalis corniculata</i> L.
27	681536	9667695	3,0	6,68	2	1	<i>Roupala obovata</i> Kunth	<i>Miconia asperigularis</i> (Bonpl.) Naudin	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen
28	681534	9607701	5,0	13,75	1	1	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) C. Parra	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Bidens pilosa</i> L.

SELVA ALEGRE									
29	681530	9607704	3,0	8,91	2	3	<i>Roupala obovata</i> Kunth	<i>Miconia cladonia</i> Gleasan.	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl
30	681535	9607717	2,0	11,78	2	3	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	<i>Galium corymbosum</i> Ruiz & Pavón
31	681544	9607721	7,0	15,02	2	3	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	<i>Trisetum irazuense</i> (Kuntze) Hitchc.

1* = Más abundante 2* = Abundante 3* = Poco abundante

Anexo 3. Ubicación de los árboles de *Cinchona officinalis* L. en el sitio San Simón y composición florística de las especies asociadas al hábitat.

Sitio	Coordenadas			Altura	DAP (cm)	Estado Sanitario	Forma del Fuste (Torcido)	Especies Asociadas		
	Nº árbol	Latitud	Longitud					1*	2*	3*
SAN SIMÓN	1	702462	9553316	2,4	3,64	2	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Tibouchina laxa</i> (Dest.) Cogn.	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv
	2	702397	9553316	4,1	11,41	2	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Lepchinia mutica</i> (Benth.) Epling	<i>Blechnum occidentale</i> L.
	3	702397	9553316	3,8	13,21	2	4	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Elasis hirsuta</i> (Kunth) D.R. Hunt
	4	702462	9553359	3,4	7,86	2	4	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Miconia hexamera Wurdack	<i>Galium canescens</i> Kunth
	5	702462	9553356	2,5	3,53	2	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Miconia cladonia</i> Gleasan.	<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth)
	6	702480	9553362	2,3	2,90	2	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Ferreyranthus verbascifolius</i> (Kunth) H. Rob & Brettell	<i>Galactia augusti</i> Harms

7	702474	9553359	2,6	3,28	2	4	<i>Gaidendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G.Don	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon
8	702542	9553405	2	3,25	2	4	<i>Gaidendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G.Don	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Calceolaria lojensis</i> Pennell
9	702518	9553393	3,1	5,32	2	3	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Monochaetum lineatum</i> (D. Don) Naudin	<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth)
10	702493	9553362	1,8	6,81	2	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Ferreyranthus verbascifolius</i> (Kunth)H. Rob & Brettell	<i>Galactia augusti</i> Harms
11	702471	9553347	3	9,29	3	4	<i>Gaidendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G.Don	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Panicum stigmatosum</i> Trin
12	702471	9553378	4	5,89	3	3	<i>Gaidendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G.Don	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Borreira laevis</i> (Lam) Griseb
13	702477	9553411	4,8	7,48	3	3	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	<i>Hyptis</i> sp.
14	702471	9553424	4	7,67	2	3	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv

SAN SIMON

15	702471	9553424	3,6	7,89	2	3	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Bacharis latifolia (Ruiz&Pav) Pers	<i>Scutellaria volubilis</i> Kunth
16	702468	9553427	2,2	2,29	3	3	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav) Kuntze	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Axonopus compressus</i> (Sw) P. Beauv
17	702157	9553428	2,8	5,73	3	3	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav) Kuntze	<i>Blechnum pyramidatum</i> (Lam.) Urb.	<i>Galactia augusti</i> Harms
18	702462	9553424	3,3	3,87	3	4	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	<i>Bidens pilosa</i> L.
19	702462	9553421	2,2	2,77	2	4	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.f. Blake)	<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth)
20	702462	9553418	2,8	2,99	2	4	<i>Rhamnus grandiflora</i> (Ruiz & Pav)	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	<i>Stevia bertholdii</i> B. L. Rob
21	702468	9553415	2,15	3,09	2	4	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav) Kuntze	<i>Monochaetum lineatum</i> (D. Don) Naudin	<i>Calea chocoensis</i> B. Rob
22	702471	9553418	4,1	6,05	3	3	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav) Kuntze	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Sida rhombifolia</i> L.
23	702468	9553421	4,7	5,51	3	4	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Blechnum pyramidatum</i> (Lam.) Urb.	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth.

