



Universidad  
Nacional  
de Loja

## **FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS  
ÓRGANOS VEGETATIVOS Y REPRODUCTIVOS  
DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE DOS  
RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE  
LOJA”.**

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

**AUTORA:**

Gabriela Dayanara Correa Torres

**DIRECTOR:**

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

**LOJA – ECUADOR**

2021



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

Loja, 1 de febrero del 2021

Ing. Johana Muñoz Mg.Sc

**GESTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL, UNL**

Loja. -

De mi consideración:

La señorita Egresada Gabriela Dayanara Correa Torres, sistematizo, analizó los datos, y escribió los resultados de su investigación de tesis denominada: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y REPRODUCTIVOS DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE DOS RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”**; entregó el documento de su tesis, éste fue revisado y corregido en tres borradores en formato digital, incluidas reuniones virtuales para asesoramientos puntuales.

Luego de las correcciones realizadas, el documento cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Nacional de Loja, en aspectos de forma y contenido. Además, certificó que la investigación de tesis se realizó dentro del cronograma aprobado.

Por esta razón, **AUTORIZO** para que la señorita **GABRIELA DAYANARA CORREA TORRES**, presente su trabajo de investigación para que sea calificado por un tribunal y continúe con los trámites para su graduación.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente:



Firmado electrónicamente por:  
**VICTOR HUGO  
ERAS GUAMAN**

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

**DIRECTOR DE TESIS**

Loja, 9 de abril de 2021

Ing. Narcisa de Jesús Urgiles Gómez, Ph.D.,

**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS**

**CERTIFICA:**

En calidad de presidenta del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y REPRODUCTIVOS DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE DOS RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”**, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal **GABRIELA DAYANARA CORREA TORRES**, portadora de la cédula N° 1150243820, se informa que la misma ha sido revisada e incorporadas todas las observaciones realizadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación. Por lo tanto, autorizó la versión final de la tesis y la entrega oficial para sustentación pública.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**NARCISA DE  
JESUS URGILES  
GOMEZ**

.....  
Narcisa de Jesús Urgiles Gómez, Ph.D.,  
**PRESIDENTA**

**OSCAR LENIN  
JUELA SIVISACA**

Firmado digitalmente por OSCAR LENIN JUELA SIVISACA  
DN: cn=OSCAR LENIN JUELA SIVISACA c=EC  
l=LOJA  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Utiización:  
Fecha: 2021-04-13 17:00:05.00

**LUIS ALFREDO  
YAGUACHE  
ORDONEZ**

Firmado digitalmente por  
LUIS ALFREDO  
YAGUACHE ORDONEZ  
Fecha: 2021.04.14  
15:02:01 -05'00'

.....  
Oscar Lenin Juela Sivisaca Mg. Sc.,  
**VOCAL**

.....  
Luis Alfredo Yaguache Ordóñez Mg. Sc.,  
**VOCAL**

## **AUTORÍA**

Yo, Gabriela Dayanara Correa Torres, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

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

**Firma:**



Firmado electrónicamente por:  
**GABRIELA  
DAYANARA CORREA  
TORRES**

**Autora:** Gabriela Dayanara Correa Torres

**Cédula:** 1150243820

**Fecha:** Loja, 13 de abril del 2021

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Gabriela Dayanara Correa Torres, declaro ser la autora de la tesis titulada **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y REPRODUCTIVOS DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE DOS RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”**, como requisito para optar al grado de Ingeniera Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional (RDI):

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los trece días del mes de abril del dos mil veintiuno, firma la autora.

**Firma:**



Firmado electrónicamente por:  
**GABRIELA  
DAYANARA CORREA  
TORRES**

**Autora:** Gabriela Dayanara Correa Torres

**Número de cédula:** 1150243820

**Dirección:** Loja, Av. Manuel Carrión Pinzano y Eduardo Unda

**Correo electrónico:** gabriela.d.correa@unl.edu.ec

**Celular:** 0981922024

### DATOS COMPLEMENTARIOS

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

**Tribunal de Grado:** Ing. Narcisca de Jesús Urgiles Gómez PhD.

Presidenta

Ing. Oscar Lenin Juela Sivisaca Mg. Sc.

Vocal

Ing. Luis Alfredo Yaguache Ordóñez Mg. Sc.

Vocal

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios por otorgarme vida y salud, por ayudarme a culminar con esta meta, y por permitirme tener a mi familia junto a mí.

A la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a la Carrera de Ingeniería Forestal y a sus docentes, por contribuir en mi formación académica y compartir sus conocimientos para mi formación profesional.

De manera muy especial al Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, director de la presente tesis, quien en su calidad humana y profesional me brindó la oportunidad de formar parte del proyecto, así como también supo brindarme su apoyo incondicional, conocimiento, enseñanzas y dirección en el transcurso de la investigación.

Al Laboratorio de Micropropagación Vegetal, por la confianza otorgada para la realización de esta investigación, y a su Equipo Técnico: al Ing. José Moreno, por brindarme su tiempo y apoyo desinteresado en este proceso, quien, con su colaboración, permitió el desarrollo del presente trabajo de investigación. A la Ing. Magaly Yaguana, por su paciencia, motivación y por la gran disposición para ayudar durante el proceso de la investigación.

A mi madre, quien me ha acompañado durante todo el trayecto de mi educación, gracias por todo el amor, esfuerzo, y sacrificio. A mi padre, por contribuir en mi formación académica, gracias por ser uno de los principales promotores para cumplir con esta meta.

Finalmente, agradezco a mis amigos y compañeros de la Universidad, quienes supieron ofrecerme su amistad y con quienes tuve la oportunidad de compartir momentos de aprendizaje y aventuras.

*A todos ustedes gracias.*

*Gabriela Correa Torres*

## **DEDICATORIA**

*A Dios por haberme bendecido con mucha salud para poder llegar a esta etapa de mi vida y lograr cumplir uno de mis objetivos, por haberme regalado la familia que tengo y poner en mi vida personas maravillosas, las cuales me han acompañado en este trayecto.*

*A mi madre: Marlene Torres, quien ha sido el pilar fundamental en mi vida, gracias por el cariño, confianza y apoyo incondicional, eres mi mayor ejemplo de mujer y de madre luchadora, la mujer más fuerte que conozco y a quien admiro inmensamente.*

*A mi hermano: Alan Correa, gracias por tus cuidados, por tus consejos, por tu apoyo y por ayudarme a no desfallecer en los momentos difíciles, siempre estaré agradecida por todo lo que haces por mí.*

*A mis hermanas: Cecibel, Karla y Mirka, por el cariño brindado, por enseñarme a ser una mejor persona y por mostrarme esa calidad humana con ese gran corazón que ustedes tienen y que las caracteriza.*

*A mi abuelita Edilma Valarezo: quien me acompañó y cuidó en sus brazos desde pequeña, y quien ahora me cuida desde el cielo.*

*A mis primas Jhannael y Silvia, por estar conmigo en los momentos buenos y malos, por compartir conmigo momentos de alegrías, en ustedes he sentido el acompañamiento cuando lo he necesitado.*

*A todos mis tíos/as, y primas/mos, quienes supieron brindarme sus consejos y experiencias, siendo para mí, ejemplo de inspiración y superación.*

***Con cariño...***

***Gabriela Correa Torres***

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
PORTADA.....	I
CERTIFICADO DIRECTOR DE TESIS.....	II
CERTIFICADO TRIBUNAL DE GRADO.....	III
AUTORÍA.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
INDICE DE ANEXOS.....	XIII
TÍTULO.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Antecedentes históricos de la <i>Cinchona officinalis</i> L.....	4
2.2. Descripción de la especie <i>Cinchona officinalis</i> L.....	4
2.2.1. Clasificación taxonómica.....	4
2.2.2. Descripción botánica.....	4
2.3. Ubicación y distribución de la especie.....	5
2.4. Estado de conservación de la especie.....	5
2.5. Fenología.....	6
2.5.1. Fases vegetativas y reproductivas de <i>Cinchona officinalis</i> l.....	6
2.6. Caracterización morfológica.....	7
2.7. Órganos vegetativos de las plantas.....	8
2.7.1. La hoja.....	8
2.8. Órganos reproductivos de las plantas.....	11

2.8.1.	La flor.....	12
2.8.2.	El fruto.....	13
2.8.3.	La semilla.....	14
2.8.4.	Almacenamiento de semilla.....	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1.	Ubicación del área de estudio.....	16
3.1.1.	Reconocimiento e identificación del área de estudio.....	17
3.1.2.	Selección y recolección del material vegetal y reproductivo.....	17
3.1.3.	Enfoque y diseño de investigación.....	18
3.2.	Metodología para realizar la caracterización morfológica de los órganos vegetativos de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja.....	19
3.2.1.	Características de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	19
3.2.2.	Caracterización morfológica vegetativa.....	19
3.3.	Metodología para determinar la caracterización morfológica de los órganos reproductivos de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja.....	21
3.3.1.	Caracterización morfológica de los órganos reproductivos.....	21
1.4.	Análisis estadístico.....	25
1.5.	Metodología para difundir los resultados de la investigación.....	25
4.	RESULTADOS.....	26
4.1.	Descripción morfológica de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	26
4.2.	Características morfológicas de los órganos vegetativos de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja.....	27
4.2.1.	Características de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	27
4.2.2.	Evaluación de las variables cualitativas de la hoja de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	28
4.2.3.	Evaluación de variables cuantitativas de la hoja de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	29
4.3.	Características morfológicas de los órganos reproductivos de <i>Cinchona officinalis</i> L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja.....	33

4.3.1.	Evaluación de las variables cualitativas de la flor de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	33
4.3.2.	Evaluación de las variables cuantitativas de la flor de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	37
4.3.3.	Evaluación de las variables cualitativas del fruto y semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	42
4.3.4.	Evaluación de las variables cuantitativas del fruto y semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	43
4.4.	Difusión de resultados.....	49
5.	DISCUSIÓN.....	50
5.1.	Caracterización morfológica de los órganos vegetativos de <i>Cinchona officinalis</i> L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.....	50
5.2.	Determinación de las características morfológicas de los órganos reproductivos de <i>Cinchona officinalis</i> L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja. ....	51
6.	CONCLUSIONES.....	55
7.	RECOMENDACIONES.....	56
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	57
9.	ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Coordenadas WGS84, UTM-Zona 17S .....	17
Tabla 2. Variables dasométricas de los árboles seleccionados en Selva Alegre .....	27
Tabla 3. Variables dasométricas de los árboles seleccionados en Uritusinga.....	28
Tabla 4. Evaluación de las variables cualitativas de la hoja de <i>C. officinalis</i> L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.....	29
Tabla 5. Evaluación de las variables cuantitativas de la hoja de <i>Cinchona officinalis</i> L., del sitio Selva Alegre.....	30
Tabla 6. Evaluación de las variables cuantitativas de la hoja de <i>Cinchona officinalis</i> L., del sitio Uritusinga.....	31
Tabla 7. Evaluación de variables cualitativas de flor de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los dos sitios de estudio .....	35
Tabla 8. Evaluación de las variables cuantitativas de la flor de <i>Cinchona officinalis</i> L., del sitio Selva Alegre.....	38
Tabla 9. Evaluación de las variables cuantitativas de la flor de <i>Cinchona officinalis</i> L., del sitio Uritusinga.....	38
Tabla 10. Porcentaje del número de estambres, sépalos y pétalos de la flor de <i>C. officinalis</i> L., .....	40
Tabla 11. Evaluación de las variables cualitativas del fruto y semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.....	43
Tabla 12. Evaluación de las variables cuantitativas del fruto de <i>Cinchona officinalis</i> L., del sitio Selva Alegre.....	45
Tabla 13. Evaluación de las variables cuantitativas del fruto de <i>Cinchona officinalis</i> L., del sitio Uritusinga.....	45
Tabla 14. Evaluación del número promedio de la semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.....	46
Tabla 15. Evaluación de variables cuantitativas de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio .....	16
Figura 2. a) Recolección del material vegetal y reproductivo de <i>Cinchona officinalis</i> L; b); Prensado de hojas; c) Colocación de muestras de flores y frutos en fundas ziploc.....	18
Figura 3. Formas de las hojas.....	19
Figura 4. Tipo de borde.....	20
Figura 5. Tipos de nervadura.....	20
Figura 6. Tipos de flor por pétalos .....	21
Figura 7. Tipo de flor por unión de los estambres.....	21
Figura 8. Tipo de pistilo.....	22
Figura 9. Forma del ovario.....	22
Figura 10. Unión de los estambres al ovario.....	22
Figura 11. Unión del pistilo al ovario.....	23
Figura 12. Formas del fruto.....	24
Figura 13. Valores promedios de las variables cuantitativas de la hoja de <i>C. officinalis</i> L., .....	31
Figura 14. Muestras de la hoja <i>Cinchona officinalis</i> L.; A) Selva Alegre; B) Uritusinga.....	32
Figura 15. Flor de <i>Cinchona officinalis</i> L., A) Flor color rojo débil perteneciente al sitio Selva Alegre, B) Flor color rosado perteneciente al sitio Uritusinga.....	36
Figura 16. Valores promedios de las variables cuantitativas de la flor de <i>C. officinalis</i> L., ..	39
Figura 17. (A) Flor Brevistila; (B) Flor longistila(B) lóbulos del cáliz.....	40
Figura 18. (A) Flor Brevistila; (B) Florlongistila.....	41
Figura 19. Valores promedios de las variables cuantitativas del fruto y semilla de <i>C. officinalis</i> L., .....	46
Figura 20. Muestras del fruto <i>Cinchona officinalis</i> L.; A) Selva Alegre, B) Uritusinga; C) semillas <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	48
Figura 21. Socialización de resultados a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja.....	49
Figura 22. Recolección de muestras.....	63
Figura 23. Medición de DAP.....	63
Figura 24. Colecta de hojas.....	63
Figura 25. Colecta de frutos .....	63
Figura 26. Peso de frutos.....	63
Figura 27. Muestra de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Fase de campo y laboratorio .....	63
Anexo 2. Hojas de <i>Cinchona officinalis</i> L., pertenecientes al sitio Selva Alegre .....	64
Anexo 3. Hojas de <i>Cinchona officinalis</i> L., pertenecientes al sitio Uritusinga.....	65
Anexo 4. Flores de <i>Cinchona officinalis</i> L., pertenecientes al sitio Selva Alegre.....	66
Anexo 5. Flores de <i>Cinchona officinalis</i> L., pertenecientes al sitio Uritusinga.....	67
Anexo 6. Frutos de <i>Cinchona officinalis</i> L., pertenecientes al sitio Selva Alegre.....	68
Anexo 7. Frutos de <i>Cinchona officinalis</i> L., pertenecientes al sitio Uritusinga .....	69
Anexo 8. Evaluación de las variables cuantitativas de la flor de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.....	70
Anexo 9. Resultados obtenidos de las características cuali-cuantitativas de la hoja <i>Cinchona officinalis</i> L., del sitio Uritusinga.....	72
Anexo 10. Resultados obtenidos de las características cualitativas de la flor de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.....	74
Anexo 11. Resultados obtenidos de las características cuantitativas de la flor de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.....	79
Anexo 12. Resultados de las características cualitativas del fruto y semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.....	82
Anexo 13. Resultados de las características cuantitativas del fruto y semilla de <i>Cinchona officinalis</i> L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.....	85
Anexo 14. Tríptico para la difusión de resultados.....	88
Anexo 15. Folleto técnico de resultados.....	90

**“Caracterización morfológica de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L., provenientes de dos relictos boscosos en la provincia de Loja”.**

## RESUMEN

*Cinchona officinalis* L., es una especie que suele ser confundida con otras especies del género *Cinchona* como: *C. capuli* L. Andersson, *C. lancifolia* Mutis y *C. macrocalyx* Pav. ex DC., debido a que comparten similar morfología, hábitat y rango altitudinal. La presente investigación se desarrolló con el propósito de proveer información sobre las características morfológicas de los órganos vegetativos y reproductivos de la especie, mediante el uso de descriptores cuali-cuantitativos. Este estudio se lo realizó en los sectores de Selva Alegre y Uritusinga, en la provincia de Loja. En base a las características identificadas, se realizó un análisis estadístico descriptivo, el cual permitió observar la variabilidad morfológica de la especie en las dos áreas de estudio. Los resultados revelaron que los árboles de *C. officinalis* L., alcanzaban alturas entre 3 a 9 m, con filotaxia opuesta y decusada; la hoja presentó una forma oval, de 7,3 a 16,9 cm de largo, con borde entero, y nervadura penninervia; en las variables como ancho y área foliar de la hoja, se evidenció disimilitud de valores entre los dos sitios, presentando Selva Alegre el mayor valor en el ancho de la hoja de 4,33 cm. La flor presentó una longitud promedio de 1,37 cm, de forma pequeña, actinomorfa, tubular. Las flores de Selva Alegre presentaron el mayor porcentaje en el área de la corola de 0,64 cm, con una longitud promedio de los estambres de 1,06 cm; mientras que Uritusinga alcanzó el mayor valor en la longitud del estilo de 1,04 cm. El fruto presentó una forma oblonga u elíptica, de color rojo oscuro, de 2,48 cm de largo; el mayor número de semillas por fruto se lo evidenció en Uritusinga, con la presencia de 39 semillas/fruto, y con una longitud promedio de 5,73 mm. Por lo tanto, se pudo concluir que los dos sectores no mostraron gran diferencia en relación a las características cualitativas de la hoja, fruto y semillas, sin embargo, se observó ligera disimilitud en las flores de los dos sitios, al igual que en las variables cuantitativas evaluadas, donde se evidenció diferencia de valores. A partir de esta información, se prevé fortalecer las bases de la teoría para posteriores investigaciones que prioricen el manejo, la identificación taxonómica y el mejoramiento genético de la especie.

**Palabras claves:** Caracterización morfológica, *Cinchona officinalis* L., órganos vegetativos, órganos reproductivos.

## ABSTRACT

*Cinchona officinalis* L., is a species that is often confused with other species of the genus *Cinchona* such as: *C. capuli* L. Andersson, *C. lancifolia* Mutis and *C. macrocalyx* Pav. ex DC., because they share similar morphology, habitat and altitude range. This research was developed with the purpose of providing information on the morphological characteristics of the vegetative and reproductive organs of the species, through the use of qualitative-quantitative descriptors. This study was carried out in the sectors of Selva Alegre and Uritusinga, in the province of Loja. Based on the identified characteristics, a descriptive statistical analysis was carried out, which allowed observing the morphological variability of the species in the two study areas. The results revealed that the trees of *C. officinalis* L., reached heights between 3 to 9 m, with opposite and decused phyllotaxia; the leaf presented an oval shape, 7.3 to 16.9 cm long, with an entire edge, and a penninervial rib; In the variables such as width and leaf area of the leaf, dissimilarity of values was evidenced between the two sites, with Selva Alegre presenting the highest value in the width of the leaf of 4.33 cm. The flower presented an average length of 1.37 cm, small, actinomorphic, tubular. The Selva Alegre flowers presented the highest percentage in the corolla area of 0.64 cm, with an average length of the stamens of 1.06 cm; while Uritusinga reached the highest value in the length of the style of 1.04 cm. The fruit presented an oblong or elliptical shape, dark red, 2.48 cm long; the highest number of seeds per fruit was evidenced in Uritusinga, with the presence of 39 seeds / fruit, and with an average length of 5.73 mm. Therefore, it could be concluded that the two sectors did not show great difference in relation to the qualitative characteristics of the leaf, fruit and seeds, however, slight dissimilarity was observed in the flowers of the two sites, as well as in the variables quantitative values evaluated, where a difference in values was evidenced. Based on this information, it is expected to strengthen the bases of the theory for subsequent investigations that prioritize the management, taxonomic identification and genetic improvement of the species.

**Key words:** Morphological characterization, *Cinchona officinalis* L., vegetative organs, reproductive organs.

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es considerado como uno de los países megadiversos, debido a su posición geográfica y la influencia de las corrientes marinas, su ubicación tropical y andina, reúne múltiples condiciones favorables a la diversificación de la vida, incluyendo distintos tipos de ambientes naturales, variedad de climas y ecosistemas (Bravo, 2011). Además, Ecuador cuenta con variadas formas de vida de especies vegetales y animales, donde gran parte de esta riqueza biológica se refleja en la Región Sur del Ecuador, que se caracteriza por la combinación de factores biogeográficos, geológicos, y ecológicos (Rollenbeck, Fabian, y Benix, 2006). La provincia de Loja es un área que posee una alta diversidad de ecosistemas (22 ecosistemas) y con grupos taxonómicos de 3 039 especies de plantas, de las cuales 639 son endémicas (Jorgensen y León-Yáñez 1999; Aguirre y Aguirre, 2017).

Dentro de esta biodiversidad se resalta una especie representativa de la provincia de Loja, llamada comúnmente “cascarilla”, del género *Cinchona*, originaria de países como Perú y Ecuador (Anda, 2002). El nombre más conocido es “Quina”, este término nativo significa corteza, de esta se extrae un alcaloide, cuyo compuesto fue un descubierto en la medicina moderna y de la cual radica la importancia de esta especie (Rodríguez, 2008).

Según Buitrón (1999), Ecuador habría sido quien dio origen a uno de los medicamentos más utilizados e importantes a través de la cascarilla, por sus propiedades medicinales, contribuyendo a las industrias de Europa y América durante los siglos XVII, XVIII y XIX (Hobhouse, 1985), principalmente utilizado para curar la malaria y el paludismo, debido a esto las poblaciones de *Cinchona officinalis* L., fueron sobreexplotadas y comercializadas por su corteza, calificándola en 1997 como una planta potencialmente amenazada (Buitron, 1999), sin embargo actualmente actividades como: incremento demográfico, cambios en el uso de suelo por ampliación de la frontera agrícola, quemadas periódicas, la tala ilegal de madera, y la deforestación, han causado la destrucción de su hábitat natural, reduciendo significativamente sus poblaciones, encontrándose en lugares degradados y pequeños relictos boscosos, dando como resultado un impacto más significativo, que la propia cosecha de la corteza (Madsen, 2002; Ríos, 2008; Cuvi, 2009).

El hábitat potencial de *C. officinalis* L., en la provincia de Loja abarca un área de 9 836 km<sup>2</sup> de los cuales el 78,45 % del hábitat se ha perdido y solo el 17,88 % esta protegidos por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas dentro del Parque Nacional Yacurí y Parque Nacional

Podocarpus (Espinoza y Ríos, 2017). Es por ello que las pocas poblaciones remanentes de la especie, la colocan en un estado crítico de conservación, a pesar de que la especie aun no consta en la lista de la UICN, su presencia es cada vez más escasa en las zonas de distribución natural, ubicados en lugares casi inaccesibles como en los cerros del nudo de Cajanuma (Loja) y Uritusinga (Catamayo) (Loaiza y Sánchez, 2006).

La importancia de la caracterización morfológica, es conocida en la silvicultura como una técnica exitosa del reconocimiento *in situ* de especies forestales para el manejo de bosques basado en la regeneración, que depende de la disponibilidad de plántulas y semillas, permitiendo el reconocimiento de estas mediante el uso de descriptores botánicos, utilizados para estudiar la variabilidad genética, identificar plantas y conservar los recursos genéticos. Por lo tanto, la caracterización es el primer paso para el mejoramiento genético de las plantas y programas de conservación de especies forestales, ofreciendo un mejor resultado al momento de querer incrementar la densidad de especies deseables (Lampretch, 1986; Barrera, 1992; Hernández, 2003). Teniendo en cuenta que el estudio de la flora y la vegetación en sus múltiples facetas, son de gran importancia para entender las relaciones que se han establecido con la botánica, y las consecuencias que ocurriría para nuestro modo de vida su desaparición (Mendías, 2017).

Ante el desconocimiento de información acerca de la morfología de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L., la presente investigación es pionera en este tema, la cual consistió en identificar las características cuali-cuantitativas de *C. officinalis* L., en sus primeros estadios de crecimiento, generando información que permita aportar al conocimiento botánico de la especie, mediante la caracterización de los órganos vegetativos y reproductivos de *C. officinalis* L., en los sitios Selva Alegre y Uritusinga, con el propósito de apoyar en el continuo manejo; así como, contribuir al mejoramiento genético y proveer de información importante para la conservación y germinación de las semillas de la *C. officinalis* L., esto con el fin de preservar e incrementar la densidad de la especie símbolo del país, y de la provincia de Loja.

Bajo este contexto, y con el propósito de contribuir al conocimiento y conservación de la especie, se desarrolló la presente investigación, ejecutada durante el periodo de junio 2020 hasta febrero 2021, en el marco del proyecto macro **“PROCESOS MORFOGÉNICOS UTILIZANDO TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS, PARA LA MEJORA GENÉTICA DE *Cinchona officinalis* L., EN LA PROVINCIA DE LOJA”**; el mismo que se viene

ejecutando en la Universidad Nacional de Loja en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

- Contribuir a generar información sobre la caracterización morfológica de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L., provenientes de dos relictos boscosos en la provincia de Loja.

### **Objetivos específicos**

- Realizar la caracterización morfológica de los órganos vegetativos de *Cinchona officinalis* L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja, con la finalidad de establecer diferencias cuali-cuantitativas en las dos procedencias.
- Determinar la caracterización morfológica de los órganos reproductivos de *Cinchona officinalis* L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja, con la finalidad de establecer diferencias cuali-cuantitativas en las dos procedencias.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Antecedentes históricos de la *Cinchona officinalis* L.**

La *Cinchona* es una especie forestal conocida en el Ecuador como la planta Nacional por ser nativa, esta especie representa a las tres regiones del país (Buitrón, 1999), se encuentra en las estribaciones orientales y occidentales de la cordillera de los Andes (Acosta, 1989) y simbolizó el origen histórico de la “planta salvadora de la humanidad” o “árbol de la vida”. La cascarilla o “quina” es apreciada en el Ecuador como uno de los productos forestales primordiales, siendo desde el punto de vista medicinal, importante económicamente. Por ello la provincia de Loja fue considerada como una de las fuentes más trascendentales de *Cinchona* (Acosta, 1947; Madsen, 2002). La importancia de su corteza son los compuestos que contienen (alcaloides) estudiados y conocidos como: cinchonidina, cinchonina, quinidina y quinina, siendo el último el antimalárico (Garmendia, 1999). Sin embargo, a partir de 1997, el taller de Etnobotánica y Botánica Económica calificó a la especie como una planta potencialmente amenazada a nivel nacional, debido a la sobreexplotación para su comercio (Buitrón, 1999).

### **2.2. Descripción de la especie *Cinchona officinalis* L.,**

#### **2.2.1. Clasificación taxonómica**

- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Gentianales
- Familia: Rubiaceae
- Género: *Cinchona*
- Especie: *officinalis*
- Nombre Científico: *Cinchona officinalis* L.,
- Nombre común: árbol de quinina, cascarilla, quina, etc.

#### **2.2.2. Descripción botánica**

Se conocen 24 especies, pertenecen a los bosques andinos del Ecuador, Venezuela, Perú, Bolivia, y Colombia, encontrándose más de la mitad en Ecuador, (Garmendia, 2005; Tapia, 2013). Las especies más destacadas son *C. officinalis* y *C. pubescens*. prosperan silvestremente y exclusivamente en los bosques densos de ambas cordilleras: occidental y oriental formando

una faja altitudinal desde los 640 hasta los 3 200 m s.n.m y entre los 10°C a 23°C, en un ambiente generalmente húmedo y lluvioso durante todo el año.

El género *Cinchona* incluye especies que son de hábito arbóreo y arbustivo de 5-15 m de altura, fuste cilíndrico de 30-40 cm de DAP; copa globosa irregular, ramificación simpodial. La corteza externa presenta unas ligeras fisuras, es de color marrón-grisáceo o marrón oscuro. La corteza interna es color blanco arenoso, de color rojizo anaranjado; savia color amarillo, amargo y olor característico; espesor de 1 cm aproximadamente. Las hojas son opuestas, simples y decusadas; de 8-26,8 cm de largo y 7-18 cm de ancho; ápice redondo o agudo; borde entero, ligeramente sinuado; elíptico-oblonga; haz glabro o ligeramente pubescente. Flores en panículas terminales de 20 a 25 cm de largo, ligeramente pubescentes; actinomorfas, hermafroditas; cáliz de aproximadamente 4 mm de largo, pétalos de 1,5 cm de largo; estambres adnatos a la corola en número de cinco. Fruto de color marrón oscuro en cápsula, elipsoide de 0,8-2,5 cm de largo y 0,4-0,8 cm de ancho, dehiscente. Semillas de forma uniforme, de 0,3-0,8 cm de largo (Mostacero, Mejía, y Gamarra, 2009).

### **2.3. Ubicación y distribución de la especie**

El árbol de cascarilla, es originario de los valles andinos de Sudamérica, encontrados en países como Ecuador, Colombia, Venezuela, Perú y Bolivia, entre los 1 000 a 3 500 m s.n.m (Garmendia, 2005). Más de la mitad de todas las especies del género *Cinchona* sp., se encuentran en Ecuador, principalmente en provincias de Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay, Loja y Zamora (Garmendia, 1999). Es conocida como especie endémica de la región sur del Ecuador específicamente de la provincia de Loja, en la actualidad las poblaciones de *Cinchona* son relativamente pequeñas (Garmendia, 2005).

### **2.4. Estado de conservación de la especie**

Las poblaciones naturales de *Cinchona* de la provincia de Loja fueron principalmente sobre-explotadas durante los siglos XVII, XIII y XIX, por sus grandes propiedades curativas. Sin embargo, actividades como la deforestación, agricultura, y ganadería, han tenido un impacto mucho más significativo en la destrucción de su hábitat que la propia cosecha de la corteza (Madsen, 2002). Encontrándose únicamente en lugares pequeños y apartados relictos boscosos, además, en condiciones naturales presenta baja tasa de regeneración y germinación (Buddenhagen, Renteria, Gardener y Valle, 2004).

El género *Cinchona* considerado como “árbol y la flor nacional del Ecuador”, conocido con el nombre de cascarilla (Buitrón, 1999), está constituido por 12 especies, ocho nativas y cuatro endémicas (Jørgensen y León-Yáñez, 1999) de las cuales *C. rugosa* y *C. lancifolia* se encuentran vulnerable, *C. mutisii* en peligro crítico, *C. capulí* casi amenazada, (Cornejo y Jaramillo, 2011), y *C. officinalis* que aún no consta dentro del libro rojo, presenta una distribución restringida y bastante baja, lo cual ha puesto a la especie al límite de su desaparición, ubicándola actualmente en un estado de amenaza. (Madsen, 2002).

