



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

Carrera de Ingeniería Forestal



**“Identificación de áreas naturales conservadas de
Cinchona officinalis L., en la región Sur del
Ecuador.”**

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

AUTORA:

Lorena Sthefania Jiménez Jiménez

DIRECTOR:

Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba, Mg. Sc.

Loja-Ecuador

2021

Loja, 26 de marzo de 2021

Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN:

Que la señorita egresada Lorena Sthefania Jiménez Jiménez, con C.I. 1950022432, ha culminado con su tesis titulada: **“Identificación de áreas naturales conservadas de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador.”**; la misma que ha sido desarrollada de acuerdo a la planificación y cronograma establecido. Se autoriza la continuación del trámite de graduación.

Atentamente,

LUIS FERNANDO MUNOZ CHAMBA
Digitally signed by
LUIS FERNANDO MUNOZ CHAMBA

Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg.Sc.

DIRECTOR DE TESIS



unl

Universidad
Nacional
de Loja



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Loja, 08 de julio del 2021

Ing. Oscar Lenin Juela Sivisaca Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN:

En calidad de presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada: “**Identificación de áreas naturales conservadas de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador.**”, de autoría de la señorita **Lorena Sthefania Jiménez Jiménez**, portadora de la cédula N° 1950022432, se informa que la misma ha sido revisada y se ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por el tribunal, motivo por el cual se procede a la aprobación y calificación del trabajo de Tesis de Grado.

Atentamente.,

OSCAR LENIN
JUELA
SIVISACA

Firmado digitalmente por OSCAR LENIN
JUELA SIVISACA
DN: cn=OSCAR LENIN JUELA SIVISACA,
o=UNL, ou=UNL, email=OSCARLENIN@UNL.EDU.EC,
c=EC,
Fecha: 2021.07.08 14:33:02-05

Ing. Oscar Lenin Juela Sivisaca Mg. Sc.

PRESIDENTE



Firmado digitalmente por:
DARIO ALFREDO
VEINTIMILLA
RAMOS

Ing. Darío Alfredo Veintimilla Ramos Mg.Sc.

VOCAL



Firmado digitalmente por:
VANESSA
ALEXANDRA GRANDA
MOSER

Ing. Vanessa Alexandra Granda Moser Mg. Sc.

VOCAL

AUTORÍA

Yo, **Lorena Sthefania Jiménez Jiménez** declaro ser autora del presente trabajo de tesis titulado “**Identificación de áreas naturales conservadas de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador.**” 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:

Autora: Lorena Sthefania Jiménez Jiménez

Cédula:1950022432

Fecha: Loja, 13 de julio del 2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **Lorena Sthefania Jiménez Jiménez**, declaro ser autora, de la tesis titulada “**Identificación de áreas naturales conservadas de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador.**”, como requisito para optar al grado de: **Ingeniera Forestal**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las 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 julio de dos mil veintiuno, firma la autora.

Firma:

Autora: Lorena Sthefania Jiménez Jiménez

Número de cédula: 1950022432

Dirección: Barrio Celi Román, Loja.

Correo electrónico: lorena.s.jimenez@unl.edu.ec

Teléfono: (07) 3059199

Celular: 0989214075

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Tesis: Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba MSc.

Tribunal de Grado:

Ing. Oscar Lenin Juela Sivisaca Mg. Sc. **Presidente**

Ing. Darío Alfredo Veintimilla Ramos Mg.Sc. **Vocal**

Ing. Vanessa Alexandra Granda Moser Mg. Sc. **Vocal**

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por guiarme y permitirme alcanzar una de las metas propuestas, a mis padres Juana Jiménez y Edmundo Jiménez por darme aliento y brindarme su apoyo en los momentos más difíciles para no renunciar a esta meta establecida, de igual manera a mis hermanas y hermanos que me han apoyado incondicionalmente.

Agradezco de manera especial a mi director de tesis al ingeniero Luis Fernando Muñoz Chamba por su apoyo, confianza, paciencia y disposición para guiarme en el desarrollo y culminación con éxito del presente tema, así mismo a la Universidad Nacional de Loja y a todos los docentes que forman parte de la prestigiosa Carrera de Ingeniería Forestal, por haber formado parte de mi vida estudiantil y por haber compartido sus conocimientos para desarrollarme como profesional.

Finalmente, a mis amigas y amigos quienes fueron parte fundamental en esta importante etapa de mi vida, por su apoyo en los momentos difíciles y por la amistad incondicional que me brindaron.

Lorena Sthefania Jiménez Jiménez

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Juana Elodia Jimenez Jiménez y José Edmundo Jiménez Guarnizo quienes han sido un pilar fundamental, por brindarme su apoyo constantemente, así mismo han velado por mis estudios y bienestar en todo momento de mi vida. A mis hermanas María, Mónica, Enid y hermanos Edwin, Patricio, y Nixon, por estar siempre motivándome y apoyándome en mi vida Universitaria. Finalmente, a mis familiares amigos y amigas por el apoyo brindado en esta etapa estudiantil.

Lorena Sthefania Jiménez Jiménez

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DE DIRECCIÓN DE TESIS.....	II
CERTIFICACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO.....	III
AUTORÍA.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
TÍTULO.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
SUMMARY.....	XIX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Áreas De Distribución De Las Especies	4
2.1.1. Nicho Ecológico	4
2.1.2. Áreas Naturales De Distribución.....	4

2.1.3. Áreas Potenciales De Distribución	5
2.1.4. Modelos De Distribución De Especies	5
2.1.5. Tipos De Métodos Para Modelos De Distribución.....	6
2.1.5.1. Técnicas Discriminantes.....	6
2.1.5.2. Técnicas Descriptivas.....	7
2.1.5.3. Técnicas Mixtas.....	7
2.1.6. Modelo Máxima Entropía (MaxEnt)	7
2.1.6.1. Ventajas.....	8
2.1.7. Datos De Ocurrencia Y Datos Climáticos.....	9
2.1.8. Áreas Naturales Conservadas	10
2.1.9. Importancia De Las Áreas Naturales Conservadas	11
2.1.10. Investigaciones Realizadas Sobre Modelos De Distribución De Especies.....	11
2.2. Información bibliográfica sobre <i>Cinchona officinalis</i> L.....	13
2.2.1. Descripción de la Familia Rubiaceae	13
2.2.2. Especies Del Género Cinchona En Ecuador	14
2.2.3. <i>Cinchona officinalis</i> L.	14
2.2.3.1. Taxonomía.....	14
2.2.3.2. Descripción botánica.....	15
2.2.3.3. Distribución en el mundo y Ecuador.....	16
2.2.3.4. Importancia medicinal.....	16
2.2.3.5. Estado de conservación.....	17

3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Área de Estudio.....	19
3.2. Metodología para Determinar la Distribución Geográfica Potencial de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	21
3.2.1. Recopilación de Información sobre Datos de Presencia	22
3.2.2. Recopilación de Datos Climáticos.....	24
3.2.3. Calibración de MaxEnt para Generar el Modelo.....	25
3.2.4. Validación del Modelo MaxEnt	27
3.2.5. Representación Espacial del Modelo.....	27
3.3. Metodología para Analizar las Áreas Naturales Conservadas y Perdidas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la Región Sur del Ecuador	28
3.3.1. Cuantificar Áreas Naturales Conservadas <i>Cinchona officinalis</i> L.	28
3.3.2. Cuantificar Áreas Naturales Perdidas de <i>Cinchona officinalis</i> L.	29
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Distribución Geográfica Potencial Natural de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la Región Sur del Ecuador.....	31
4.2. Áreas Naturales Conservadas y Perdidas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la Región Sur del Ecuador.....	38
5. DISCUSIÓN.....	43
5.1. Distribución Geográfica Potencial Natural de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la Región Sur del Ecuador.....	43

5.2. Áreas Naturales Conservadas y Perdidas de *Cinchona officinalis* L., en la Región Sur del Ecuador.....45

6. CONCLUSIONES.....49

7. RECOMENDACIONES.....50

8. BIBLIOGRAFÍA.....51

9. ANEXOS.....61

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1: Mapa de ubicación geográfica de la región Sur del Ecuador.....	20
Figura 2: Esquema de trabajo para determinar el mapa de distribución geográfica potencial y natural de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la región sur de Ecuador.....	21
Figura 3: Calibración de MaxEnt para el modelamiento de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	26
Figura 4: Esquema de trabajo para determinar las áreas naturales conservadas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la región sur de Ecuador.....	29
Figura 5: Esquema de trabajo para determinar las áreas naturales perdidas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la región sur de Ecuador.....	30
Figura 6: Área de distribución potencial de <i>Cinchona officinalis</i> L. en la región sur del Ecuador: A) distribución geográfica potencial I, B) distribución geográfica potencial natural.....	31
Figura 7: Probabilidad de presencia de <i>Cinchona. officinalis</i> L., en el área de distribución geográfica potencial natural en la región sur del Ecuador.....	33
Figura 8: Valores de entrenamiento y de prueba del Área Bajo la Curva (AUC) para el modelo de distribución potencial de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	34
Figura 9: Resultados de la prueba de Jackknife para variables de importancia a (MaxEnt)	36
Figura 10: Prueba de jackknife usando la AUC.....	37
Figura 11: Mapas de las áreas naturales conservadas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la región Sur del Ecuador, desde el año 2000-2018.....	38
Figuras 12: Áreas potenciales naturales conservadas por categoría de conservación.....	40

Figura 13: Mapas de las áreas potenciales naturales perdidas de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la región Sur del Ecuador, periodo 2000 – 2018.....	41
---	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 1: Taxonómicos de <i>Cinchona officinalis</i> L.....	15
Tabla 2: Estructura de la base de datos para el registro de información de las colecciones botánicas.....	23
Tabla 3: Descripción de las variables ambientales utilizadas para el modelo de distribución de la especie <i>Cinchona officinalis</i> L.....	24
Tabla 4: Probabilidad de presencia de <i>C. officinalis</i> L., en el área de distribución geográfica potencial natural en la región sur del Ecuador.....	32
Tabla 5: Contribución porcentual de las variables al modelamiento de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la región Sur del Ecuador.....	35
Tabla 6: Área natural potencial conservada de <i>C. officinalis</i> L., en la región sur del Ecuador por años, provincias y categorías de conservación.....	39
Tabla 7: Área potencial natural perdida de <i>Cinchona officinalis</i> L., en la región sur del Ecuador, en el periodo 2000 – 2018.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Pág.
Anexo 1: Registro de información de las colecciones botánicas de <i>Cinchona officinalis</i> L... 61	
Anexo 2: Áreas naturales conservadas en el año 2018 en la provincia de Zamora Chinchipe.. 88	
Anexo 3: Áreas naturales conservadas en el año 2018 en la provincia de Loja..... 96	
Anexo 4: Áreas naturales conservadas en el año 2018 en la provincia del Oro..... 98	

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS NATURALES
CONSERVADAS DE *Cinchona officinalis* L., EN LA
REGIÓN SUR DEL ECUADOR.**

RESUMEN

Cinchona officinalis L., pertenece a la familia Rubiaceae, fue denominada como planta nacional del Ecuador y se trata de una especie muy aprovechada por sus propiedades curativas lo que ha ocasionado la reducción de sus poblaciones y hábitat. La presente investigación tuvo como finalidad contribuir al conocimiento del estado de conservación de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador, mediante la identificación de áreas naturales conservadas. Se realizó el modelo de distribución potencial de la especie y se identificaron sus áreas naturales conservadas y perdidas. El modelo de distribución potencial se realizó con el programa MaxEnt, registros de presencia y variables ambientales, en especial se trabajó con 19 variables bioclimáticas y una variable de elevación del terreno. La validación del modelo se realizó por medio del estadístico AUC y para conocer la contribución de las variables ambientales al modelo se aplicó la prueba Jackknife. El modelo de distribución potencial fue ajustado al hábitat donde se desarrolla la especie, para el cual se utilizó la capa de bosque del Ecuador año 2018, con lo que se obtuvo el área de distribución potencial natural. El área potencial natural conservada se determinó mediante el cruce de capas en Qgis del área de distribución potencial natural con esquemas de conservación tales como áreas protegidas, bosques y vegetación protectora, y programa Socio Bosque. El área potencial natural perdida se obtuvo con el cruce del área de distribución potencial natural con la capa de bosques del Ecuador. Las áreas potenciales naturales conservadas y perdidas se calcularon para los años 2000, 2008, 2014 y 2018. EL área de distribución potencial para *Cinchona officinalis* L. en la región sur del Ecuador, fue de 1'276.772,21 hectáreas y el área de distribución geográfica potencial natural fue de 710.792,09 hectáreas, con un AUC con datos de prueba de 0,918. Las variables ambientales con mayor contribución al modelo fueron elevación (1 212-2 914 m.s.n.m), Temperatura mínima del mes más frío (6,81-15,94 °C) y Temperatura media del trimestre más frío (12,21-22,68 °C), las mismas que poseen información útil por sí mismas para predecir la

distribución de la especie. La probabilidad de ocurrencia de *Cinchona officinalis* L. en la región sur del Ecuador es alta en una superficie de 12.932,29 ha, media en 352.806,50 ha y baja en 345.053,30 ha. Loja es la provincia de la región sur del Ecuador que posee superficies con una alta probabilidad de que *Cinchona officinalis* L. se distribuya potencialmente de manera natural. El área natural conservada en la región sur del Ecuador para la especie, año 2018, fue de 327.366,58 hectáreas, y las áreas potenciales naturales pérdidas fueron, entre el 2000 – 2018, de 76.445,41 ha. El área de distribución potencial natural de *Cinchona officinalis* L. es discontinua y fragmentada producto del cambio de uso del suelo. La presencia de estrategias de conservación en la región sur del Ecuador tales como áreas protegidas y privadas ha contribuido a la conservación del área de distribución potencial natural de la especie.

Palabras claves: MaxEnt, *Cinchona officinalis*, distribución geográfica potencial, áreas de distribución natural.