SAN SIMÓN

24	702423	9534989	4	7,13	2	3	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	<i>Elasis hirsuta</i> (Kunth) D.R. Hunt
25	7002463	9553421	3,8	6,84	3	3	<i>Rhamnus grandulosa</i> (Ruiz & Pav)	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	<i>Begonia fischeri</i> Schrank
26	702321	9553567	6,5	9,87	2	3	<i>Alnus acuminata</i> L.	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	<i>Bidens andicola</i> Kunth
27	702321	9553558	6,5	15,12	2	3	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Ferreyranthus verbascifolius</i> (Kunth)H. Rob & Brettell	<i>Axonopus compressus</i> (Sw) P. Beauv
28	702327	9553551	2,3	4,14	3	3	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.)Epling	<i>Aristiguieta persicifolia</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.
29	702330	9553549	2,3	3,50	3	3	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	<i>Monochaetum lineatum</i> (D. Don) Naudin	<i>Calea chocoensis</i> B. Rob
30	702330	9553551	3	5,57	3	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Miconia hexamera</i> Wurrdack	<i>Galinsoga wadriradiata</i> Ruiz & Pav
31	702339	9553552	3,2	3,82	2	4	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	<i>Ageratina dendroides</i> (Spreng.) R.M. King & H Rob	<i>Bidens pilosa</i> L.
32	702345	9553544	2,2	20,69	2	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Tibouchina laxa</i> (Dest.)Cogn.	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv

33	702333	9553552	6	4,30	2	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Stevia bertholdii</i> B. L. Rob
34	702341	9553567	4,5	3,25	2	4	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	<i>Hyptis sidifolia</i> (L' Her.) Britq	<i>Hypericum canadense</i> L.
35	702340	9553570	3	2,80	2	4	<i>Cletra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob	<i>Borreira laevis</i> (Lam) Griseb
36	702336	9553561	2	3,18	3	3	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	<i>Monochaetum lineatum</i> (D. Don) Naudin	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon

SAN SIMÓN

1* = Más abundante 2* = Abundante 3* = Poco abundante

Anexo 4. Ubicación de los árboles de *Cinchona officinalis* L. en el sitio Uritusinga y composición florística de las especies asociadas al hábitat.

Sitio	Coordenadas			Altura	DAP (cm)	Estado Sanitario	Forma del Fuste (Torcido)	Especies Asociadas		
	Nº árbol	Latitud	Longitud					1*	2*	3*
1	692423	9547308	8	8,69	2	4	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Richardia scabra</i> L. Kunth	
2	692429	9547305	3,3	5,09	2	4	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Tibouchina laxa</i> (Dest.) Cogn.	<i>Bouteloua</i> sp	
3	692429	9547305	8	9,88	2	4	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	<i>Coniza canandensis</i> (L.) Cronquist	
4	692426	9547302	5,5	4,14	2	4	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron	<i>Axonopus compressus</i> (Sw) P. Beauv	
5	692429	9547293	7	8,20	2	4	<i>Eucalyptu globulus</i> Labill.	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Galium canescens</i> Kunth.	
6	692426	9547293	5	5,62	3	3	<i>Eucalyptu globulus</i> Labill.	<i>Berberis loxensis</i> Benth.	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	
7	692389	9547348	4	4,62	2	4	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Rubus glaucus</i> Benth.	<i>Coniza canandensis</i> (L.) Cronquist	
8	692389	9547348	3	4,40	2	3	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	

URITUSINGA

9	692393	9547341	5	3,94	2	3	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	<i>Sida rhombifolia</i> L.
10	692294	9547340	5	8,37	2	4	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Scutellaria volubilis</i> Kunth	<i>Viola dombeyana</i> D.C.
11	692402	9547330	4,5	6,11	3	4	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Panicum stigmatosum</i> Trin
12	692408	9547327	6	5,95	2	4	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	<i>Axonopus compressus</i> (Sw) P. Beauv(Sw) P. Beauv
13	692386	9547345	3,5	3,53	2	4	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers) Benth.	<i>Rubus robustus</i> C. Presl	<i>Ecremis coarctata</i> (Ruiz&Pav) Baker
14	692392	9547324	4,8	6,37	3	3	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Miconia cladonia</i> Gleasan.	<i>Bouteloua</i> sp.
15	692352	9547373	4,2	3,57	3	4	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Ilex rupicola</i> Kunth	<i>Panicum stigmatosum</i> Trin
16	692352	9547373	3,1	2,61	3	4	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.
17	692355	9547376	3,9	3,71	2	3	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	<i>Coniza canandensis</i> (L.) Cronquist
18	692359	9547376	4,3	3,10	3	4	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Amicia glandulosa</i> Kunth	<i>Ecremis coarctata</i> (Ruiz&Pav) Baker
19	692359	9547376	4,7	2,89	2	4	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	<i>Bouteloua</i> sp.