## **2.5. Fenología**

La fenología estudia las interacciones entre los cambios climáticos temporales y fenómenos biológicos periódicos, como la fructificación, la floración, la latencia y brotación de las hojas (Willan, 1991). Con estos antecedentes, el estudio fenológico de las especies forestales son de vital importancia para conocer eventos de floración y fructificación, es decir, la fenología es un elemento significativo para interpretar las respuestas de los árboles frente a los cambios climáticos, estudio que es primordial en aquellas especies forestales nativas dada su importancia económica, además de permitir la continuidad de los procesos ecológicos en sus hábitats, como la protección de cuencas hidrográficas y mantenimiento de los procesos naturales (Prado y Valdebenito, 2000).

### **2.5.1. Fases vegetativas y reproductivas de *Cinchona officinalis* L.,**

Los análisis fenológicos permiten describir la temporalidad de los sucesos biológicos cíclicos. A estos fenómenos se los conoce como fenofases y en el período de vida de las plantas presentándose dos formas: la vegetativa (defoliación) y la reproductiva (floración y fructificación). La fase vegetativa intuye la presencia de hojas, mientras que la fase reproductiva incluye el desarrollo de flores, así como el crecimiento, maduración y dispersión de frutos (Luna, 2011).

#### **2.5.1.1. Defoliación**

Presenta tres fenofases, hoja nueva, madura y defoliación, la *Cinchona* es una especie de hoja perenne o perennifolia, con un follaje presente durante todo el año, desprendiéndose estas hojas cuando envejecen, dando paso a la ocurrencia de una nueva brotación foliar en los ápices de la planta formando un ciclo continuo. La fenofase de hojas nuevas se dan con mayor presencia durante los meses de mayo a junio, la fenofase de las hojas maduras y defoliadas se presentan

durante toda la época del año. En el caso de la defoliación esta es producida por contaminación ambiental, por la acción humana, por plagas y enfermedades, como resultado se da la caída prematura de las hojas de los árboles y las plantas (Villar, Marcelo, y Baselly, 2018).

Correa y Bermeo (2011), afirman que la defoliación de la *Cinchona officinalis* se da durante todo el año, alcanzando su intensidad máxima en el mes de mayo.

### **2.5.1.2. Floración**

Durante la floración se presenta dos fenofases la de inicio y pico, sucediendo una vez al año de forma gradual, con un comportamiento cíclico que tiene una duración aproximada de 10 meses; en un inicio empieza con la formación del botón floral, culminando con el desprendimiento de la estructura floral, el inicio de esta fase se presenta mayormente desde los meses de enero a marzo, culminando con la fase pico en los meses de marzo a mayo (Villar et al., 2018).

Según Correa y Bermeo (2011), el fenómeno de floración para la especie de *Cinchona officinalis* L., se produce durante todo el año con periodos variables de intensidad, la especie alcanza su máxima intensidad en el mes de agosto y otra en el mes de noviembre, declinando en el mes de marzo.

### **2.5.1.3. Fructificación**

Son tres las fenofases del fruto; inmaduro, maduro y dehiscente, esto ocurre una vez al año, presenta una duración de 12 meses aproximadamente con un comportamiento cíclico; iniciando con la formación de la estructura fructífera y culminando con la apertura y dispersión de las semillas. La fenofase del fruto inmaduro se presenta durante los meses de mayo a julio, la fenofase del fruto maduro se da en los meses de agosto a noviembre y la fenofase del fruto dehiscente se presenta en octubre a febrero en su mayor expresión. La fructificación en la *Cinchona officinalis* L., al igual que en la etapa fenológica de floración se presenta de forma gradual en la copa, es decir primero fructifican las ramas distribuidas en la parte superior y lateral, luego la rama de la parte baja de la copa (Villar et al., 2018). Se presenta durante todo el año alcanzando su máxima intensidad en el mes de enero y febrero (Correa y Bermeo, 2011).

## **2.6. Caracterización morfológica**

Se determina como un conjunto de caracteres por medio del uso de descriptores, ya sean cualitativos o cuantitativos, estos pueden ser heredables, son fáciles de observar y tienden a

expresar la misma forma en cualquier ambiente. Son utilizados para conocer la variabilidad genética, poder identificar plantas y para la conservación de recursos genéticos. La caracterización es un paso importante en programas de conservación y en el mejoramiento de cultivos (Hernández y Hidalgo, 2003). Un descriptor es un atributo que presenta una expresión fácil de identificar y de medir la estructura, la forma o comportamiento, utilizado para discriminar entre fenotipos. Para la descripción morfológica son importantes los órganos, aquellos que están menos influenciado por el ambiente; los más importantes son: la flor y el fruto, en importancia descendiente están la raíz, las ramas, tronco, las hojas y los tejidos celulares (Enríquez, 1991). La toma de datos de los caracteres de una planta, sirven para diferenciar muestras o entradas de una misma especie fácilmente visibles en todos los ambientes (Zaruma y Jarrín, 2011).

## **2.7. Órganos vegetativos de las plantas**

Entre los órganos vegetativos se encuentra la raíz, está fija la planta al suelo, tomando el agua y las sales minerales diluidas, el tallo es el soporte de las hojas, siendo el conductor de sales minerales y agua desde la raíz hacia las hojas y las sustancias elaboradas en las hojas hacia las raíces. Las hojas son órganos especialistas en la captación de energía solar, produce sustancias orgánicas a través de la fotosíntesis liberando vapor de agua por la transpiración, aparte está diseñada para ofrecer poca resistencia al viento (Megias, Molist, y Pomba, 2018).

### **2.7.1. La hoja**

Pueden considerarse como los órganos vegetativos más importantes de la planta, ya que son los que elaboran las sustancias nutritivas y constituyen a las partes más visibles de la planta. Su característico color verde se debe a la presencia en ellas de un pigmento llamado clorofila, aunque hay hojas que presentan variadas tonalidades por la presencia de otros pigmentos (Megias, Molist, y Pomba, 2018).

#### **2.7.1.1. Clasificación**

Las hojas presentan una diversidad de características, resultados de la información genética e interacción con el medio ambiente. Determinadas características sirven para diferenciar a las plantas o ubicarlas en la clase a la pertenecen. Para la clasificación de las hojas se toman en cuenta los siguientes parámetros: forma, ápice, base, borde, pecíolo, complejidad, nervaduras y filotaxia.

a. **Forma.** – Existe una gran variedad de formas, tales como:

<b>1. Lineal:</b>	Muy angosta con márgenes paralelos.
<b>2. Lanceolada:</b>	Angosta y aguzada, como la cabeza de una lanza (sauce).
<b>3. Oblanceolada</b>	Inversamente lanceolada.
<b>4. Espatulada:</b>	Redondeada en el ápice y angostada gradualmente hacia la base.
<b>5. Oblonga:</b>	Doblemente o más largas que anchas y con los márgenes más o menos paralelos en especial hacia su parte media.
<b>6. Elíptica:</b>	Figura semejante a una elipse, más o menos oval, estrechadas agudamente en ambos extremos.
<b>7. Oval:</b>	Como una elipse poco excéntrica o con forma de óvalo.
<b>8. Ovada:</b>	Con figura de huevo, es decir, con la parte inferior más ancha.
<b>9. Orbicular:</b>	En forma de círculo; su borde ideal resulta una circunferencia
<b>10. Peltada:</b>	Hoja por lo común orbicular, en la que la inserción del pecíolo está en el centro del limbo.
<b>11. Romboidal</b>	Con figura de rombo.
<b>12. Reniforme:</b>	De forma o contorno semejante a un riñón.
<b>13. Sagitada:</b>	Como la cabeza o punta de una flecha.
<b>14. Deltoide.</b>	Con la forma de triángulo equilátero y con el pecíolo inserto en la parte media de uno de los lados.
<b>15. Obdeltoide.</b>	Inversamente a la deltoide, con el pecíolo inserto en uno de los ángulos.
<b>16. Astada.</b>	Semejante a una cabeza de alabarda, con ápice agudo y dos orejas muy divergentes.
<b>17. Cuneiforme</b>	Forma de triángulo isósceles con el lado menor en el extremo.
<b>18. Perfoliada</b>	Hoja sésil o sentada, base parece como atravesada por el tallo.
<b>19. Pandurada</b>	Lobulada en forma de violín o guitarra.
<b>20. Decurrente</b>	Hoja sésil que se continúa a lo largo del tallo en forma de ala.

Fuente: González, (2009).

b. **Ápice.** - El ápice o extremo terminal de la hoja, tiene diferentes denominaciones según su forma:

<b>1. Redondeado</b>	Levemente curvo.
<b>2. Obtuso</b>	En forma de ángulo de más de 90°.
<b>3. Agudo</b>	En ángulo menor de 90°.
<b>4. Atenuado</b>	Agudo, adelgazado paulatinamente.
<b>5. Truncado</b>	Terminado abruptamente, casi en ángulo perpendicular a la nervadura central
<b>6. Emarginado</b>	Escotado profundamente y más bien ampliamente.
<b>7. Retuso</b>	Escotado angosta y superficialmente.

<b>8. Cuspidado</b>	Terminado en una punta rígida y aguda.
<b>9. Mucronado</b>	Obtuso, con un mucrón o punta corta, tiesa, recta y punzante.
<b>10. Acuminado</b>	Más o menos adelgazado, en punta larga, aguda, con márgenes algo cóncavos.
<b>11. Espinoso</b>	Es decir, con una espina terminal.
<b>12. Aristado</b>	Con una especie de arista o seta terminal.
<b>13. Caudado</b>	Alargado como en una especie de cola.

Fuente: González, (2009).

- c. Base.** - La base de las hojas presenta varias formas esto depende de la especie, permitiendo adicionar un carácter más o menos identificable entre las mismas.

<b>1. Cordada</b>	En forma de seno de la figura del corazón, haciendo abstracción de si la hoja es o no cordiforme.
<b>2. Sagitada</b>	Con dos lóbulos dirigidos hacia atrás.
<b>3. Auriculada</b>	Con dos lóbulos redondeados, similares a dos orejas.
<b>4. Abrazadora</b>	Lóbulos basales del limbo, hojas sésiles o sentadas abrazan al tallo.

Fuente: González, (2009).

- d. Borde.** - Conocer la morfología del borde de la hoja nos permite distinguir los diversos tipos de hojas que existen, a su vez es importante conocer la terminología adecuado de cada tipo de borde:

<b>1. Entero</b>	Margen sin ningún tipo de escotadura, dientes, etc.
<b>2. Lobado</b>	Con escotaduras y lóbulos más o menos profundos y anchos.
<b>3. Dentado</b>	Margen con recortes superficiales en forma de dientes angulares, se hallan situados en ángulo recto o respecto del borde de la hoja.
<b>4. Aserrado</b>	Cuando las incisiones o dientes están dirigidos o inclinados hacia un lado.
<b>5. Crenado</b>	Margen con dientes anchos y obtusos.
<b>6. Sinuado</b>	Con senos entrantes y salientes en forma abrupta.
<b>7. Ondulado</b>	Ondeado.
<b>8. Crespo</b>	Margen ondeado hacia arriba y abajo (no adentro y afuera).
<b>9. Resoluto</b>	Margen enrollado con la cara inferior hacia adentro.

Fuente: González, (2009).

- e. Pecíolo:** Las hojas según el pecíolo pueden ser:

<b>1. Pecioldadas</b>	Las que tienen pecíolo.
<b>2. Subpecioldadas</b>	Con pecíolo reducido.
<b>3. Sésiles</b>	Las que no tienen pecíolo.
<b>4. Envainadoras</b>	Cuando el pecíolo es una vaina que envuelve al tallo.

Fuente: González, (2009).

f. **Según su complejidad.** - Las hojas pueden ser:

<b>1. Simples</b>	Las que tienen un solo limbo.
<b>2. Compuestas</b>	Poseen más de un limbo. Cada limbo se llama folíolo. En la hoja compuesta, la parte del eje desprovista de folíolos es el pecíolo propiamente dicho y la que tiene folíolos es el raquis.

Fuente: González, (2009).

g. **Por su nervadura.** - En las hojas se distinguen fundamentalmente dos tipos de nervaduras: paralela y reticulada.

<b>1. Nervadura paralela</b>	Las nervaduras son paralelas entre sí, desde la base hasta el ápice. Si la hoja tiene una vena principal, de la cual salen otras paralelas, se llama pennado paralela (forma de peinilla).
<b>2. Nervadura reticulada</b>	Se ramifican muchas veces, formando una especie de red en toda la extensión del limbo.

Fuente: González, (2009).

h. **Por su filotaxia.** - Es la forma como se disponen las hojas en el tallo. Pueden ser:

<b>1. Opuestas</b>	Cuando se desarrollan dos hojas en cada nudo, a cada lado del tallo, formando un ángulo de 180°.
<b>2. Decusas</b>	Las opuestas que se sitúan en ángulo recto respecto de las del nudo anterior y siguiente.
<b>3. Alternas</b>	En cada nudo se desarrolla una hoja y las hojas de dos nudos sucesivos son opuestas en un ángulo de 180°
<b>4. Espiraladas</b>	Son hojas alternas en varios planos.
<b>5. Verticiladas</b>	Cuando se desarrollan tres o más hojas en el mismo nudo.
<b>6. Roseta</b>	Las hojas se desarrollan en la base del tallo, muy cerca unas de otras debido a que los entrenudos son muy pequeños.
<b>7. Fasciculadas</b>	Son hojas agrupadas en racimos que frecuentemente poseen una vaina en su base. Cada hoja recibe el nombre de acícula.

Fuente: González, (2009).

## 2.8. Órganos reproductivos de las plantas

Son consideradas como el conjunto de órganos que se divide en la parte estéril y la parte fértil de las flores, aquí se forman los gametos femeninos o macroesporas y los gametos masculinos o microesporas. En estas se da la fecundación que da lugar al embrión, el cual permanecerá oculto hasta la germinación. La semilla también forma parte de la flor, está rodeada por tejidos carnosos que forman conjuntamente al fruto, la germinación de esta semilla es la que dará lugar a una nueva planta (Megias, Molist, y Pomba, 2018).

### 2.8.1. La flor

Representa el órgano reproductivo de la planta, las plantas con semilla están representadas por gimnospermas y angiospermas, estos grupos de plantas poseen flores, a diferencia de las gimnospermas, las flores son en realidad inflorescencias que no darán lugar a un fruto. A diferencia de las angiospermas estas presentan flores típicas a través de la fecundación darán lugar a las semillas encerradas en los frutos. Una flor típica está formada de: pétalos, sépalos, estambres y carpelos (Megías et al., 2018). En la taxonomía los caracteres florales son generalmente los más usados, estos incluyen la posición de la inflorescencia y el tipo, la posición del ovario, la simetría de la flor, la forma, el tamaño, número y la unión de las hojas en cada verticilo y demás caracteres como caracteres de pedicelos, brácteas y bractéolas.

#### 2.8.1.1. Tipos de flores

- a) **Según las partes que presenten.** – Se llama flor completa cuando posee un cáliz, corola, estambres y los carpelos. Si en algún caso no presenta uno de estos se llama flor incompleta. En caso de que no presente cáliz y corola, esta se llama flor desnuda (Jimenez, 2013).
- b) **Según la presencia de órganos sexuales.** - Se denomina flor hermafrodita cuando posee órganos femeninos (carpelos) y masculinos (estambres). Si la flor no tiene estambres se la denomina unisexual masculina y si la flor solo contiene carpelos esta se llama unisexual femenina. Las flores son estériles cuando estas carecen de carpelos y estambres. Algunas pueden tener flores femeninas y masculinas en la misma planta estas son monoicas, si las flores masculinas y femeninas aparecen en pies de las plantas se dice que estas son dioicas (Jimenez, 2013).
- c) **Según la forma de la corola.** - Cuando los pétalos de la corola se encuentran separados, la corola es llamada dialipétala, a su vez puede ser:

1. <b>Cruciforme:</b>	cuatro pétalos iguales dispuestos en forma de cruz
2. <b>Rosácea:</b>	cinco pétalos iguales bastante anchos
3. <b>Aclavelada:</b>	cinco o un múltiplo de cinco pétalos iguales y estrechos
4. <b>Amariposada:</b>	cinco pétalos desiguales, cuyo conjunto parece una mariposa

Fuente: González, (2009).

- d) **Según el número de carpelos, las flores pueden ser:**

1. <b>Unicarpelar:</b>	Un solo ovario
2. <b>Pluricarpelar:</b>	Varios carpelos que pueden estar unidos o separados

Fuente: González, (2009).

e) Según la forma de las inflorescencias:

<b>1. Racimo:</b>	Varias flores con pedúnculo se insertan a lo largo de un eje alargado
<b>2. Espiga:</b>	Varias flores sentadas se insertan a lo largo de un eje alargado
<b>3. Umbela:</b>	Varias flores con pedúnculo se insertan en el extremo de un eje central y alcanzan todas a la misma altura, a modo de sombrilla.
<b>4. Corimbo:</b>	Las flores con pedúnculo salen de distintos puntos de un eje central y alcanzan la misma altura todas.
<b>5. Capítulo:</b>	Varias flores sin pedúnculo nacen sobre un receptáculo ancho
<b>6. Amento:</b>	Espigas densas colgantes de flores unisexuales desnudas

Fuente: González, (2009).

### 2.8.2. El fruto

Se origina a partir de las flores, en sí en el ovario, este puede provenir de una o varias flores, para la germinación puede involucrarse o no con otros órganos de la planta. Está formado por una o varias semillas cubiertas por una envoltura a su alrededor conocida como pericarpio (Requema, 2013). La transformación del ovario de un fruto inicia luego de la llegada del polen hacia el estigma ocurriendo la polinización. El fruto no solo cumple con la función de proteger, sino que también ayuda en la dispersión de las semillas, activa o pasiva (Megías et al, 2018).

#### 2.8.2.1. Estructura

El fruto comprende de dos partes, el pericarpio y la semilla, habitualmente existen tres capas diferentes en el pericarpio, desde fuera hacia dentro: exocarpio, mesocarpio y endocarpio. El pericarpio cumple con la función de proteger a la semilla. Los frutos se clasifican de dos formas: simples y compuestos.

#### 2.8.2.2. Frutos simples

Estos frutos se originan a partir de un solo ovario y existen en gran porcentaje de plantas con flores (González, 2009). Los frutos simples se clasifican a su vez en: carnosos y secos.

- **Carnosos:** Bayas, Pepónide y Hesperidio, Pomos, Drupas.
- **Secos:** Son frutos que se deshidratan al madurar, quedando con un pericarpio duro y seco en algunas ocasiones. Estos frutos se dividen en dehiscentes e indehiscentes.
  - **Secos Dehiscentes.** Al madurar se abren con facilidad permitiendo la dispersión de las semillas.

- **Secos Indehiscentes.** Al madurar, no tienen un mecanismo para abrirse y dar paso a las semillas; por lo que sólo subsistirán si el pericarpio se descompone o se consume.

### 2.8.2.3. *Frutos compuestos*

Estos resultan de la formación de más de un ovario, perteneciente a la misma flor o a flores diferentes. Los frutos compuestos forman un conjunto de frutitos, procedentes de un ovario cada uno, formando una infrutescencia. Los frutos compuestos pueden ser de dos tipos:

- **Agregados.** Se forman cuando los ovarios resultan de una sola flor con diferentes pistilos entre estos tenemos: poliaquenio, polidrupa y cinorrodón.
- **Múltiples.** Se forman a partir de varios ovarios separados, pertenecientes a una flor, frutos compuestos. Para la formación de los frutos múltiples intervienen varias flores.

### 2.8.3. **La semilla**

Se encuentra ubicado en el órgano reproductor de las flores (ovario), a través de la fecundación y por medio de los granos de polen, se forma el rudimento seminal. En las angiospermas las células diferentes se unen a células diferentes; uno con la ovocélula y otro con los núcleos centrales (Megías, 2018). Esta constituye una estructura llena de alimento para el embrión, que protege y conserva. El óvulo fertilizado maduro, es el medio por el cual las especies de una planta pueden extenderse a diversos lugares. Las semillas tienen una variedad de formas esta diversidad está relacionada en gran parte con la dispersión. La semilla es la fase más apropiada para que se dé la dispersión debido a que no está enraizada, y pesa muy poco, siendo una parte independiente de la planta progenitora (Casasola, 1996).

La semilla puede distinguir diferentes partes (Álvarez, 2002):

- **Embrión:** Formado por un eje embrionario encontrándose en sus extremos una radícula y una plúmula, con uno o dos cotiledones. Este se da principalmente por la fusión de la ovocélula que se encuentra en el saco embrionario y un núcleo del grano de polen.
- **Endospermo secundario:** Se sitúa a un lado del embrión, formando el tejido nutritivo. En las angiospermas proviene de un núcleo generativo contenido por dos núcleos céntricos del saco embrionario constituyendo un tejido triploide.
- **Cubiertas protectoras:** Para el desarrollo de la cubierta protectora, la fecundación tiende a eliminar esta inhibición, los que se originan principalmente a partir de los tegumentos interno y externo del rudimento seminal, convirtiéndose posteriormente en la testa y el tegmen de la semilla.

#### **2.8.4. Almacenamiento de semilla**

El almacenamiento se refiere a la conservación de semillas viables, desde la recolección hasta la siembra, los principales tipos del almacenamiento son:

##### **2.8.4.1. Semillas recalcitrantes**

Son aquellas que se caracterizan por pasar por un periodo corto o ningún secado de maduración, son perceptivas a la deshidratación, ya sea durante su desarrollo o después de su desprendimiento (Megías, et al., 2018). Son sensibles a la deshidratación y tienen una ligera pérdida de viabilidad referente a la diseminación, provocando limitaciones en el almacenamiento de la semilla (Stanislav y Guido, 2007).

##### **2.8.4.2. Semillas ortodoxas**

Las semillas ortodoxas logran una tolerancia a la deshidratación durante su desarrollo pudiendo almacenarse durante el estado seco, bajo condiciones específicas y por períodos predecibles. La fase final de maduración está seguida por la deshidratación celular, la cual en un inicio tienen pérdida de agua en el suministro vascular desde la planta hacia la semilla (Stanislav y Guido, 2007).

##### **2.8.4.3. Almacenamiento de semillas de *Cinchona officinalis* L.,**

La humedad y la temperatura son factores fundamentales en los procesos de almacenamiento y manejo de semillas, ya que el contenido de humedad de la semilla determina la actividad fisiológica y bioquímica de la misma. Para el almacenamiento de semillas se debe realizar un control de calidad de las semillas, conociendo anteriormente su pureza, el peso, el contenido de humedad, la germinación y la viabilidad de la semilla (Eras, Minchala, Moreno, Yaguana, y Sinche, 2019). Las semillas de *C. officinalis* L., contienen alto contenido de humedad, razón por la cual sus semillas son recalcitrantes, lo que significa que estas semillas no pueden ser almacenadas por un largo periodo de tiempo, ya que perderían con mayor rapidez su vigor y la capacidad germinativa de la semilla (Eras et al., 2019; Chimbo y Chamba 2011). La germinación de semillas de *C. officinalis* L., disminuye considerablemente según el tiempo de almacenamiento, luego de ocho meses estas empiezan a perder significativamente viabilidad, razón por la cual se debe realizar la siembra de las semillas de inmediato (Moreno, 1996).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Región Sur del Ecuador, en la provincia de Loja, específicamente en los sitios: Selva Alegre del cantón Saraguro y Uritusinga correspondiente al cantón Catamayo (Figura 1). Sitios que fueron identificados con anterioridad dentro del proyecto macro: **“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.

La identificación de las características morfológicas de las muestras se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, en el cantón y provincia de Loja, parroquia San Sebastián, a 3 km del sur de la ciudad de Loja, vía a Malacatos.

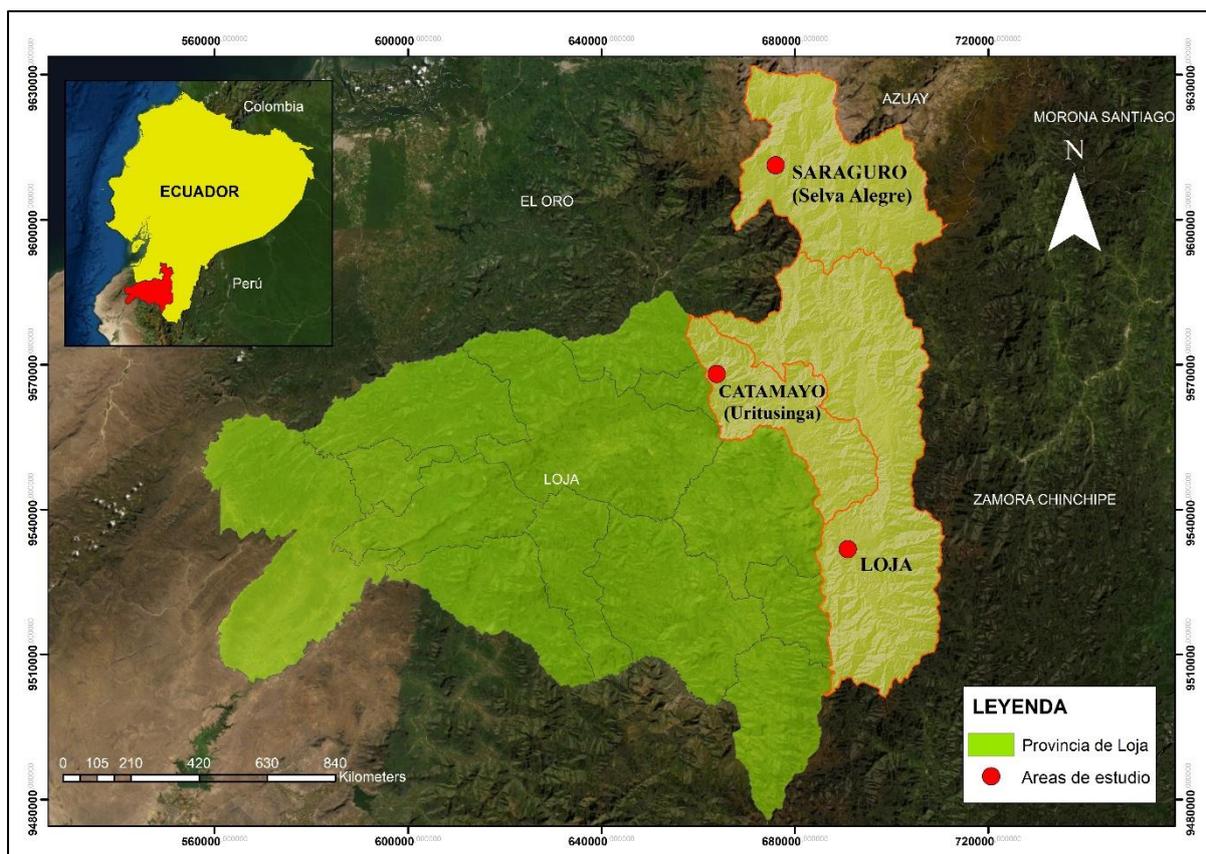


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio. Fuente: elaborado por la autora a partir de datos obtenidos del Instituto Geográfico Militar del Ecuador.

### 3.1.1. Reconocimiento e identificación del área de estudio

Se ejecutó el reconocimiento de los dos sitios seleccionados para el estudio (Selva Alegre y Uritusinga), mediante visitas de campo realizadas al lugar con la ayuda de un técnico del Proyecto de Investigación *Cinchona*, que se viene ejecutando en el laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Universidad Nacional de Loja.

El sitio de Selva Alegre, pertenece al cantón Saraguro, ubicado al noreste en la provincia de Loja. Limita, al norte con la provincia del Azuay, al sur con el cantón Loja, al este con la provincia de Zamora Chinchipe y al oeste con la provincia de el Oro (Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Selva Alegre, 2018). Selva Alegre posee un área de 2 294,69 m<sup>2</sup>, superficie que se encuentra ubicada en áreas escarpadas y tierras degradadas, que se dedican al pastoreo, la vegetación en este sitio es arbustiva y herbácea (Lima, 2016).

El sitio de Uritusinga, pertenece a la parroquia el Tambo del cantón Catamayo, es el segundo sitio donde se identificó y se colectó las muestras de los órganos vegetativos y reproductivos de *C. officinalis* L., posee un área de 16 590,78 m<sup>2</sup>, misma en la que se localizan plantaciones de pino (Lima, 2016). Limita al norte con la quebrada San Antonio, cerro Membrillo y loma agua dulce, al sur con el cerro Moraspata, y quebrada Potrerillos, al este con las comunidades, el corazón de Palma, la Argentina, las Achiras, la Florida, y al oeste con loma el Duco (Ordoñez y Lalama, 2006).

Geográficamente los sectores donde se realizó la colecta de las muestras se encuentran ubicados en las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas WGS84, UTM-Zona 17S

<b>Sector</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud (m s.n.m)</b>
<b>Selva Alegre</b>	9607758	681538	2 744
<b>Uritusinga</b>	9547370	692425	2 438

### 3.1.2. Selección y recolección de los órganos vegetativos y reproductivos

Para la selección de las muestras, se tomó en consideración el calendario fenológico de *C. officinalis* L., levantada en el proyecto “Estudio fenológico y análisis de las características del suelo donde se desarrolla *Cinchona Officinalis* L., en cuatro relictos boscosos de la provincia de Loja” de Padilla (2017). A partir de ello se realizaron tres salidas de campo guiadas por un

técnico del laboratorio de Micropropagación Vegetal de la UNL, durante los meses de junio a agosto del año 2020, y se identificaron los árboles recorriendo las áreas de estudio.

Para la colecta de las muestras se consideró que el árbol haya alcanzado la madures fisiológica, es decir que presente fructificación. A partir de ello se seleccionaron 10 individuos de cada relicto boscoso, y se procedió hacer la colecta de 5 hojas, 5 flores, y 5 frutos por cada individuo, las muestras fueron tomadas de diferentes partes del árbol, para poder realizar la recolección se usó una podadora aérea y una podadora de mano. Las muestras de las hojas fueron prensadas en campo, colocándolas en papel periódico y separadas por cartones corrugados, luego se sujetó por ambos lados con un cordel, asegurando que se mantengan en orden, para poder ser transportadas al laboratorio. Para las muestras de flores y frutos, estos fueron colocados en fundas plásticas, debidamente etiquetadas con su respectivo código para realizar la caracterización (Figura 2).



Figura 2. a) Recolección del material vegetal y reproductivo de *Cinchona officinalis* L; b) Prensado de hojas; c) Colocación de muestras de flores y frutos en fundas ziploc.