SUMMARY

Cinchona officinalis L. belongs to the Rubiaceae family, it is considered the national plant of Ecuador and it is a species that is widely used for its healing properties, which has caused the reduction of its populations and habitat. The purpose of this research was to contribute to the knowledge of the conservation status of *Cinchona officinalis* L., in the southern region of Ecuador, through the identification of conserved natural areas. The potential distribution model of the species was carried out and its conserved and lost natural areas were identified. The potential distribution model was made with the MaxEnt program, records of presence and environmental variables; we worked with 19 bioclimatic variables and one of terrain elevation. The validation of the model was carried out using the AUC statistic, and to know the contribution of the environmental variables to the model, the Jackknife test was applied. The potential distribution model was adjusted to the habitat where the species develops using the forest layer of Ecuador in 2018, with which the natural potential distribution area was obtained. The conserved natural potential area was determined by crossing layers in Qgis of the natural potential distribution area with conservation schemes such as protected areas, forests and protective vegetation, and the Socio Bosque program. The lost natural potential area was obtained by crossing the natural potential distribution area and the Ecuadorian forest layer. The potential natural areas conserved and lost were calculated for the years 2000, 2008, 2014, and 2018. The potential distribution area for *Cinchona officinalis* L. in the southern region of Ecuador was 1'276.772,21 hectares and the natural potential geographic distribution area was 710.792,09 hectares, with an AUC with test data of 0,918. The environmental variables with the greatest contribution to the model were elevation (1 212-2 914 m.s.n.m), Minimum temperature of the coldest month (6,81-15,94 °C), and the average temperature of the coldest quarter (12,21-22,68 °C), the same ones that have useful information by themselves to predict the distribution of the species. The probability of occurrence of *Cinchona officinalis* L. in the

southern region of Ecuador is high in an area of 12.932,29 hectares, medium in 352.806,50 hectares and low in 345.053,30 hectares. Loja is the province in the southern region of Ecuador that has areas with a high probability that *Cinchona officinalis* L. is potentially naturally distributed. The natural area conserved in the southern region of Ecuador for the species was 327.366,58 hectares and the lost potential natural areas were 76.445,41 hectares. The natural potential distribution area of *Cinchona officinalis* L. is discontinuous and fragmented as a result of land-use change. The presence of conservation strategies in the southern region of Ecuador such as protected and private areas has contributed to the conservation of the potential natural range of the species.

Keywords: MaxEnt, *Cinchona officinalis* L., potential geographic distribution, potential natural distribution.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país pequeño en superficie pero posee una serie de condiciones geográficas, geológicas y climáticas que lo hacen único en cuanto a albergar gran cantidad de diversidad biológica en el planeta (Finding Species y Ecuador Verde, 2010), por lo tanto, con un área equivalente al 0,06 % de la superficie del planeta, ha sido reconocido como uno de los 17 países megadiversos y el primero de ellos con la mayor densidad de especies por unidad de área (Instituto Nacional de Biodiversidad [INABIO], 2017). Cifras oficiales expresan que en “Ecuador se han registrado 18.198 especies de flora, de las cuales 17.748 son nativas y 4 500 endémicas aproximadamente, también se han registrado 2 433 especies vegetales nuevas, de las cuales 1 663 son nuevas para la investigación” (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2013, p. 10)

La biodiversidad del Ecuador se encuentra amenazada por varios factores, como la degradación y deforestación, que ponen en peligro la extinción de la misma (Varea et al., 1997), otras causas es la introducción de especies exóticas, pérdida y fragmentación de los hábitats, cambio de uso de suelo, sobreexplotación, contaminación del aire, agua y suelo y cambio climático (Badii et al., 2015), la tala inmoderada para la extracción de madera, extensión de la frontera agrícola y la ganadería, construcción de más espacios urbanos y rurales, plagas y enfermedades de los árboles, entre otros (Jara, 2015).

Los ecosistemas de la región Sur del Ecuador, en especial los bosques, son ricos en diversidad específica, con especies con importancia económica, social y cultural. Una de las especies importantes para la región sur y el país lo constituye la cascarilla o quina, *Cinchona officinalis* L, que se explotó hasta el siglo XIX, por sus propiedades curativas (contenido de quinina para curar la malaria) y a sus metabolitos secundarios como los alcaloides que se encuentran en la corteza. Estas propiedades medicinales y curativas hacia la especie, han

llevado a que se desarrollen nuevos usos en el mercado como bebida alcohólica gin tonic (Lima et al., 2018). En el año 2020, por la emergencia sanitaria que está atravesando el mundo y el Ecuador, por la COVID-19, la corteza de la especie está siendo aprovechada para curar esta enfermedad, sin aplicar criterios técnicos de manejo y causando la mortalidad de cada individuo aprovechado. A esto, se suma que las poblaciones de la especie se ven afectadas por su sobreexplotación, fragmentación de su hábitat, quema de los remanentes boscoso donde se encuentra la especie, por conversión de uso del suelo, la pérdida rápida de viabilidad de las semillas, escasa regeneración natural, entre otros factores (Armijos, 2016).

De acuerdo a la investigación de la Secretaría del convenio sobre la Diversidad Biológica (2014), sobre *Cinchona officinalis* L., se cree que su hábitat natural se ha perdido en alrededor del 60 %, haciendo que en la actualidad se conozca poca información sobre lugares donde se conservan sus poblaciones.

Por la importancia que representa para Ecuador, debido a que es considerada como el árbol nacional, y su estado de amenaza, la presente investigación busca principalmente generar información sobre la distribución geográfica potencial y las áreas naturales conservadas de *Cinchona officinalis* L. en la región Sur del Ecuador, que comprende las provincias de Loja, el Oro y Zamora Chinchipe, que sirva como insumo para los tomadores de decisiones en cuanto al manejo y conservación de recursos forestales, en especial de la *Cinchona officinalis* L. Por esta razón, la presente investigación se plantean los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Objetivo general

- Contribuir al conocimiento del estado de conservación de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador, mediante la identificación de áreas naturales conservadas.

Objetivos específicos

- Determinar la distribución geográfica potencial de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador, mediante un modelo de distribución de la especie.
- Analizar las áreas naturales conservadas y perdidas de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador, con el uso de sistemas de información geográfica.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Áreas de Distribución de las Especies

2.1.1. *Nicho Ecológico*

Mota et al. (2019), planteó la definición del nicho ecológico como una “propiedad de todos los organismos, debido a que representa todas aquellas condiciones óptimas en el hipervolumen dimensional (condiciones abióticas y bióticas), en las cuales la especie alcanza su desarrollo y sobrevive” (p. 43). Es decir, el nicho es un conjunto de características, variables ambientales o ecológicas, que describen los recursos precisos que necesita un individuo para subsistir. Bajo este concepto se distinguió dos tipos de nicho: el nicho fundamental, que son todas las condiciones abióticas en el que una especie potencialmente podría vivir; y el nicho efectivo u observado, es la porción de espacio, en donde las especies se restringen debido a la presencia de relaciones bióticas con otras especies (Mota et al., 2019).

El mismo nicho ecológico no puede ser ocupado por dos especies, puesto que sus requerimientos ambientales y tolerancias fisiológicas son diferentes (López, 2007).

2.1.2. *Áreas Naturales de Distribución*

El área natural de distribución de las especies se refiere al área geográfica ocupada por un taxón, con la que interactúa contantemente, y se construye a partir de los lugares donde se ha determinado (Illoldi y Escalante, 2008); también, se puede referir a aquella porción geográfica en donde existen condiciones apropiadas para el desarrollo, crecimiento y supervivencia de una especie, la misma que interactúa con el ecosistema, implicando patrones y procesos complejos, por ejemplo toda distribución experimenta una expansión y contracción en el espacio y tiempo, la dinámica del mismo es determinada por la interacción de factores ecológicos, biológicos y biogeográficos (Maciel et al., 2015).

2.1.3. Áreas Potenciales de Distribución

El área de distribución potencial es la superficie de mayor posibilidad en la cual los organismos están presentes, los factores que determinan los mismos son: factores abióticas (condiciones climáticas, medio físico, entre otros); condiciones bióticas (interacción con otras especies); distribución a lugares asequibles dependiendo de la capacidad de cada taxón; procesos de extinción; capacidades de las especies para adaptarse a nuevas condiciones ambientales; presencia de barreras geográficas, relacionadas con eventos vicariantes (Iloldi y Escalante, 2008).

La distribución se puede clasificar en dos tipos, las regiones donde la especie existe actualmente, distribución realizada, y aquellas donde se dan las condiciones adecuadas para la existencia de la especie, pero esta no necesariamente se encuentra en ese lugar, denominada como distribución potencial. En una región puede existir las condiciones para la vida de una especie, pero algunas veces estas no se encuentren en dichos lugares, esto puede deberse a distintas razones, tales como: evolución, competencia entre especies, accesibilidad, etc. (López, 2007).

2.1.4. Modelos de Distribución de Especies

Según Savino et al. (2015), los modelos de distribución de especies (MDE) son herramientas para la gestión, evaluación y conservación de las especies cuando los datos de campo son precisos e insuficientes. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), han impulsado el desarrollo de técnicas para la construcción de modelos predictivos de distribución de las especies; dichos modelos brindan representaciones cuyo propósito está cuestionado cuando se trata de especies con pocos lugares conocidas. Estos parten de datos disponibles de presencia de un organismo y mediante diferentes procedimientos estadísticos o matemáticos

permiten obtener zonas potencialmente aptas para la presencia de las especies en función de diferentes condiciones ambientales como clima, suelo, topografía, entre otros (Felicísimo et al., 2012).

Los modelos de distribución de especies sirven para realizar representaciones cartográficas de la idoneidad (relación estadística o matemática entre la distribución real conocida y un conjunto de variables que se usan como indicadores) de un espacio para la presencia de una especie en función de las variables empleadas para generar dicha representación (Felicísimo et al., 2012). Los modelos de distribución de las especies son herramientas cada vez son más empleadas, siendo una de sus principales aplicaciones los trabajos relacionados con patrones de biodiversidad y conservación, y muchos programas o algoritmos utilizados en modelos de distribución de especies aplican el concepto de nicho ecológico para su desarrollo (Reguerin, 2012).

2.1.5. Tipos de Métodos para Modelos de Distribución

Los modelos de distribución de especies pueden crearse, en principio, con diversos clasificadores estadísticos apropiados para el tipo de variable empleada. Hasta el momento existen diferentes métodos disponibles, los mismos que utilizan técnicas y se agrupan en tres grupos que se detallan a continuación:

2.1.5.1. Técnicas Discriminantes.

Son técnicas que requieren datos de ausencia y presencia para construir el clasificador. Entre estas técnicas se encuentran: las relacionadas a modelos estadísticos de regresiones (Modelos Lineales Generalizados (GLM), Modelos Aditivos Generalizados (GAM), los métodos de clasificación Random Forest (RF), Boosted regression trees (BRT) (Plischoff y Fuentes, 2011), técnicas de ordenación, como el análisis de correspondencia canónica CCA,

algoritmo de reglas de predicción genéticas (GARP), el cual busca relaciones no azarosas entre las características ambientales de las localidades donde están georreferenciadas las especies y la región o regiones de estudio, o MaxEnt, que sirve para calcular la distribución geográfica más probable para una especie, por lo tanto, estima la probabilidad de ocurrencia de la especie buscando la distribución lo más uniforme posible (Savino et al., 2015).

2.1.5.2. Técnicas Descriptivas.

Estas técnicas sólo utilizan datos de presencia, fueron las primeras empleadas en modelización entre estas se encuentran: BIOCLIM y ENFA que utilizan registros existentes de presencia de las especies y la información ambiental para generar perfiles bioclimáticos, ANUCLIM, BIOMAP, HABITAT o FLORAMAP, métodos de distancias matemáticas como DOMAIN que utiliza la distancia de Gower o Biomapper, ENFA, LIVES y MADIFA, que se basan en la distancia de Mahalanobis y Expectation Maximization Algorithm EM (Felicísimo et al., 2012).

2.1.5.3. Técnicas Mixtas.

Estos métodos emplean varias normas, algunas de ellas descriptivas y otras discriminantes, a la misma vez que generan sus propias pseudo-ausencias, entre estos están Desktop-GARP y OM-GARP que son los más conocidos. Además, existe BIOMOD que es una herramienta programada particularmente para la generación de modelos de consenso (Felicísimo et al., 2012).

2.1.6. Modelo Máxima Entropía (MaxEnt)

MaxEnt es un algoritmo que ha sido adaptado para la elaboración de modelos de distribución potencial. Los resultados que brinda MaxEnt, incluyen no sólo el modelo de

distribución potencial MDP sino mucha información que permite a los expertos estudiar las posibles relaciones funcionales que el modelo puede revelar entre la presencia del taxón y las variables descriptivas. Entre ellos están los gráficos y tablas de errores de omisión, la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) y estadístico AUC (Área bajo la curva), la importancia de cada variable en la construcción del modelo y un conjunto de curvas donde se muestra cómo varía la presencia del taxón ante los numerosos valores que toma cada variable (Tobergte y Curtis, 2013).

MaxEnt está destinado al análisis predictivo empleando registros cartográficos en formato y características determinadas. Utiliza datos de entrada de coordenadas de distribución de especies que es analizado, junto con un conjunto de variables ambientales, para dar como resultado la posible distribución potencial de la especie. La ventaja es la posibilidad de modelizar situaciones futuras con muestras de datos parciales o incompleto, es decir que con datos representativos se puede extrapolar la información advirtiendo datos complementarios y como resultado se obtiene mapas predictivos en los que se visualiza la distribución potencial de las especies bajo el entorno futuro o actual (Araica y Ruíz, 2015).

2.1.6.1. Ventajas.

MaxEnt incluye ventajas como:

- Uso sólo datos de presencia, pero puede utilizar datos de ausencia, y en ambos casos en conjunto con variables climáticas.
- Puede emplear tanto datos categóricos como continuos y puede incorporar interacciones entre distintas variables.
- Emplea eficientemente algoritmos que han sido desarrollados para garantizar convergencia en una óptima (entropía máxima) distribución probabilística.

- La distribución probabilística de MaxEnt tiene una definición matemática concisa (Mota et al., 2019).

2.1.7. Datos de Ocurrencia y Datos Climáticos

Los datos de ocurrencia son los sitios donde se encuentra la especie, son aquellos registros de los lugares geográficos de las especies considerando las siguientes condiciones: las especies deben encontrarse en un estado de equilibrio con su entorno físico, es decir, la depredación y competencia limitan los rangos ambientales, y no las limitaciones de dispersión; no se debe incluir valores de presencia de muestras cultivados en plantaciones, colecciones en campo y jardines. La forma básica de obtenerlos datos de presencia, es creando la información en territorio mediante GPS y otros tipos de instrumento para obtener de datos, o acudiendo a las fuentes confiables de información de especies, como son los herbarios y museos (Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre [OSINFOR], 2016).

Los datos climáticos son importantes para la distribución geográfica de las especies, ya que es uno de los principales factores que interviene en la distribución natural de la flora. Las actividades de las asociaciones vegetales están condicionadas por las variaciones climáticas, principalmente las de carácter anual: ciclos térmicos y pluviométricos que conforman estaciones frías o secas, la variabilidad climática origina paisajes vegetales entre las estaciones del año, ya que cuenta con gran diversidad de comunidades y cubiertas vegetales que responden con distintos ciclos fonológicos anuales. Las variables climáticas normalmente son generadas a partir de la interpolación de datos de estaciones climatológicas y utilizando la elevación (OSINFOR, 2016).

Para el modelamiento de especies se pueden emplear datos climáticos mensuales como temperatura mínima, media y máxima, precipitación, radiación solar, velocidad del viento,

presión del vapor de agua y precipitación total. Así mismo, se pueden utilizar variables “bioclimáticas” y de elevación (Fick y Hijmans, 2017).