URRUSINGA

20	692359	9547370	4,3	3,00	2	4	<i>Myrsine andina</i> L.	<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schiriz y Thellug. Vur Coeruloi	<i>Borreira laevis</i> (Lam) Griseb
21	692359	9547370	4,4	4,16	3	4	<i>Rhoupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Tibouchina laxa</i> (Dest.) Cogn.	<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth)
22	692368	9547370	3,1	2,64	2	4	<i>Rhoupala pachypoda</i> Cuatrec	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	<i>Axonopus compressus</i> (Sw) P. Beauv

1* = Más abundante 2* = Abundante 3* = Poco abundante

Anexo 5. Resultados obtenidos de la producción de semillas *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Sítio	N° Parcela	N° de Árbol	N° de frutos evaluados	Producción de semillas del árbol (promedio)
El Naque		1		693
		3		2569
		4		3230
	P1	5	20	881
		6		2404
		8		1897
		9		1185
	P1	2		293
		1		564
P2		3		1818
		4		1131
		1	20	846
		4		463
Uritusinga	P3	5		1741
		6		437
		7		1068
		8		1049

Anexo 6. Resultados de la germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L., del sitio El Naque.

Sitio	Días Evaluados	N° de semillas evaluadas	Germinación		Germinación		Contaminación	
			Tratamiento Luz (%)	Tratamiento Oscuridad (%)	Tratamiento Luz (%)	Tratamiento Oscuridad (%)		
			0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
			1	0	0.0	0.0	0.0	0.0
			4	3	0.3	0.3	0.0	0.0
			13	7	0.9	0.9	0.1	0.1
			36	24	3.0	3.0	0.4	0.4
			39	27	3.4	3.4	0.4	0.4
			47	30	3.8	3.8	0.5	0.5
			48	34	4.2	4.2	0.5	0.5
El Naque	35	800	49	36	4.4	4.4	0.6	0.6
			54	38	4.7	4.7	0.6	0.6
			57	39	4.9	4.9	0.6	0.6
			57	42	5.2	5.2	0.7	0.7
			58	42	5.3	5.3	0.7	0.7
			60	43	5.3	5.3	0.7	0.7
			61	43	5.4	5.4	0.7	0.7
			65	45	5.7	5.7	0.7	0.7

Anexo 7. Resultados de la germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L., del sitio Uritusinga.

Sitio	Días Evaluados	N° de semillas evaluadas	Germinación		Germinación		Contaminación	
			Tratamiento Luz (%)	Tratamiento Oscuridad (%)	Tratamiento Luz (%)	Tratamiento Oscuridad (%)		
			0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
			17	7	1	1	0	0
			24	11	1	1	0	0
			32	22	3	3	0	0
Uritusinga	35	800	37	27	3	3	0	0
			39	31	4	4	0	0
			41	33	4	4	1	1
			42	35	4	4	1	1
			42	35	4	4	1	1
			45	35	4	4	1	1
			48	36	4	4	1	1
			49	37	5	5	1	1
			49	37	5	5	1	1

Anexo 9. Resultados de la germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L., del sitio Selva Alegre.

Sitio	Días Evaluados	N° 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
			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
		800	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
Selva Alegre	35	800				

ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Cinchona officinalis* L., EN LA PROVINCIA DE LOJA.

La estructura florística está definida por el perfil de vegetación, que son diagramas que describen fisonomías estructurales de comunidades vegetales de flora poco conocida y representan fotografías del perfil de una vegetación, sea de forma horizontal o vertical. La estructura vertical se refiere a la disposición de las plantas de acuerdo a sus formas de vida en los diferentes estratos de la comunidad vegetal y responde a las características de las especies que lo componen y a las condiciones microclimáticas presentes en las diferentes alturas. La estructura horizontal se refiere a la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo, siendo factores determinantes de la estructura horizontal el suelo y el clima, esta estructura es la mejor respuesta del ecosistema frente a las características ambientales y a las limitaciones y amenazas que enfrenta.

Por otro lado, 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 presenta una propiedad importante que está relacionada con el tipo de fruto y su forma, esta propiedad le permite 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. El análisis de la calidad de la semilla, proporciona información relacionada con el desempeño de la misma en el campo, que sirve para la conservación de la especie y a la vez para iniciar programas de forestación y reforestación.