### 3.1.3. Enfoque y diseño de investigación

La presente investigación es de nivel descriptiva, mediante el reconocimiento de características botánicas, por medio de observación y medición directa, la misma que tuvo un enfoque cuantitativo, direccionada al logro de los objetivos (Martínez y Ávila, 2009). Este tipo de estudio es básico, debido a que no se pretende tener una aplicación inmediata, sino fortalecer las bases teóricas para posteriores descripciones que prioricen el manejo, la identificación taxonómica y el mejoramiento genético de la especie (Ortiz y García, 2006). Los diferentes rasgos morfológicos, se basaron en la nomenclatura usada de caracteres cuali-cuantitativos de Vozzo (2005) y a partir de las descripciones de Andersson (1995, 1998).

### 3.2. Metodología para realizar la caracterización morfológica de los órganos vegetativos de *Cinchona officinalis* L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja.

#### 3.2.1. Características de los árboles de *Cinchona officinalis* L.,

Se llevó un registro en campo de los árboles seleccionados de *C. officinalis* L., para ello se determinaron características cuali-cuantitativas como: (número de árbol, estado fitosanitario, forma de fuste, filotaxia, topótesis, DAP, y altura total), esta información ayudó a tener una mayor organización de los datos y a la identificación de las muestras botánicas colectadas.

Para la toma de datos del DAP de los árboles, se utilizó una cinta diamétrica, medidos a una altura del pecho (1,30 m) desde el nivel del suelo. La altura total, se determinó mediante el uso del hipsómetro Sunnto.

#### 3.2.2. Caracterización morfológica vegetativa

La caracterización de los órganos vegetativos de *Cinchona officinalis* L., se realizó a 10 individuos seleccionados en los relictos boscosos de Selva Alegre y Uritusinga, para ello se procedió analizar cinco hojas de cada árbol y se utilizaron cuatro descriptores cualitativos y cuatro descriptores cuantitativos.

##### 3.2.2.1. Variables cualitativas de la hoja

1) **Forma de la hoja (FH):** Se realizó la caracterización de la forma de la hoja mediante observación directa y comparación con la Figura 3.

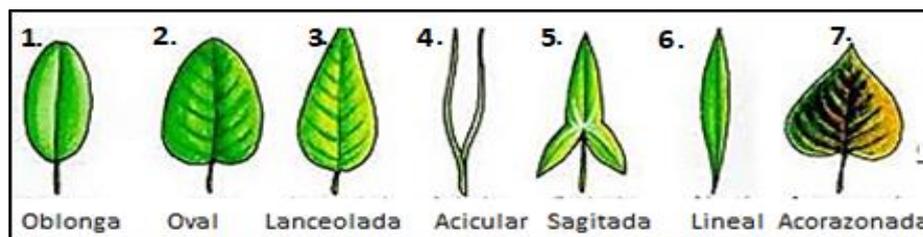


Figura 3. Forma de las hojas. Fuente: Lorenzo, (2010).

2) **Tipo de borde (TB):** Se determinó el tipo de borde por el margen de la hoja mediante observación directa y comparación con la Figura 4.



Figura 4. Tipos de borde. Fuente: Sarzosa, (2017).

3) **Tipo de nervadura (TN):** Se identifico el tipo de nervadura mediante observación directa y comparación con la Figura 5.

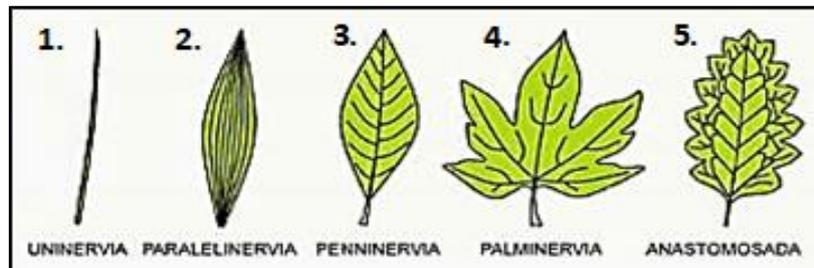


Figura 5. Tipos de nervadura

4) **Color de la hoja (CH):** Se determinó el color de la hoja de forma visual mediante observación directa, para ello se tomó en cuenta la tabla de colores de Munsell.

### 3.2.2.2. Variables cuantitativas de la hoja

- 1) **Longitud de la hoja desde la base hasta el ápice (LH):** Se utilizó el calibrador digital, y se midió desde la base hasta el ápice terminal de cada hoja.
- 2) **Ancho de la base de la hoja (ABH):** Se realizó la medición directa con un calibrador digital, desde la parte ancha de la base de la hoja.
- 3) **Área foliar de la hoja (AF):** Para determinar el área foliar se tomó varias fotografías de las muestras de hojas y se hizo uso del software de dominio público ImageJ-64 bits.
- 4) **Longitud del pedúnculo (LP):** Se realizó la medición con el calibrador digital, desde la unión del tallo hasta la rama.

### 3.3. Metodología para determinar la caracterización morfológica de los órganos reproductivos de *Cinchona officinalis* L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja.

#### 3.3.1. Caracterización morfológica de los órganos reproductivos

Para la determinación de esta característica se contó con el material reproductivo, el cual fue evaluado en el laboratorio, para ello se utilizó 5 flores y 5 frutos de 10 árboles, previamente seleccionados en cada relicto boscosos.

##### 3.3.1.1. Características morfológicas de la flor

###### 3.3.1.1.1. Variables cualitativas de la flor

- 1) **Forma de la flor (FF):** Se realizó la caracterización de la forma de la flor mediante observación directa.
- 2) **Color de los pétalos (CP):** Se hizo un análisis visual para determinar el color de los pétalos, y se realizó una comparación con la escala de colores de la tabla Munsell.
- 3) **Tipo de flor por pétalos (PFP):** Se determinó mediante análisis visual y se hizo comparación con la Figura 6.

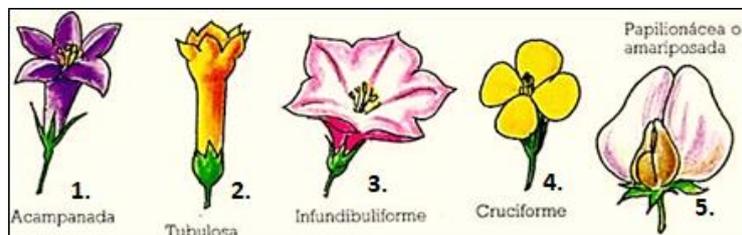


Figura 6. Tipos de flor por pétalos

- 4) **Tipo de flor por la unión de los sépalos (TFS):** Se determinó mediante observación directa.
- 5) **Tipo de flor por la unión de los estambres (TFE):** Se lo realizó mediante análisis visual y comparación con la Figura 7.

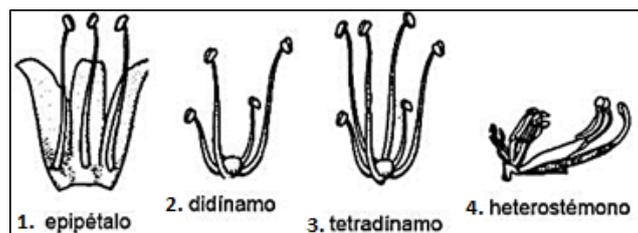


Figura 7. Tipo de flor por unión de los estambres

6) **Forma del pistilo (FP):** Se determinó por medio de observación directa y comparación con la Figura 8.

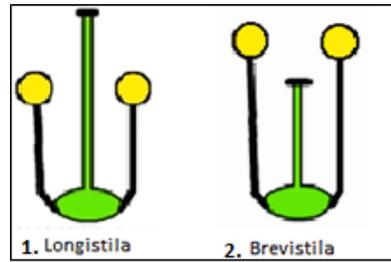


Figura 8. Forma del pistilo. Fuente: González, (2013).

7) **Color de los sépalos (CS):** Se determinó las pigmentaciones del cáliz frente a las áreas verdes de los sépalos de la flor, y se realizó una comparación con la escala de colores de la tabla Munsell.

8) **Presencia de calicillo (PC):** Se realizó observación directa para analizar la presencia de calicillo.

9) **Forma del ovario (FO):** Se determinó mediante observación directa y comparación con la Figura 9.

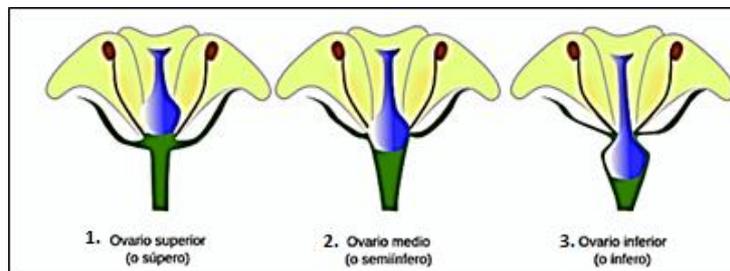


Figura 9. Forma del ovario. Fuente: Megías et al., (2018).

10) **Clasificación del ovario por la unión de los estambres (OUE):** Se determinó mediante análisis y comparación con la Figura 11.

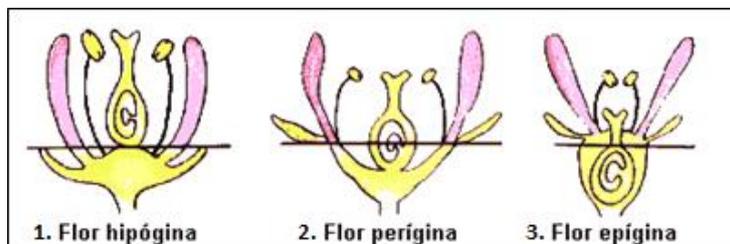


Figura 10. Unión de los estambres al ovario

11) **Clasificación del ovario por la unión de pistilo (OUP):** Se realizó mediante observación directa y comparación con la Figura 11.

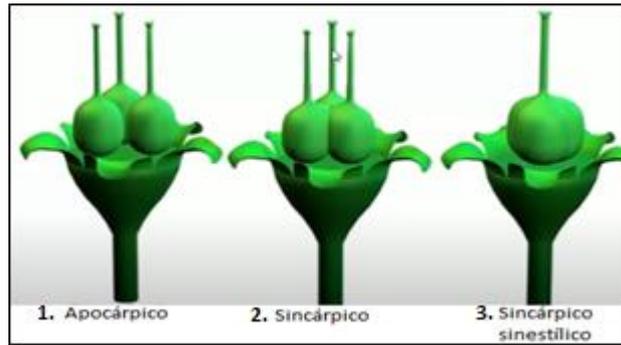


Figura 11. Unión del pistilo al ovario

### 3.3.1.1.2. Variables cuantitativas de la flor

- 1) **Longitud de la flor desde la base hasta el ápice (LF):** Se utilizó un calibrador digital, y se midió desde la base de la flor hasta el ápice terminal.
- 2) **Ancho de la base de la corola (ABC):** Se realizó la medición con un calibrador digital, en el ancho de la base de corola.
- 3) **Ancho de la parte superior de la corola (APSC):** Se realizó la medición con el calibrador digital Stainless Steel Vernier, desde la parte superior de la corola.
- 4) **Área de la corola de flor (ACF):** Se obtuvo el área a partir del “software “de dominio público ImageJ-64 bits.
- 5) **Número de estambres (NE):** Para ello se realizó un conteo de la presencia de estambres que contenía cada flor.
- 6) **Longitud promedio de los estambres (LPE):** Se midió la longitud de cada estambre que contenían una flor, se sumó todas las longitudes y se sacó el promedio de longitudes tomadas.
- 7) **Longitud del estilo (LE):** Se utilizó un calibrador digital, y se midió desde la base del estilo hasta el terminal.
- 8) **Longitud promedio de los sépalos (LPS):** Se midió la longitud de cada sépalo que contenían una flor, se sumó todas las longitudes y se dividió por el número de sépalos.
- 9) **Número de sépalos (NS):** Se procedió a contar los sépalos que contenía cada flor.
- 10) **Número de pétalos (NP):** Se procedió a contar los pétalos que contenía cada flor.

### 1.3.1.2. Características morfológicas de frutos y semillas

#### 1.3.1.2.1. Variables cualitativas del fruto y semilla

- 1) **Forma del fruto (FF):** De todos los frutos evaluados se tomó los datos de la forma de fruto de forma visual de acuerdo a los descriptores utilizados en la Figura 12.



Figura 12. Formas del fruto. Fuente: Restrepo y Urrego, (2018).

- 2) **Color del fruto (CF):** Se determinó el color mediante visualización y se realizó una comparación con la escala de colores de la tabla Munsell.
- 3) **Tipo de fruto (PF):** Se estableció el tipo de fruto mediante observación directa.
- 4) **Presencia de calicillo en la base del fruto (PCF):** Se comprobó si los frutos aún contenían su calicillo en la base del fruto.
- 5) **Color de la semilla (CS):** Se evidenció el color mediante análisis visual y comparación con la escala de colores de la tabla Munsell.
- 6) **Forma de la semilla (FS):** Se determinó la forma de la semilla a través de observación directa.

#### 1.3.1.2.2. Variables cuantitativas del fruto y semilla

- 1) **Longitud del fruto desde la base hasta el ápice (LF):** Con ayuda del calibrador digital se midió la distancia lineal entre los extremos del fruto.
- 2) **Ancho de la base del fruto (ABF):** Se realizó la medición con un calibrador digital, en la base de fruto.
- 3) **Ancho de la parte superior del fruto (APSF):** Se realizó la medición con un calibrador digital de la parte superior del fruto.
- 4) **Área total del fruto (ATF):** Se determinó el área total del fruto mediante uso del software de acceso libre ImageJ-64 bits.
- 5) **Número de valvas del fruto (NVF):** Se realizó conteo de la cantidad de valvas por fruto, una vez que el fruto fue secado a temperatura ambiente.
- 6) **Peso promedio del fruto (PPF):** Se procedió a pesar los frutos que contenía por fruto en la balanza digital. Este dato se registró en gramos.
- 7) **Longitud del pedúnculo del fruto (LPF):** Se realizó la medición con el escalímetro digital Stainless Steel Vernier.
- 8) **Número de sépalos del calicillo (NSC):** Se contó el número de sépalos que contenía el calicillo.

**9. Número promedio de semillas por fruto (NPSF):** Las semillas fueron separadas y enumeradas de forma individual.

**10. Longitud promedio de la semilla (LPS):** Para determinar el tamaño promedio de las semillas, estas fueron medidas con una hoja de papel milimetrado.

#### **1.4. Análisis estadístico**

Para el presente estudio se realizó un análisis de las características de *Cinchona officinalis* L., para observar la similitud y variabilidad entre los individuos seleccionados de los dos sitios, por lo cual se realizó el procesamiento de datos en hojas de Excel y se ordenó la información obtenida de cada descriptor identificado. Para el análisis de las características cuantitativas se utilizó la estadística descriptiva con los siguientes valores: media, error típico, mediana, mínimo, y máximo.

Para el estudio de las variables cualitativas se realizó un análisis de los componentes principales con tabulación simple y agrupamiento de similitudes. Los resultados obtenidos se presentaron mediante medidas de resumen y gráficos.

#### **1.5. Metodología para difundir los resultados de la investigación**

Para dar a conocer los resultados de la presente investigación se realizaron diferentes actividades:

- Socialización del proyecto de tesis a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal y al Equipo Técnico del Proyecto de Investigación Cinchona y del Laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Facultad Agropecuaria de los Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.
- Elaboración de un folleto técnico y tríptico divulgativo, con el propósito de dar a conocer los resultados de la investigación.
- Elaboración de un artículo científico.

## 4. RESULTADOS

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

Nombre científico: *Cinchona officinalis* L.

Nombre común: quina gris, cascarilla, árbol de las calenturas, quinquina.

Palabra equivalente en los registros botánicos: *C. Cinchona conduminea* Humb. & Bonpl., *C. legitima* Ruiz ex Laubert., *C. academica* Guibourt., *C. macrocalyx* [var.] *obiusifolia* Pav. ex DC., *C. macrocalyx* [var.] *uritusinga* Pav, ex DC. *C. condaminea* [var.] *chahuraguera* Pav. ex DC., *C. chahuraguera* Pav., *C. crispa* Tafalla ex Howard., *C. uritusinga* Pav., *C. palton* Pav., *C. subewsa* Pav., *C. subcordata* Pav., *C. officinalis* [var.] *honplandianacolorata* Howard., *C. officinalis* [van] *honplandianalutea* Howard (Andersson, 1998).



En las áreas de estudio los árboles de *Cinchona officinalis* L., presentaron características de altura total que alcanzaban entre los 3 a 9 m, con un diámetro de 4,8 a 30,4 cm de DAP, filotaxia opuesta y decusada, de fuste cilíndrico, con corteza color marrón oscuro, ligeramente fisurada.

**4.1.1. Morfología de la hoja:** Hojas simples, de forma oval, alcanza una longitud de 7,3 a 16,9 cm y 1,1 a 6,7 cm de ancho, de color verde, borde entero, nervadura penninervia, con peciolo de 1,2 a 3,7 cm de longitud.

**4.1.2. Morfología de las flores:** Flor completa pequeña, hermafrodita, actinomorfas, de color rojo débil y rosado, con pequeñas cerdas blancas en los extremos de sus pétalos. Flores pueden llegar a tener un largo de 1,08 a 1,37 cm, su corola es gamopétala, pentámera, tubular, cáliz gamosépalo pentámero, turbinado, solado al ovario, epigina, sincárpico, epipétalo unido a la corola, de 5 a 6 estambres, con una longitud de 0,6 a 1,5 cm; estilo unicarpelar brevistila y alargado unicarpelar longistila (Figura 20), con una longitud promedio de 0,2 a 1,6 cm; los sépalos presentan una longitud promedio de 0,1 a 0,8 cm, de color verde claro a verde amarillento, gineceo con ovario ínfero.

**4.1.3. Morfología del fruto y semilla:** El fruto es una capsula seca dehiscente, de forma oblonga u elíptica, de color marrón o rojo oscuro, consta de dos valvas por fruto con un

calicillo corto de 5 sépalos, la longitud de los frutos es de 1,5 a 4,1 cm de largo y de 0,5 a 1,1 cm de ancho. El peso promedio de los frutos puede variar entre 0,3 a 1,9 gr, con una longitud del pedúnculo del fruto de 0,3 y 2,2 cm. Las semillas presentan forma fusiforme con presencias de alas muy finas y frágiles, el número de semillas varía de 13 a 64 semillas por fruto, con una longitud promedio de 5,73 mm de largo, sus semillas presentan un color amarillo a amarillo rojizo.

#### 4.2. Características morfológicas de los órganos vegetativos de *Cinchona officinalis* L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja.

##### 4.2.1. Características de los árboles de *Cinchona officinalis* L.,

En el sitio Selva Alegre, la especie en estudio se encontró a una altitud de 2 744 m s.n.m, con una temperatura promedio de 20,8 °C y una humedad relativa de 53,6 %. Los árboles de este sitio presentaron un estado sanitario de bueno a regular, con filotaxia opuesta y decusada, su DAP fue de 6,3 a 16,5 cm; con una altura total de 4,8 a 7,8 m (Tabla 2).

Tabla 2. Variables dasométricas de los árboles seleccionados en Selva Alegre

Sitio Selva Alegre								
No.	Código	Estado sanitario	Forma del fuste	Filotaxia	Topófisis	DAP (cm)	HT (m)	Observaciones
1	Ar03_SAP1	Regular	Normal	Opuestas	Decusadas	23.7	7,8	Fructificación
2	Ar06_SAP1	Regular	Normal	Opuestas	Decusadas	16.5	6,9	Fructificación
3	Ar12_SAP1	Bueno	Normal	Opuestas	Decusadas	13.1	7,7	-
4	Ar13_SAP1	Bueno	Poco torcido	Opuestas	Decusadas	6.3	5,9	Fructificación
5	Ar01_SAP1	Regular	Normal	Opuestas	Decusadas	23.4	7,3	Fructificación
6	Ar10_SAP1	Bueno	Poco torcido	Opuestas	Decusadas	7.8	5,8	Fructificación
7	Ar02_SAP1	Bueno	Normal	Opuestas	Decusadas	21.9	7,4	-
8	Ar18_SAP1	Bueno	Normal	Opuestas	Decusadas	6.5	5,7	Fructificación
9	Ar03_SAP2	Bueno	Normal	Opuestas	Decusadas	13.9	6,7	Fructificación
10	Ar06_SAP2	Regular	Poco torcido	Opuestas	Decusadas	8.3	4,8	Fructificación
PROMEDIO						<b>14,14</b>	<b>8,2</b>	

En el sector Uritusinga la especie de *C. officinalis* L., se encontró a una altitud de 2 438 m s.n.m, con una temperatura promedio de 17,5 °C y una humedad relativa de 56 %. Los árboles mostraron un estado sanitario de bueno a regular, con filotaxia opuesta y decusada, alcanzando un DAP de 12,4 a 30,4 cm y una altura total de 3,7 a 8,6 m (Tabla 3).

Tabla 3. Variables dasométricas de los árboles seleccionados en Uritusinga

Sitio Uritusinga								
No.	Código	Estado sanitario	Forma del fuste	Filotaxia	Topófitis	DAP (cm)	HT (m)	Observaciones
1	Ar02_UrP1	Bueno	Torcido	Opuestas	Decusadas	19,2	4,2	Fructificación
2	Ar05_UrP1	Bueno	Poco torcido	Opuestas	Decusadas	30,4	8,65	Fructificación
3	Ar06_UrP1	Regular	Torcido	Opuestas	Decusadas	28,6	5,76	Fructificación
4	Ar03_UrP1	Bueno	Poco torcido	Opuestas	Decusadas	16,5	5,9	Fructificación
5	Ar07_UrP3	Bueno	Poco torcido	Opuestas	Decusadas	15,72	4,78	Fructificación
6	Ar01_UrP2	Regular	Torcido	Opuestas	Decusadas	16,6	3,78	Fructificación
7	Ar02_UrP2	Bueno	Normal	Opuestas	Decusadas	15,5	5,86	Fructificación
8	Ar08_UrP2	Regular	Poco torcido	Opuestas	Decusadas	20,3	6,8	Fructificación
9	Ar05_UrP3	Bueno	Normal	Opuestas	Decusadas	15,5	4,72	Fructificación
10	Ar08_UrP3	Bueno	Normal	Opuestas	Decusadas	12,4	5,2	Fructificación
PROMEDIO						<b>19,07</b>	<b>5,57</b>	

#### 4.2.2. Evaluación de las variables cualitativas de la hoja de *Cinchona officinalis* L.,

Para realizar la caracterización morfológica de los órganos vegetativos se analizó el material vegetal (hojas) de Selva Alegre y Uritusinga, considerando cada uno de los individuos (Anexo 8 y 9). En la Tabla 4, se indica los resultados obtenidos de las características cualitativas de la hoja de *Cinchona officinalis* L.,

##### 4.2.2.1. Forma de la hoja

Se determinó que la hoja de *Cinchona officinalis* L., presentó una forma oval en un 100 % en los dos sitios de estudio, mostrando que no presenta diferencia en esta característica.

##### 4.2.2.2. Tipo de borde

En la variable analizada tipo de borde, se determinó que la hoja de *C. officinalis* L., presentó una similitud entre los dos sitios, mostrando un tipo de borde entero en 100 %, comprobando que existe homogeneidad en esta característica.

#### 4.2.2.3. Tipo de nervadura

Mediante el análisis de las muestras recolectadas y observadas de Selva Alegre y Uritusinga, se identificó que el tipo de nervadura que presentaban las hojas era penninervia en un 100 %, lo que indicó que no existe variabilidad entre las muestras analizadas de los dos sitios.

#### 4.2.2.4. Color de la hoja

Mediante observación directa y comparación con la tabla de colores de Munsell, se comprobó que las hojas de *C. officinalis* L., tanto de Selva Alegre como Uritusinga, presentaron un porcentaje similar en la coloración de la hoja, mostrando colores como verde amarillento 10GY 4/14 en un 94 % y rojo 10R 4/8 en 6 %.

Esto demuestra que las características cualitativas en los dos sitios de estudio fueron homogéneas en todas las muestras evaluadas de *C. officinalis* L., evidenciando que no existe variabilidad en las muestras analizadas de la hoja, tal como lo muestra la Tabla 4.

Tabla 4. Evaluación de las variables cualitativas de la hoja de *C. officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
Forma de la hoja	Oval	100	100
Tipo de borde	Entera	100	100
Tipo de nervadura	Penninervia	100	100
Color de la hoja	Rojo (10R 4/8)	6	6
	Verde amarillento (10GY 4/14)	94	94

#### 4.2.3. Evaluación de variables cuantitativas de la hoja de *Cinchona officinalis* L.,

##### 4.2.3.1. Longitud de la hoja desde la base hasta el ápice

Mediante el análisis estadístico descriptivo se comprobó que la hoja de *C. officinalis* L., en Selva Alegre alcanzó una longitud de 7,3 a 15,1 cm; En el caso del sitio Uritusinga este obtuvo una longitud semejante de 7,8 a 16,9 cm. Obteniendo un promedio aproximado en la longitud de la hoja de 11,02 cm en Selva Alegre y 11,8 cm en Uritusinga.

#### 4.2.3.2. Ancho de la base de la hoja

De acuerdo al análisis realizado en la característica ancho de la base de la hoja, se determinó que el sitio Selva Alegre obtuvo el mayor valor en esta variable con 1,4 a 6,71 cm; por el contrario, Uritusinga, alcanzó un valor inferior de 1,3 a 4,1 cm.

#### 4.2.3.3. Área foliar de la hoja

En cuanto al área foliar de la hoja, se muestra que los dos sitios presentaron una variación en los valores de esta característica, siendo el sitio Selva Alegre el que representó la mayor área foliar de la hoja con 22,7 a 130,8 cm y Uritusinga mostró un área foliar menor de 17,3 a 104,6 cm.

#### 4.2.3.4. Longitud del pedúnculo de la hoja

Referente a la variable longitud del pedúnculo de la hoja se observó que los dos sitios alcanzaron una longitud semejante en esta característica, donde el sitio Selva Alegre mostró una longitud de 1,2 a 3,6 cm y Uritusinga alcanzó una longitud de 1,4 a 3,7 cm.

En la Tabla 5 y Tabla 6, se presenta la evaluación de las características cuantitativas de la hoja de *Cinchona officinalis* L.; los resultados completos de las variables cuantitativas de cada individuo se muestran en el Anexo 8 y 9.

Tabla 5. Evaluación de las variables cuantitativas de la hoja de *Cinchona officinalis* L., del sitio Selva Alegre

	Sitio Selva Alegre			
	LH (cm)	ABH (cm)	AF (cm)	LP (cm)
Media	11,02	4,33	58,60	2,12
Error típico	0,223	0,140	2,796	0,072
Mediana	11,22	4,31	60,3	2,145
Desviación estándar	1,5788	0,994	19,770	0,5102
Mínimo	7,35	1,48	22,79	1,20
Máximo	15,12	6,71	130,8	3,68
Suma	551,261	216,763	2930,45	106,284
Cuenta	50	50	50	50

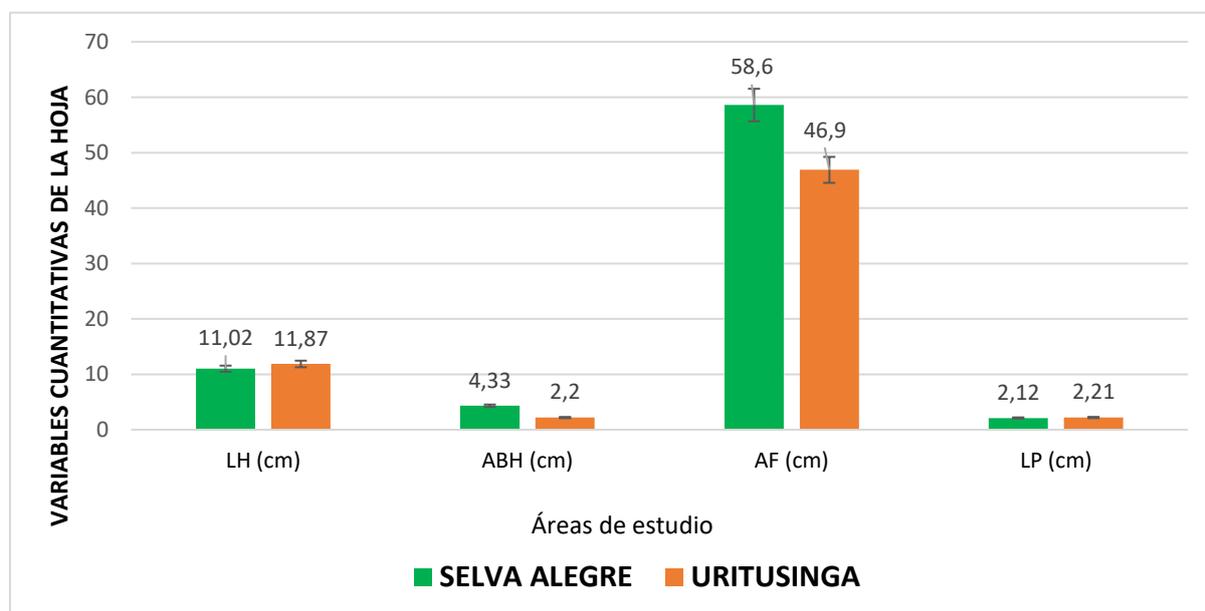
(LH)=longitud de la hoja desde la base hasta el ápice; (ABH)= ancho de la base de la hoja; (AF)= área foliar de la hoja; (LP)=longitud del pedúnculo.

Tabla 6. Evaluación de las variables cuantitativas de la hoja de *Cinchona officinalis* L., del sitio Uritusinga.

Sitio Uritusinga				
	LH (cm)	ABH (cm)	AF (cm)	LP (cm)
Media	11,87	2,20	46,90	2,21
Error típico	0,28	0,08	2,86	0,06
Mediana	11,76	2,19	43,85	2,05
Desviación estándar	2,0218	0,6237	20,270	0,486
Mínimo	7,82	1,13	17,31	1,4
Máximo	16,9	4,1	104,6	3,7
Suma	593,78	110,35	2345,03	110,64
Cuenta	50	50	50	50
Suma	551,261	216,763	2930,45	106,284
Cuenta	50	50	50	50

(LH)=longitud de la hoja desde la base hasta el ápice; (ABH)= ancho de la base de la hoja; (AF)= área foliar de la hoja; (LP)=longitud del pedúnculo

En la Figura 13, se indica los valores promedios de las variables cuantitativas analizadas, comprobándose que los dos sitios obtuvieron valores semejantes en relación a la longitud de la hoja y longitud de pedúnculo, a diferencia del ancho de la base de la hoja y el área foliar de la hoja, donde se evidenció que Selva Alegre presentó valores más altos en estas características.