De tal forma que las variables más empleados en el modelamiento es la elevación y las 19 variables bioclimáticas que son: Temperatura media anual (BIO1); Rango de temperaturas diurnas (BIO2); Isotermalidad (BIO2/BIO7) (* 100) (BIO3); Estacionalidad en la temperatura (desviación estándar * 100) (BIO4); Temperatura máxima del mes más cálido (BIO5); Temperatura mínima del mes más frío (BIO6); Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6) (BIO7); Temperatura media del trimestre más lluvioso (BIO8); Temperatura media del trimestre más seco (BIO9); Temperatura media del trimestre más cálido (BIO10); Temperatura media del trimestre más frío (BIO11); Precipitación anual (BIO12); Precipitación del mes más lluvioso (BIO13); Precipitación del mes más seco (BIO14); Estacionalidad en la precipitación (coeficiente de variación) (BIO15); Precipitación del trimestre más lluvioso (BIO16); Precipitación del trimestre más seco (BIO17); Precipitación del trimestre más cálido (BIO18); Precipitación del trimestre más frío (BIO19) (Varela et al., 2015).

2.1.8. *Áreas Naturales Conservadas*

Son espacios geográficos que conservan la biodiversidad de los ecosistemas y aseguran la continuidad y el equilibrio de los procesos ecológicos y evolutivos, es decir que son áreas intactas sin modificaciones, las mismas preservan especies (Flora, fauna) y ecosistemas, mantenimiento de servicios ambientales, protección de características específicas y mantenimiento de atributos naturales y culturales (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales [FLACSO], 2008). Generalmente se trata de áreas que no han sufrido ninguna intervención humana o se encuentran protegidas bajo mecanismos de conservación, por ejemplo, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas en Ecuador, reduciendo la presión humana sobre la biodiversidad existente en dichos sitios.

2.1.9. Importancia de las Áreas Naturales Conservadas

Las áreas naturales conservadas cumplen un papel importante en el desarrollo sostenible, ya que brindan una diversidad de servicios y bienes ambientales, estos sirven para asegurar la conservación de la diversidad biológica (ecosistemas, especies y genes) y para mantener procesos naturales. Las áreas naturales conservadas brindan procesos ecológicos como el ciclo del agua y la protección del suelo, permiten la investigación científica y la conservación de las especies de fauna y flora de la región, mitigación del cambio climático, servicios de polinización, mantenimiento de la fertilidad de los suelos, etc. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2012).

2.1.10. Investigaciones Realizadas sobre Modelos de Distribución de Especies

Se han realizados varias investigaciones acerca de modelos de distribución de especies haciendo referencia a los siguientes estudios.

Los resultados de Molina (2014), sobre el modelamiento sobre el comportamiento de especies vegetales de páramo en el Parque Nacional Podocarpus ante potenciales cambios climáticos, menciona que se crearon modelos de distribución geográfica actual de 10 especies vegetales, se utilizaron registros de presencia actual confirmada de las especies, datos bioclimáticos actuales (colectados de la base de datos mundial denominada WordClim), datos numéricos de la pendiente y altitud (generados de shapfiles de bases de datos del Ministerio del Ambiente del Ecuador). Las especies seleccionadas para este estudio fueron *Blechnum auratum* (Fée) R.M. Tryon & Stolze, *Bomarea brachysepala* Benth, *Calamagrostis macrophylla* (Pilg.) Pilg. *Disterigma alaternoides* (Kunth) Nied, *Gynoxys cuicochensis* Cuatrec, *Hieracium frigidum* Wedd, *Hypericum lancioides* Cuatrec, *Lycopodium vestitum* Desv. Ex Poir, *Monnina arbuscula* Chodat y *Themistoclesia epiphytica* A.C. Sm.

Sánchez (2018), realizó una investigación sobre la distribución potencial de especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante escenarios de cambio climático. el objetivo fue predecir las variaciones en las distribuciones geográficas potenciales de especies, para ello se aplicó una modelación del nicho ecológico de las especies invasoras *Arachis pintoii*, *Melinis minutiflora*, *Psidium guajava* y *Asclepias curassavica* de acuerdo con sus registros de presencia a nivel mundial y 19 variables bioclimáticas a través del algoritmo de máxima entropía (MaxEnt). Estos modelos fueron transferidos a Ecuador continental en el presente y futuro con su centro en el 2050 (2041-2060), basándose en los escenarios representativos RCP 4.5 (conservador) y RCP 8.5 (extremo) para el país.

Abad et al. (2018) realizaron un estudio sobre distribución potencial del género *Polylepis* en la Cuenca del río Paute bajo un escenario de cambio climático, para lo que utilizaron datos de la agencia WorldClim - General Circulation Models, que proporcionan información sobre modelos climáticos, métodos, escenarios y variables climáticas para el análisis de predicción a futuro de bosques de *Polylepis*, así mismo, se utilizó un método de Máxima entropía (MaxEnt), para construir modelos de distribución actual y futura de la especie. Los resultados de esta investigación indican el comportamiento de la especie bajo escenarios de cambio climático y datos preliminares para la conservación de recursos naturales.

Coria et al. (2014) realizaron la distribución potencial de *Pinus herrerae* Martínez en el occidente del estado de Jalisco, para el cumplimiento se georreferenciaron 391 árboles y 8 variables climáticas interpoladas, además de 9 ambientales, con esta información se aplicó el modelo MaxEnt para categorizar de manera probabilística su distribución potencial, así mismo los datos obtenidos del estudio se reflejaron en la distribución potencial de *P. herrerae* favoreciéndose cuando se desarrolla sobre un suelo Cambisol húmico, un intervalo altitudinal de 1 985 a 2 227 m.s.n.m; un promedio anual de precipitación de 882 mm y temperatura media anual de 18 °C.

Navarrete (2019), se enfocó en la distribución potencial de especies forestales amenazadas y endémicas raras mediante modelos de nicho ecológico, para ello se determinó la distribución potencial de cinco especies forestales representantes de bosques andinos y bosques secos, asimismo, se evaluó las variables y los registros de ocurrencias de las especies que obtenidos de herbarios físicos y digitales, así como las variables ambientales se obtuvieron de bases digitales climáticas y topográficas. Para el modelamiento se utilizó el algoritmo MaxEnt.

Leal et al. (2012) investigaron la distribución potencial del *Pinus martinezii*, para lo cual desarrollaron un modelo espacial basado en conocimiento ecológico y análisis multicriterio cuyo objetivo fue modelar la distribución potencial en la cuenca del lago de Cuitzeo, utilizando información ambiental y datos de presencia de la especie; así como la aplicación del algoritmo MaxEnt apoyándose en un análisis multicriterio dentro de un sistema de información geográfica. Los atributos se agruparon en 3 criterios: geopedológicos, morfométricos y climáticos y de este estudio se obtuvo un mapa que diferencia 2 zonas principales de distribución potencial de *P. martinezii* y algunas regiones aisladas donde no se encontraron poblaciones.

2.2. Información bibliográfica sobre *Cinchona officinalis* L.

2.2.1. Descripción de la Familia Rubiaceae

Es una de las familias más numerosas de las angiospermas, es de distribución muy amplia (cosmopolita), concentradas en regiones tropicales y subtropicales (León et al., 2019). La familia Rubiaceae está constituida por unos 600 géneros y 10 000 especies de herbáceas, arbustos, árboles, trepadoras y epífitas, las cuales están predominantemente distribuidas en el cinturón tropical (León et al., 2019). A nivel del Ecuador se han registrado 84 géneros y aproximadamente 557 especies de las cuales 98 especies son endémicas, únicamente el 44 % de especies endémicas se encuentran en el SNAP (León et al., 2019).

Según Aguirre et al. (2013) “La familia Rubiaceae está constituida por árboles, arbustos, hierbas, presentan hojas simples, opuestas decusadas (a veces verticiladas), enteras con estípulas pareadas interpeciolares, conspicuas, usualmente persistentes, que forman la yema y anillos en los nudos, las flores son vistosas, blanca, el cáliz con 4-5 sépalos soldados en la base, corola 4-5(10) lobada con un tubo largo a veces corto; estambres de 4-5(10) adnatos al tubo de la corola; ovario ínfero, generalmente de dos celdas y muchos óvulos y el estilo de dos ramas, comúnmente en panículas y cimas dicásicas, en cuanto al fruto es una drupa, capsula o baya con el cáliz persistente en el ápice y las semillas abundantes con endospermo bien desarrollado” (p. 87-88).

2.2.2. Especies del Género *Cinchona* en Ecuador

El género *Cinchona* en la actualidad pertenece a 25 especies. En Ecuador se encuentran 12 especies de las cuales *Cinchona capulli* L. Andersson, *Cinchona lucumifolia* Pav. ex Lindl, *Cinchona mutisii* Lamb., *Cinchona rugosa* Pav son endémicas (Aguirre, 2019), mientras que *Cinchona pubescens* Vahl, *Cinchona barbacoensis* H. Karst., *Cinchona lancifolia* Mutis, *Cinchona macrocalyx* Pav. Ex DC, *Cinchona officinalis* L., *Cinchona pitayensis* (Wedd.) Wedd, *Cinchona villosa* Pav.ex Lindl, *Cinchona parabólica* Pav son nativas (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI], 2018).

2.2.3. *Cinchona officinalis* L.

2.2.3.1. Taxonomía.

Los datos taxonómicos de *Cinchona officinalis* L., se detallan en la Tabla 1:

Tabla 1*Taxonomías de Cinchona officinalis L.*

Taxonomía	
Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	<i>Cinchona</i>
Especie	<i>officinalis</i> L.

Fuente: Aguirre (2012)

2.2.3.2. Descripción botánica.**Nombre Común:** Cascarilla, Quina.**Nombre científico:** *Cinchona officinalis* L.

Sinónimos: *Cinchona lucumaefolia* Pav. ex DC., *Cinchona uritusinga* Pav. ex Howard, *Cinchona pubescens* var. *heterophylla* Pav. ex DC., *Cinchona violacea* Pav. ex Howard, *Cinchona suberosa* Pav. ex Howard, *Cinchona officinalis* var. *Condaminea* (Bonpl.) Howard., *Cinchona condaminea* Bonpl (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE] y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015).

Familia: Rubiaceae

Descripción botánica: Según MAE y FAO (2015) “Son árboles con diámetros entre 20 hasta 30 cm, con una altura de 3 a 8 m, las hojas son simples opuestas, ovaladas, color verde oscuro, pecioladas con grandes nervios, sus flores son aromáticas de variados colores liláceas, blanquecinas, volátiles, las flores en inflorescencia terminal, rojas, corola blanca o rosada, agrupadas en panículas terminales de 20 a 25 cm de longitud, hermafroditas, actinomorfas, corola blanca-roja, en cuanto a los frutos en forma de cápsulas color marrón oscuro, forma elipsoide, dehiscente y las semillas son haladas, fusiformes, redondeadas por un ala membranosa, de 7-10 mm de largo, 2-3 mm de ancho y ligeras” (p. 78).

Fenología: “Después de la polinización se producen cápsulas que contienen las semillas aladas”.

Tipo de bosque: “Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Oriental y Occidental de los Andes”.

2.2.3.3. Distribución en el mundo y Ecuador.

El árbol cascarilla o quina, del género *Cinchona*, es nativo de los valles andinos de Sudamérica, se distribuye entre los 1 000 a 3 500 m.s.n.m, en Venezuela, Colombia, Bolivia y Perú. A nivel de Ecuador se distribuye a lo largo de la zona tropical y ecuatorial de la cordillera de los Andes, a partir 12° de latitud norte hasta 20° de latitud sur, hallándose en alturas que van desde los 700 m.s.n.m hasta los 2 900 m.s.n.m (Eras et al., 2019). Así mismo en el país está distribuido 12 especies del género *Cinchona*, principalmente en provincias como El Oro, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Morona Santiago, Azuay, Loja y Zamora Chinchipe (Eras et al., 2019).

2.2.3.4. Importancia medicinal.

La corteza *Cinchona officinalis* L., tiene diversos alcaloides, como la quinidina quinina, cinchonidina y cinchonina, los mismos que sirven como antipalúdicos y utilizados de forma

colectiva para preparar remedios caseros para la fiebre, malaria o paludismo (Larreategui y Lafuente, 2013). Aparte, posee propiedades astringentes como proantocianidoles, dímeros, taninos y trómeros y otros compuestos que son los ácidos orgánicos como rojo cincónico y ácido quinotánico, posee otros principios como terpénicos que intervienen en su amargor (Larreategui y Lafuente, 2013). Las propiedades por el cual previenen la infección por malaria, radica en su capacidad de inhabilitar la reproducción y crecimiento de los plasmodium, protozoarios causantes de dicha infección (Eras et al., 2019).

La quinina también se utiliza para la debilidad muscular, usualmente en la cara y problemas musculares asociados con fallas del hígado, su consecuencia es el cinchonismo, que hace dar síntomas como tinnitus, mareo, problemas de visión, náusea, y vómito, el exceso puede llevar a sordera y ceguera, la quinina también prosee usos no medicinales, en preparados para ingrediente de bebidas alcohólicas, quemaduras solares, y no alcohólicas (Cuvi, 2009).

En la actualidad la especie se utiliza y emplea en el mercado como tónico; debido a que la quinina le da el sabor amargo al mismo, el tónico y las bebidas gaseosas ha conquistado el mercado especialmente en Europa y Estados Unidos (Eras et al., 2019).

2.2.3.5. Estado de conservación.

El nombre científico de la cascarilla es *Cinchona officinalis* L., y en el año de 1753 fue nombrada con un ejemplar colectado cerca de la ciudad de Loja, debido a las propiedades medicinales, descubrimiento en Ecuador, provisión de corteza al mundo, valor económico de exportación entre otras fue denominada como Planta nacional del Ecuador. El hábitat potencial de *Cinchona officinalis* L. en la provincia de Loja contiene una superficie de 9 836 km², de los cuales el 78,45 % del hábitat se ha perdido y solo el 17,88 % se encuentra protegido por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas como Parque Nacional Podocarpus y Yacuri (Eras et al., 2019).

En la provincia de Loja en la actualidad se pueden encontrar pequeños remanentes de bosque, especialmente en partes alejadas, altas y con poca accesibilidad, lo que hace que su distribución sea restringida a determinadas condiciones ecológicas; por otra parte, el aprovechamiento de la especie para extraer la corteza de la cascarilla ha disminuido, por la aparición de nuevos compuestos sintéticos que la ha remplazado debido a que contiene propiedades similares a la quina; sin embargo, existen aún especies en los bosques que se encuentran amenazadas por el aumento de la deforestación y la fragmentación de los hábitats etc., mismas condiciones que hacen cada vez más escasa su presencia en las zonas de distribución natural (Armijos, 2016, p. 12).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de Estudio

La presente investigación consideró la región sur de Ecuador, específicamente los límites de las provincias de Loja, El Oro y Zamora Chinchipe (Figura 1).