(LH)=longitud de la hoja desde la base hasta el ápice; (ABH)= ancho de la base de la hoja; (AF)= área foliar de la hoja; (LP)=longitud del pedúnculo.

Figura 13. Valores promedios de las variables cuantitativas de la hoja de *C. officinalis* L., en las dos áreas de estudio.

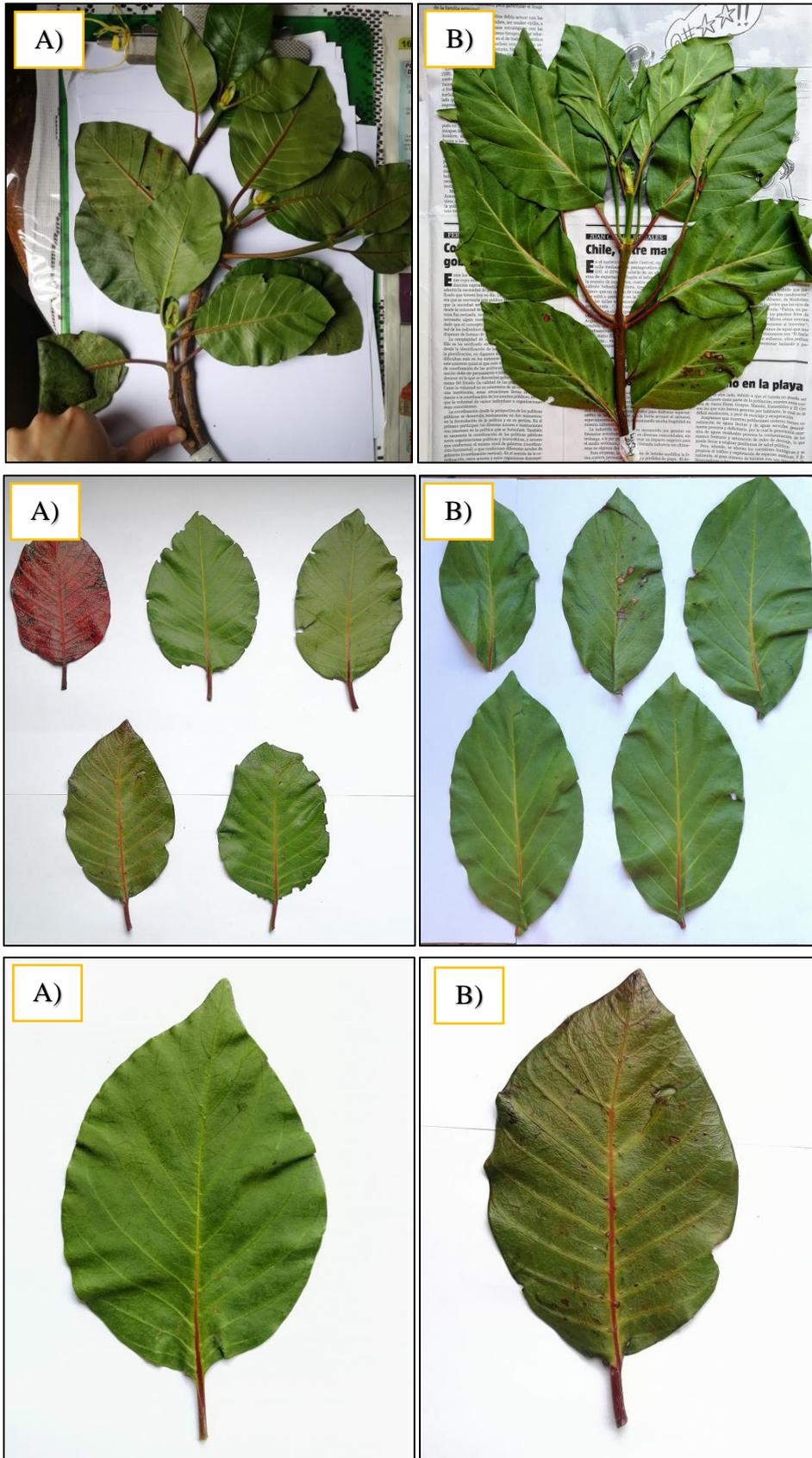


Figura 14. Muestras de la hoja *Cinchona officinalis* L.; A) Selva Alegre; B) Uritusinga.

### **4.3. Características morfológicas de los órganos reproductivos de *Cinchona officinalis* L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja.**

#### **4.3.1. Evaluación de las variables cualitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L.,**

Para la caracterización morfológica de las flores se utilizaron 5 muestras de flores de *C. officinalis* L., de 10 árboles seleccionados previamente en los sitios de Selva Alegre y Uritusinga. En la Tabla 7, se presenta la evaluación de las variables cualitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L., Los resultados completos de las variables cualitativas de cada individuo se muestran en el Anexo 10.

##### **4.3.1.1. Forma de la flor**

De acuerdo a la clasificación de la forma de la flor, se identificó que la especie de *C. officinalis* L., de Selva Alegre y Uritusinga, mostraron similitud en esta característica, presentando una flor competa, pequeña, actinomorfa, con cerdas blancas en un 100 %.

##### **4.3.1.2. Color de los pétalos**

A través de la apreciación del color de los pétalos, se evidenció que en Selva Alegre los pétalos de *C. officinalis* L., presentaron un color rojo débil (10R 4/4) en un 100 %; a diferencia del sitio Uritusinga, el cual mostró en sus pétalos una coloración rosada (10R 8/4).

##### **4.3.1.3. Tipo de flor por pétalos**

En base a la clasificación del tipo de flor por pétalos, se observó y determinó que los dos sitios presentaron un tipo de flor tubular en 100 %, exponiendo que existe similitud entre los sitios de Selva Alegre y Uritusinga en cuanto a esta característica.

##### **4.3.1.4. Tipo de flor por la unión de los estambres**

Referente a la variable tipo de flor por la unión de los estambres, se identificó que Selva Alegre y Uritusinga compartían similitud en este carácter, demostrando una unión de los estambres epipétala, de modo que los estambres se encontraron dispuestos sobre los pétalos o surgiendo de la corola.

##### **4.3.1.5. Forma del pistilo**

En los resultados referentes a la forma del pistilo, Selva Alegre presentó dos morfos en la población; un morfo unicarpelar brevistila (50 %) y alargado unicarpelar longistila (50 %),

mientras que Uritusinga mostró una forma longistila en un 100 % del total las muestras analizadas.

#### **4.3.1.6. Color de los sépalos**

Mediante observación directa y comparación con la tabla de colores de Munsell, se determinó que los sépalos de las muestras colectadas en el sitio Selva Alegre mostraron un color rojo (10R 4/8) en un 36 % y amarillo (5Y 8/8) en un 64 %; Asimismo el sitio de Uritusinga presentó una coloración similar, exhibiendo el color amarillo (5Y 8/8) en 60 % y rojo (10R 4/8) en 40 %.

#### **4.3.1.7. Presencia del calicillo**

Otra característica que se identificó visualmente fue la presencia del calicillo, en el cual se pudo observar que Selva Alegre y Uritusinga mostraron un cáliz turbinado solado al ovario, verificando que existe similitud entre los dos sitios en cuanto a esta característica.

#### **4.3.1.8. Forma del ovario**

Se comprobó que los sitios de Selva Alegre y Uritusinga mostraron semejanza en la característica forma del ovario, presentando un ovario ínfero en un 100 %, ubicándose el ovario por debajo del verticilo, sobre un receptáculo cóncavo.

#### **4.3.1.9. Clasificación del ovario por la unión de los estambres**

Por otro lado, se determinó que el ovario por la unión de los estambres en los sitios Selva Alegre y Uritusinga era epigina en un 100 %, observándose que los estambres se encontraban insertos en el receptáculo, por encima del ovario.

#### **4.3.1.10. Clasificación del ovario por la unión del pistilo**

Mediante el estudio de las muestras observadas y en base a la clasificación del ovario por la unión del pistilo, se determinó que en los sitios de Selva Alegre y Uritusinga, las flores presentaron un gineceo sincárpico en un 100 %, determinándose que esta característica es homogénea en todas las muestras evaluadas.

A continuación, en la Tabla 7 se presenta los resultados obtenidos de la evaluación de las características cualitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L.,

Tabla 7. Evaluación de variables cualitativas de flor de *Cinchona officinalis* L., de los dos sitios de estudio.

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
FF	Pequeña, actinomorfas, con cerdas blancas	100	100
CP	Rojo débil (10R 4/4)	100	0
	Rosado (10R 8/4)	0	100
PFP	Tubular	100	100
TSF	Gamosépalo	100	100
TFE	Epipétalo	100	100
FP	Unicarpelar (Brevistila)	50	0
	Alargado unicarpelar (Longistila)	50	100
CS	Rojo (10R 4/8)	36	40
	Amarillo (5Y 8/8)	64	60
PC	Cáliz soldado al ovario	100	100
FO	Ovario ínfero	100	100
QUE	Epigina	100	100
OUP	Sincárpico	100	100

(**FF**)=Forma de la flor; (**CP**)=color de los pétalos; (**PFP**)=tipo de flor por pétalos; (**TFS**)=tipo de flor por la unión de los sépalos; (**TFE**)=tipo de flor por la unión de los estambres; (**FP**)=forma del pistilo; (**CS**)=color de los sépalos; (**PC**)=presencia de calicillo; (**FO**)=forma del ovario; (**OUE**)=clasificación del ovario por la unión de los estambres; (**OUP**)=clasificación del ovario por la unión del pistilo.

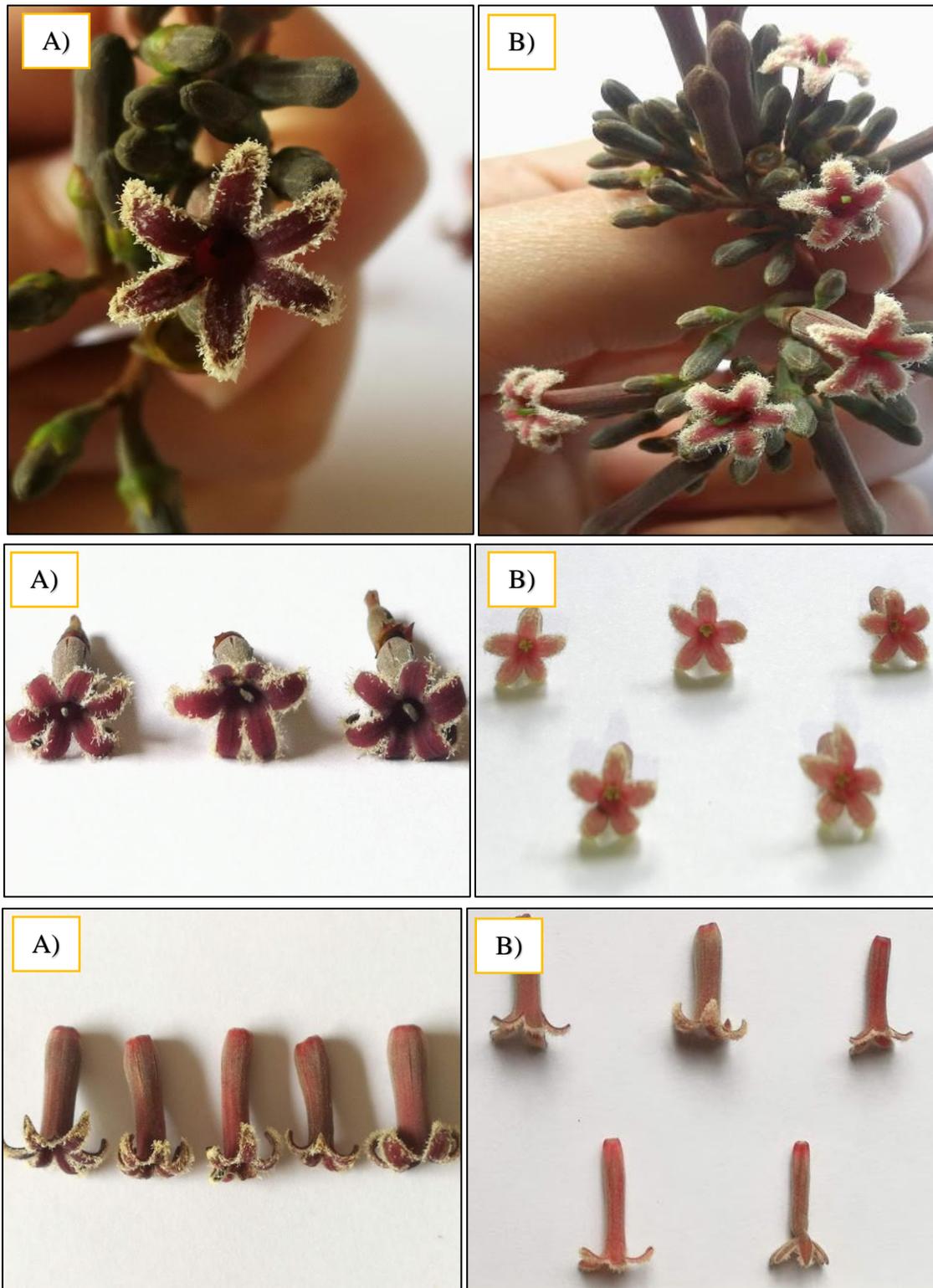


Figura 15. Flor de *Cinchona officinalis* L., A) Flor color rojo débil perteneciente al sitio Selva Alegre, B) Flor color rosado perteneciente al sitio Uritusinga.

#### **4.3.2. Evaluación de las variables cuantitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L.,**

La evaluación de las variables cuantitativas se realizó de forma particular para cada uno de los individuos de la especie y por sitio (Ver Anexo 11). En la Tabla 8 y 9, se presenta el cuadro resumen de la evaluación de las variables cuantitativas de la flor de *C. officinalis* L.,

##### **4.3.2.1. Longitud de la flor desde la base hasta el ápice**

En los resultados obtenidos se aprecia que la flor de Selva Alegre alcanzó una longitud de 1,3 - 1,5 cm. Con respecto a el sitio de Uritusinga se muestra que la especie en estudio obtuvo una longitud promedio de 1,36 a 1,69 cm.

##### **4.3.2.2. Ancho de la base y de la parte superior de la corola**

En esta variable la especie de *C. officinalis* L., presentó una limitada diferencia entre los dos sitios, determinando que Selva Alegre obtuvo un ancho de la base de la corola de 0,17 – 0,47 cm y un ancho en la parte superior la corola de 0,46 -1,11 cm. Valores aproximados a los obtenidos del sitio Uritusinga, en el que la corola presentó un ancho de la base de 0,18 – 0,35 cm y un ancho en la parte superior de la corola de 0,69 – 1,19 cm.

##### **4.3.2.3. Área de la corola de la flor**

En la variable área de la corola de la flor se pudo evidenciar que Selva Alegre presentó un área inferior en la corola de la flor de 0,5 – 0,84 cm, a diferencia del sitio de Uritusinga el cual expuso un valor superior de 0,3 – 0,99 cm.

##### **4.3.2.4. Longitud promedio de los estambres**

En el caso de la característica longitud promedio de los estambres se reveló una diferencia en valores obtenidos, mostrando que Selva Alegre poseía la mayor longitud en los estambres, obteniendo un valor promedio de 1,06 cm y Uritusinga alcanzó un valor inferior en la longitud promedio de 0,76 cm.

##### **4.3.2.5. Longitud del estilo**

En cuanto a la longitud del estilo, los dos sitios presentaron disimilitud en esta variable, indicando que Selva Alegre poseía una longitud del estilo de 0,2 a 1,3 cm; mientras que Uritusinga presentó una longitud de 0,8 a 1,6 cm. Esto puede deberse a la presencia de los dos morfos que se evidenció en el sitio de Selva Alegre, los cuales difirieron en la posición de sus órganos sexuales. Donde el pistilo se localizaba por encima de los estambres (longistilia), y en

otras plantas, las flores mostraron que el pistilo se encontraba situado por debajo de los estambres (brevistilia) (Figura 17 y 18).

#### 4.3.2.6. Longitud promedio de los sépalos

Referente a la variable longitud promedio de los sépalos, se identificó que los sitios de Selva Alegre y Uritusinga, alcanzaron una longitud semejante en esta característica, presentando Selva Alegre una longitud promedio de los sépalos de 0,24 cm y Uritusinga alcanzó una longitud promedio de 0,20 cm.

Tabla 8. Evaluación de las variables cuantitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L., del sector Selva Alegre.

Sitio Selva Alegre							
	LF (cm)	ABC (cm)	APSC (cm)	ACF (cm)	LPE (cm)	LE (cm)	LPS (cm)
Media	1,371	0,295	0,851	0,646	1,065	0,821	0,242
Error típico	0,0165	0,0071	0,0202	0,0109	0,0401	0,0524	0,0070
Mediana	1,38	0,29	0,846	0,63	0,94	0,63	0,23
Mínimo	1,08	0,17	0,46	0,5	0,60	0,20	0,1
Máximo	1,55	0,47	1,11	0,84	1,54	1,36	0,36
Suma	68,58	14,76	42,56	32,34	53,28	41,07	12,11
Cuenta	50	50	50	50	50	50	50

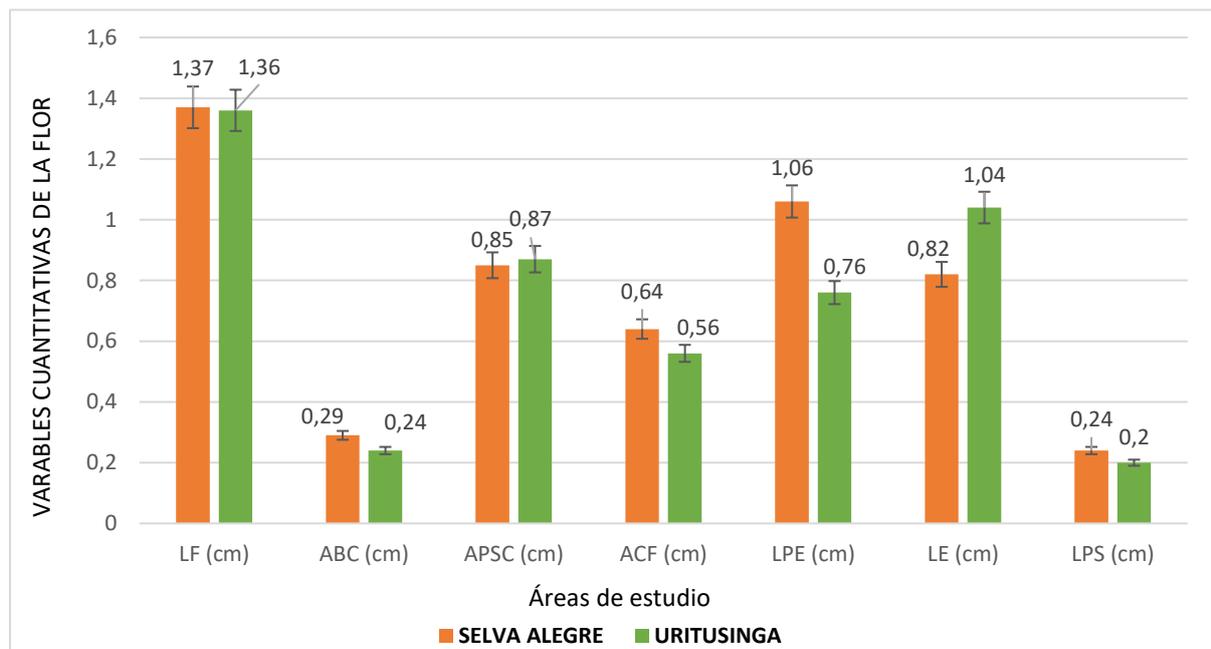
(LF) =longitud de la flor desde la base hasta el ápice; (ABC)=ancho de la base de la corola; (APSC)=ancho de la parte superior de la corola; (ACF)=área de la corola de flor; (LPE)=longitud promedio de los estambres; (LE)=longitud del estilo; (LPS)=longitud promedio de los sépalos.

Tabla 9. Evaluación de las variables cuantitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L., del sector Uritusinga.

Sitio Uritusinga							
	LF (cm)	ABC (cm)	APSC (cm)	ACF (cm)	LPE (cm)	LE (cm)	LPS (cm)
Media	1,362	0,249	0,871	0,560	0,761	1,048	0,202
Error típico	0,03201	0,00590	0,0159	0,0240	0,0156	0,02154	0,01558
Mediana	1,38	0,25	0,855	0,54	0,75	1	0,19
Mínimo	1,11	0,18	0,69	0,33	0,59	0,8	0,1
Máximo	1,69	0,35	1,19	0,99	1,06	1,6	0,89
Suma	68,12	12,49	43,57	28,02	38,065	52,41	10,136
Cuenta	50	50	50	50	50	50	50

(LF) =longitud de la flor desde la base hasta el ápice; (ABC)=ancho de la base de la corola; (APSC)=ancho de la parte superior de la corola; (ACF)=área de la corola de flor; (LPE)=longitud promedio de los estambres; (LE)=longitud del estilo; (LPS)=longitud promedio de los sépalos.

De acuerdo a la Figura 16, los valores promedio obtenidos en las variables cuantitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L., mostraron semejanza con respecto a las variables como longitud de la flor y longitud promedio de los sépalos; A diferencia del ancho de la base de la corola, área de la corola de la flor y longitud promedio de los estambres, donde se evidenció que el sitio de Selva Alegre presentaba valores más altos en estas variables, mientras que el sitio de Uritusinga mostró el mayor valor en la longitud del estilo, con un valor promedio de 1,04 cm.



(**LF**) =longitud de la flor desde la base hasta el ápice; (**ABC**)=ancho de la base de la corola; (**APSC**)=ancho de la parte superior de la corola; (**ACF**)=área de la corola de flor; (**LPE**)=longitud promedio de los estambres; (**LE**)=longitud del estilo; (**LPS**)=longitud promedio de los sépalos.

Figura 16. Valores promedio de las variables cuantitativas de la flor de *C. officinalis* L., en las dos áreas de estudio.

#### 4.3.2.7. Número de estambres

En la Tabla 10, se muestra el porcentaje del número de estambres, donde se visualizó que las flores del sitio Selva Alegre contenían entre cinco (52 %) y seis (42 %) estambres; mientras que en el sitio de Uritusinga se evidenció la presencia de cinco estambres en un 90 %.

#### 4.3.2.8. Número de sépalos y pétalos

De acuerdo a la Tabla 10, el sitio Selva Alegre presentó en mayor porcentaje la presencia de cinco sépalos (80 %), mientras que Uritusinga mostró una semejanza en el número de sépalos, identificando la presencia de cinco sépalos en un 90 %. En relación al número de pétalos, Selva

Alegre presentó entre 5 y 6 pétalos en sus flores y Uritusinga mostró la presencia de 5 pétalos en un 100 %.

Tabla 10. Porcentaje del número de estambres, sépalos y pétalos de la flor de *C. officinalis* L.,

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
Número de estambres	4	0	2
	5	52	90
	6	42	8
	7	6	0
Número de sépalos	4	0	8
	5	80	90
	6	20	2
Número de pétalos	5	44	100
	6	56	0

Caracteres taxonómicos de *Cinchona officinalis* L.,

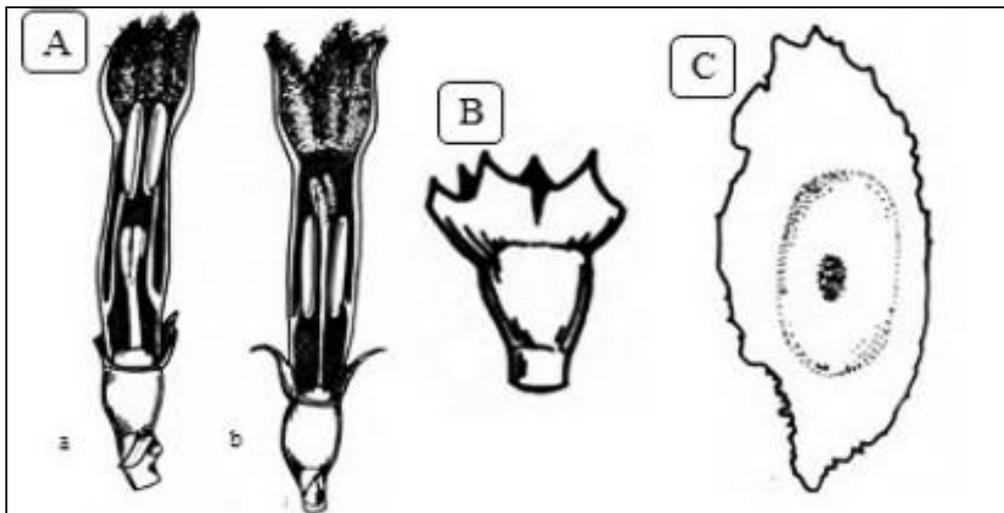


Figura 17. (A); Flor Brevistila (a); Flor longistila (b); (B) lóbulos del cáliz; (D) forma de la semilla.

Fuente: Modificado de “Una revisión del género *Cinchona* (Rubiaceae- Cinchoneae)”, (Andersson, 1998).

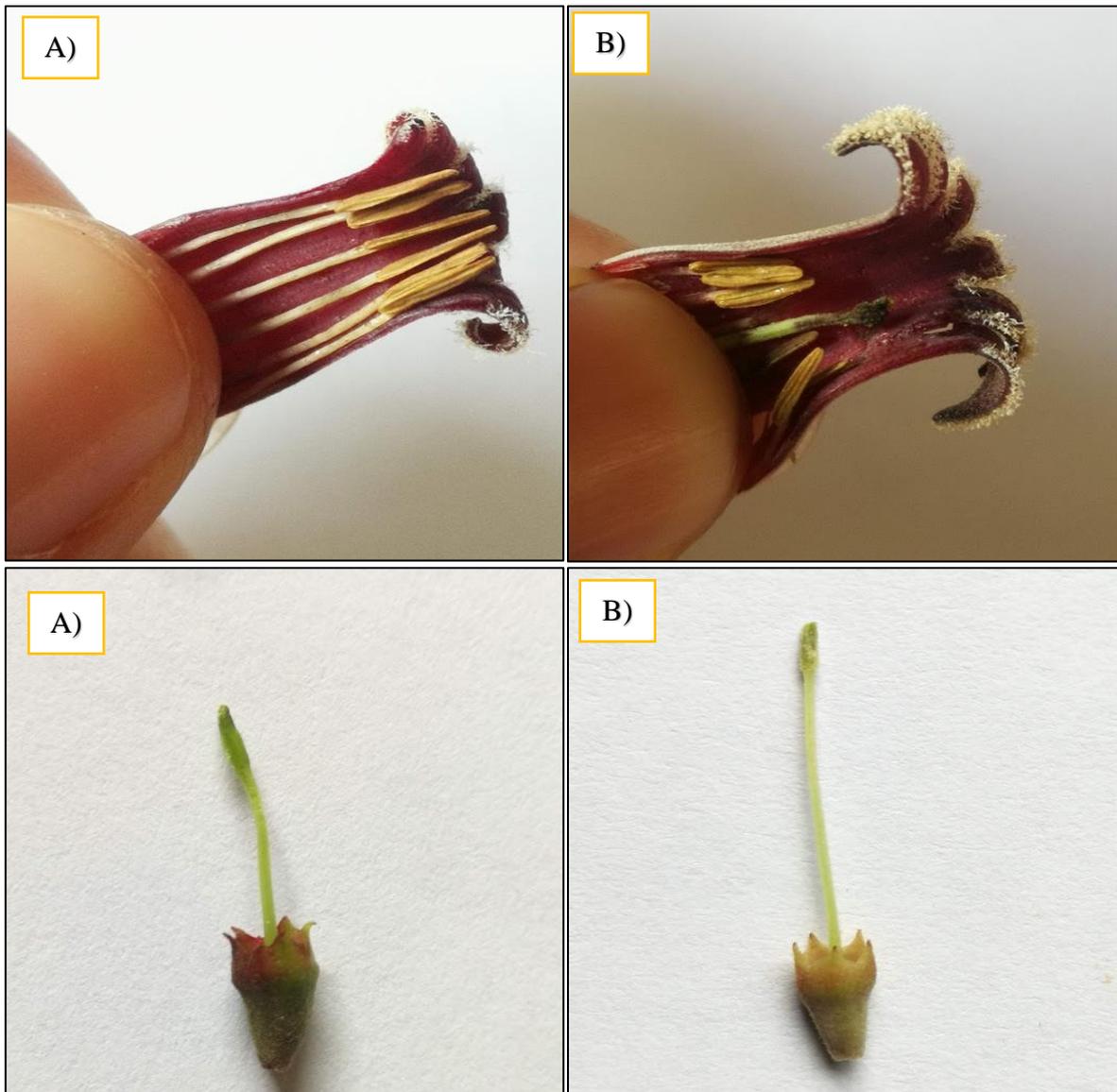


Figura 18. (A) Flor Brevistila; (B) Flor longistila.

### **4.3.3. Evaluación de las variables cualitativas del fruto y semilla de *Cinchona officinalis* L.,**

En el Anexo 12, se muestra las características cualitativas del fruto y semilla de la especie de *Cinchona officinalis* L., de 10 árboles seleccionados previamente en los sitios Selva Alegre y Uritusinga. La evaluación de las variables cualitativas del fruto y semilla, se presentan a continuación en la Tabla 11.

#### **4.3.3.1. Forma del fruto**

En la evaluación de las características cualitativas del fruto, se identificó que los sitios de Selva Alegre y Uritusinga presentaban dos formas en el fruto; observándose que en Selva Alegre la forma del fruto era elíptica (90 %) y oblonga (10 %); mientras que en Uritusinga, se logró determinar que la forma del fruto que más sobresalía era oblonga en un 90 %.

#### **4.3.3.2. Color del fruto**

En el caso de la característica color del fruto, por medio de la observación y comparación con la tabla de colores de Munsell, se identificó que los árboles de Selva Alegre presentaban frutos de color rojo en 72 % y Uritusinga registró frutos de color rojo oscuro en un 82 %.

#### **4.3.3.3. Tipo de fruto**

De acuerdo a los resultados obtenidos del tipo de fruto, se identificó que los sitios de Selva Alegre y Uritusinga mostraron un fruto seco de cápsula dehiscente en un 100 %.

#### **4.3.3.4. Presencia de calicillo en la base del fruto**

En cuanto a la presencia del calicillo en la base del fruto, se determinó que Selva Alegre presentaba un calicillo corto en un 48 % y el 52 % carecía del calicillo, mientras tanto en Uritusinga, se observó que el 74 % de las muestras recolectadas, no contaban con la presencia del calicillo en el fruto.

#### **4.3.3.5. Color de la semilla**

Se determinó el color de las semillas según la escala de colores de Munsell y a través de la apreciación del color, en el que se reconoció que las semillas de *C. officinalis* de Selva Alegre poseían un color amarillo rojizo (5Y 6/8) en un 64 %, esto es semejante al porcentaje obtenido

en la coloración de la semilla de Uritusinga, donde el 60 % de las semillas analizadas presentaron la misma coloración.

#### 4.3.3.6. Forma de la semilla

Referente a la forma de la semilla, se identificó que los dos sitios mostraron una forma fusiforme en 100 %, comprobando que existe homogeneidad entre las muestras analizadas.

Tabla 11. Evaluación de variables cualitativas del fruto y semilla de *Cinchona officinalis* L., de los sitios de Selva Alegre y Uritusinga.

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
FF	Oblongo	10	90
	Elíptico	90	10
CF	Rojo (10R 4/6)	72	0
	Rojo oscuro (10R 3/4)	0	82
	Amarillo oliva (5Y 6/6)	28	18
PF	Capsula, fruto seco, dehiscente	100	100
PCF	Calicillo corto	48	26
	Sin calicillo	52	74
CS	Amarillo (5Y 8/6)	36	40
	Amarillo rojizo (5YR 6/8)	64	60
FS	Fusiforme	100	100

(FF)=forma del fruto; (CF)=color del fruto; (PF)= tipo de fruto; (PCF)=presencia de calicillo en la base del fruto; (CS)= color de la semilla; (FS)=forma de la semilla.

#### 4.3.4. Evaluación de las variables cuantitativas del fruto y semilla de *Cinchona officinalis* L.,

En la Tabla 12 y Tabla 13, se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de las variables cuantitativas de los 10 árboles analizados, pertenecientes a los sitios de Selva Alegre y Uritusinga.

##### 4.3.4.1. Longitud del fruto desde la base hasta el ápice

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que Selva Alegre alcanzó la longitud menor en el fruto de 1,6 - 2,68 cm; mientras que Uritusinga reveló el valor más alto en la longitud del

fruto con 1,54 - 4,12 cm; indicando que Uritusinga posee la mayor longitud promedio del fruto de 2,48 cm.

#### ***4.3.4.2. Ancho de la base del fruto***

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ancho de la base del fruto, se comprobó que los sitios de Selva Alegre y Uritusinga mostraron diferencia en sus valores, identificando que el sitio Selva Alegre obtuvo el mayor valor en el ancho de la base del fruto con 0,54 – 1,15 cm; mientras que Uritusinga representó un valor inferior de 0,29 - 0,88 cm.

#### ***4.3.4.3. Ancho de la parte superior del fruto***

En lo que tiene que ver al ancho de la parte superior del fruto se determinó que el sitio Selva Alegre presentó el mayor valor en esta variable, exponiendo un ancho de la parte superior del fruto de 0,16 – 1,31 cm; Al contrario, Uritusinga mostró un valor inferior de 0,26 – 0,69 cm. Comprobando que existe diferencia entre los dos sitios en cuanto a esta característica.

#### ***4.3.4.4. Área total del fruto***

En cuanto a los resultados obtenidos de acuerdo al área total del fruto, se determinó que el sitio Selva Alegre presentó el mayor valor, presentando un área de 1,2 a 3,1 cm, a diferencia del sitio Uritusinga, el cual obtuvo un valor inferior en el área total del fruto de 0,99 a 3,9 cm.

#### ***4.3.4.5. Peso promedio del fruto***

En relación a la variable peso promedio del fruto, se pudo determinar que el mejor resultado lo mostró el sitio Selva Alegre, con un peso promedio del fruto de 0,99 gr.

#### ***4.3.4.6. Longitud del pedúnculo del fruto***

Con respecto a la longitud del pedúnculo del fruto, se determinó que los dos sitios presentaron un rango similar en esta variable, mostrando que el sitio Selva Alegre alcanzó longitud del pedúnculo del fruto de 0,41 – 2,2 cm, mientras que en el sector Uritusinga, obtuvo una longitud del pedúnculo de 0,31 a 2,1 cm.

Tabla 12. Evaluación de las variables cuantitativas del fruto de *Cinchona officinalis* L., del sitio Selva Alegre.

Sitio Selva Alegre						
	LF (cm)	ABF (cm)	APSF (cm)	ATF (cm)	PPF (gr)	LPF (cm)
Media	2,024	0,872	0,935	2,046	1,043	0,991
Error típico	0,036449	0,02494	0,025591	0,064634	0,054806	0,06
Mediana	1,946	0,86	0,95	2	0,99	0,95
Mínimo	1,61	0,54	0,16	1,2	0,37	0,41
Máximo	2,68	1,15	1,31	3,1	1,91	2,21
Suma	101,238	43,6	46,773	102,31	52,17	49,59
Cuenta	50	50	50	50	50	50

**LF**=longitud del fruto desde la base hasta el ápice; **ABF**= ancho de la base del fruto; **APSF**= ancho de la parte superior del fruto; **ATF**=área total del fruto; **PPF**=peso promedio del fruto; **LPF**= longitud del pedúnculo del fruto.

Tabla 13. Evaluación de las variables cuantitativas del fruto de *Cinchona officinalis* L., del sitio Uritusinga.

Sitio Uritusinga						
	LF (cm)	ABF (cm)	APSF (cm)	ATF (cm)	PPF (gr)	LPF (cm)
Media	2,486	0,472	0,404	1,864	0,801	1,193
Error típico	0,076530	0,01629	0,012542	0,08924	0,04888	0,04
Mediana	2,39	0,45	0,39	1,725	0,74	1,14
Mínimo	1,54	0,29	0,26	0,99	0,4	0,31
Máximo	4,12	0,88	0,69	3,9	1,73	2,1
Suma	124,3	23,63	20,22	93,21	40,09	59,66
Cuenta	50	50	50	50	50	50

**LF**=longitud del fruto desde la base hasta el ápice; **ABF**= ancho de la base del fruto; **APSF**= ancho de la parte superior del fruto; **ATF**=área total del fruto; **PPF**=peso promedio del fruto; **LPF**= longitud del pedúnculo del fruto.

#### 4.3.4.7. Número promedio de semillas por fruto

En la Tabla 14, se muestra que el sitio de Uritusinga presentó el mayor valor en cuanto al número promedio de semillas por fruto, presentando en promedio 39 semillas por fruto.

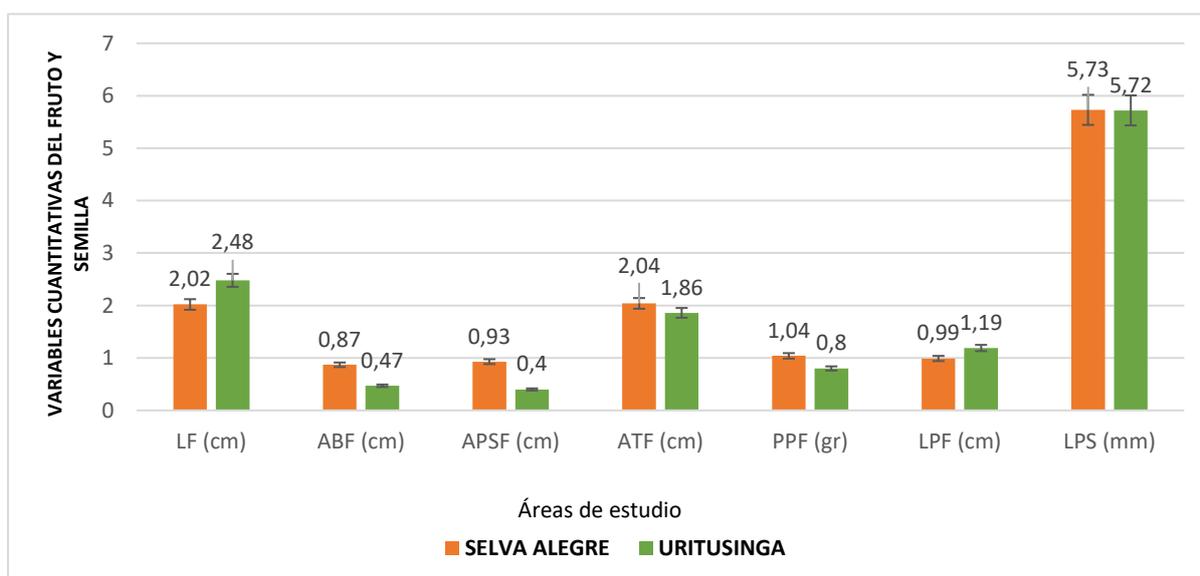
Tabla 14. Evaluación del número promedio de la semilla de *Cinchona officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.

Número promedio de semilla por fruto	Selva Alegre	Uritusinga
Media	32	39
Error típico	1,6073	1,8314
Mediana	28,5	42
Mínimo	13	13
Máximo	56	64
Suma	1609	1954
Cuenta	50	50

#### 4.3.4.8. Longitud promedio de semillas por fruto

Para la longitud promedio de la semilla se obtuvo una similitud en los valores de esta característica, obteniendo una longitud promedio de 5,73 mm, en el sector de Selva Alegre y de 5,72 mm, en Uritusinga (Figura 19).

Los resultados obtenidos en las características cuantitativas del fruto y semilla presentaron diferencia entre los dos sitios, en las variables como; ancho de la base del fruto, ancho de la parte superior del fruto y peso promedio del fruto; revelando que Selva Alegre obtuvo el mayor valor en el área total del fruto de 2,04 cm, con un peso promedio del fruto de 1,04 gr; sin embargo Uritusinga alcanzó el mayor valor en la longitud promedio del fruto con 2,48 cm y una longitud promedio del pedúnculo del fruto de 1,19 cm, mostrando una similitud en la longitud promedio de la semilla de las dos áreas de estudio de 5,7 mm (Figura 19).



**LF**=longitud del fruto desde la base hasta el ápice; **ABF**= ancho de la base del fruto; **APSF**= ancho de la parte superior del fruto; **ATF**=área total del fruto; **PPF**=peso promedio del fruto; **LPF**= longitud del pedúnculo del fruto; **LPS**= longitud promedio de la semilla.

Figura 19. Valores promedios de las variables cuantitativas del fruto y semilla de *C. officinalis* L., en las dos áreas de estudio.

#### 4.3.4.9. Número de valvas por fruto

En la Tabla 15, se muestra los resultados obtenidos a partir de observación directa, determinando que los frutos de Selva Alegre y Uritusinga, contenían hasta dos valvas por fruto.

#### 4.4.4.10. Número de sépalos del calicillo

De acuerdo a los resultados obtenidos en el número de sépalos del calicillo, se determinó que Selva Alegre obtuvo entre 4 y 5 sépalos, a diferencia de Uritusinga, en el cual no se pudo evidenciar la presencia de los sépalos en el calicillo en un 76 %; mientras que el 24 % restante presentó 5 sépalos en el calicillo (Tabla 15).

Tabla 15. Evaluación de variables cuantitativas de *Cinchona officinalis* L.,

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
NVF	2	100	100
NSC	4	8	0
	5	38	24
	Sin sépalos	54	76

(NVF)=número de valvas del fruto; (NSC)=número de sépalos del calicillo.



Figura 20. Muestras del fruto *Cinchona officinalis* L.; A) Selva Alegre, B) Uritusinga; C) semillas *Cinchona officinalis* L.,

#### 4.4. Difusión de resultados

Para la difusión de la presente investigación y dada la importancia que representa la generación de información sobre este tema, se llevó a cabo diferentes actividades para la difusión de los resultados. En primera instancia se realizó la socialización del presente proyecto de Tesis a los estudiantes de sexto ciclo de la Carrera de Ingeniería Forestal (Figura 21), de igual forma se realizó la socialización de los resultados obtenidos al Equipo Técnico del Proyecto de Investigación de Cinchona del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, de la Universidad Nacional de Loja, esto a través de la plataforma virtual Zoom. Además, se elaboró un artículo científico, folleto técnico y un tríptico (Anexo 14 y 15), con el fin de dar a conocer los resultados que se obtuvieron acerca de la caracterización morfológica de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L., en los dos relictos boscosos de la provincia de Loja, con la finalidad de enriquecer, aportar y fortalecer los conocimientos técnico – científicos.



Figura 21. Socialización de resultados del trabajo de titulación a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Caracterización morfológica de los órganos vegetativos de *Cinchona officinalis* L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.

El conocimiento morfológico es muy importante para el manejo de los recursos ya que permite interpretar similitudes y diferencias, siendo de gran interés al momento de establecer posibles soluciones a una problemática (Pérez y Mendoza, 2002).

Los resultados obtenidos de los parámetros dasométricos, presentaron diferencias entre los dos relictos boscosos de acuerdo a la altura y DAP; la altura máxima se registró en Selva Alegre con 8,2 m y Uritusinga con 5,57 m; en el caso del DAP, Uritusinga registró el valor más elevado de 19,07 cm, con respecto a Selva Alegre que registró un valor inferior de 14,1 cm. Según un estudio realizado por Garmendia (2005), menciona que ya no se encuentran árboles grandes de *C. officinalis* L., debido a la explotación a la que estado sometida la especie, por lo que suelen adoptar forma de arbustos; así también, Jiménez (2019) y Villar et al., (2018), señalan que en estudios florísticos el aspecto general de los arbustos de *C. officinalis* L., suele ser de 1 a 3,5 m y los árboles pueden llegar a medir de 11 a 15 m, con un DAP de 28 cm.

*Cinchona officinalis* L., suele confundirse con otras especies similares como *C. capulí*, *C. lancifolia* y *C. macrocalyx*, debido a que comparten rango altitudinal y similar hábitat, morfológicamente son confundidas por el porte, la forma del limbo, el color de la flor, longitud de la corola, el cáliz, y la consistencia de la hoja (Andersson, 1998; Alban, 2015).

En la presente investigación de carácter morfológico, se observó que las características cualitativas de la hoja de *Cinchona officinalis* L., según las muestras evaluadas son homogéneas en los dos sitios y no existe diferencia significativa, presentando una forma oval, de borde entera, con nervadura penninervia, de color verde amarillento y rojo. De acuerdo al estudio realizado por Garmendia (2005), menciona que las hojas de *C. officinalis*, presentan una forma elíptica-oval; de color verde oscuro; simples, opuestas y decusadas.

El color de los órganos vegetativos de la planta (hojas) puede ser característico, pero también puede variar dependiendo de la edad de la plántula y del contenido de humedad, en el cambio de color de verde a rojo o marrón, se debe cuando el agua ya no puede llegar a las hojas (Pollito y Flores, 2003), en este estudio los colores descritos fueron de colectas de plántulas vivas pero

con el pasar de los días las hojas fueron perdiendo su humedad, por lo cual se tornaron algunas muestras de las hojas de color marrón y rojo.

Por otra parte, en relación al análisis de las características cuantitativas de la hoja, los sitios Selva Alegre y Uritusinga presentaron similitud de valores en relación a la longitud de la hoja y longitud del pedúnculo, mostrando una longitud promedio de la hoja de 7,3 – 16,9 cm y una longitud promedio del pedúnculo de 1,2 a 3,7 cm; A diferencia de las variables ancho de la base de la hoja y área foliar de la hoja, donde se evidenció variabilidad en los valores obtenidos, observando que Selva Alegre, poseía el mayor valor en el ancho de la hoja (1,4 a 6 ,7 cm) en comparación al valor obtenido de Uritusinga (1,1 a 4,1 cm). Esto se asemeja a lo indicado por Villar et al., (2018), quien en el estudio silvicultural de la quina “*Cinchona officinalis* L., menciona que las hojas nuevas llegan a medir de 6,2 a 9,5 cm de longitud y de 4,5 a 7,3 cm de ancho, y hojas maduras pueden llegar a medir de 6,4 a 16,5 cm de longitud y de 6,5 a 10,9 cm de ancho.

De acuerdo con Smith y Smith (2007), la cantidad de luminosidad que penetra en la copa de los árboles y llega al suelo, suele variar tanto en cantidad como en la posición de las hojas. La variación temporal en la intensidad de la radiación solar tiene consecuencias ecológicas sobre las plantas afectando su fotosíntesis, morfología, crecimiento y supervivencia. La diferencia que existe en el ancho de la hoja entre los dos sitios puede ser influenciado por los factores antes manifestados (Promis, 2013).

## **5.2. Determinación de las características morfológicas de los órganos reproductivos de *Cinchona officinalis* L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.**

Los resultados de un estudio morfológico de órganos reproductivos son métodos idóneos para identificar y describir a detalle la diversidad de especies vegetales existentes, lo cual ayuda a mejorar su conservación, mediante planes de recuperación de una especie, conservación que resulta esencial no solo para la supervivencia de las propias plantas, sino también para la de otros organismos vivos (Universidad de Sevilla, 2019). Para analizar las características morfológicas de los órganos reproductivos de *Cinchona officinalis* L., se utilizaron descriptores cuali-cuantitativos, los cuales permitieron establecer diferencias entre los dos relictos boscosos.

En lo relacionado a las características cualitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L., los sitios Selva Alegre y Uritusinga, presentaron una flor pequeña actinomorfa, con un tipo de flor tubular, gamosépala, de ovario ínfero, con cáliz turbinado soldado al ovario, y una unión de los

estambres epigina y sincárpico, demostrando que no existe variabilidad y que los dos sitios comparten similitud en estas características. Por otro lado, el color de los pétalos de la flor de *C. officinalis* L., demostró diferencia entre los dos relictos boscosos, predominando en Selva Alegre el color rojo débil (10R 4/4) en un 100 % en sus pétalos; mientras que en Uritusinga se evidenció que sus pétalos presentaron una coloración rosada (10R 8/4), esto en comparación con la tabla de colores de Munsell. Estos resultados se asemejan a estudios realizados por Gardenia (2005); Andersson y Taylor (1994), quienes mencionan que las flores de *C. officinalis* L., suelen agruparse en panículas terminales, hermafroditas, actinomorfas, presentando una forma tubular de color rosada o púrpura.

De igual forma las flores del sitio Selva Alegre mostraron diferencia en la forma del pistilo, presentado heterostilia con la presencia de dos morfos en la población, el 50% se observó una forma morfo longistilo y el otro 50% de las flores observadas mostraron una forma brevistila; mientras que el sitio Uritusinga presentó un morfo longistilo en 100%. Ferrero (2014), menciona que las características morfológicas y fisiológicas asociadas al síndrome heterostilo influyen en la dinámica demográfica de las poblaciones y están parcial o totalmente interconectados desde el punto de vista genético, funcional y evolutivo, además de la variación morfológica, la posición de las anteras y el estilo, las plantas heterostilas suelen presentar un sistema de incompatibilidad de tipo esporofítico que impide la autofecundación y la reproducción entre plantas de un mismo morfo (Barrett, 2002).

En cuanto a las características cuantitativas de la flor como; longitud de la flor, y longitud promedio de los sépalos, los resultados obtenidos en la presente investigación determinaron que Selva Alegre y Uritusinga mostraron semejanza en los valores obtenidos, revelando que no existe variabilidad en estos rasgos: alcanzando una longitud promedio de la flor de 1,36 cm y una longitud promedio de los sépalos de 0,2 cm; sin embargo, las variables como: ancho de la base de la corola, ancho de la parte superior de la corola, área de la corola de la flor, y longitud promedio de los estambres, según los datos obtenidos mostraron que los mayores porcentajes los presentaba el sitio Selva Alegre, con un área de la corola de 0,64 cm, alcanzando una longitud promedio de los estambres de 1,06 cm; sin embargo, Uritusinga obtuvo el mayor valor en la longitud del estilo con 0,2 - 1,36 cm. Por otra parte, se pudo identificar que las flores de Selva Alegre presentaban entre 5 a 6 pétalos en sus flores con la presencia de 5 a 6 estambres, en cambio el sitio de Uritusinga presentó en mayor porcentaje 5 estambres (90%) y la presencia

de 5 pétalos en sus flores. Además, se determinó que los dos sitios compartían similitud en la variable número de sépalos, exponiendo 5 sépalos en cada una de las flores.

Esto se asemeja a lo mencionado por Jiménez (2019); y Pollito (1989) quienes mencionan que la flor de *C. officinalis* posee una corola rosada o purpúrea, tubo de 0,8 – 1,3 cm de largo, filamentos unidos 0,22 – 0,54 cm por encima de la base del tubo de la corola, estilo de 0,1 – 1,1 cm de largo en flores longistílicas, 0,45 – 0,46 mm en las brevistilas, con cáliz gamosépalo de aproximadamente 4 mm de longitud, con 5 lóbulos pequeños, con pétalos fundidos de 1,5 cm de largo, con estambres adnatos a la corola en número de 5.

En los sitios de Selva Alegre y Uritusinga el fruto de *C. officinalis* L., presentó una cápsula seca dehiscente de forma oblonga y elíptica, de color rojo oscuro, separada longitudinalmente desde la base al ápice del fruto, originado dos valvas. En cuanto al largo de los frutos, el sitio que mayor longitud presentó fue Uritusinga con 1,54 – 4,12 cm, sin embargo, el sitio Selva Alegre reveló los valores más altos en el ancho, área total, y peso promedio del fruto. A diferencia de la longitud del pedúnculo donde los dos sitios presentaron similitud en esta variable, lo que se corrobora con lo manifestado por Romero (2017), quien menciona que el fruto de *C. officinalis* L., es una capsula dehiscente, ovoide alargada, con ranuras carpelares que origina dos valvas o lóculos, desde la base al ápice del fruto, en cuanto a la característica longitud del fruto, menciona que posee una longitud de 1,6 a 2,9 cm, valor que es inferior al obtenido del sitio de Uritusinga.

Por otro lado, las semillas analizadas de *Cinchona officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga, presentaron una similitud en la forma, el color y la longitud promedio de la semilla, mostrando una forma fusiforme de color amarillo, con una longitud promedio de la semilla de 5,72 mm. Resultados similares a los mencionados por Romero (2017), quien señala que la semilla de *C. officinalis* L., presenta una forma fusiforme de testa blanda con presencia de alas muy frágiles de color café amarillento, con respecto al tamaño menciona que las semillas se diferencian significativamente de otras especies de *Cinchona* distribuidas en el Ecuador, sin embargo, posee afinidad con dos especies, siendo la especie de *Cinchona officinalis* L., la que menor tamaño presenta en las semillas, con una longitud promedio de 5,01 x 2,46 mm de ancho.

Finalmente, se puede señalar que los valores del número promedio de semillas por fruto difirieron entre los dos sitios, mostrando que Uritusinga contenía el mayor porcentaje de semillas, presentado 39 semillas por fruto; mientras que el sitio Selva Alegre obtuvo en

promedio 32 semillas por fruto. Datos que difieren a los obtenidos por Caraguay (2016), quien indica que el mayor número de semillas por árbol lo presentó el sitio Selva Alegre, donde obtuvo un promedio de número de semillas por árbol de  $1\ 795,57 \pm 850,28$  y para el sitio Uritusinga el promedio de semillas por árbol fue de  $941,47 \pm 167,57$ . Esto puede deberse a las fechas optimas de recolección del fruto, lo cual varía en los cambios morfológicos observados durante el desarrollo del fruto, como su cambio de coloración, tamaño o consistencia, factores que indican la madurez de la semilla.

Según un estudio realizado por Dalling (2002), menciona que la variación que se encuentra en el número de semillas por fruto podría ser una ventaja al momento de establecer un determinado sitio, ya que los frutos que contienen varias semillas muestran mayor probabilidad de contener por lo menos una semilla madura, viable y que consiga sobrevivir. En el caso de *C. officinalis* L., la forma, el tamaño, el número y el peso de las semillas son rasgos que están íntimamente relacionados con el tipo de dispersión, y han sido relacionadas con la habilidad de alcanzar más y mejores sitios de germinación (Peco, Traba, Levassor, y Sánchez, 2003).

## 6. CONCLUSIONES

- ❖ En la caracterización de los árboles de *Cinchona officinalis* L., se evidenció que Selva Alegre y Uritusinga presentaron alturas menores a los 9 m, con un estado fitosanitario de bueno a regular, de filotaxia opuesta y decusada.
- ❖ Mediante la caracterización morfológica de los órganos vegetativos no se encontró diferencias significativas entre los dos relictos boscosos en cuanto a características cualitativas; pero si reflejo diferencia en las variables cuantitativas como área y ancho de la hoja.
- ❖ Se reflejó una similitud en los dos sitios de estudio, en relación a las características de las variables cualitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L., sin embargo, difirió en la variable del color de los pétalos de la flor, presentando un color rojo débil en Selva Alegre y en Uritusinga predominó el color rosado.
- ❖ La variabilidad de las características cuantitativas de la flor no difiere en gran medida en cuanto a las variables como longitud, ancho de la corola, y área de la corola de la flor; observándose disimilitud en las características como número de pétalos, longitud promedio de los estambres y longitud del estilo.
- ❖ En la caracterización de la forma del pistilo, el sitio Selva Alegre mostro dos tipos florales de *Cinchona officinalis* L., brevisitila y longistila; mientras que Uristusinga mostró una forma longistila en un 100%.
- ❖ Los dos sitios presentaron semejanza en las variables cualitativas del fruto y la semilla, pero difirió en las variables cuantitativas, mostrando disimilitud en las características como; longitud, ancho, área total, peso promedio del fruto y en el número promedio de semillas por fruto.
- ❖ Los frutos provenientes del sitio Uritusinga, presentaron mayor número de semillas por fruto, considerándolo como árboles semilleros de *C. officinalis*, ya que al contener varias semillas se obtiene mayor probabilidad de tener una semilla viable, esto con el propósito de apoyar en la conservación de la especie.

## 7. RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar estudios sobre análisis morfológicos en combinación con análisis molecular para una mejor identificación entre especie o variedad dentro del género *Cinchona*.
- ❖ Continuar con los estudios morfológicos, para la selección de clones con fines de conservación y mejoramiento genético de la especie de *Cinchona officinalis* L.,
- ❖ Replicar este tipo de estudio en otros sitios de la provincia de Loja donde aún existen remanentes boscosos de *Cinchona officinalis* L.,
- ❖ Tomar en consideración los rasgos morfológicos al momento de generar o ejecutar programas de conservación, recuperación y propagación de la especie por medio de semillas.
- ❖ Es importante considerar que al momento de hacer la colecta de las muestras los árboles presenten un estado fisiológicamente maduro, con el fin de obtener una colecta completa del material vegetal y reproductivo.
- ❖ De acuerdo a las características que presenta la semilla de *Cinchona officinalis* L., se considera realizar la implementación de bancos de germoplasma in-vitro, partiendo del material vegetal con diversidad genética como semillas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Solís, M. (1947). *Cinchonas del Ecuador*. Editorial del Ecuador, Quito.
- Acosta, M. (1989). *La Cinchona o quina planta nacional del Ecuador*. Revista.
- Aguirre, Z. A., y Aguirre, N. A. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *ARNALDOA*, 24(2), 523-542.
- Albán J. (2015). *Etnobotánica de Rubiaceae peruanas*. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Alexander, H., Cummings, C., Kahn, L., & Snow, A. (2001). Seed size variation and predation of seeds produced by wild and crop-wild sunflowers. *American Journal of Botany*, 88(4), 623-627. doi: 10.2307/2657061
- Álvarez, R. (2002). *Atlas de histología y organografía de las plantas*. Universidad de León. León.
- Anda, A. (2002). *La Cascarilla*. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja – Ecuador. 192 P.
- Anderson, L., y Taylor, C. (1994). “Rubiaceae-Cinchona-Coptosapelteae”. En: Harling G, Andersson L (Eds), *Flora of Ecuador N° 50*. Council for Nordic Publications in Botany. Museo Botánica Dinamarca, 114 p
- Andersson, L. (1995). *Diversity and origins of Andean Rubiaceae. Páginas 441-450*. En: Churchill, S.P., Balslev, H., Forero, E. y Luteyn, J.L. (eds) *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. New York Botanical Garden, New York
- Anderson, L. (1998). *A revisión of the Genus Cinchona (Rubiaceae-Cinchoneae)*. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, 80, 1-72
- Barrera, T. E. (1992). *Plántulas de algunas especies leñosas y connaturalizadas del Bosque Subandino Sylvania-Cundinamarca, Colombia*. En: *Agronomía colombiana*. 9: 131-160.
- Barrett, S. (2002). *Sexual interference of the floral kind*. *Heredity* 88:154-159.
- Bravo E. (2011). *La biodiversidad en el Ecuador*. Cuenca -Ecuador: Universitaria Abya -Yala.
- Buitrón, G. (1999). *Uso y Comercio de Plantas Medicinales, Situación actual y Aspectos Importantes para su Conservación*. Ecuador: TRAFFIC International. 76p.
- Buddenhagen, C., Renteria, J., Gardener, M., y Valle, R. (2004). *Control of a highly invasive tree Cinchona, in Galápagos*. *Weed Technonolgy* 18: 1194-1202p.

- Casasola, P. M. (1996). *Vida y obra de granos de semilla*. México: Fondo de cultura económica.
- Caraguay, Y. (2016). *Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de Cinchona officinalis L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja*. Universidad Nacional de Loja. Tesis de grado previa a la obtención de título de Ingeniera Forestal. Loja – Ecuador.
- Cornejo, X., y Jaramillo, T. (2011). Rubiaceae en: León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa y H. Navarrete (eds). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Correa, A., y Bermeo, S. (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*. Universidad Nacional de Loja. Tesis de grado previa a la obtención de título de Ingeniero Forestal. Loja – Ecuador.
- Chimbo, C. y Chamba, C. (2011). *Estudio fenológico de las especies forestales del bosque montano, en la Estación Científica San Francisco*. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja-Ecuador 113 P.
- Cuvi, N. (2009). *Ciencia e imperialismo en América Latina. La misión de Cinchona y las estaciones agrícolas cooperativas*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.
- 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.
- Enríquez, G. (1991). *Descripción y evaluación de los recursos genéticos*. In *Técnicas para el manejo y uso de los recursos genéticos vegetales*. Castillo, R. Estrella, J. Tapia, C. eds. Editorial Porvenir. Quito EC. p. 116 – 160.
- Eras V., Minchala J., Moreno J., Yaguana M., y Sinche M. (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.
- Espinosa, R. (1997). “*Estudios botánicos en el Sur del Ecuador. Tomos I y II*”. (2da ed., 1a ed en 1948 y 1949) Herbario de Loja/Herbario AAU. 239p.
- Espinosa, C. I., y Ríos, G. (2017). *Patrones de crecimiento de Cinchona officinalis in vitro y ex vitro; respuestas de plántulas micropropagadas y de semillas*. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas, 35(1–2), 73–82.