Provincia de Loja: Es más extensa de la Sierra ecuatoriana, con una superficie de 11.065,59 km², está ubicada al sur de la cordillera oriental de los Andes, aproximadamente en la latitud 04° Sur; limita al Norte con las provincias de Azuay y El Oro, al Sur y al Oeste con la República del Perú, al Este con la provincia de Zamora Chinchipe (Larreategui y Lafuente, 2013). La provincia presenta una altimetría que va desde los 120 hasta 3 880 m.s.n.m, prevalecen el clima tropical, subtropical y temperado, con rangos de temperatura que van desde los 10 °C a más de 26 °C (Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja, 2019).

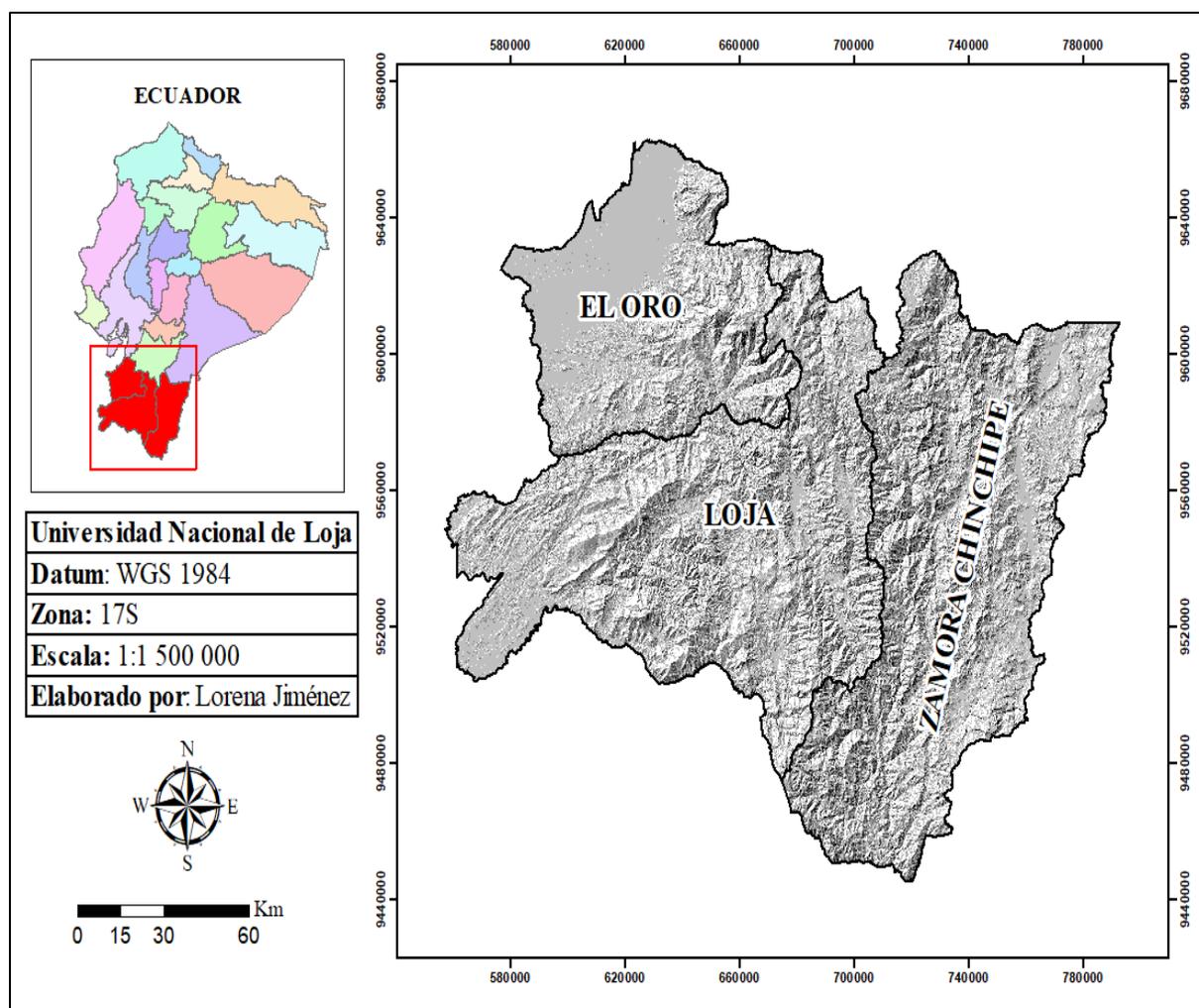
Provincia de El Oro: Cubre una superficie de 5 791,85 Km², que representa el 2,15 % de la superficie nacional, geográficamente se encuentra ubicada en el extremo sur occidental del Ecuador, limitando al norte las provincias de Guayas y Azuay, al sur la provincia de Loja y Perú, al este las provincias de Azuay y Loja y al oeste Perú y el Océano Pacífico. Presenta zonas montañosa, bosque húmedo, bosque seco, costa y archipiélago, revestidas de importancia histórica, gente amable y de una tierra fértil y pródiga (Gobierno Autónomo Descentralizado de El Oro, 2015).

En la provincia existen un rango altitudinal de 0,50 m.s.n.m a 3 580 m.s.n.m, presenta una temperatura diferenciada entre la zona media alta de la provincia con temperaturas que oscilan entre los 14 °C y los 22 °C, con precipitaciones anuales de 1 500 mm distribuidos durante todo el año y la zona baja prevalecen las temperaturas que varían entre los 18 °C a los 30 °C y en la que la precipitación anual es de 550 mm (Gobierno Autónomo Descentralizado de El Oro, 2015)

Provincia de Zamora Chinchi: Tiene una superficie de 10.572,03 Km², representando el 4,4 % del territorio nacional, se encuentra ubicada en la región sur de la Amazonía ecuatoriana. La Provincia limita al norte con la provincia de Azuay y Morona Santiago, al sur con la República del Perú, al este con la República del Perú, al oeste con las provincias del Azuay y Loja. El clima en su totalidad es cálido-húmedo, con altitud de 815 hasta 2 800 m.s.n.m, precipitación de 2 000 mm / año y la temperatura de 17° y 22 °C.

Figura 1

Mapa de ubicación geográfica de la región Sur del Ecuador.



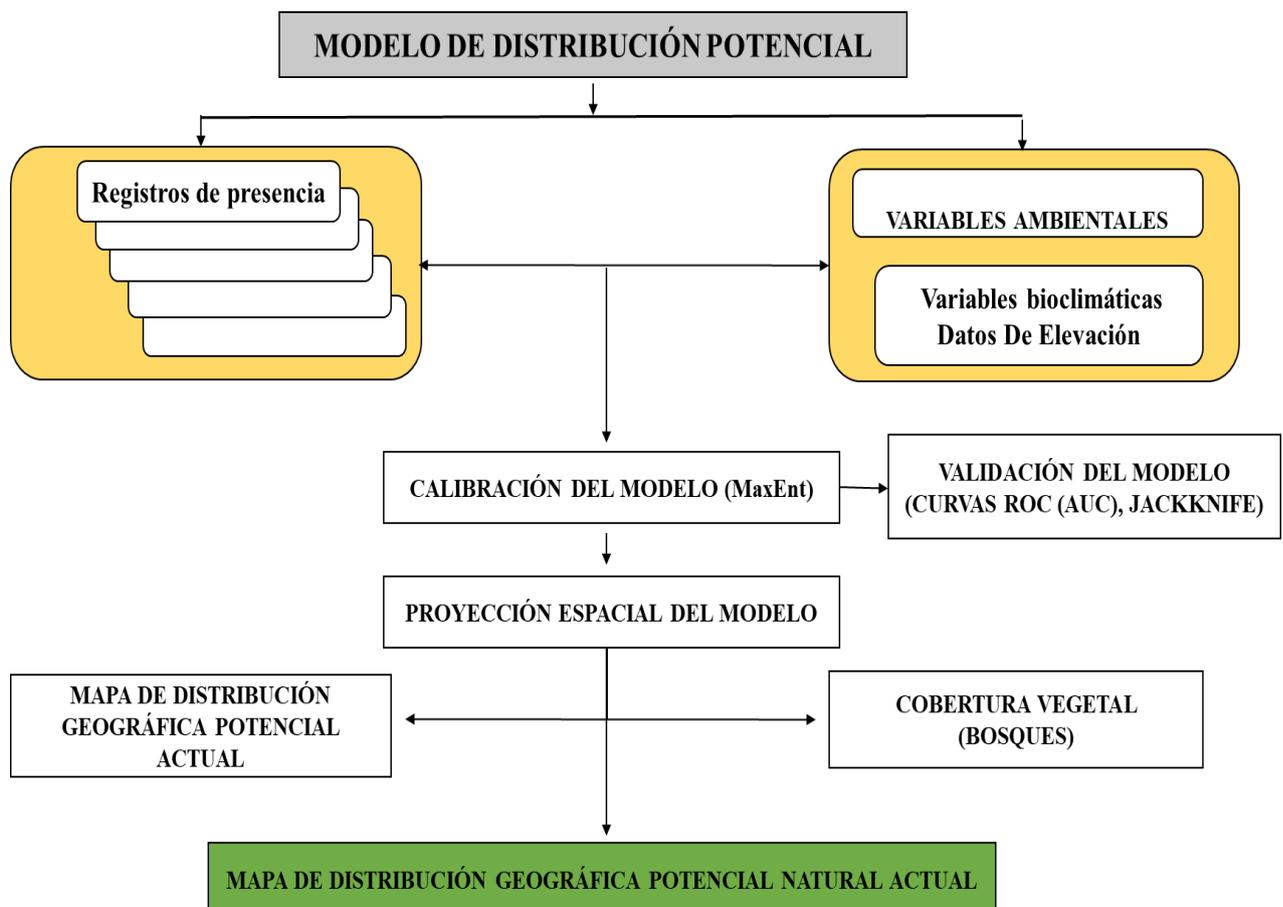
Fuente: Elaboración propia

3.2. Metodología para Determinar la Distribución Geográfica Potencial de *Cinchona officinalis* L.

Para el cálculo de la distribución geográfica potencial de la especie *Cinchona officinalis* L., se realizó un modelo de distribución, pues se trató de una metodología comprobada, verificada y muy utilizada para generar este tipo de información (Molina, 2014; Sánchez, 2018; Abad et al., 2018; Coria et al., 2014; Navarrete, 2019 y Leal et al., 2012). El procedimiento que se utilizó, ajustado a la presente investigación, se detalla en la Figura 2.

Figura 2

Esquema de trabajo para determinar el mapa de distribución geográfica potencial y natural de Cinchona officinalis L., en la región sur de Ecuador



Fuente: Felicísimo et al., (2012)

3.2.1. *Recopilación de Información sobre Datos de Presencia*

Los registros de presencia u ocurrencia de la especie *Cinchona officinalis* L., correspondieron a ubicaciones geográficas de los individuos de la especie, que se obtuvieron de diferentes registros de fuentes confiables, como la base de Datos y Sistema de Biodiversidad del Ecuador, Trópicos (www.tropicos.org), GBIF (<https://www.gbif.org/>) y consulta bibliográfica en fuentes de información secundaria como: tesis, manuales, artículos científicos de investigaciones realizadas en Ecuador. Para contar con un modelo más confiable se utilizaron registros de la especie a nivel nacional, no solo condicionados a la región Sur de Ecuador. También, se realizó visitas al Herbario Reinaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja, del cual se obtuvo información de registros de presencia y principalmente para validar la identificación de la especie. Adicionalmente, la validación de los registros de presencia se realizó a través de la confirmación de la ubicación geográfica en su área de distribución natural, excluyendo los registros que se encontraban en áreas de no bosque (zonas agropecuarias, plantaciones, zonas urbanas, etc.), los registros mal georreferenciados, registros duplicados, especímenes determinados por especialistas botánicos, etc. Esta información se recopiló y registró en una base de datos, que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Estructura de la base de datos para el registro de información de las colecciones botánicas

COD	Nombre	Nombre	Ubicación política			Ubicación geográfica		Fecha	Nombre	Nombre
Colección	científico	común	Provincia	Cantón	Parroquia	Coordenadas	Coordenadas	colección	colector	identificador
						X	Y			

Fuente: Elaboración propia

Para generar el modelo con los datos de presencia, fue necesario crear un documento en formato tipo CSV, donde se indicó tres campos importantes: nombre de la especie, seguido del campo de longitud o coordenada X, y del campo Latitud o coordenada Y, en ese orden respectivo. Los campos para la Longitud y Latitud deben expresarse en un sistema de coordenadas sea grados decimales o coordenadas planas (UTM) similar al de las variables ambientales.

3.2.2. Recopilación de Datos Climáticos

La información climática se obtuvo de base de datos climáticos de WorldClim (<https://www.worldclim.org/>), la misma que ofrece un conjunto de variables climáticas para el periodo 1970 al 2000. La información climática se descargó a una resolución espacial de 30 segundos ($\sim 1 \text{ km}^2$), en formato GeoTiff (.tif). Las variables climáticas con las que se trabajó fueron el conjunto de variables bioclimáticas que ofrece la base de datos WorldClim, que corresponde a 19 variables bioclimáticas (Tabla 3). A estas variables, se sumó los datos de elevación del terreno.

Tabla 3

Descripción de las variables ambientales utilizadas para el modelo de distribución de la especie Cinchona officinalis L.

VARIABLES	DESCRIPCIÓN
BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Rango de temperaturas diurnas
BIO3	Isotermalidad (BIO2/BIO7) (* 100)
BIO4	Estacionalidad en la temperatura (desviación estándar * 100)
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
BIO8	Temperatura media del trimestre más lluvioso
BIO9	Temperatura media del trimestre más seco
BIO10	Temperatura media del trimestre más cálido
BIO11	Temperatura media del trimestre más frío

BIO12	Precipitación anual
BIO13	Precipitación del mes más lluvioso
BIO14	Precipitación del mes más seco
BIO15	Estacionalidad en la precipitación (coeficiente de variación)
BIO16	Precipitación del trimestre más lluvioso
BIO17	Precipitación del trimestre más seco
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO19	Precipitación del trimestre más frío
ELEV	Elevación del terreno

Fuente: Varela et al., (2015)

Con las variables bioclimáticas y elevación se trabajó en Qgis 3.10.8, se cargó un archivo reproyectado de Ecuador y las respectivas variables ambientales, se utilizó la herramienta “Cortar raster por capa de mascara”, para disponer del conjunto de variables ambientales ajustadas a los límites del Ecuador. El resultado fue un archivo raster en formato tiff., para cada una de las variables ambientales. Estas fueron transformadas en formato ASCII por medio de la herramienta Traducir (Convertir Formato). El sistema de coordenadas de las variables ambientales debe ser igual al de los registros de presencia.