- Ferrero, V. (2014). *Heterostilia, ¿qué sabemos hasta el momento*. Department of Plant Biology and Soil Sciences, Faculty of Biology, University of Vigo, Vigo, Spain.
- Garmendia, A. (1999). *El árbol de la quina (Cinchona spp.): Distribución, caracterización de su hábitat y arquitectura*. Madrid. Universidad Complutense de Madrid.
- Garmendia, A. (2005). *El árbol de la quina (Cinchona spp.), distribución, caracterización de su hábitat y arquitectura*. Loja, Ecuador: Editorial Universidad Técnica Particular de Loja.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Selva Alegre. (2018). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Parroquia Selva Alegre. Saraguro, Loja, Ecuador.
- González, M. (2009). *Morfología y anatomía de las plantas y su rol en el ambiente*. Texto Guía. Loja- Ecuador. Universidad Nacional de Loja.
- González, A. (2013). *Morfología de las plantas vasculares*. Botánica morfológica. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
- Hernández, J. (2003). *Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-Catie programa de educación para el desarrollo y la conservación.
- Hidalgo, R. (2003). *Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos*. (en línea). Franco T, Hidalgo R. eds. Boletín técnico no 8.
- Hobhouse, H. (1985). *Seeds of Change*. Five plants that transformed mankind.
- Jiménez, M. (2013). *Funciones, morfología y tipos de flores, Polinización y fecundación*. Trabajos forestales y de conservación del medio ambiente y agrotecnología.
- Jiménez, T. (2019). *Especies del género Cinchona en el área de conservación privada Huaricancha, distrito de Sónor- Huancabamba-Piura*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Biólogo. Piura – Perú.
- Jorgensen, P., y León, M. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. Syst. Bot. Missouri Botanical. Garden. 75: 1- 1182p
- Lamprecht, H. (1986). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Deutsche Gesellschaft Fürtechnische Zusammenarbeit. Eschborn, Alemania.
- Lima, N. (2016). *Procesos Biotecnológicos para la propagación in vitro de Cinchona officinalis L., a partir de diferentes fuentes de material vegetal*. (tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja- Ecuador.

- Lorenzo, J. S. (2010). *Productividad de Lindero Maderable de Cedrela odorata*, recuperado de: [http://teca.fao.org/sites/default/files/technology\\_files/Productividad%20de%20linderos%20CEDRO.pdf](http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/Productividad%20de%20linderos%20CEDRO.pdf)
- Loaiza, T. y Sánchez, E. (2006). *La corteza de Loja*. Revista Ecuador Terra Incógnita. Quito - Ecuador.
- Luna, A. (2011). *Identificación, selección y aprovechamiento de árboles semilleros en áreas de conservación comunitaria en el municipio de Churumuco, Michoacán, México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Michoacán – México.
- Madsen, J. (2002). *Historia cultural de la cascarilla de Loja*. Estudio sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Ediciones Abya Yala, Quito-Ecuador. 385-399pp.
- Martínez, H., y Ávila, E. (2009). *Metodología de la investigación*. México: CENGAGE Learning.
- Megias, M., Molist, P., y Pombal, M. (2018). *Atlas de Histología Vegetal y Animal*. Obtenido del Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo.
- Mendías, C. (2017). *La Botánica: una ciencia cotidiana*. Jaén - España: Universidad de Jaén.
- Moreno P. (1996). Vida y obra de granos y semillas. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/vidayob.htm>. (Consultado diciembre 7, 2015).
- Mostacero, L., Mejía, C., y Gamarra T. (2009). *Fanerógamas del Perú -Taxonomía, utilidad y Ecogeografía*, Universidad nacional de Trujillo. Edición. CONCYTEC. Trujillo -Perú.
- Navarro, L. (2013). *La importancia de los ajustes en la naturaleza*. Universidad de Vigo. Vigo - España
- Ortiz, F., y García, M. D. (2006). *Metodología de la Investigación*. El proceso y sus técnicas. México: Limusa.
- Ordoñez, O., y Lalama, K. (2006). *Experiencias del manejo apícola en Uritusinga*. Programa de Bosques Andinos y Agroecosistemas. Loja – Ecuador.
- Padilla, T. (2017). *Estudio fenológico y análisis de las características del suelo donde se desarrolla Cinchona Officinalis L. en cuatro relictos boscosos de la provincia de Loja*”. Universidad Nacional de Loja.
- Peco, B., Traba J., Levassor, C., y Sánchez, M. (2003). Seed size, shape and persistence in dry Mediterranean grass and scrublands. *SeedScience Research* ,13(1): 87–95

- Pérez, B., y Mendoza, A. (2002). *Morfología vegetal neotropical*. Revista de biología tropical.
- Prado, L. y Valdebenito, M. (2000). *Contribución a la fenología de especies forestales nativas de Bolivia y Ecuador*. Quito - Ecuador. Intercooperation. Pág. 186.
- Promis, A. (2013). *Medición y estimación del ambiente lumínico en el interior del bosque*. Chapingo 19 (1):139-146.
- Pollito, P. A. (1989). *Taxonomía, distribución geográfica y status del género Cinchona en el Perú*. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Pollito, P., y Flores, Y. (2003). *Caracterización morfológica de plántulas de “uña de gato” Uncaria tomentosa (Willd. ex Roemer & Schultes) D.C. y U. Guianensis (Aublet) Gmelin del bosque Nacional Alexander Von Humboldt*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Requena J, (2013). *Identificación, clasificación, caracterización y aplicaciones culinarias de las frutas, frutos secos y sus derivados*. Colegio San José, Campillos, Málaga.
- Restrepo, T., y Urrego, J. (2018). *Protocolo para la caracterización morfológica de árboles elite de cacao (Theobroma cacao L.)*. Compañía Nacional de chocolates. Medellín – Colombia.
- Ríos, M. (2008). *Plantas Útiles Del Ecuador: Uso y Abuso. Conocimientos y tradiciones de las plantas útiles del Ecuador: Saberes y Prácticas*. Quito- Ecuador. 81 p.
- Rodríguez, M. (2008). *Influencia de la temperatura en la germinación de semillas de Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze, de cuatro localidades del Departamento La Libertad, Perú*. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo.
- Romero, J. (2017). *Rasgos morfológicos de frutos, semillas y embriones de Cinchona officinalis L. (RUBIACEAE) en el sur del Ecuador*. Departamento de Ciencias Naturales, Banco de Germoplasma Universidad Técnica Particular de Loja.
- Rollenbeck, R., P. Fabian., y Bendix, J. (2006). *Precipitation dynamics and chemical properties in tropical mountain forests of Ecuador*. Advances in Geosciences 6: 73-76 p.
- Sarzosa, V. (2017). *“Caracterización morfológica del Cedro (Cedrela odorata) en el Bosque Húmedo de la Mana”*. Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Medio Ambiente. Latacunga- Ecuador.
- Smith, T., Smith, R. (2007). *Ecología. 6 ed. Madrid, España*. Pearson educación, S.A. 776P.
- Stanislav, V., y Guido, A. (2007). *Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles Tropicales*. Agronomía colombiana, Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

- 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. Quito – Ecuador.
- Universidad de Sevilla. (2019). *La conservación de las plantas y su importancia para la sostenibilidad del medio ambiente*. Sevilla – España.
- Villar, M., Marcelo F., y Baselly, J. (2018). *Calendario fenológico de la Cinchona officinalis L. (árbol de la quina)*. Instituto Nacional de innovación Agraria. Cajamarca – Perú.
- Vozzo, J. (2005). *Tropical Tree seed manual*. EEUU: United States Department of Agriculture, Forest Service.
- Willan, R. (1991). *Guía de Manipulación de Semillas Forestales con especial referencia a los Trópicos*. Centro de Semillas Forestales de DANIDA. Estudio FAO MONTES 20/2. 510 pp.
- Zaruma, A y Jarrín, A. (2011). *Caracterización morfoagronómica de 29 accesiones de Trigo duro (Triticum turgidum L. (tell) durum) en las localidades de Laguacoto II y San Miguel, Universidad de Bolívar*. Guaranda – Ecuador.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Fase de campo y laboratorio



Figura 22. Recolección de muestras



Figura 23. Medición de DAP



Figura 24. Colecta de hojas



Figura 25. Colecta de frutos



Figura 26. Peso de frutos



Figura 27. Muestras de *Cinchona Officinalis* L.,

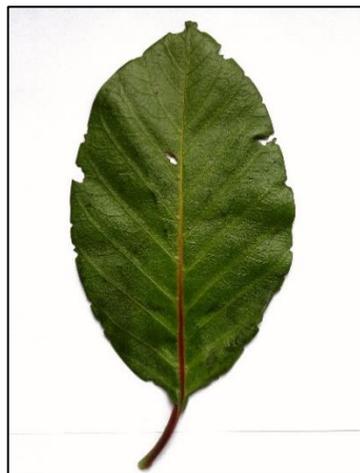
Anexo 2. Hojas de *Cinchona officinalis* L., pertenecientes al sitio Selva Alegre



Árbol N°1



Árbol N°2



Árbol N°3



Árbol N°4



Árbol N°5



Árbol N°6



Árbol N°7



Árbol N°8



Árbol N°9



Árbol N°10

Anexo 3. Hojas de *Cinchona officinalis* L., pertenecientes al sitio Uritusinga



Árbol N°1

Árbol N°2

Árbol N°3

Árbol N°4

Árbol N°5



Árbol N°6

Árbol N°7

Árbol N°8

Árbol N°9

Árbol N°10

Anexo 4. Flores de *Cinchona officinalis* L., pertenecientes al sitio Selva Alegre



Árbol N°1



Árbol N°2



Árbol N°3



Árbol N°4



Árbol N°5



Árbol N°6



Árbol N°7



Árbol N°8



Árbol N°9



Árbol N°10

Anexo 5. Flores de *Cinchona officinalis* L., pertenecientes al sitio Uritusinga



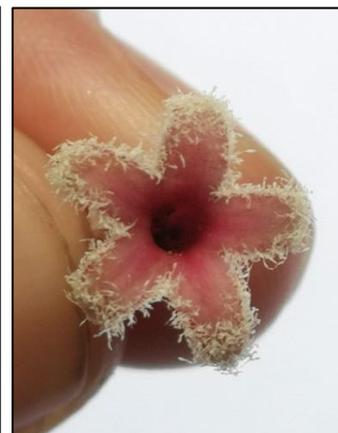
Árbol N°1



Árbol N°2



Árbol N°3



Árbol N°4



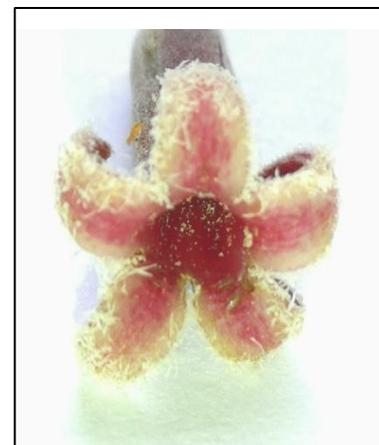
Árbol N°5



Árbol N°6



Árbol N°7



Árbol N°8



Árbol N°9



Árbol N°10

Anexo 6. Frutos de *Cinchona officinalis* L., pertenecientes al sitio Selva Alegre



Árbol N°1



Árbol N°2



Árbol N°3



Árbol N°4



Árbol N°5



Árbol N°6



Árbol N°7



Árbol N°8



Árbol N°9



Árbol N°10

Anexo 7. Frutos de *Cinchona officinalis* L., pertenecientes al sitio Uritusinga



Árbol N°1



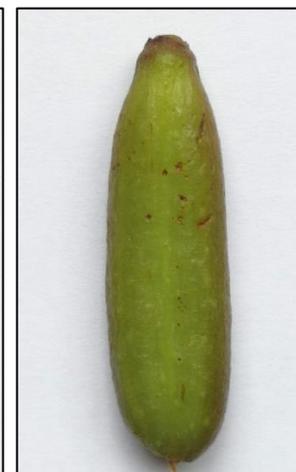
Árbol N°2



Árbol N°3



Árbol N°4



Árbol N°5



Árbol N°6



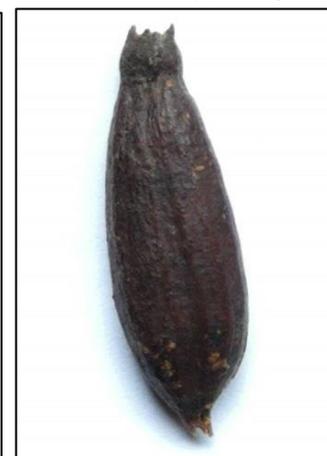
Árbol N°7



Árbol N°8



Árbol N°9



Árbol N°10

Anexo 8. Resultados obtenidos de las características cuali-cuantitativas de la hoja *Cinchona officinalis* L., del sitio Selva Alegre.

N°	Cod. de árbol	LH (cm)	ABH (cm)	AF (cm)	FH	TB	LP (cm)	TN	CH
1	Ar03_SAP1	7,89	16,24	22,79	Oval	Entera	1,5	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
2	Ar03_SAP1	8,00	14,88	24,32	Oval	Entera	1,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
3	Ar03_SAP1	7,35	43,22	28,77	Oval	Entera	0,2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
4	Ar03_SAP1	7,92	34,89	24,23	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
5	Ar03_SAP1	8,39	43,07	35,8	Oval	Entera	2,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
6	Ar06_SAP1	9,13	38,37	36,39	Oval	Entera	2,3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
7	Ar06_SAP1	10,55	37,16	46,69	Oval	Entera	2,4	Penninervia	Rojo (10R 4/8)
8	Ar06_SAP1	10,27	37,4	43,53	Oval	Entera	2,3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
9	Ar06_SAP1	11,24	37,4	58,06	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
10	Ar06_SAP1	11,79	39,5	60,726	Oval	Entera	2,2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
11	Ar12_SAP1	10,14	33,3	40,56	Oval	Entera	1,3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
12	Ar12_SAP1	11,72	37,13	54,39	Oval	Entera	1,6	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
13	Ar12_SAP1	14,00	43,2	77,194	Oval	Entera	2,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
14	Ar12_SAP1	12,97	37,3	69,07	Oval	Entera	2,6	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
15	Ar12_SAP1	13,59	38	76,11	Oval	Entera	2,5	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
16	Ar13_SAP1	9,22	48	38,46	Oval	Entera	1,7	Penninervia	Rojo (10R 4/8)
17	Ar13_SAP1	10,76	42,6	47,62	Oval	Entera	1,5	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
18	Ar13_SAP1	11,49	41,5	49,86	Oval	Entera	1,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
19	Ar13_SAP1	11,47	40,25	51,4	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
20	Ar13_SAP1	10,94	41,4	51	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
21	Ar01_SAP1	11,43	34,6	45,6	Oval	Entera	2,3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
22	Ar01_SAP1	11,35	32,9	44,56	Oval	Entera	2,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
23	Ar01_SAP1	12,27	31,3	48,1	Oval	Entera	2,3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)

24	Ar01_SAP1	11,27	37,8	62,65	Oval	Entera	1,6	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
25	Ar01_SAP1	12,79	45,8	69,1	Oval	Entera	2,3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
26	Ar10_SAP1	11,13	47,88	59,6	Oval	Entera	2,2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
27	Ar10_SAP1	10,96	46,9	60	Oval	Entera	2,5	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
28	Ar10_SAP1	11,44	45,2	61,7	Oval	Entera	2,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
29	Ar10_SAP1	10,14	43,82	51,4	Oval	Entera	2,6	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
30	Ar10_SAP1	11,59	45,85	64,9	Oval	Entera	3,0	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
31	Ar02_SAP1	9,50	34,4	44,5	Oval	Entera	1,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
32	Ar02_SAP1	9,36	40	43,4	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
33	Ar02_SAP1	10,76	47,56	61	Oval	Entera	2,3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
34	Ar02_SAP1	11,96	40,8	70	Oval	Entera	2,6	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
35	Ar02_SAP1	11,98	47,2	76,2	Oval	Entera	2,9	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
36	Ar18_SAP1	9,64	43,9	44,8	Oval	Entera	0,8	Penninervia	Rojo (10R 4/8)
37	Ar18_SAP1	11,44	40,2	61,4	Oval	Entera	1,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
38	Ar18_SAP1	11,72	50,1	67,8	Oval	Entera	1,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
39	Ar18_SAP1	11,60	52,9	69,57	Oval	Entera	1,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
40	Ar18_SAP1	12,00	51,8	66,9	Oval	Entera	1,2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
41	Ar03_SAP2	10,51	51,2	65,2	Oval	Entera	2,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
42	Ar03_SAP2	10,46	45,8	60,6	Oval	Entera	2,0	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
43	Ar03_SAP2	11,20	55,3	74,8	Oval	Entera	2,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
44	Ar03_SAP2	10,62	56,6	79,8	Oval	Entera	2,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
45	Ar03_SAP2	11,20	54,09	73,5	Oval	Entera	2,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
46	Ar6_SAP2	10,77	48,32	67,3	Oval	Entera	2,2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
47	Ar6_SAP2	12,50	58	87,8	Oval	Entera	2,5	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
48	Ar6_SAP2	12,60	59,5	79,3	Oval	Entera	2,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
49	Ar6_SAP2	13,13	66	101.2	Oval	Entera	3,3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
50	Ar6_SAP2	15,12	67,1	130.8	Ovada	Entera	3,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)

Anexo 9. Resultados obtenidos de las características cuali-cuantitativas de la hoja *Cinchona officinalis* L., del sitio Uritusinga.

N°	Cod. de árbol	LH (cm)	ABH (cm)	AF (cm)	FH	TB	LP (cm)	TN	CH
1	Ar02_URP1	9,92	2,4	38,69	Oval	Entera	1,99	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
2	Ar02_URP1	10,44	2,3	38,9	Oval	Entera	2,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
3	Ar02_URP1	9,79	2,3	37,9	Oval	Entera	2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
4	Ar02_URP1	9,92	2,7	56,7	Oval	Entera	2,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
5	Ar02_URP1	11,87	2,91	71,4	Oval	Entera	3,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
6	Ar03_URP1	9	1,47	27,28	Oval	Entera	2,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
7	Ar03_URP1	11,48	2,56	57,51	Oval	Entera	1,95	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
8	Ar03_URP1	11,74	2,97	59,83	Oval	Entera	2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
9	Ar03_URP1	13,1	3	65,92	Oval	Entera	2,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
10	Ar03_URP1	12,65	2,9	64,84	Oval	Entera	2,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
11	Ar05_URP1	12,29	3,36	55,06	Oval	Entera	2,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
12	Ar05_URP1	13,85	2,6	65,1	Oval	Entera	2,2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
13	Ar05_URP1	15,65	2,73	95,02	Oval	Entera	3,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
14	Ar05_URP1	16,9	3,55	104,6	Oval	Entera	3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
15	Ar05_URP1	16	4,1	95,93	Oval	Entera	2,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
16	Ar06_URP1	10,46	2,78	39,56	Oval	Entera	1,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
17	Ar06_URP1	11,79	2,43	48,13	Oval	Entera	2,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
18	Ar06_URP1	12,83	2,52	64,01	Oval	Entera	3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
19	Ar06_URP1	13,28	2,21	70,9	Oval	Entera	3	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
20	Ar06_URP1	15,81	2,95	96,09	Oval	Entera	3,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
21	Ar07_URP3	10,97	1,24	27,46	Oval	Entera	2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
22	Ar07_URP3	12,35	1,66	37,32	Oval	Entera	2,1	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
23	Ar07_URP3	11,49	1,55	32,24	Oval	Entera	1,75	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
24	Ar07_URP3	10,57	1,4	29,9	Oval	Entera	1,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)

25	Ar07_URP3	12,27	1,26	30,77	Oval	Entera	2,5	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
26	Ar01_URP2	10,4	2,3	31,5	Oval	Entera	2,2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
27	Ar01_URP2	10,3	1,89	30,6	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
28	Ar01_URP2	11,4	1,86	37,73	Oval	Entera	2,9	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
29	Ar01_URP2	12,3	1,44	44,2	Oval	Entera	2,6	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
30	Ar01_URP2	12,6	1,65	48,4	Oval	Entera	2,4	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
31	Ar02_UrP2	9,5	1,97	24,7	Oval	Entera	2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
32	Ar02_UrP2	10,5	2,02	29,8	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
33	Ar02_UrP2	9,66	2,19	28,9	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
34	Ar02_UrP2	10,78	2,02	38,08	Oval	Entera	2,2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
35	Ar02_UrP2	9,83	1,85	36	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
36	Ar08_URP2	7,82	1,25	17,31	Oval	Entera	1,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
37	Ar08_URP2	8,57	1,78	21,13	Oval	Entera	1,85	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
38	Ar08_URP2	9,47	2,06	24,77	Oval	Entera	1,9	Penninervia	Rojo (10R 4/8)
39	Ar08_URP2	10,53	1,13	27,66	Oval	Entera	2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
40	Ar08_URP2	10,45	1,8	30,2	Oval	Entera	1,9	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
41	Ar05_URP3	11,67	1,91	34,6	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Rojo (10R 4/8)
42	Ar05_URP3	14,52	2,34	50,1	Oval	Entera	1,7	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
43	Ar05_URP3	14,5	2,02	54,7	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
44	Ar05_URP3	14,36	2,2	50,4	Oval	Entera	2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
45	Ar05_URP3	14,1	1,91	49,4	Oval	Entera	1,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
46	Ar08_URP3	12,9	2,2	44,17	Oval	Entera	2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
47	Ar08_URP3	12,6	2,38	43,53	Oval	Entera	2,2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
48	Ar08_URP3	11,81	2,58	44,29	Oval	Entera	2	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
49	Ar08_URP3	13,5	1,68	44,48	Oval	Entera	2,8	Penninervia	Verde amarillento (10GY 4/14)
50	Ar08_URP3	13,29	2,07	47,32	Oval	Entera	2,6	Penninervia	Rojo (10R 4/8)

Anexo 10. Resultados obtenidos de las características cualitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.

Nº	Cod. de árbol	FF	CP	PPF	TSF	TFE	FP	CS	PC	FO	OUE	OUP
<b>SITIO SELVA ALEGRE</b>												
1	Ar03_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
2	Ar03_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Rojo (10R 4/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
3	Ar03_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Rojo (10R 4/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
4	Ar03_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Rojo (10R 4/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
5	Ar03_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Rojo (10R 4/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
6	Ar06_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Alargado - Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
7	Ar06_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Alargado - Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
8	Ar06_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Alargado - Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
9	Ar06_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Alargado - Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
10	Ar06_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Alargado - Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
11	Ar12_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
12	Ar12_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
13	Ar12_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
14	Ar12_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
15	Ar12_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Unicarpelar	Amarillo (5Y 8/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
16	Ar13_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Alargado - Unicarpelar	Rojo (10R 4/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico
17	Ar13_SAP1	Pequeña, actinomorfas	Rojo débil (10R 4/4)	Tubular	Gamosépalo	Epipétalo	Alargado - Unicarpelar	Rojo (10R 4/8)	Cáliz turbinado soldado al ovario	Ovario ínfero	Epigina	Sincárpico









Anexo 11. Resultados obtenidos de las características cuantitativas de la flor de *Cinchona officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga

SITIO SELVA ALEGRE											
N°	COD.	LF (cm)	ABC (cm)	APSC (cm)	ACF (cm)	NE	LPE (cm)	LE (cm)	LPS (cm)	NS	NP
1	Ar03_SAP1	1,47	0,26	0,79	0,68	5	1,34	0,59	0,30	5	5
2	Ar03_SAP1	1,45	0,31	0,85	0,77	7	1,38	0,48	0,29	5	6
3	Ar03_SAP1	1,36	0,29	0,90	0,78	5	1,44	0,53	0,28	5	5
4	Ar03_SAP1	1,44	0,31	0,89	0,74	5	1,35	0,53	0,29	5	6
5	Ar03_SAP1	1,51	0,35	0,84	0,84	6	1,35	0,53	0,30	5	5
6	Ar06_SAP1	1,35	0,34	1,08	0,71	6	0,78	1,02	0,31	6	6
7	Ar06_SAP1	1,43	0,30	0,88	0,74	6	0,61	1,36	0,36	5	6
8	Ar06_SAP1	1,50	0,30	0,94	0,71	6	0,82	0,82	0,31	5	6
9	Ar06_SAP1	1,39	0,33	0,86	0,68	5	0,72	0,72	0,30	5	6
10	Ar06_SAP1	1,44	0,48	1,02	0,62	6	0,82	0,97	0,32	6	6
11	Ar12_SAP1	1,53	0,32	0,75	0,72	5	1,50	0,56	0,30	6	6
12	Ar12_SAP1	1,55	0,25	0,72	0,76	5	1,54	0,54	0,30	6	6
13	Ar12_SAP1	1,49	0,25	0,77	0,71	6	1,36	0,59	0,30	5	6
14	Ar12_SAP1	1,49	0,25	0,76	0,69	5	1,55	0,59	0,29	5	5
15	Ar12_SAP1	1,44	0,25	0,78	0,65	5	1,32	0,54	0,30	6	5
16	Ar13_SAP1	1,42	0,43	0,96	0,59	7	0,70	1,34	0,23	5	6
17	Ar13_SAP1	1,32	0,31	0,98	0,62	6	0,89	1,35	0,21	5	6
18	Ar13_SAP1	1,30	0,35	1,01	0,57	6	0,79	1,32	0,22	5	6
19	Ar13_SAP1	1,33	0,32	0,98	0,59	6	0,79	1,35	0,21	5	6
20	Ar13_SAP1	1,31	0,30	0,89	0,58	6	0,76	1,19	0,21	5	6
21	Ar01_SAP1	1,32	0,29	0,83	0,62	6	0,95	1,35	0,23	5	6
22	Ar01_SAP1	1,40	0,30	0,78	0,63	6	0,82	1,35	0,23	5	6
23	Ar01_SAP1	1,36	0,29	0,80	0,63	6	0,86	1,24	0,23	5	6
24	Ar01_SAP1	1,38	0,29	0,77	0,61	6	0,93	1,34	0,22	5	6
25	Ar01_SAP1	1,40	0,29	0,79	0,59	6	0,78	1,34	0,28	5	6
26	Ar10_SAP1	1,45	0,28	0,99	0,61	5	0,88	0,20	0,21	5	5
27	Ar10_SAP1	1,55	0,26	0,87	0,51	5	0,86	1,31	0,24	5	5
28	Ar10_SAP1	1,44	0,29	1,05	0,72	7	0,95	1,36	0,28	5	6
29	Ar10_SAP1	1,44	0,28	1,02	0,68	6	0,83	1,35	0,22	5	6
30	Ar10_SAP1	1,44	0,30	1,08	0,65	6	0,80	1,05	0,28	5	6
31	Ar02_SAP1	1,19	0,34	0,84	0,5	6	0,90	1,02	0,19	5	5
32	Ar02_SAP1	1,36	0,34	0,85	0,52	6	0,85	0,98	0,20	5	5

33	Ar02_SAP1	1,23	0,24	1,02	0,54	5	0,92	0,92	0,19	5	6
34	Ar02_SAP1	1,26	0,30	0,88	0,53	5	0,74	0,92	0,19	5	6
35	Ar02_SAP1	1,35	0,30	0,82	0,56	5	0,73	1,10	0,21	5	6
36	Ar18_SAP1	1,21	0,31	0,85	0,59	6	1,29	0,43	0,15	5	6
37	Ar18_SAP1	1,27	0,29	1,11	0,67	5	1,30	0,45	0,20	5	5
38	Ar18_SAP1	1,09	0,31	0,98	0,7	5	0,97	0,42	0,18	5	5
39	Ar18_SAP1	1,20	0,28	1,02	0,59	5	1,09	0,45	0,19	5	5
40	Ar18_SAP1	1,26	0,38	0,93	0,6	6	0,93	0,40	0,18	5	6
41	Ar03_SAP2	1,25	0,30	0,78	0,63	5	1,29	0,44	0,25	5	5
42	Ar03_SAP2	1,20	0,28	0,80	0,56	5	1,35	0,47	0,29	5	5
43	Ar03_SAP2	1,17	0,29	0,78	0,58	5	1,11	0,45	0,26	5	5
44	Ar03_SAP2	1,23	0,28	0,76	0,59	5	1,13	0,46	0,24	5	5
45	Ar03_SAP2	1,21	0,28	0,72	0,62	5	1,08	0,44	0,21	5	5
46	Ar6_SAP2	1,46	0,31	0,67	0,67	5	1,43	0,65	0,19	6	5
47	Ar6_SAP2	1,39	0,18	0,52	0,7	5	1,43	0,55	0,23	6	5
48	Ar6_SAP2	1,52	0,19	0,58	0,75	5	1,34	0,56	0,16	6	5
49	Ar6_SAP2	1,55	0,21	0,46	0,72	5	1,46	0,55	0,19	6	5
50	Ar6_SAP2	1,52	0,25	0,58	0,72	5	1,53	0,62	0,19	6	5

**SITIO URITUSINGA**

N°	COD.	LF (cm)	ABC (cm)	APSC (cm)	ACF (cm)	NE	LPE (cm)	LE (cm)	LPS (cm)	NS	NP
1	Ar02_UrP1	1,31	0,2	0,96	0,6	5	0,69	1,35	0,14	5	5
2	Ar02_UrP1	1,17	0,23	0,7	0,54	5	0,75	1,2	0,12	6	5
3	Ar02_UrP1	1,24	0,2	0,85	0,54	6	0,72	1,2	0,12	5	5
4	Ar02_UrP1	1,43	0,2	0,83	0,54	6	0,61	1,1	0,11	5	5
5	Ar02_UrP1	1,4	0,2	0,81	0,56	5	0,81	1,1	0,11	5	5
6	Ar05_UrP1	1,4	0,18	1,07	0,66	5	0,63	1,1	0,11	5	5
7	Ar05_UrP1	1,35	0,19	0,96	0,58	5	0,60	1,1	0,11	5	5
8	Ar05_UrP1	1,41	0,23	1	0,65	5	0,65	1,1	0,11	5	5
9	Ar05_UrP1	1,3	0,21	0,89	0,56	5	0,80	1,03	0,10	5	5
10	Ar05_UrP1	1,3	0,19	1,1	0,55	5	0,69	0,98	0,10	5	5
11	Ar06_UrP1	1,4	0,29	0,96	0,89	5	0,63	1	0,10	5	5
12	Ar06_UrP1	1,36	0,35	0,94	0,88	5	0,76	0,97	0,10	5	5
13	Ar06_UrP1	1,56	0,26	1,01	0,99	5	0,70	0,94	0,09	5	5
14	Ar06_UrP1	1,58	0,3	1,19	0,98	5	0,77	0,9	0,09	5	5
15	Ar06_UrP1	1,48	0,32	1,11	0,98	5	0,76	0,95	0,10	5	5
16	Ar03_UrP1	1,47	0,28	0,74	0,63	5	0,76	0,97	0,10	5	5