3.2.3. Calibración de MaxEnt para Generar el Modelo

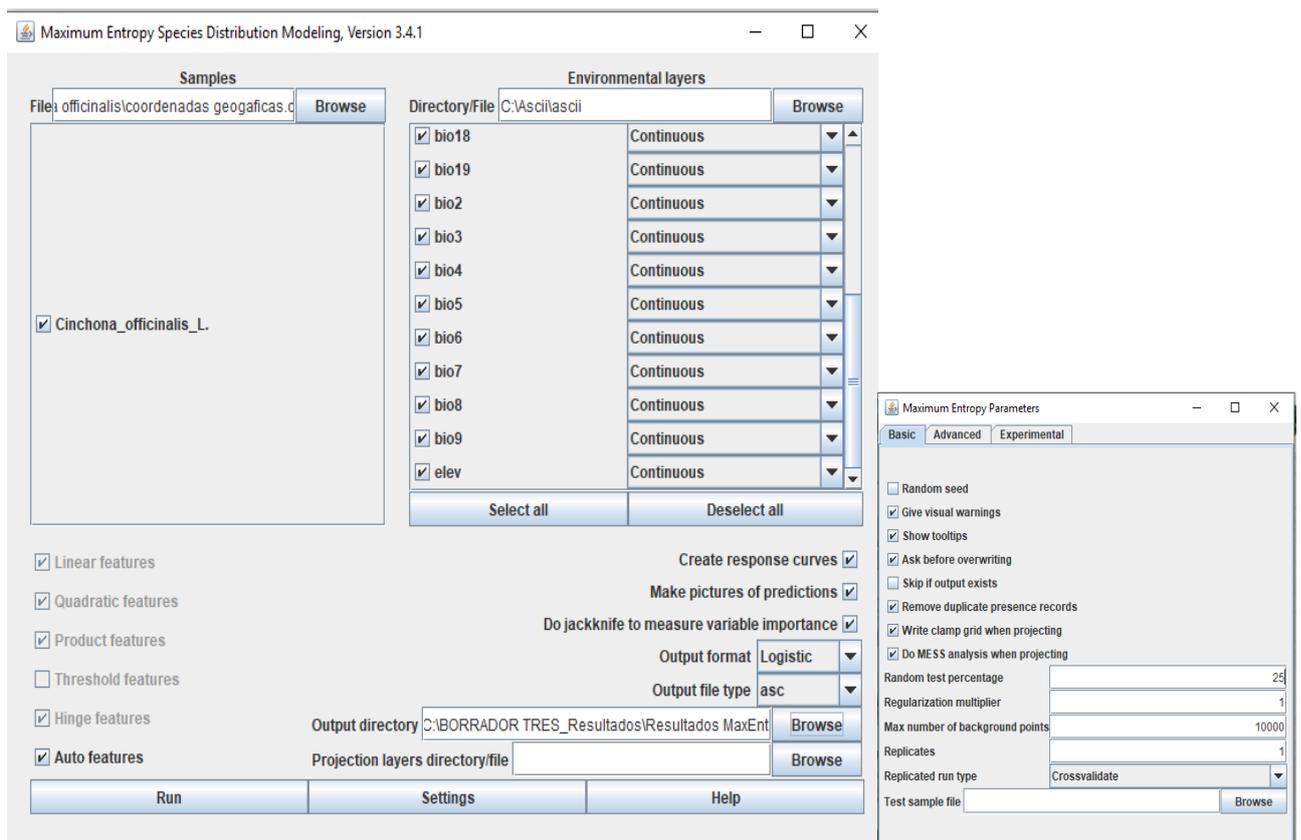
Se utilizó el programa Maximum Entropy Species Distribution Modeling conocido como MaxEnt versión 3.4.1 (Phillips y Dudik, 2021), debido a que es uno de los métodos más empleados y eficaces para la modelación de distribución de especies con datos de presencia únicamente (Molina, 2014; Sánchez, 2018; Abad et al., 2018; Coria et al., 2014; Navarrete, 2019 y Leal et al., 2012). El modelo de distribución potencial se realizó combinando los registros de presencias de la especie con las variables ambientales elegidas, 19 variables

bioclimáticas y una variable de elevación del terreno, es decir se efectuó operaciones de clasificación donde se utilizó el espacio de presencias en un sistema multidimensional donde cada superficie representa una variable.

En el programa MaxEnt se cargó el archivo CSV de los registros de presencia en la sección *Samples* y el conjunto de variables ambientales en formato ASCII en la sección *Environmental layers*. En la Figura 3 se presenta la interfaz del programa MaxEnt con los ajustes realizados para la creación del modelo de distribución de la especie.

Figura 3

Calibración de MaxEnt para el modelamiento de Cinchona officinalis L.



Fuente: (Phillips y Dudik, 2021)

3.2.4. Validación del Modelo MaxEnt

Para la validación del modelo se empleó el estadístico AUC o área bajo la curva ROC, calculado con el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt), para ello se utilizó el 75 % de los registros de presencia de la especie para el entrenamiento y el 25 % restante para validar los Modelos (Phillips *et al.*, 2006). Los valores de las salidas representados por medio del AUC, están comprendidos entre 0 y 1, donde valores de 0,5 se consideran como modelos sin poder predictivo, iguales o peores que un modelo X hecho al azar, mientras que las métricas de 0,7 a 0,9 califican a los modelos como buenos y los valores por arriba de 0,9 los consideran excelentes (Peterson *et al.*, 2011; Felicísimo *et al.*, 2012).

También se aplicó la prueba Jackknife, la cual ayudó a determinar el peso que tiene cada una de las variables en la construcción del modelo. La ponderación de las variables ayuda a explicar los requerimientos bioclimáticos esenciales para que una especie se encuentre en una determinada región geográfica.

3.2.5. Representación Espacial del Modelo

El programa MaxEnt generó como resultados una serie de archivos, uno de ellos en formato HTML donde se presentó una serie de gráficos, como el “gráfico del modelo” (picture of model) que fue una representación gráfica de colores degradado, que simbolizan la probabilidad de encontrar a la especie en un área determinada. La representación espacial del modelo se lo realizó mediante el software Qgis versión 3.10.8. con el fin de obtener la distribución potencial real de la especie en la región sur de Ecuador. Esto se realizó mediante el cruce de información geográfica entre el modelo generado por MaxEnt con los límites de la región sur del Ecuador y el área de bosques del Ecuador periodo 2016-2018, descargadas de fuentes oficiales como el Instituto Geográfico Militar y del Mapa Interactivo del Ministerio del Ambiente y Agua (<http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>). De esta manera se ajustaron

los límites del modelo de distribución potencial de la especie a la superficie real donde se desarrolla esta, que es el bosque.

3.3. Metodología para Analizar las Áreas Naturales Conservadas y Perdidas de

***Cinchona officinalis* L., en la Región Sur del Ecuador**

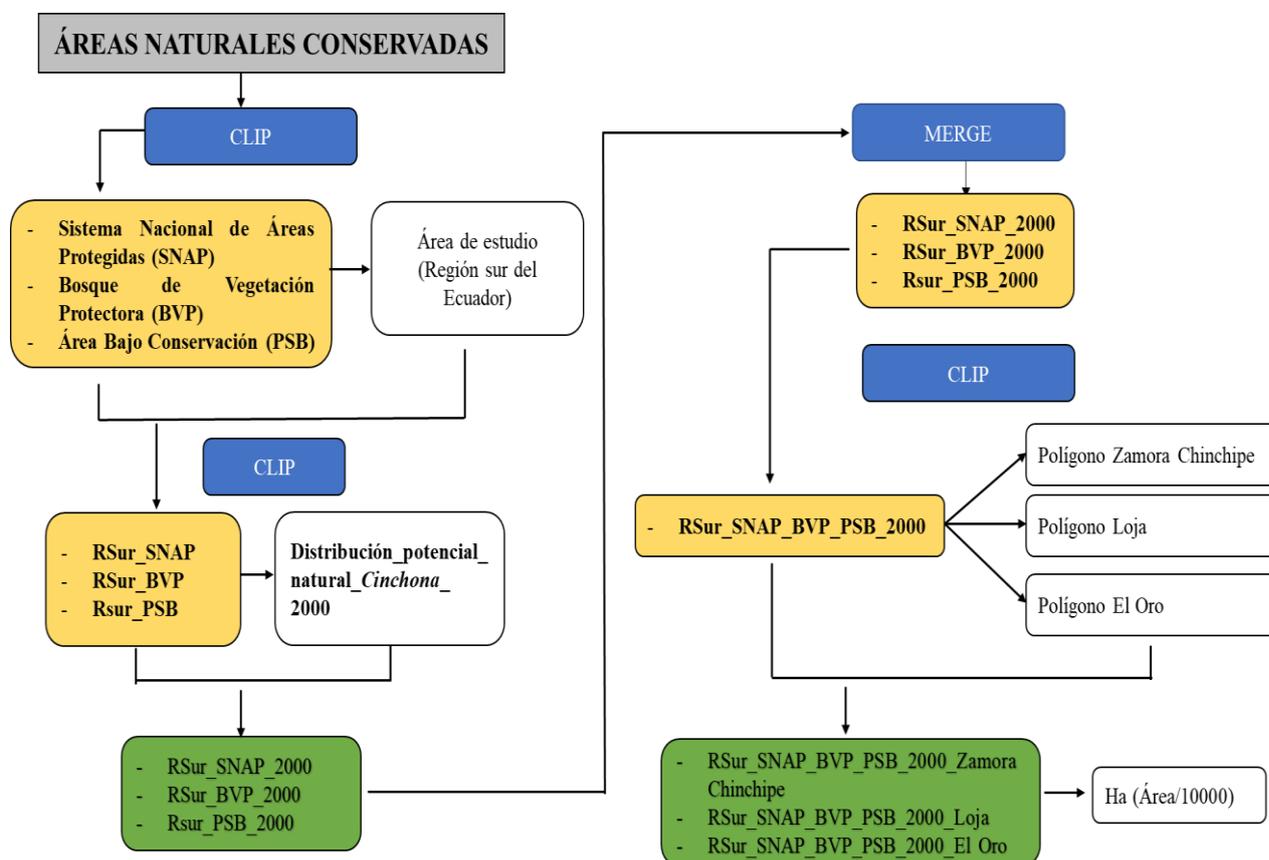
3.3.1. Cuantificar Áreas Naturales Conservadas *Cinchona officinalis* L.

Se investigó información georreferenciada sobre las diferentes áreas que en la región sur de Ecuador se encuentran bajo alguna categoría de conservación, las mismas que fueron: Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP), Bosques y Vegetación Protectora (BVP), Áreas bajo conservación del programa Socio Bosque (PSB).

Para determinar las áreas naturales conservadas, se cortó el archivo shaperfile (SHP) del SNAP, BVP, y PSB con los límites de la región sur del Ecuador. Este nuevo archivo SHP se superpuso sobre la distribución geográfica potencial natural de *C. officinalis* L., posteriormente se unieron las capas del SNAP, BVP y PSB, excluyendo áreas que se sobreponen. Finalmente se interseco esta información con la distribución geográfica potencial natural de la especie, obteniendo así las áreas naturales conservadas. Esta información se la obtuvo para los periodos: 2000-2008, 2008-2014, 2014-2018. En la Figura 4, se presenta el esquema de trabajo que resume los pasos antes indicados.

Figura 4

*Esquema de trabajo para determinar las áreas naturales conservadas de *Cinchona officinalis* L., en la región sur de Ecuador*



Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Cuantificar Áreas Naturales Perdidas de *Cinchona officinalis* L.

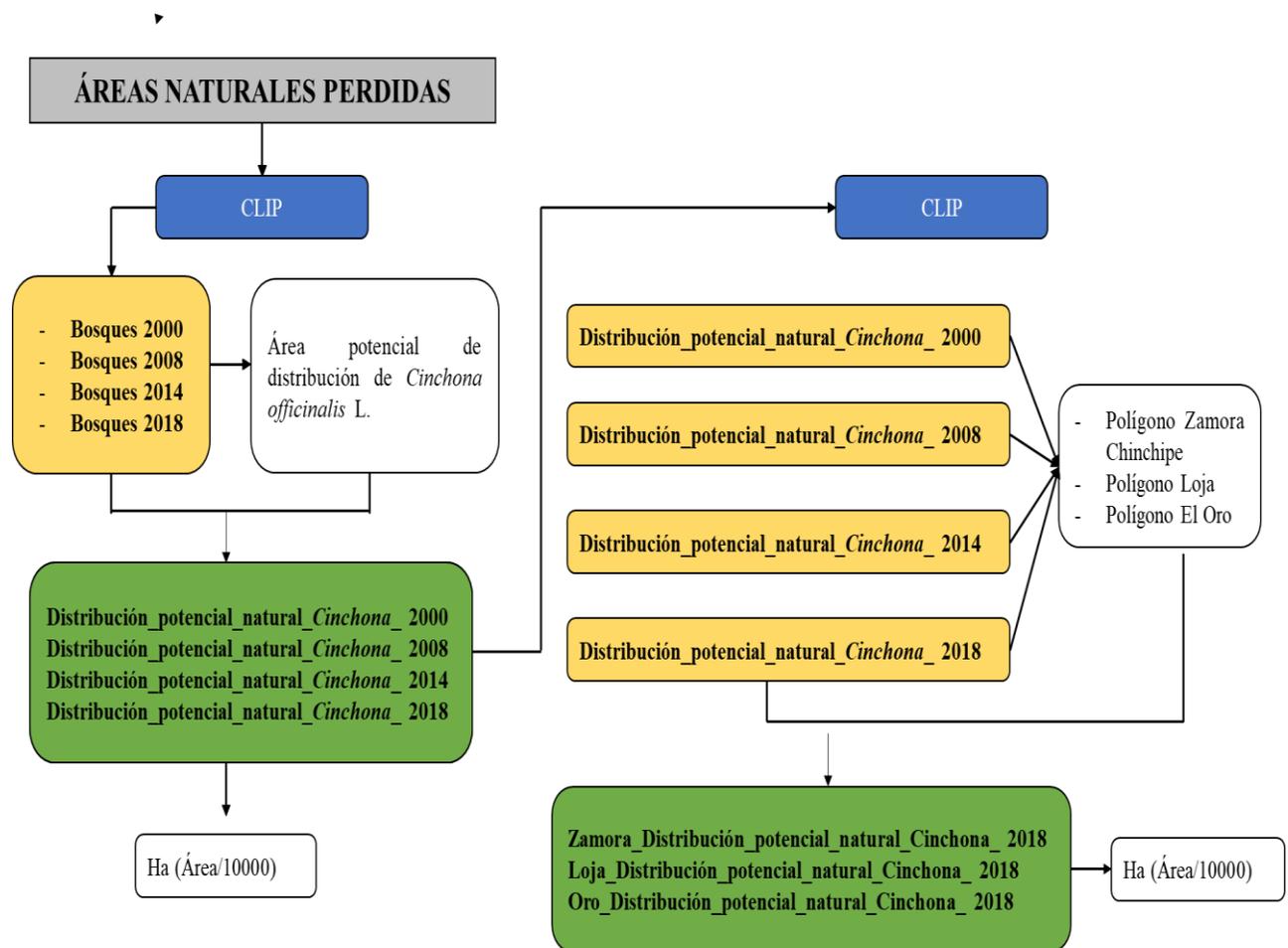
Se utilizó información geográfica a escala nacional, la misma que se obtuvo del Mapa Interactivo del Ministerio del Ambiente: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>. De esta se descargaron los archivos shapefiles que contenían las capas de bosques de Ecuador para los años 2000, 2008, 2014 y 2018.

Para cuantificar las áreas naturales perdidas se cortó cada archivo SHP de los bosques (2000, 2008, 2014, 2018) con el área geográfica potencial natural de *Cinchona officinalis* L., obteniendo así el área geográfica potencial natural por año. Con esta información se cortó con

el límite de Zamora Chinchipe, Loja y El Oro, y se calculó el área perdida en cada provincia, en hectáreas (Figura 5).

Figura 5

Esquema de trabajo para determinar las áreas naturales perdidas de Cinchona officinalis L., en la región sur de Ecuador



Fuente: Elaboración propia

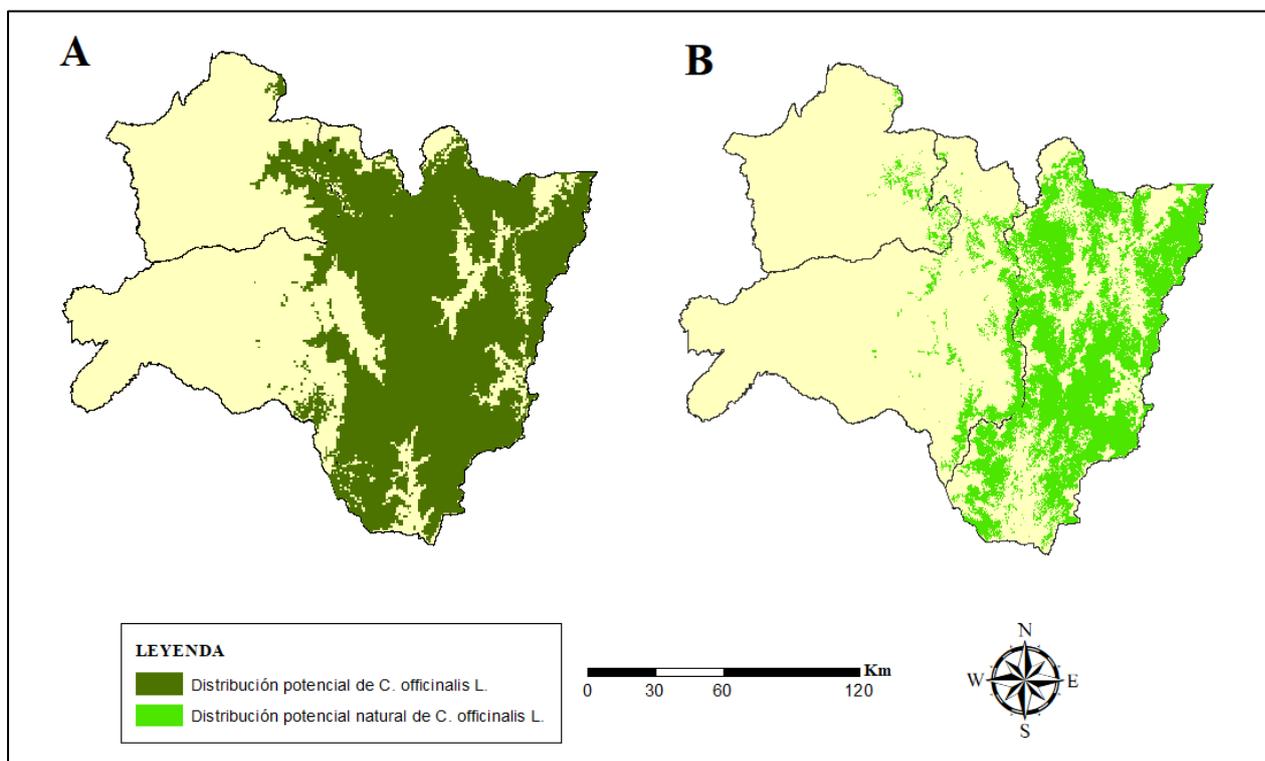
4. RESULTADOS

4.1. Distribución Geográfica Potencial Natural de *Cinchona officinalis* L., en la Región Sur del Ecuador

El área de distribución geográfica potencial de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador, fue de 1'276.772,21 hectáreas. Según el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo 2016 – 2018 (MAE, 2019), los tipos de cobertura vegetal que cubre el área de distribución geográfica potencial fueron: bosque, vegetación arbustiva y herbácea, cuerpos de agua, otras tierras, tierras agropecuarias y zona antrópica (Figura 6, A). Considerando el hábitat natural de la especie, que es bosque, el área de distribución geográfica potencial natural para *C. officinalis* L., en la región sur del Ecuador fue de 710.792,09 hectáreas (Figura 6, B).

Figura 6

Área de distribución potencial de *Cinchona officinalis* L. en la región sur del Ecuador: A) distribución geográfica potencial l, B) distribución geográfica potencial natural.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la probabilidad de presencia de *C. officinalis* L., en la región sur del Ecuador, en la Tabla 4 y Figura 7, se presentan los valores en hectáreas de la probabilidad de presencia alta, media y baja, por provincias en el área de distribución geográfica potencial natural.

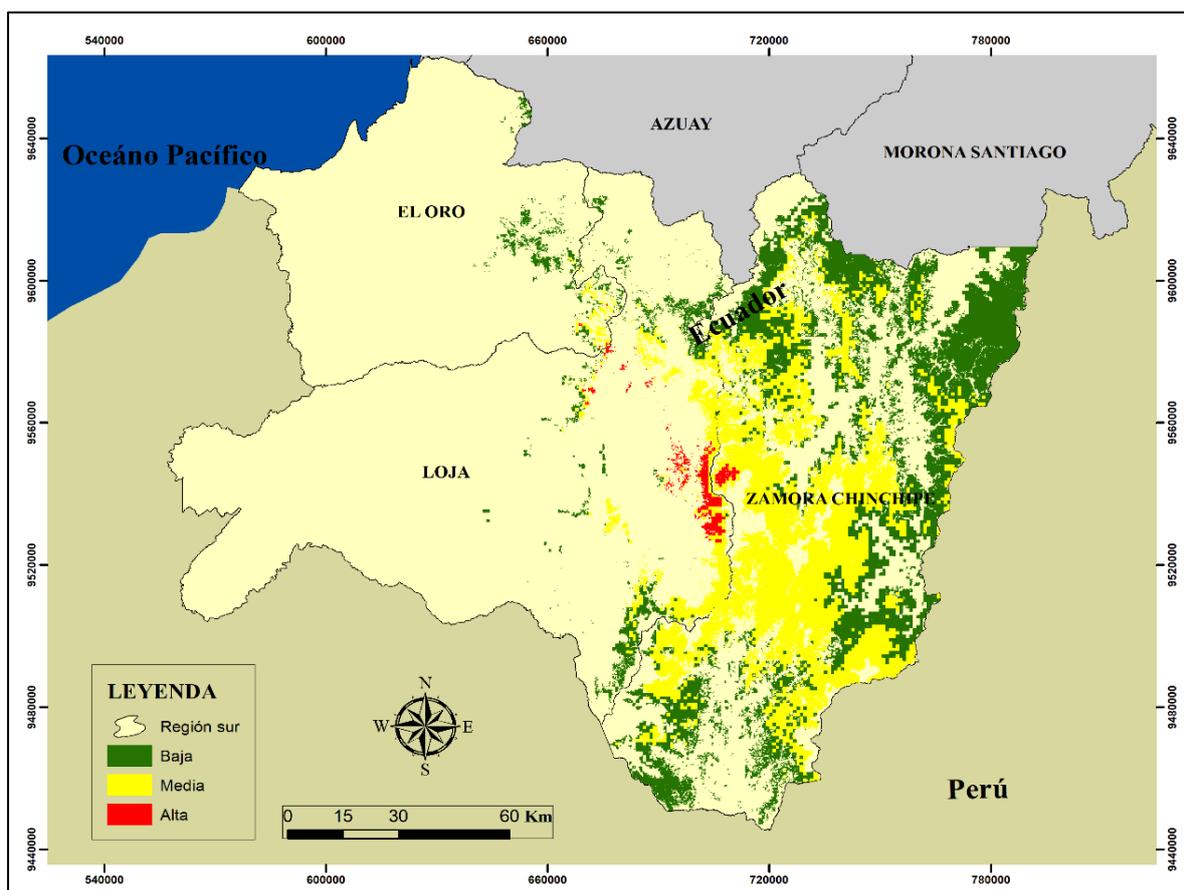
Tabla 4

Probabilidad de presencia de C. officinalis L., en el área de distribución geográfica potencial natural en la región sur del Ecuador

Provincia	Presencia de la especie						Total
	Alta		Media		Baja		
	ha	%	ha	%	ha	%	
El Oro	228,72	0,03	3 676,50	0,52	12.643,79	1,78	16.549,01
Loja	10.670,63	1,50	36.960,74	5,20	27.473,91	3,87	75.105,28
Zamora Chinchi	2 032,94	0,29	312.169,26	43,92	304.935,60	42,90	619.137,80
Total	12.932,29		352.806,50		345.053,30		

Figura 7

Probabilidad de presencia de Cinchona. officinalis L., en el área de distribución geográfica potencial natural en la región sur del Ecuador



Fuente: Elaboración propia.

De las tres provincias que conforman la región sur del Ecuador, Zamora Chinchipe tuvo mayor superficie de área natural potencial de distribución con 619.137,80 hectáreas, seguido de Loja con 75.105,28 ha y El Oro con 16.549,01 hectáreas. Sin embargo, la provincia de Loja es quién tiene mayor superficie con probabilidad alta de la especie con 10.670,63 ha (Tabla 4 y Figura 7).

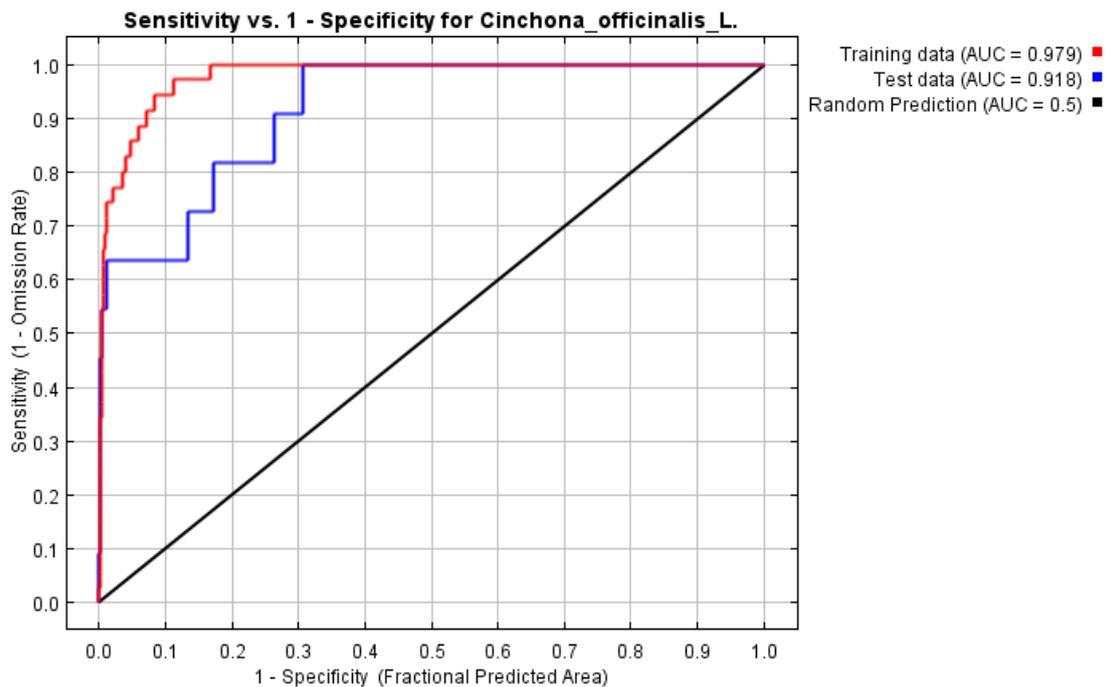
El área de distribución geográfica potencial natural de la especie fue discontinua, fragmentada, en altitudes comprendidas entre 800 a 3 800 m.s.n.m, y los ecosistemas vegetales

en donde se desarrolla la especie fueron en particular los bosques montanos, montanos altos, montanos bajos y piemontanos de la cordillera oriental y occidental de los Andes, de la cordillera del Cóndor Kutukú, del Catamayo Alamor, cordilleras amazónicas.

Los valores del Área Bajo la Curva (AUC), tanto para los datos de entrenamiento y de prueba fueron de 0,979 y 0,918, respectivamente, indicando así un excelente ajuste del modelo de distribución geográfica potencial para predecir presencias de *C. officinalis* L., en la región sur del Ecuador (Figura 8).

Figura 8

Valores de entrenamiento y de prueba del Área Bajo la Curva (AUC) para el modelo de distribución potencial de *Cinchona officinalis* L.



Las variables ambientales con mayor contribución al modelamiento de *C. officinalis* L., fueron: Elevación, isothermalidad (BIO2/BIO7) (* 100), temperatura mínima del mes más frío, precipitación del trimestre más frío. En la Tabla 5 se presenta el porcentaje de contribución y los valores de las variables para el modelo.