17	Ar03_UrP1	1,33	0,22	0,73	0,49	5	0,70	1,2	0,12	5	5
18	Ar03_UrP1	1,35	0,21	0,78	0,4	6	0,69	0,9	0,09	5	5
19	Ar03_UrP1	1,18	0,28	0,84	0,52	5	0,66	1,1	0,11	5	5
20	Ar03_UrP1	1,35	0,22	0,92	0,47	5	0,74	1,2	0,12	5	5
21	Ar07_UrP3	1,39	0,25	0,91	0,51	5	0,84	0,9	0,09	5	5
22	Ar07_UrP3	1,32	0,23	0,85	0,52	5	0,89	0,97	0,10	5	5
23	Ar07_UrP3	1,26	0,26	0,77	0,47	6	0,67	0,89	0,89	5	5
24	Ar07_UrP3	1,32	0,29	0,84	0,5	5	0,82	0,9	0,09	5	5
25	Ar07_UrP3	1,27	0,28	0,78	0,48	5	0,78	0,95	0,095	5	5
26	Ar01_UrP2	1,69	0,25	0,92	0,84	5	0,86	1,3	0,13	5	5
27	Ar01_UrP2	1,62	0,22	0,75	0,78	4	0,93	1,21	0,121	5	5
28	Ar01_UrP2	1,57	0,2	0,88	0,54	5	0,86	1	0,1	5	5
29	Ar01_UrP2	1,55	0,27	0,82	0,72	5	0,84	1,2	0,12	5	5
30	Ar01_UrP2	1,49	0,25	0,92	0,57	5	1,02	0,87	0,087	5	5
31	Ar02_UrP2	1,6	0,22	0,98	0,49	5	0,64	1,1	0,11	4	5
32	Ar02_UrP2	1,47	0,33	0,79	0,39	5	0,88	1	0,1	5	5
33	Ar02_UrP2	1,43	0,23	0,98	0,37	5	0,91	1,2	0,12	5	5
34	Ar02_UrP2	1,65	0,24	0,83	0,37	5	1,07	1,2	0,12	5	5
35	Ar02_UrP2	1,65	0,24	0,74	0,34	5	1,01	1,08	0,108	5	5
36	Ar08_UrP2	1,42	0,29	0,94	0,56	5	0,75	0,99	0,099	4	5
37	Ar08_UrP2	1,61	0,27	0,97	0,65	5	0,90	0,98	0,098	5	5
38	Ar08_UrP2	1,42	0,27	0,78	0,55	5	0,79	1,1	0,11	5	5
39	Ar08_UrP2	1,47	0,25	0,82	0,65	5	0,75	1,2	0,12	4	5
40	Ar08_UrP2	1,4	0,27	0,69	0,61	5	0,85	1,2	0,12	4	5
41	Ar05_UrP3	1,17	0,2	0,94	0,41	5	0,65	0,8	0,08	5	5
42	Ar05_UrP3	1,11	0,2	0,88	0,48	5	0,78	0,96	0,096	5	5
43	Ar05_UrP3	1,3	0,26	0,86	0,49	5	0,74	1	0,1	5	5
44	Ar05_UrP3	1,11	0,26	0,86	0,38	5	0,67	0,91	0,091	5	5
45	Ar05_UrP3	1,17	0,25	0,86	0,37	5	0,66	0,9	0,09	5	5
46	Ar08_UrP3	1,28	0,26	0,76	0,37	5	0,64	0,85	0,085	5	5
47	Ar08_UrP3	1,37	0,31	0,79	0,46	5	0,61	0,95	0,095	5	5
48	Ar08_UrP3	1,28	0,33	0,78	0,4	5	0,68	0,96	0,096	5	5
49	Ar08_UrP3	1,11	0,24	0,69	0,33	5	0,72	0,85	0,085	5	5
50	Ar08_UrP3	1,25	0,31	0,8	0,41	5	0,76	1,6	0,16	5	5







Anexo 13. Resultados de las características cuantitativas del fruto y semilla de *Cinchona officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga

SITIO SELVA ALEGRE										
N°	COD.	LF (cm)	ABF (cm)	APSF (cm)	ATF (cm)	PPF (gr)	LPF (cm)	NSC	NPSF	LPS (mm)
1	Ar03_SAP1	1,97	0,57	0,95	2,3	0,86	0,69	4	28	5,48
2	Ar03_SAP1	1,74	0,56	0,82	1,7	0,7	0,8	-	26	4,56
3	Ar03_SAP1	1,8	0,56	0,93	1,8	0,7	1,07	5	21	5,43
4	Ar03_SAP1	1,86	0,54	1,00	2,4	0,96	0,598	-	29	5,51
5	Ar03_SAP1	1,9	0,69	0,98	2	1,02	0,413	-	31	5,41
6	Ar06_SAP1	2,24	0,69	0,96	2,3	0,93	1,36	5	27	7,9
7	Ar06_SAP1	2,533	0,88	0,91	2,5	1,11	1,39	5	33	7,9
8	Ar06_SAP1	2,68	0,90	0,93	2,7	1,1	1,003	5	23	7,08
9	Ar06_SAP1	2,47	0,87	0,95	2,6	1,2	1,82	-	24	7,09
10	Ar06_SAP1	2,39	0,84	0,94	2,34	1,3	1,87	5	26	7,48
11	Ar12_SAP1	1,64	0,60	0,66	1,2	0,37	0,836	5	25	4,75
12	Ar12_SAP1	1,74	0,73	0,76	1,3	0,51	0,594	5	13	4,6
13	Ar12_SAP1	2,06	0,82	0,78	1,8	0,6	1,08	-	21	4,92
14	Ar12_SAP1	1,86	0,77	0,78	1,6	0,79	0,887	-	18	4,63
15	Ar12_SAP1	1,965	0,96	0,97	1,9	0,95	0,81	-	27	5,1
16	Ar13_SAP1	1,85	0,94	0,86	1,6	0,96	0,989	5	21	5,75
17	Ar13_SAP1	1,825	1,04	0,16	1,6	0,83	1,049	5	54	5,97
18	Ar13_SAP1	2,075	0,99	1,01	2,1	1,38	1,013	5	44	5,68
19	Ar13_SAP1	2,011	1,13	1,15	2,3	1,21	1,376	5	32	5,59
20	Ar13_SAP1	2,2	1,16	1,10	2,3	1,9	0,558	-	27	5,51
21	Ar01_SAP1	1,733	0,69	0,71	1,43	0,63	0,819	5	18	5,46
22	Ar01_SAP1	1,61	0,77	0,85	1,6	0,75	0,643	5	56	5,8
23	Ar01_SAP1	1,735	0,78	0,89	1,6	0,54	1,062	5	23	5,51
24	Ar01_SAP1	1,91	0,76	0,83	1,8	0,99	0,827	5	18	5,63
25	Ar01_SAP1	1,85	0,93	0,87	1,8	0,69	0,917	5	34	5,54
26	Ar10_SAP1	1,927	0,70	0,76	1,5	0,69	1,353	5	32	6,05
27	Ar10_SAP1	1,842	0,67	0,75	1,5	0,71	1,19	5	25	6,08
28	Ar10_SAP1	1,85	0,82	0,97	1,8	1,12	1,09	-	42	6,1
29	Ar10_SAP1	2,16	1,01	1,18	2,2	1,33	1,3	-	27	6,3
30	Ar10_SAP1	2,11	1,15	1,31	2,4	1,59	2,21	-	38	6,1
31	Ar02_SAP1	2,32	1,09	1,04	2,7	1,5	0,85	-	48	5,75
32	Ar02_SAP1	2,52	1,12	1,19	3	1,86	1,53	-	56	5,72
33	Ar02_SAP1	2,43	1,02	1,25	2,9	1,91	0,55	4	46	5,68
34	Ar02_SAP1	2,37	1,07	1,12	2,9	1,87	0,9	-	43	5,75
35	Ar02_SAP1	2,49	1,08	1,14	3,1	1,84	0,93	-	28	5,38
36	Ar18_SAP1	1,79	1,01	1,00	1,9	1,05	1,8	-	27	6,33
37	Ar18_SAP1	1,85	1,09	1,01	2	1,11	0,99	-	17	6,8

38	Ar18_SAP1	1,9	1,12	1,11	2	1,18	1,12	-	21	6,06
39	Ar18_SAP1	1,91	1,06	1,03	2	1,18	0,98	4	15	6,14
40	Ar18_SAP1	2,1	1,12	1,06	2,59	1,54	0,91	-	27	7,3
41	Ar03_SAP2	1,74	0,85	0,86	1,52	0,66	0,54	-	43	5,36
42	Ar03_SAP2	2,056	0,69	0,73	1,6	0,73	1,37	-	51	5,12
43	Ar03_SAP2	2,02	0,89	0,96	1,9	0,84	0,433	-	45	5,58
44	Ar03_SAP2	2,161	0,91	1,01	2	0,99	0,44	-	48	5,62
45	Ar03_SAP2	1,91	0,78	0,87	1,7	1,08	0,56	4	35	5,7
46	Ar6_SAP2	1,855	0,73	0,86	1,73	0,7	1,14	-	35	5,81
47	Ar6_SAP2	1,89	0,85	0,86	1,8	0,99	0,47	5	32	6,35
48	Ar6_SAP2	2,21	0,94	1,05	2,4	0,74	1,13	-	45	6,42
49	Ar6_SAP2	2,03	0,84	0,95	1,9	0,86	0,78	-	40	6,07
50	Ar6_SAP2	2,15	0,82	0,96	2,2	1,12	0,55	-	44	6,37

### SITIO URITUSINGA

N°	COD.	LF (cm)	ABF (cm)	APSF (cm)	ATF (cm)	PPF (gr)	LPF (cm)	NSC	NPSF	LPS (mm)
1	Ar02_UrP1	2,42	0,65	0,39	2	0,92	1,1	-	46	5,37
2	Ar02_UrP1	2,54	0,58	0,44	2,03	1,07	1	-	52	5,09
3	Ar02_UrP1	2,64	0,53	0,56	2,2	1,13	1,2	-	45	5,53
4	Ar02_UrP1	2,44	0,51	0,69	2,17	1,2	1,24	-	45	5,65
5	Ar02_UrP1	2,61	0,46	0,39	2,2	1,32	1,4	-	36	5,7
6	Ar05_UrP1	3,28	0,45	0,58	2,68	1,1	1,3	-	41	7,36
7	Ar05_UrP1	3,6	0,52	0,52	3,27	1,39	1,1	-	46	7,6
8	Ar05_UrP1	4,12	0,88	0,62	3,96	1,41	1,8	-	48	7,4
9	Ar05_UrP1	3,44	0,58	0,42	3,01	1,73	1,5	-	42	7,3
10	Ar05_UrP1	3,37	0,58	0,49	3,07	1,72	1,7	5	61	6,8
11	Ar06_UrP1	2,05	0,43	0,41	1,18	0,59	0,89	-	48	5,76
12	Ar06_UrP1	2,17	0,37	0,39	1,35	0,78	0,95	-	53	5,56
13	Ar06_UrP1	1,86	0,41	0,35	1,23	0,8	0,92	-	48	5,31
14	Ar06_UrP1	2,01	0,41	0,26	1,25	0,8	1	5	54	5,15
15	Ar06_UrP1	1,95	0,45	0,33	1,24	0,8	1,2	5	49	4,96
16	Ar03_UrP1	2,4	0,47	0,43	1,78	0,94	1,45	-	47	6,17
17	Ar03_UrP1	2,83	0,53	0,5	2,37	1,04	0,97	-	58	5,56
18	Ar03_UrP1	2,67	0,47	0,5	2,23	1,1	1,2	-	51	5,95
19	Ar03_UrP1	2,67	0,53	0,41	2,2	1,19	1	-	41	5,94
20	Ar03_UrP1	3,1	0,57	0,57	2,9	1,4	1,34	-	64	5,9
21	Ar07_UrP3	2,59	0,29	0,37	1,55	0,42	1,6	-	37	5,92

22	Ar07_UrP3	2,22	0,35	0,31	1,24	0,58	1,73	-	23	6
23	Ar07_UrP3	2,32	0,36	0,36	1,49	0,55	2,1	-	29	5,31
24	Ar07_UrP3	2,63	0,41	0,31	1,64	0,57	1,64	5	36	5,28
25	Ar07_UrP3	2,82	0,39	0,39	2	0,8	1,6	5	33	6,06
26	Ar01_UrP2	3,17	0,37	0,37	2,05	0,74	0,97	-	44	6,35
27	Ar01_UrP2	3,02	0,4	0,37	1,9	0,74	0,98	-	45	7,3
28	Ar01_UrP2	3	0,35	0,47	1,96	0,8	1,1	-	42	6,71
29	Ar01_UrP2	2,93	0,37	0,39	1,8	0,8	0,75	-	40	6,75
30	Ar01_UrP2	3,05	0,42	0,42	2,09	0,9	1,2	-	44	6,87
31	Ar02_UrP2	1,58	0,41	0,37	1,01	0,4	1,35	5	17	5,32
32	Ar02_UrP2	1,54	0,46	0,34	1,02	0,4	1,4	-	13	4,36
33	Ar02_UrP2	1,75	0,49	0,37	1,12	0,4	0,31	-	18	5,36
34	Ar02_UrP2	1,58	0,41	0,31	0,99	0,5	0,86	-	16	5,1
35	Ar02_UrP2	1,71	0,49	0,47	1,22	0,6	0,97	-	13	5,39
36	Ar08_UrP2	2,05	0,76	0,35	1,67	0,43	1,1	-	28	5,87
37	Ar08_UrP2	2,31	0,67	0,41	2,02	0,4	1,1	-	25	5,31
38	Ar08_UrP2	2,61	0,52	0,37	2,19	0,5	0,95	-	28	5,19
39	Ar08_UrP2	2,27	0,63	0,35	1,79	0,5	0,89	5	22	5,43
40	Ar08_UrP2	2,33	0,67	0,41	2,65	0,5	0,92	5	20	5,4
41	Ar05_UrP3	2,4	0,39	0,31	1,6	0,59	1,8	-	47	6,25
42	Ar05_UrP3	2,32	0,41	0,37	1,64	0,73	1,1	-	53	6,06
43	Ar05_UrP3	2,26	0,45	0,31	1,66	0,75	0,76	-	52	5,74
44	Ar05_UrP3	2,38	0,35	0,39	1,62	0,72	0,84	-	55	5,74
45	Ar05_UrP3	2,22	0,47	0,28	1,56	0,77	1,18	-	42	6,12
46	Ar08_UrP3	2,21	0,38	0,4	1,52	0,45	1,3	-	31	5,11
47	Ar08_UrP3	2,17	0,42	0,34	1,44	0,52	1,2	5	32	6,1
48	Ar08_UrP3	2,15	0,42	0,32	1,33	0,5	1,4	5	32	5,45
49	Ar08_UrP3	2,25	0,38	0,36	1,48	0,5	1,1	5	35	5,11
50	Ar08_UrP3	2,32	0,36	0,38	1,63	0,6	1,2	5	27	5,3

## Anexo 14. Tríptico para la difusión de resultados



Figura 3. Valores promedio de las variables cuantitativas de la hoja de *C. officinalis* L., en los dos áreas de estudio.



Figura 4. Valores promedio de las variables cuantitativas de la flor de *C. officinalis* L., en las dos áreas de estudio.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE LOS RECURSOS**  
**NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**  
**LABORATORIO DE MICROPROPAGACIÓN VEGETAL**

**4.2. Descripción morfológica de los órganos reproductivos de *C. officinalis* L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.**

*C. officinalis* L., presentó una flor completa pequeña, hermafrodita, actinomorfa, de color rojo débil y rosado, con pequeñas cerdas blancas en los extremos de sus pétalos, sus flores alcanzaron un largo de 1,08 a 1,6 cm, su corola gamopétala, pentámera, tubular, cáliz gamosépalo pentámero, turbinado soldado al ovario, epigina sincárpico, epipétalo unido a la corola, de 5 a 6 estambres, con una longitud de 0,6 a 1,5 cm; estilo brevistilia y unicarpelar longistila, con una longitud promedio de 0,2 a 2,6 cm; los sépalos presentaron un color verde claro a verde amarillento, gineceo con ovario infero.

Selva Alegre presentó el mayor ancho de la base de la corola (0,29 cm), así como el área de la corola de la flor (0,64 cm) y la longitud promedio del estambre (1,06 cm); mientras que Uritusinga presentó el mayor valor en la longitud del estilo con un valor promedio de 1,04 cm (Figura 2).

El fruto de *C. officinalis* L., mostró una capsula seca dehiscente, de forma oblonga u elíptica, de color marrón, con un calicillo corto de 5. Las semillas presentaron una forma fusiforme, el número de semillas varío entre 13 a 64 semillas.

**CONCLUSIONES**

Los árboles de *C. officinalis* L., presentaron alturas menores a los 9 m, con filotaxis opuesta y decusada, además, se evidenció que en las variables cualitativas de los órganos vegetativos y reproductivos de los dos relictos boscosos presentaron semejanza en las características evaluadas; sin embargo, en las variables cuantitativas como longitud, ancho y área de las hojas, flores y frutos, se pudo determinar que los dos sitios en estudio mostraron ligeras diferencias en los valores obtenidos.



**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y REPRODUCTIVOS DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTES DE DOS RELICTOS BOSCOSOS EN LA PROVINCIA DE LOJA”.**

**Responsable:** Gabriela Dayanara Correa T.  
**Director:** Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg.Sc  
 LOJA - ECUADOR  
 2021.

## INTRODUCCIÓN

La cascarilla (*Cinchona officinalis* L.) es una especie representativa de la provincia de Loja por sus grandes aportes medicinales, esta especie suele ser confundida con otras especies similares como *C. capuli*, *C. lancifolia* y *C. macrocalyx*, debido a que comparten similar morfología, hábitat y rango altitudinal. La presente investigación se realizó con el propósito de proveer de información sobre las características morfológicas de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L., mediante la identificación y uso de descriptores cuali-cuantitativos. Los resultados brindaron conocer la variabilidad y similitud morfológica de *Cinchona officinalis* L., de Selva Alegre y Uritusinga, esto con el propósito de fortalecer las bases de la teoría para posteriores prescripciones que prioricen el manejo, la identificación taxonómica y el mejoramiento genético de la especie.

## OBJETIVO GENERAL

Contribuir a generar información sobre la caracterización morfológica de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L., provenientes de dos relictos boscosos en la provincia de Loja.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización morfológica de los órganos vegetativos de *Cinchona officinalis* L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja, con la finalidad de establecer diferencias cuali-cuantitativas en las dos procedencias.
- Determinar la caracterización morfológica de los órganos reproductivos de *Cinchona officinalis* L.,

- en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja, con la finalidad de establecer diferencias cuali-cuantitativas en las dos procedencias.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación.

## METODOLOGÍA

### 1. Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en los sectores de Selva Alegre (Cantón Saraguro) y Uritusinga (Cantón Catamayo). La Fase de laboratorio se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional de Loja.

### 2. Metodología para realizar la caracterización morfológica de los órganos vegetativos de *Cinchona officinalis* L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja.

Se recolectó el material vegetal seleccionando 10 individuos de *Cinchona officinalis* L., fisiológicamente maduras y se colectó 5 hojas al azar de cada árbol, basados en criterio de selección según las características fenotípicas y potencial reproductivo de cada individuo. También se midió en campo las características de los 10 árboles seleccionados y se determinó: estado sanitario, forma, fuste, filotaxia, topósis, DAP, y altura total de cada árbol.

### 3. Metodología para determinar la caracterización morfológica de los órganos reproductivos de *Cinchona officinalis* L., en los dos relictos boscosos, de la Provincia de Loja

Se seleccionó 10 individuos con características

fisiológicamente maduras, a partir de ello se colectó 5 flores y 5 frutos al azar de cada árbol. Se midió y analizó en el laboratorio las características de las flores y frutos de cada árbol seleccionado en cada recito boscoso.

### 3.1. Enfoque y diseño de investigación

Esta investigación es de nivel descriptiva, mediante el reconocimiento de características, por medio de observación y medición directa, tiene un enfoque cuanti-cualitativo, direccionada al logro de los objetivos (Martínez y Ávila, 2009). El análisis de las características se realizó a partir de las descripciones de Andersson (1995, 1998).

## RESULTADOS

### 4.1 Descripción morfológica de los órganos vegetativos de *C. officinalis* L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.

Los árboles de *Cinchona officinalis* L., presentaron características de altura total que alcanzaban entre 3 a 9 m, con un diámetro de 4,8 a 30,4 cm de (DAP), filotaxia opuesta y decusada, de fuste cilíndrico, con corteza color marrón oscuro. *C. officinalis* L., presentó una hoja simple, opuesta decusada de forma oval de 7,3 a 16,9 cm de longitud, de color verde amarillento, borde entero, nervadura penninervia, y una longitud promedio del pedúnculo de 2,12 a 2,21 cm. Las dos áreas de estudio presentaron diferencia en sus valores, en el ancho y área de la hoja, demostrando que Selva Alegre obtuvo el mayor valor, alcanzando un ancho de la base de la hoja de 4,33 cm y un área foliar de 58,6 cm (Figura 1).



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Laboratorio de Micropropagación Vegetal

**“Caracterización morfológica de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L., provenientes de dos relictos boscosos en la provincia de Loja”.**



## AUTORES:

Gabriela Dayanara Correa Torres

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

LOJA – ECUADOR

2021

## INDICE GENERAL

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. METODOLOGÍA.....	3
2.1. Ubicación del área de estudio.....	3
2.2. Recolección del material vegetal y reproductivo.....	4
2.3. Enfoque y diseño de investigación.....	4
2.4. Caracterización morfológica de los órganos vegetativos de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	5
2.5. Caracterización morfológica de los órganos reproductivos de <i>C. officinalis</i> L..	5
3. RESULTADOS.....	7
3.1. Descripción morfológica de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	8
3.2. Descripción morfológica de los órganos vegetativos de <i>C. officinalis</i> L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.....	8
3.2.1. Características de los árboles de <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	8
3.2.2. Morfología de la hoja <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	9
3.3. Descripción morfológica de los órganos reproductivos de <i>C. officinalis</i> L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.....	10
3.3.1. Morfología de la flor <i>Cinchona officinalis</i> L., .....	10
3.3.2. Morfología del fruto y semilla <i>Cinchona officinalis</i> l., .....	12
4. CONCLUSIONES.....	14
5. BIBLIOGRAFÍA.....	15

## **1. INTRODUCCIÓN**

Ecuador es considerado como uno de los países megadiversos, por su posición geográfica y la influencia de las corrientes marinas, su ubicación tropical y andina, reúne múltiples condiciones favorables a la diversificación de la vida, incluyendo distintos tipos de ambiente naturales, variedad de climas, y ecosistemas que aquí existen (Bravo, 2011).

La provincia de Loja es un área que posee una alta biodiversidad de ecosistemas y grupos taxonómicos de plantas (Aguirre y Aguirre, 2017), dentro de esta biodiversidad se resalta una especie representativa de la provincia de Loja, llamada *Cinchona officinalis* L., conocida comúnmente como “cascarilla”, esta especie es reconocida por sus grandes aportes medicinales, culturales, e históricos; atributos que ocasionaron que la especie sea sobreexplotada y comercializada por su corteza, en la actualidad las actividades antrópicas, han ocasionado la reducción de sus poblaciones, viéndose afectada la capacidad regenerativa de la planta. *Cinchona officinalis* L., suele ser confundida con otras especies similares como *C. capulí*, *C. lancifolia* y *C. y macrocalyx*, debido a que comparten similar morfología, hábitat y rango altitudinal (Andersson 1998 y Alban, 2015).

La presente investigación se realizó con el propósito de proveer de información sobre las características morfológicas de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L., mediante la identificación y uso de descriptores cuali-cuantitativos, con el propósito de conocer la variabilidad y similitud morfológica de la especie, en los sitios Selva Alegre y Uritusinga; información que permita fortalecer las bases teóricas, para posteriores investigaciones que prioricen el manejo, la identificación taxonómica y el mejoramiento genético de la especie.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Ubicación del área de estudio**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la provincia de Loja, específicamente en los sitios: Selva Alegre del cantón Saraguro y Uritusinga correspondiente al cantón Catamayo. La identificación de las características morfológicas de las muestras se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, en el, en el cantón y provincia de Loja.

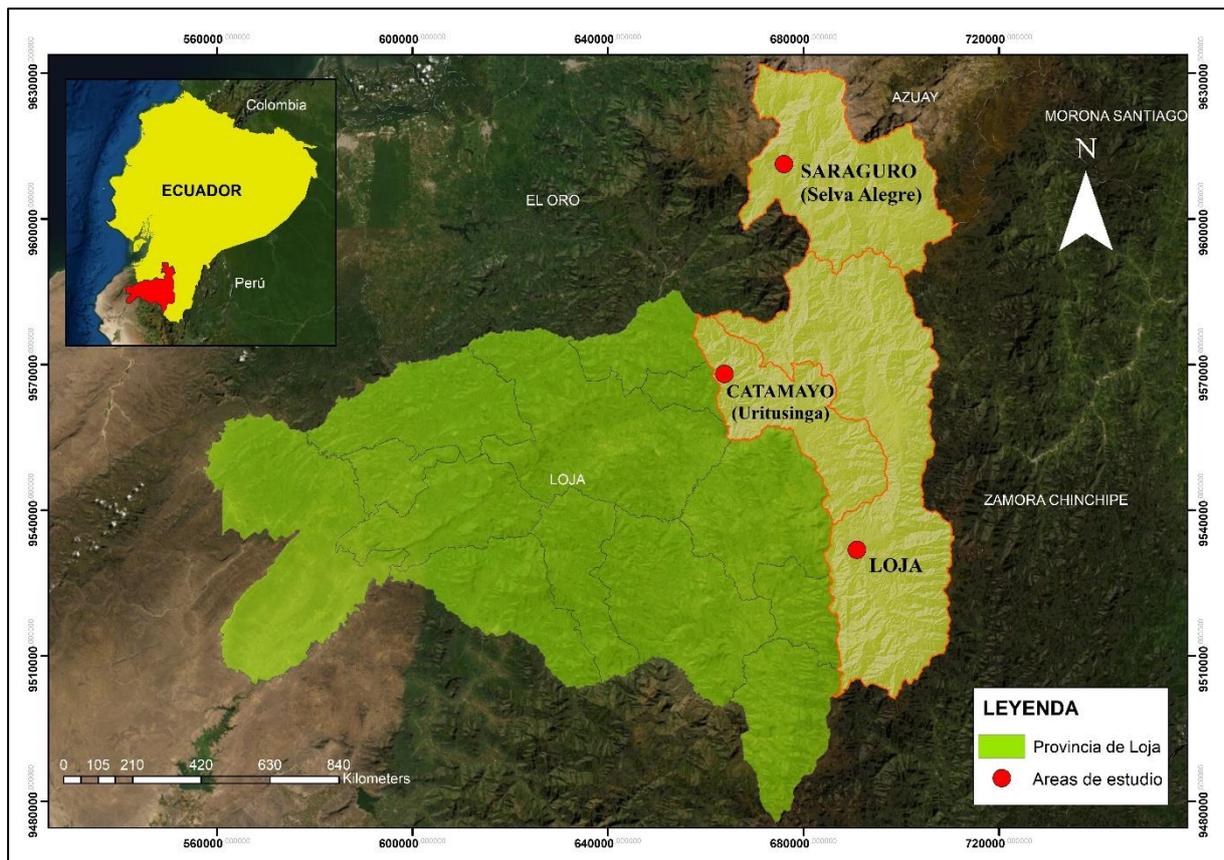


Figura 6. Mapa de ubicación del área de estudio. Fuente: Instituto Geográfico Militar del Ecuador. Elaborado por la autora.

## 2.2. Recolección del material vegetal y reproductivo

Para la selección de las muestras se realizaron tres salidas a campo, durante los meses de junio a agosto del año 2020, y se identificaron los árboles recorriendo las áreas de estudio. Para la colecta de las muestras se consideró que el árbol haya alcanzado la madurez fisiológica. A partir de ello se seleccionaron 10 individuos de los dos relictos boscosos (Selva Alegre y Uritusinga), y se procedió hacer la colecta de 5 hojas, 5 flores, y 5 frutos por cada individuo. Para poder realizar la recolección se hizo uso de una podadora aérea y una podadora de mano.

## 2.3. Enfoque y diseño de investigación

Esta investigación es de nivel descriptiva, mediante el reconocimiento de características, por medio de observación y medición directa, la misma que tuvo un enfoque cuanti-cualitativo, direccionada al logro de los objetivos (Martínez y Ávila, 2009 y Vozzo, 2015). El análisis de las características se realizó a partir de las descripciones de Andersson (1995, 1998). Con este estudio se aspiró fortalecer las bases de la teoría para posteriores descripciones que prioricen el manejo y el mejoramiento genético de la especie (Ortiz y García, 2006).

## 2.4. Caracterización morfológica de los órganos vegetativos de *Cinchona officinalis* L.,

Para cumplir con este objetivo se llevó un registro en campo de los 10 árboles seleccionados en cada relicto boscoso, a partir de ello se identificó características dasométricas como: estado sanitario, forma del fuste, filotaxia, topófisis, DAP, y altura total de cada árbol, esta información ayudó a tener una mayor organización de los datos y a la identificación de las muestras botánicas colectadas (Tabla 1). La caracterización de los órganos vegetativos (hojas) se realizó en el laboratorio de Micropropagación vegetal de la Universidad Nacional de Loja, para la caracterización de las hojas se utilizó ocho descriptores cuali-cuantitativos (Tabla 2). Las variables cualitativas fueron identificadas mediante observación directa y el análisis de los caracteres cuantitativos se realizó a través de medición directa, además se determinó el área foliar de la hoja con el software de dominio público, ImageJ- 64bits (<https://imagej.nih.gov/ij/>).