Tabla 5

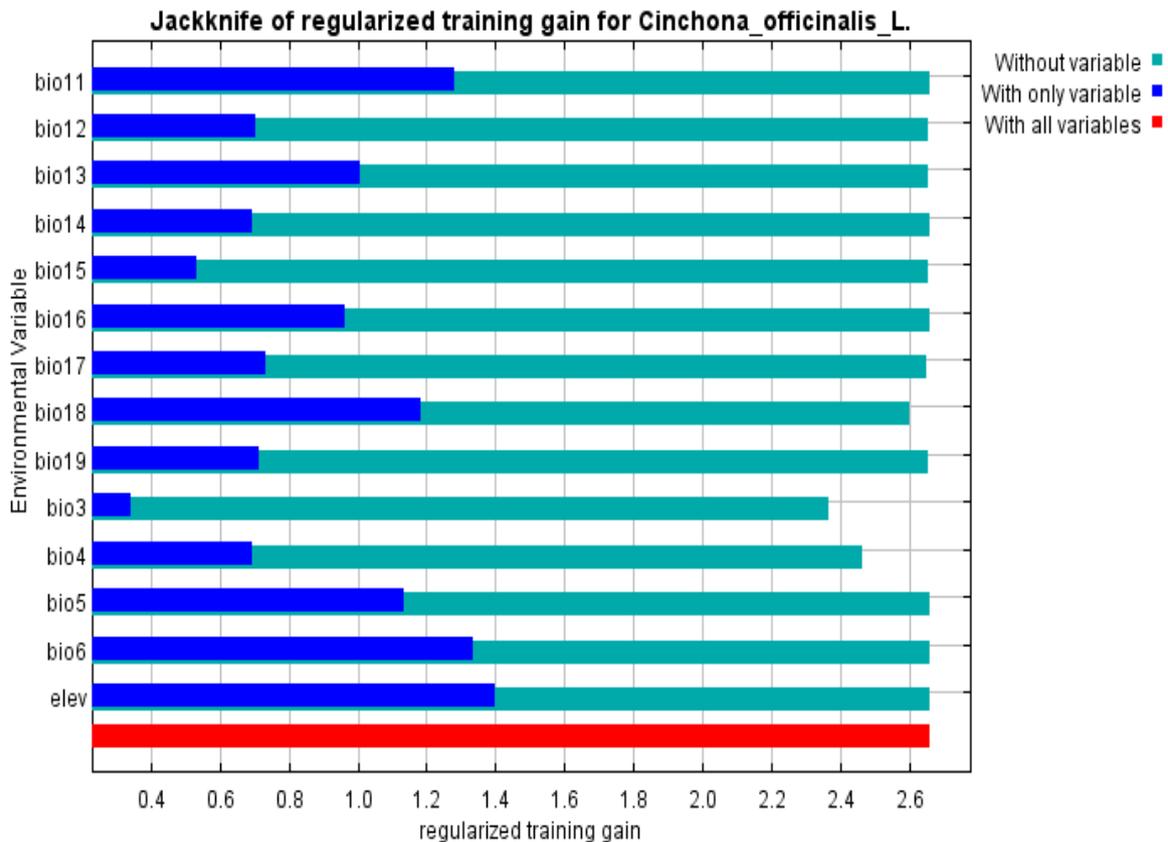
Contribución porcentual de las variables al modelamiento de Cinchona officinalis L., en la región Sur del Ecuador

Variables	Código	Contribución %	Valores
Elevación	Elev	41,2	1 212-2 914 m.s.n.m
Isotermalidad (BIO2/BIO7) (* 100)	BIO3	20,1	79,04-89,22
Temperatura mínima del mes más frío	BIO6	10,3	6,81-15,94 °C
Precipitación del trimestre más frío	BIO19	6	27,5- 510,45 mm
Estacionalidad en la temperatura (desviación estándar * 100)	BIO4	4,4	14,69- 46,50 °C
Precipitación del mes más lluvioso	BIO13	3,9	111-246 mm
Precipitación del mes más seco	BIO14	3,7	6-104 mm
Temperatura media del trimestre más frío	BIO11	3,1	12,21-22,68 °C
Precipitación del trimestre más cálido	BIO18	2,9	82,5- 439,60 mm
Precipitación del trimestre más lluvioso	BIO16	1,7	307,10- 595,54 mm
Precipitación del trimestre más seco	BIO17	1,7	27,5-322,06 mm
Precipitación anual	BIO12	0,6	751-1703 mm
Estacionalidad en la precipitación (coeficiente de variación)	BIO15	0,2	17, 64- 102,11 mm

En la Figura 9, con los datos utilizados como entrenamiento del modelo se observa que las variables ambientales con mayor ganancia cuando se las utiliza de forma aislada fueron elevación, temperatura mínima del mes más frío (BIO6) y Temperatura media del trimestre más frío (BIO 11), por lo tanto, parecen tener la información más útil por sí mismas para predecir la distribución de la especie. Por otra parte, la variable bioclimática BIO 3 (Isotermalidad) utilizada por sí sola casi no obtiene ganancia, por lo que no es muy útil para estimar la distribución de la especie. No obstante, la variable BIO 3 y BIO 4 (Estacionalidad en la temperatura) al no ser consideradas en la generación del modelo con el resto de variables, la predicción del mismo disminuye un poco, aunque esta no es considerable como para manifestar que presentan información útil que no esté contenida en las otras variables.

Figura 9

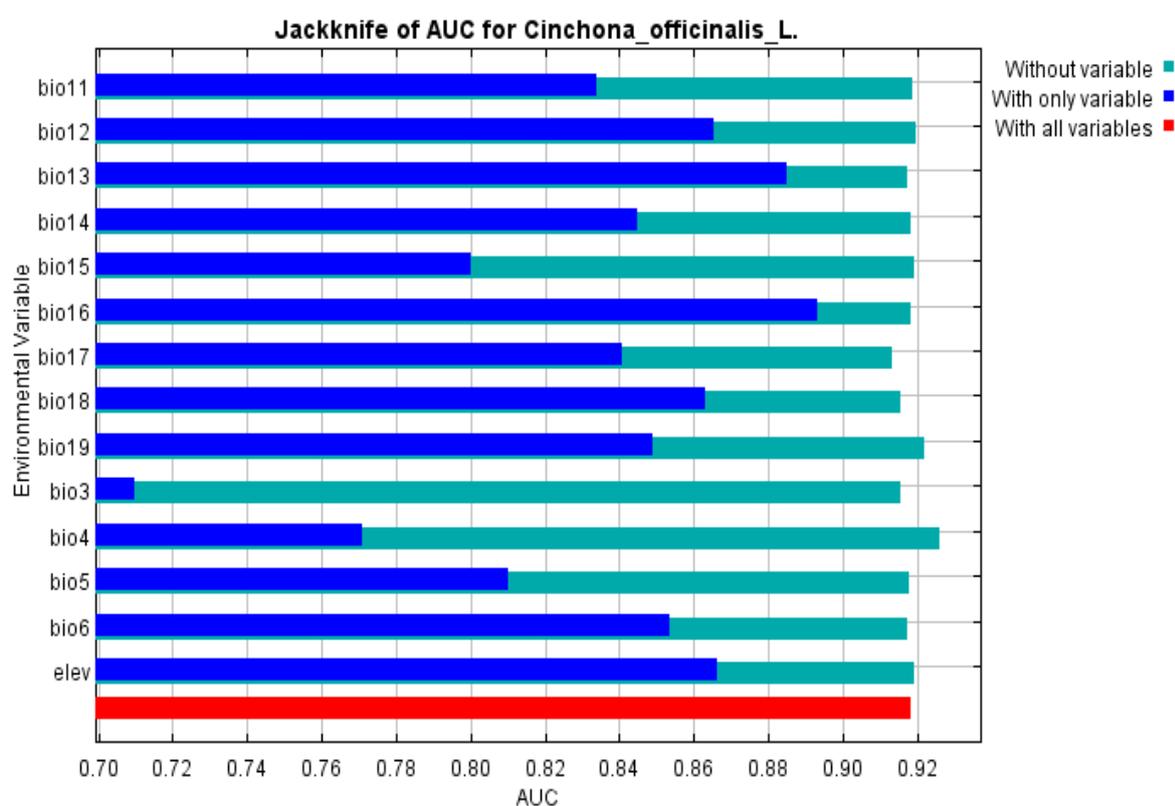
Resultados de la prueba de Jackknife para variables de importancia a (MaxEnt)



En la Figura 10 se muestra la prueba de Jackknife usando la AUC en el cual, la variable ambiental de la precipitación del trimestre más lluvioso (BIO16), cuando se utilizan por sí sola, permite un buen ajuste a los datos pues predice de manera más efectiva la distribución de los datos de frecuencia que fueron utilizados como prueba. Al igual que la prueba Jackknife para los datos de entrenamiento, en la curva AUC la variable de isothermalidad (BIO 3), cuando se usa por sí sola, la misma no obtiene ganancia, por lo tanto, no resultan ser prescindible para definir la distribución de *Cinchona officinalis* L. Adicionalmente, las variables BIO 4 (Estacionalidad en la temperatura) y BIO 19 (Precipitación del trimestre más frío) indican que el desempeño para la predicción del modelo mejora cuando estas no son utilizadas.

Figura 10

Prueba de jackknife usando la AUC

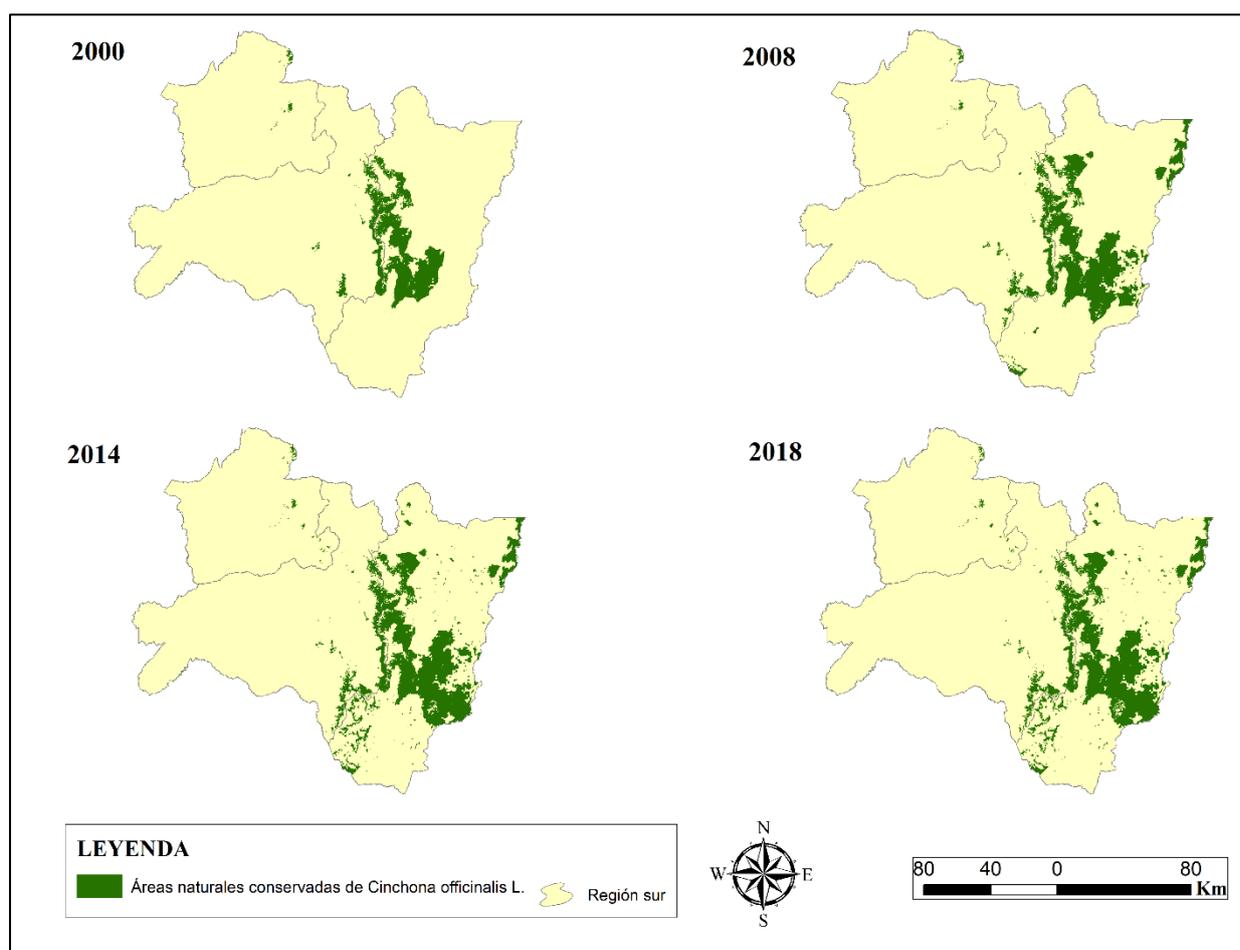


4.2. Áreas Naturales Conservadas y Perdidas de *Cinchona officinalis* L., en la Región Sur del Ecuador

El área natural potencial conservada de *Cinchona officinalis* L., en la región sur del Ecuador entre el periodo 2000–2018 cubre una superficie de 327.366,58 hectáreas, equivalente al 46,06 % del área de distribución geográfica potencial natural, siendo la provincia de Zamora Chinchipe la que contiene mayor área conservada con 281.526,52 ha, seguido por Loja con 42 311,32 ha y El Oro con un total de 3 528,74 ha (Figura 11) (Anexo 2, 3 y 4).

Figura 11

Mapas de las áreas naturales conservadas de Cinchona officinalis L., en la región Sur del Ecuador, desde el año 2000-2018



Fuente: Elaboración propia

Las áreas naturales conservadas en el año 2000 fueron de 155.111,05 ha y en el año 2018 cubre una superficie de 327.366,58 ha, de tal manera que desde el año 2000 al 2018 ha existido un aumento de 172.255,53 hectáreas. En la Tabla 6 se presenta y se detalla el área natural conservada por categorías de conservación en la región sur del Ecuador.

Tabla 6

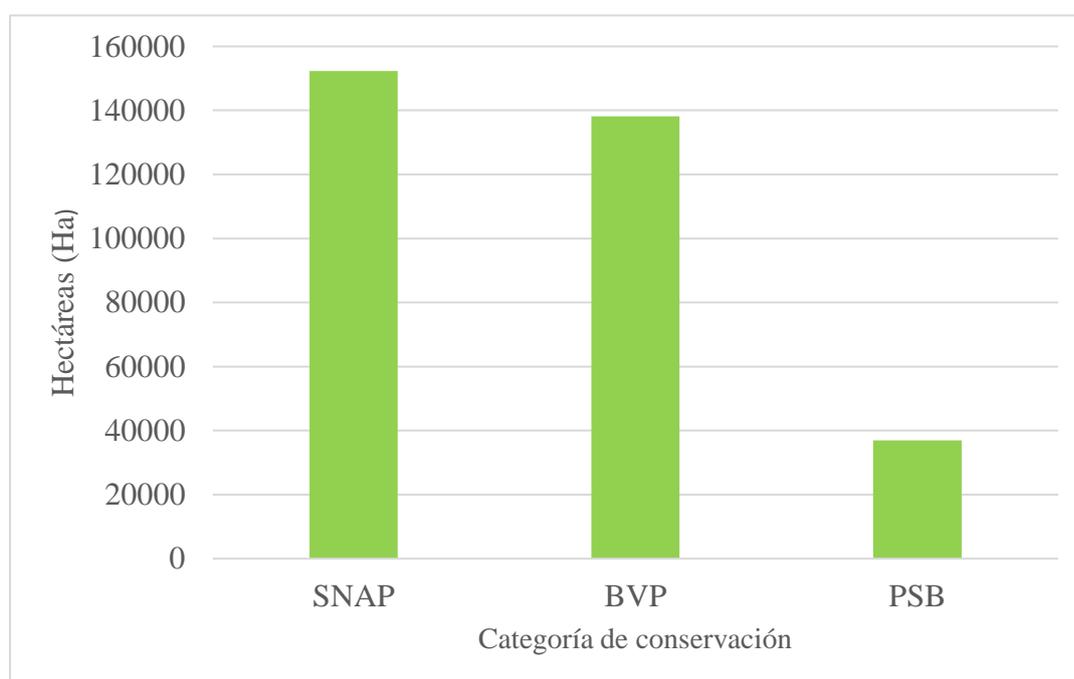
Área natural potencial conservada de C. officinalis L., en la región sur del Ecuador por años, provincias y categorías de conservación

Provincia	Año	Categoría de Conservación		
		SNAP (ha)	BVP (ha)	PSB (ha)
Zamora	2000	99.160,01	24.938,02	0
	2008	102.336,59	111.441,73	0
	2014	140.525,04	111.973,14	30.773,9
	2018	140.171,26	110.482,85	30.872,41
Loja	2000	10.786,3	17.316,66	0
	2008	10.746,07	24.531,45	0
	2014	12.131,38	25.766,19	4 782,47
	2018	12.135,1	25.346,45	4 829,77
El Oro	2000	0	2 910,06	0
	2008	0	2 724,95	0
	2014	0	2 471,79	1 198,87
	2018	0	2 313,15	1 215,59

La categoría que contiene mayor área conservada en el año 2018 es el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP) con 152.306,36 hectáreas; seguido de Bosques y Vegetación Protectora (BVP) con 138.142,45 ha y finalmente se encuentra el Áreas bajo conservación del programa Socio Bosque (PSB), con una superficie de 36.917,77 ha (Figura 12).