Tabla 1. Características morfológicas analizadas a partir de los árboles de *C. officinalis* L.,

<b>Descriptor</b>	<b>Tipo de carácter</b>
No. de árbol	Cuantitativa
Estado sanitario	Cualitativa
Forma del fuste	Cualitativa
Filotaxia	Cualitativa
Topófisis	Cualitativa
DAP (cm)	Cuantitativa
Ht. (m)	Cuantitativa

Tabla 2. Características morfológicas analizadas a partir de las hojas de *C. officinalis* L.,

<b>Descriptor</b>	<b>Tipo de carácter</b>
Longitud de la hoja	Cuantitativa
Ancho de la base de la hoja	Cuantitativa
Área foliar de la hoja	Cuantitativa
Forma de la hoja	Cualitativa
Tipo de borde	Cualitativa
Longitud del pedúnculo	Cuantitativa
Tipo de nervadura	Cualitativa
Color de la hoja	Cualitativa

## 2.5. Caracterización morfológica de los órganos reproductivos de *C. officinalis* L.,

Se realizó la caracterización morfológica de los órganos reproductivos de *Cinchona officinalis* L., en los dos relictos boscosos de la provincia de Loja, con la finalidad de establecer diferencias

cuali-cuantitativas entre los dos sitios. Se midió y analizó en el laboratorio las características de las flores, frutos y semillas de cada muestra colectada en campo.

Para identificar las características morfológicas de la flor se utilizaron veinte descriptores cuali-cuantitativos (Tabla 3); mientras que para los frutos y semillas se utilizó dieciséis caracteres cuali-cuantitativos (Tabla 4). Las variables cualitativas fueron reconocidas mediante observación directa. En la identificación de las características como el color de los pétalos, color del fruto y color de la semilla, se utilizó la tabla de colores de Munsell; mientras que, para determinar las variables cuantitativas, se hizo uso del software de acceso libre ImageJ-64bits; herramienta que permitió medir las variables cuantitativas como longitud, ancho y área de la flor, fruto y semilla.

Tabla 3. Características morfológicas analizadas a partir de las flores de *C. officinalis* L.,

<b>Características morfológicas</b>	<b>Tipo de carácter</b>
Longitud de la flor desde la base hasta el ápice (LF).	Cuantitativa
Ancho de la base de la corola (ABC).	Cuantitativa
Ancho de la parte superior de la corola (APSC).	Cuantitativa
Área de la corola de flor (ACF).	Cuantitativa
Forma de la flor (FF).	Cualitativa
Color de los pétalos (CP).	Cualitativa
Tipo de flor por pétalos (PFP).	Cualitativa
Tipo de flor por la unión de los sépalos (TFS).	Cualitativa
Tipo de flor por la unión de los estambres (TFE).	Cualitativa
Número de estambres (NE).	Cuantitativa
Longitud promedio de los estambres (LPE).	Cuantitativa
Forma del pistilo (FP).	Cualitativa
Longitud del estilo (LE).	Cuantitativa
Color de los sépalos (CS).	Cualitativa
Longitud promedio de los sépalos (LPS).	Cuantitativa
Número de pétalos (NP).	Cuantitativa
Número de sépalos (NS).	Cuantitativa
Presencia de calicillo (PC).	Cualitativa
Forma del ovario (FO).	Cualitativa
Clasificación del ovario por la unión de los estambres (OUE).	Cualitativa
Clasificación del ovario por la unión de pistilo (OUP).	Cualitativa

Tabla 4. Características morfológicas de los frutos y semillas de *C. officinalis* L.,

<b>Características morfológicas</b>	<b>Tipo de carácter</b>
Longitud del fruto desde la base hasta el ápice (LF).	Cuantitativa
Ancho de la base del fruto (ABF).	Cuantitativa
Ancho de la parte superior del fruto (APSF).	Cuantitativa
Área total del fruto (ATF).	Cuantitativa
Forma del fruto (FF).	Cualitativa
Color del fruto (CF).	Cualitativa
Tipo de fruto (PF).	Cualitativa
Número de valvas del fruto (NVF).	Cuantitativa
Peso promedio del fruto (PPF).	Cuantitativa
Longitud del pedúnculo del fruto (LPF).	Cuantitativa
Presencia de calicillo en la base del fruto (PCF).	Cuantitativa
Número de sépalos del calicillo (NSC).	Cuantitativa
Número promedio de semillas por fruto (NPSF).	Cuantitativa
Longitud promedio de la semilla (LPS).	Cuantitativa
Color de la semilla (CS).	Cualitativa
Forma de la semilla (FS).	Cualitativa

## 2.6. Análisis estadístico

Para el presente estudio se realizó un análisis de las características de *Cinchona officinalis* L., para observar la similitud y variabilidad entre los individuos seleccionados de los dos sitios, por lo cual se realizó el procesamiento de datos en hojas de Excel y se ordenó la información obtenida de cada descriptor identificado. Para el análisis de las características cuantitativas se utilizó la estadística descriptiva con los siguientes valores: media, error típico, mediana, mínimo, y máximo. Para el estudio de las variables cualitativas se realizó un análisis de los componentes principales con tabulación simple y agrupamiento de similitudes. Los resultados obtenidos se presentaron mediante medidas de resumen y gráficos.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Descripción morfológica de los árboles de *Cinchona officinalis* L.

Los árboles de *Cinchona officinalis* L., presentaron una corteza color marrón, ligeramente fisurada, de fuste cilíndrico, con una altura total que alcanzó entre 3 a 9 m, y un diámetro de 4,8 a 30,4 cm, con filotaxia opuesta y decusada; la hoja presento una forma oval, de color verde; las flores son pequeñas hermafroditas, actinomorfas de color morado-rosado. El fruto es una

capsula seca dehiscente de forma oblonga-elíptica. Su semilla mostró una forma fusiforme que alcanzó una longitud promedio de 5,73 mm.

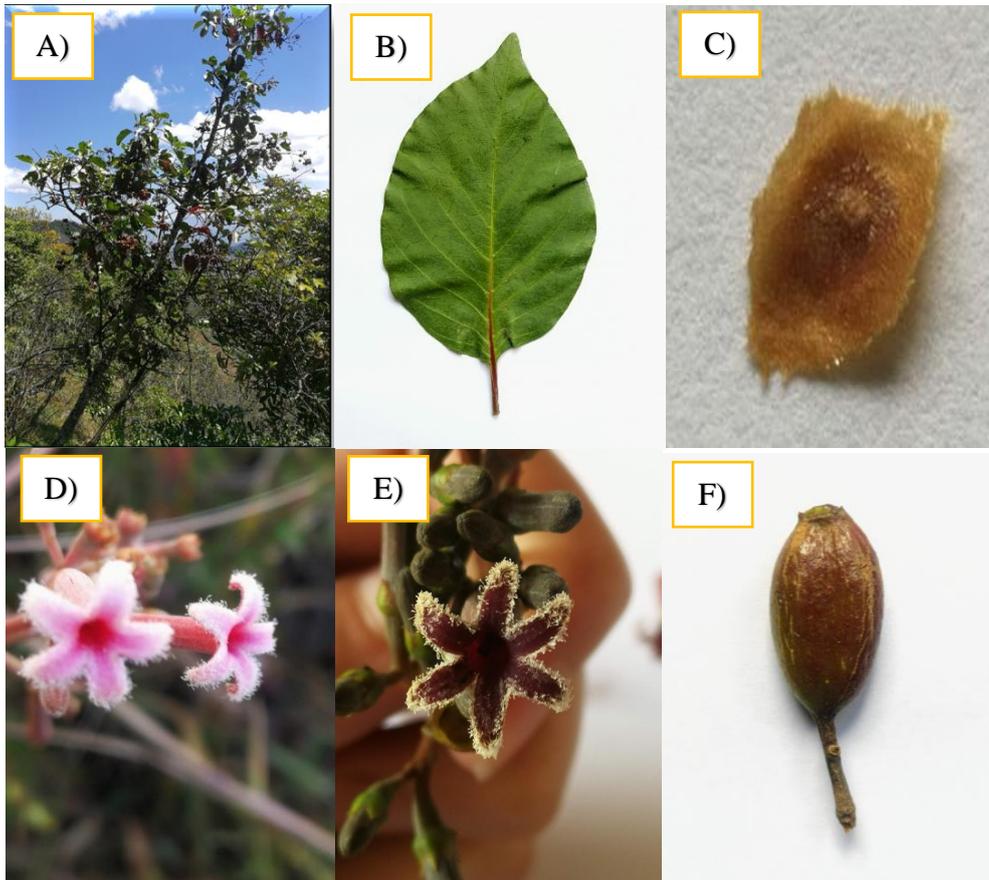


Figura 2. Características morfológicas de hojas, flores, frutos y semillas de *C. officinalis* L., de los dos sitios de estudio: A) Árboles con alturas promedio entre 5,57 a 8,2 m y DAP entre 14,14 y 19,07 cm; B) Hojas simples de forma oval; C) semillas de forma fusiforme; D) y E) Flor con corola de color rosa y rojo oscuro; F) fruto capsula seca dehiscente.

### 3.2. Descripción morfológica de los órganos vegetativos de *C. officinalis* L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.

#### 3.2.1. Características de los árboles de *Cinchona officinalis* L.,

En Selva Alegre, la especie en estudio se encontró a una altitud de 2 744 msnm con una temperatura promedio de 20,8°C y una humedad relativa de 53,6 %. Los árboles de este sitio presentaron un estado sanitario de bueno a regular, con filotaxia opuesta y decusada, su DAP fue de 6,3 a 16,5 cm; con una altura total de 4,8 a 7,8 m.

En el sector Uritusinga *C. officinalis* L., se encontró a una altitud de 2 438 msnm, con una temperatura promedio de 17,5°C y una humedad relativa de 56 %. Los árboles mostraron un estado sanitario de regular a bueno, con filotaxia opuesta y decusada, alcanzando un DAP de 12,4 a 30,4 cm y una altura total de 3,7 a 8,6 m.

### 3.2.2. Morfología de la hoja *Cinchona officinalis* L.,

La hoja de *Cinchona officinalis* L., mostró similitud en las variables cualitativas de Selva Alegre y Uritusinga, presentado una hoja simple, opuesta decusada de forma oval de 7,3 a 16,9 cm de longitud, de color verde amarillento, borde entero, nervadura penninervia (Tabla 5), con una longitud promedio del pedúnculo de 2,12 a 2,21 cm.

Tabla 5. Evaluación de las variables cualitativas de la hoja de *C. officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
Forma de la hoja	Oval	100	100
Tipo de borde	Entera	100	100
Tipo de nervadura	Penninervia	100	100
Color de la hoja	Rojo (10R 4/8)	6	6
	Verde amarillento (10GY 4/14)	94	94

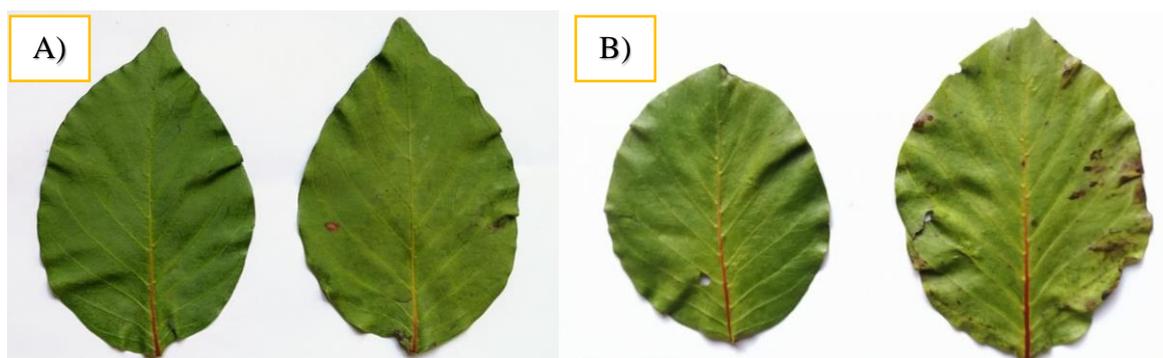
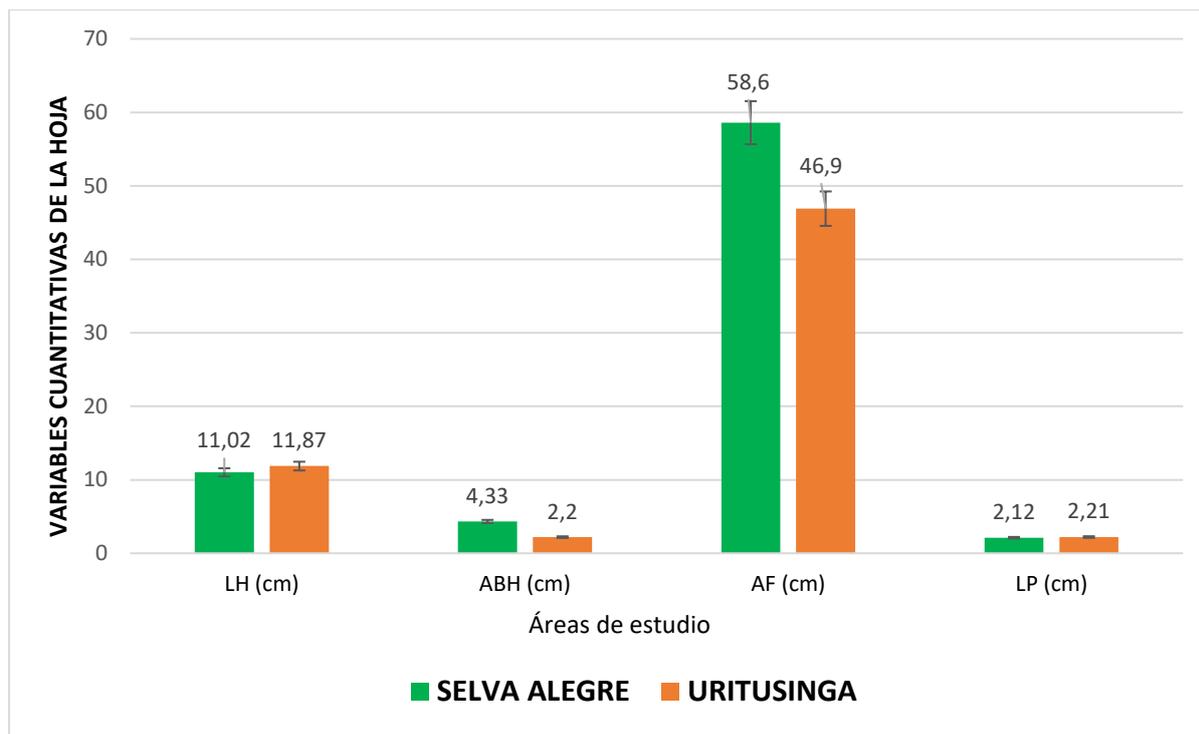


Figura 3. Muestras de la hoja de *Cinchona officinalis* L.; A) Selva Alegre, B) Uritusinga.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la caracterización cuantitativa de la hoja se determinó que Selva Alegre y Uritusinga presentaron diferencia en el ancho de la base de la hoja y el área foliar de la hoja, evidenciando que el sitio Selva Alegre alcanzó los valores más altos en estas variables, obteniendo un valor promedio en el ancho de la base de la hoja de 4,33 cm y un área foliar de 58,6 cm (Figura 4).



(LH)=longitud de la hoja desde la base hasta el ápice; (ABH)= ancho de la base de la hoja; (AF)= área foliar de la hoja; (LP)=longitud del pedúnculo.

Figura 4. Valores promedio de las variables cuantitativas de la hoja de *C. officinalis* L., de las dos áreas de estudio.

### 3.3. Descripción morfológica de los órganos reproductivos de *C. officinalis* L., en dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.

#### 3.3.1. Morfología de la flor *Cinchona officinalis* L.,

*Cinchona officinalis* L., presentó una flor completa pequeña, hermafrodita, actinomorfa, de color rojo débil y rosado, con pequeñas cerdas blancas en los extremos de sus pétalos, sus flores llegaron a tener un largo de 1,08 a 1,6 cm, su corola gamopétala, pentámera, tubular, con cáliz gamosépalo pentámero, turbinado soldado al ovario, epigina sincárpico, epipétalo unido a la corola, con la presencia de 5 a 6 estambres y una longitud de 0,6 a 1,5 cm; estilo unicarpelar brevistilia y alargado unicarpelar longistila, con una longitud promedio de 0,2 a 2,6 cm; los sépalos presentaron una longitud promedio de 0,1 a 0,24 cm, de color verde claro a verde amarillento, gineceo con ovario ínfero (Tabla 6).

Tabla 6. Evaluación de las variables cualitativas de la flor de *C. officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga.

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
FF	Pequeña, actinomorfas, con cerdas blancas	100	100
CP	Rojo débil (10R 4/4)	100	0
	Rosado (10R 8/4)	0	100
PFP	Tubular	100	100
TSF	Gamosépalo	100	100
TFE	Epipétalo	100	100
FP	Unicarpelar (Brevistila)	50	0
	Alargado unicarpelar (Longistila)	50	100
CS	Rojo (10R 4/8)	36	40
	Amarillo (5Y 8/8)	64	60
PC	Cáliz soldado al ovario	100	100
FO	Ovario ínfero	100	100
QUE	Epigina	100	100
OUP	Sincárpico	100	100

(FF)=Forma de la flor; (CP)=color de los pétalos; (PFP)=tipo de flor por pétalos; (TSF)=tipo de flor por la unión de los sépalos; (TFE)=tipo de flor por la unión de los estambres; (FP)=forma del pistilo; (CS)=color de los sépalos; (PC)=presencia de calicillo; (FO)=forma del ovario; (OUE)=clasificación del ovario por la unión de los estambres; (OUP)=clasificación del ovario por la unión del pistilo.

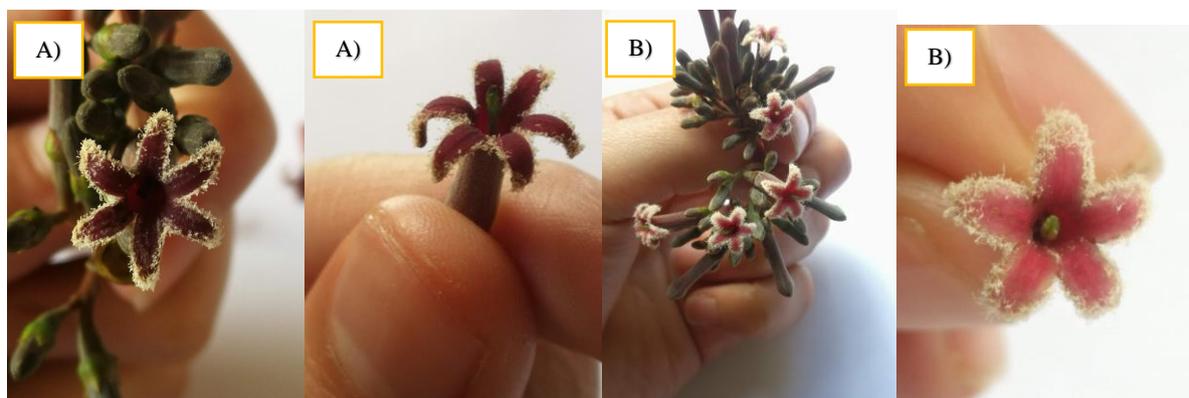
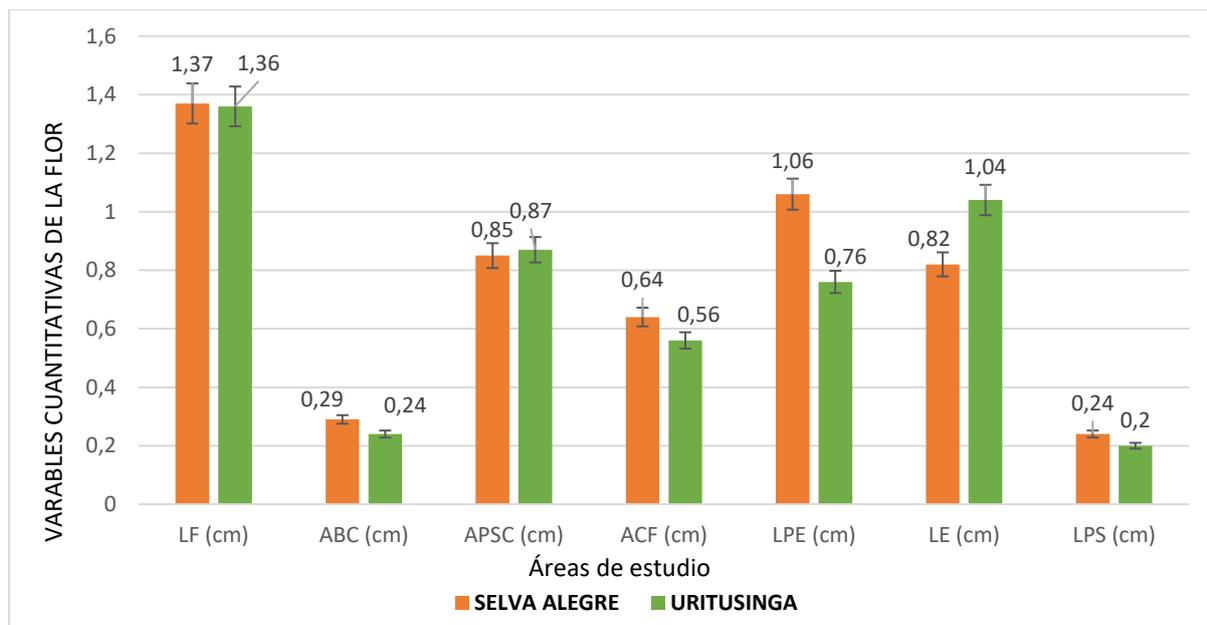


Figura 5. Muestras de las flores de *Cinchona officinalis* L.; A) Selva Alegre, B) Uritusinga.

De acuerdo a la caracterización de las variables cuantitativas evaluadas, los resultados indicaron que el sitio Selva Alegre presentó el mayor valor en el ancho de la base de la corola de 0,29 cm, así como el área de la corola de la flor (0,64 cm) y la longitud promedio del estambre (1,06 cm); sin embargo, Uritusinga presentó el mayor valor en la longitud del estilo, alcanzado un valor promedio de 1,04 cm (Figura 6).



(**LF**) =longitud de la flor desde la base hasta el ápice; (**ABC**)=ancho de la base de la corola; (**APSC**)=ancho de la parte superior de la corola; (**ACF**)=área de la corola de flor; (**LPE**)=longitud promedio de los estambres; (**LE**)=longitud del estilo; (**LPS**)=longitud promedio de los sépalos.

Figura 6. Valores promedio de las variables cuantitativas de la flor de *C. officinalis* L., en las dos áreas de estudio.

De acuerdo a la Tabla 7, el sitio Selva Alegre presentó en mayor porcentaje la presencia de cinco sépalos en 80%; mientras que Uritusinga mostró una semejanza en el número de sépalos, identificando la presencia de cinco sépalos en un 90%. En relación al número de pétalos, Selva Alegre presentó entre 5 y 6 pétalos en sus flores y Uritusinga mostró 5 pétalos en un 100 %.

Tabla 7. Porcentaje del número de sépalos y pétalos de la flor de *C. officinalis* L.,

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
Número de sépalos	4	0	8
	5	80	90
	6	20	2
Número de pétalos	5	44	100
	6	56	0

### 3.3.2. Morfología del fruto y semilla *Cinchona officinalis* L.,

El fruto de *C. officinalis* L., presentó una capsula seca dehiscente, de forma oblonga u elíptica, de color marrón o rojo oscuro, constó de dos valvas por fruto, con un calicillo corto de 5 sépalos de color amarillo rojizo (Figura 7).

Las semillas presentaron una forma fusiforme con presencia de alas muy finas y frágiles, el número de semillas varió entre 13 a 64 semillas por fruto, con una longitud promedio de la semilla de 5,73 mm de largo, sus semillas mostraron un color amarillo - amarillo rojizo.

Tabla 8. Evaluación de variables cualitativas del fruto y semilla de *Cinchona officinalis* L., de los sitios de Selva Alegre y Uritusinga.

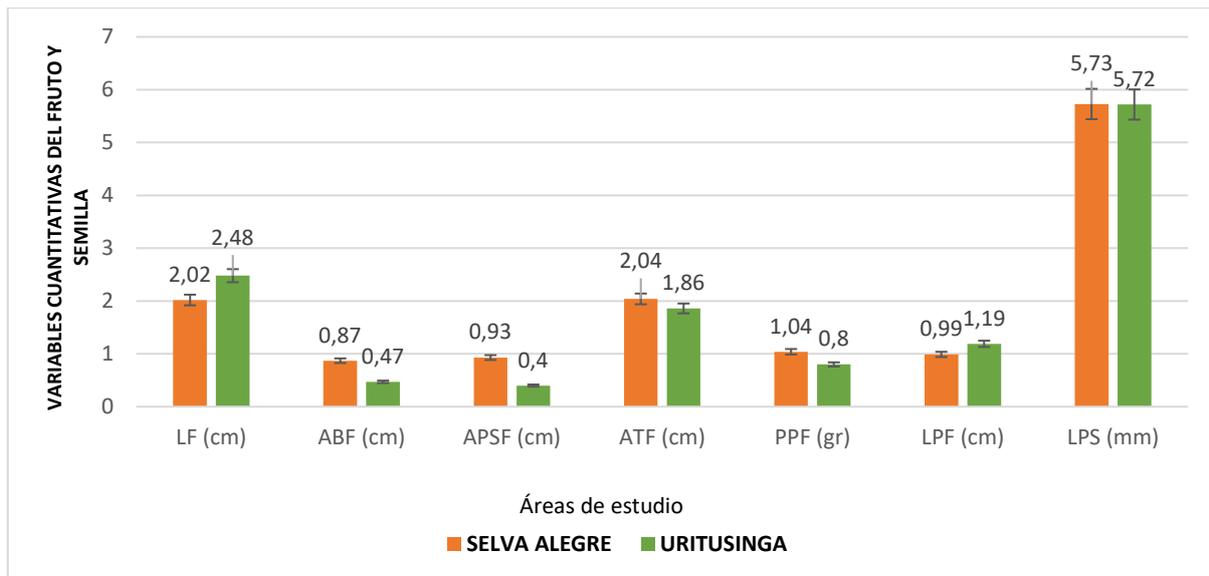
Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
FF	Oblongo	10	90
	Elíptico	90	10
CF	Rojo (10R 4/6)	72	0
	Rojo oscuro (10R 3/4)	0	82
	Amarillo oliva (5Y 6/6)	28	18
PF	Capsula, fruto seco, dehiscente	100	100
PCF	Calicillo corto	48	26
	Sin calicillo	52	74
CS	Amarillo (5Y 8/6)	36	40
	Amarillo rojizo (5YR 6/8)	64	60
FS	Fusiforame	100	100

(**FF**)=forma del fruto; (**CF**)=color del fruto; (**PF**)= tipo de fruto; (**PCF**)=presencia de calicillo en la base del fruto; (**CS**)= color de la semilla; (**FS**)=forma de la semilla.



Figura 7. Muestras de frutos de *Cinchona officinalis* L.; A) Selva Alegre, B) Uritusinga.

Como se puede evidenciar en la Figura 8, el fruto de los sitios Selva Alegre y Uritusinga presentaron diferencia en las características; ancho de la base del fruto, ancho de la parte superior del fruto y peso promedio del fruto, revelando que Selva Alegre obtuvo el mayor valor en el área total del fruto de 2,04 cm, con un peso promedio del fruto de 1,04 gr; mientras que Uritusinga presentó el mayor valor en la longitud promedio del fruto con 2,48 cm y una longitud promedio del pedúnculo del fruto de 1,19 cm.



**LF**=longitud del fruto desde la base hasta el ápice; **ABF**= ancho de la base del fruto; **APSF**= ancho de la parte superior del fruto; **ATF**=área total del fruto; **PPF**=peso promedio del fruto; **LPF**= longitud del pedúnculo del fruto; **LPS**= longitud promedio de la semilla.

Figura 8. Valores promedio de las variables cuantitativas del fruto y semilla de *C. officinalis* L., en las dos áreas de estudio.

#### 4. CONCLUSIONES

- Los árboles de *C. officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga presentaron alturas menores a los 9 m, DAP entre 4,8 a 30,4 cm y un estado fitosanitario de bueno a regular, con filotaxia opuesta y decusada.
- La hoja de *C. officinalis* L., no mostró diferencia significativa entre los dos relictos boscosos en lo que tiene que ver a las características cualitativas; pero si reflejo diferencia en las variables cuantitativas como área y ancho de la hoja.
- La flor de *C. officinalis* L., en el sitio Selva Alegre reveló que los pétalos presentaban una coloración rojo débil en sus pétalos, con dos morfos en la población (brevistila y longistila); sin embargo, en Uritusinga se evidenció una coloración rosada en sus pétalos, con la presencia de un morfo longistilo.
- En las variables cualitativas del fruto y la semilla, los dos sitios presentaron semejanza en sus características, pero difirió en las variables cuantitativas, mostrando disimilitud en las características como; longitud, ancho, área total, peso promedio del fruto y en el número promedio de semillas por fruto.
- Los frutos provenientes del sitio Uritusinga, presentaron mayor número de semillas por fruto, considerándolo como árboles semilleros de *C. officinalis*, ya que al contener varias semillas se obtiene mayor probabilidad de tener una semilla viable.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. A., Aguirre, N. A., y Ch, J. M. (2017). *Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador*. ARNALDOA, 24(2), 523-542.
- Albán J. (2015). *Etnobotánica de Rubiaceae peruanas*. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Anderson, L. (1998). *A revisión of the Genus Cinchona (Rubiaceae-Cinchoneae)*. Memoirs of The New York Botanical Garden, 80, 1-72.
- Andersson, L. (1995). *Diversity and origins of Andean Rubiaceae.*. En: Churchill, S.P., Balslev, H., Forero, E. y Luteyn, J.L. (eds) Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. New York Botanical Garden, New York.
- Bravo E. (2011). *La biodiversidad en el Ecuador*. Cuenca -Ecuador: Universitaria Abya -Yala.
- Martínez, H., y Ávila, E. (2009). *Metodología de la investigación*. México: CENGAGE Learning.
- Ortiz, F., y García, M. D. (2006). *Metodología de la Investigación*. El proceso y sus técnicas. México: Limusa.
- Vozzo, J. (2005). *Tropical Tree seed manual*. EEUU: United States Departament of Agriculture, Forest Service.