Figuras 12

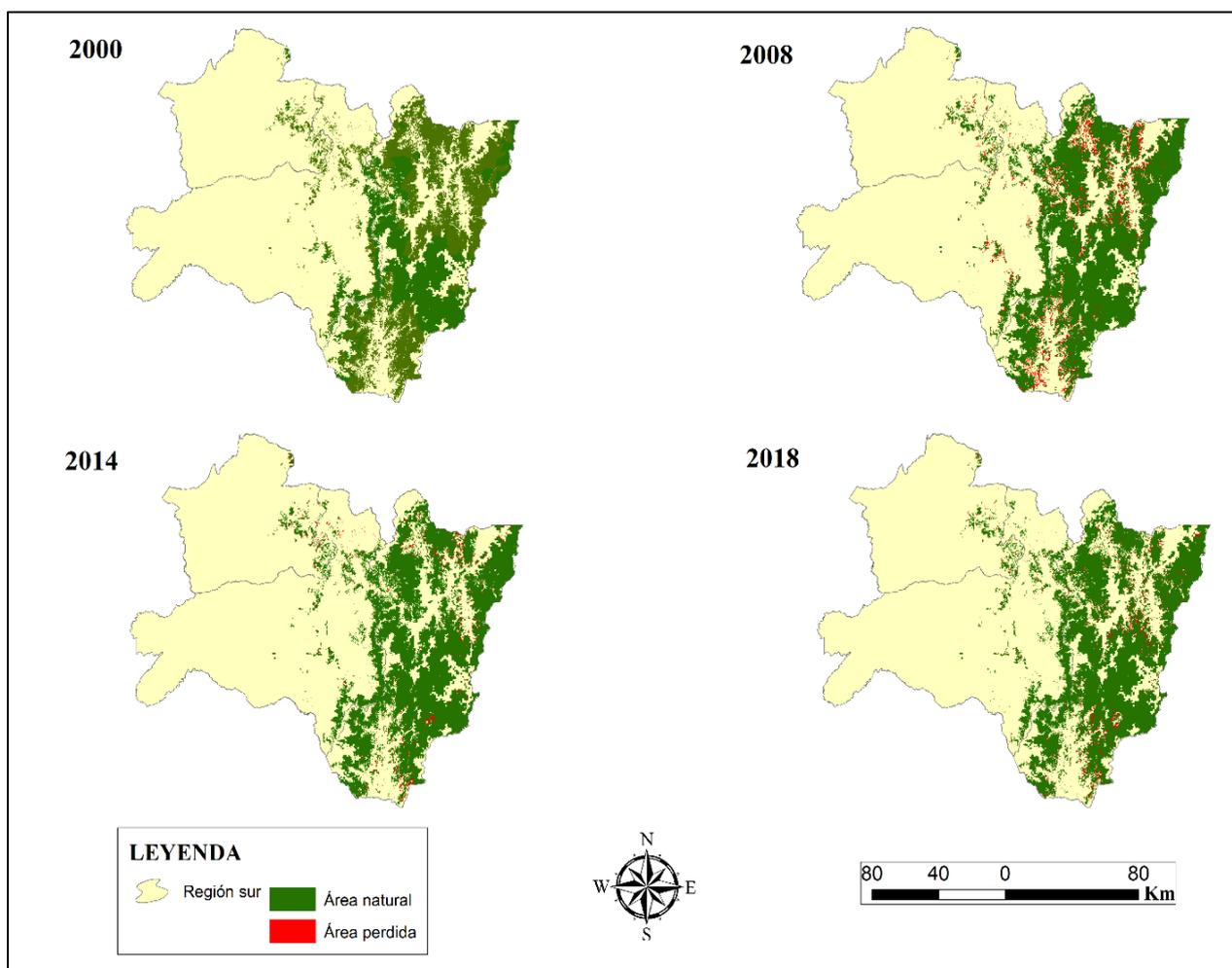
Áreas potenciales naturales conservadas por categoría de conservación



El área natural perdida de *Cinchona officinalis* L. en la región sur del Ecuador, en el periodo 2000–2018, fue de 76.445,41 hectáreas, equivalente al 10,75 % del área de distribución geográfica potencial natural de la especie (Figura 13).

Figura 13

Mapas de las áreas potenciales naturales perdidas de Cinchona officinalis L., en la región Sur del Ecuador, periodo 2000 – 2018



Fuente: Elaboración propia

A nivel de provincia, en la Tabla 7, se presenta la pérdida de área natural de *Cinchona officinalis* L., siendo la provincia de Zamora Chinchipe en donde se perdió más área natural con 69.377,66 ha, seguido de El Oro con 4 430,96 ha y la provincia de Loja con 2 636,79 ha en el periodo 2000-2018. Desde el periodo de 2000-2008 se han perdido 52.997,49 hectáreas, sin embargo, en el periodo 2008-2014 ha existido un aumentado en el bosque de 455,39 hectáreas, por otro lado, en el periodo 2016-2018 se han perdido 23.903,31 hectáreas.

Tabla 7

Área potencial natural perdida de Cinchona officinalis L., en la región sur del Ecuador, en el periodo 2000 – 2018

Años	Zamora Chinchipe		Loja		El Oro	
	Bosque (ha)	Pérdida	Bosque (ha)	Pérdida	Bosque (ha)	Pérdida
2000	688.515,46	--	77.742,08	--	20.979,96	--
2008	644.286,93	44.228,52	71.437,09	6 304,99	18.515,99	2 463,97
2014	640.702,39	3 584,54	76.453,01	-5 015,93	17.539,99	976,00
2018	619.137,80	21.564,60	75.105,29	1 347,73	16.549,01	990,98
Total		69.377,66	Total	2 636,79	Total	4 430,96

5. DISCUSIÓN

5.1. Distribución Geográfica Potencial Natural de *Cinchona officinalis* L., en la Región Sur del Ecuador

Los resultados obtenidos sobre el área de distribución geográfica potencial natural indican que la especie presenta áreas de distribución potencial en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe, lo que es ratificado por otras investigaciones que afirman que la distribución natural de la especie principalmente se da en las provincias de la región sur del Ecuador y en otras provincias de la región Costa y Sierra (Eras et al. 2019; Guamán, 2014).

Cinchona officinales L., tiene una distribución potencial natural alta en la provincia de Loja cubriendo una superficie de 10.670,63 hectáreas. Padilla (2017) en su investigación valida dicho resultado debido a que estudia cuatro relictos boscosos de cascarilla en la provincia de Loja: El Naque, Zamora Huayco, Uritusinga y Saraguro, encontrado varios individuos de *Cinchona officinalis* L.

El área de distribución potencial natural de la especie está comprendida entre altitudes de 1 212 – 2 914 m.s.n.m, semejante a lo expuesto por Eras et al. (2019) y Tapia (2013), quienes manifiestan que *C. officinalis* L., se desarrolla en alturas que van desde los 700 m.s.n.m hasta los 2 900 m.s.n.m. Otro estudio que afirma los resultados obtenidos es el de Huamán et al. (2019) ya que en el modelamiento de la quina fue registrada entre los 2 400 y 2 800 m.s.n.m en laderas montañosas.

Esta área de distribución potencial natural cubre de manera general los bosques montanos de las cordilleras oriental, occidental de los Andes, cordillera del Cóndor Kutukú y Cordilleras amazónicas, lo que coincide con MAE y FAO (2015) y MAE (2013) en donde se menciona que *C. officinalis* L., se distribuye sobre los 2 100 m.s.n.m y ocupa áreas en los Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Oriental, Occidental de los Andes.

Se puede evidenciar que el área de distribución potencial natural de *C. officinalis* L. en la región sur del Ecuador es muy fragmentada y se observa a nivel de paisaje una discontinuidad en el bosque, lo que es ratificado por el Sistema Único de Información Ambiental [SUIA] (2021) que determina el cambio de cobertura vegetal y uso del suelo para Ecuador en el periodo 2016–2018 y sostiene que en la provincia de Zamora Chinchipe existe una alta tasa de deforestación neta anual igual a 6 864 ha/año lo que tendría como efecto la fragmentación cada vez mayor del bosque.

El estadístico Área Bajo la Curva (AUC), para el modelo de *C. officinalis* L., indica un excelente ajuste del modelo, pues los valores de entrenamiento y de prueba obtenidos son superiores a 0,9 lo que es considerado como un modelo excelente para la predicción (Peterson et al., 2011; Felicísimo et al., 2012). Iguales resultados los obtuvieron Huamán et al. (2019) con un valor AUC de 0,997, superior al de la presente investigación, lo que podría explicarse porque en dicha investigación también se utilizaron puntos de presencia localizados en Perú.

Sobre las variables ambientales que más contribuyen al modelo por sí solas, es decir aquellas que mejor predicen la probabilidad de presencia de la especie son elevación y variables climáticas como temperatura mínima del mes más frío (BIO6) y temperatura media del trimestre más frío (BIO 11), por lo tanto, estas parecen tener la información más útil por sí mismas para predecir la distribución de la especie. Esto es afirmado por Huamán et al. (2019) quienes en su investigación emplearon diez variables climáticas y la elevación, las mismas que han permitido modelar el área donde se desarrolla adecuadamente la especie *Cinchona officinalis* L. La elevación es una variable muy determinante en la distribución de la especie, pues en ambos estudios está entre las variables con mayor importancia. De manera general, de las 19 variables bioclimáticas, 12 contribuyen al modelo de la distribución potencial de la especie, y de estas la Isotermalidad y la Estacionalidad en la temperatura al no ser consideradas en la generación del modelo, según la prueba Jackknife, la predicción disminuye un poco,

aunque la diferencia visualizada con el resto de variables no es considerable como para manifestar que presentan información útil que no esté contenida en las otras variables.

C. officinalis L. es una especie que se desarrolla exclusivamente en los bosques de las cordilleras: occidental y oriental, por ende las variables ambientales con mayor influencia en el modelo son la temperatura mínima del mes más frío y del trimestre más frío, en donde el área de distribución potencial natural presenta una temperatura de 6,81 °C hasta los 15,94 °C; siendo confirmado por Tapia (2013) al sostener que la especie *C. officinalis* L. soporta temperaturas bajas de hasta 6,5 °C y temperaturas altas de hasta 25 °C, y Jerez (2017) quien manifiesta que la especie se desarrolla en altitudes desde los 640 hasta 3 200 m.s.n.m y con climas entre los 10 °C y 23 °C.

Jerez (2017) menciona que *C. officinalis* L., se desarrolla en climas cálidos, húmedos, con precipitaciones abundantes, persistentes, y que exista nubosidad casi todo el año. En este sentido, las variables climáticas de precipitación también son importantes en la distribución potencial de la especie, pues las variables BIO 18 (precipitación del trimestre más cálido), BIO 13 (precipitación del mes más lluvioso) y BIO 16 (precipitación del trimestre más lluvioso) son importantes pues al parecer cuando se las utiliza por sí solas en la generación del modelo aportan con información importante al modelo.

5.2. Áreas Naturales Conservadas y Perdidas de *Cinchona officinalis* L., en la Región

Sur del Ecuador

El área potencial natural de distribución de la especie *Cinchona officinalis* L. se encuentra conservada en algunos mecanismos de conservación de la biodiversidad como el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP), Bosques y Vegetación Protectora (BVP) y Áreas bajo conservación del programa Socio Bosque (PSB), siendo el SNAP la categoría más importante pues tiene mayor área de conservación de la distribución potencial

de la especie con 152.306,36 ha. El Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE] (2015) indica que el SNAP son áreas naturales protegidas a largo plazo, que tiene como objetivo garantizar la cobertura y conectividad de los ecosistemas.

De acuerdo a los resultados de la presente investigación, la especie *C. officinalis* L., en la región sur del Ecuador, presenta hasta el año 2018 un área de distribución geográfica potencial natural conservada de 327.366,58 ha, equivalente al 46,06 % de su distribución total. En la provincia de Loja la distribución potencial natural conservada está en los parques nacionales Podocarpus y Yacuri; en los bosques y vegetación protectora como Zhique Salado, Corazón de Oro, Cuenca del Rio Malacatos, Colambo – Yacuri, EL Sayo; así también se encuentra protegida por áreas bajo conservación del Programa Socio Bosque, por ejemplo, La Guaca del Airo y Comuna Tundurama. Espinosa (1997), señala que el hábitat potencial de *C. officinalis* L. en la provincia de Loja abarca un área de 9 836 km², de los cuales el 78,45 % del hábitat se ha perdido y solo el 17,88 % se encuentra protegido por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Parque Nacional Podocarpus).

El área potencial natural conservada de *Cinchona officinalis* L., desde el año 2000 al 2018, ha mostrado un aumento significativo, pues estrategias de conservación como Socio Bosque y la creación de nuevas áreas protegidas, por ejemplo, Parque Nacional Colambo Yacuri, han incrementado las superficies de ecosistemas bajo conservación en la región sur del Ecuador. El Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador [MAAE], (2020) menciona que el Programa Socio Bosque fue creado en el año 2008 para la conservación y protección de los bosques nativos, páramos u otra vegetación nativa, y cuya finalidad es ayudar a la conservación del medio ambiente, reducción de la tasa de deforestación, y el incremento de un 5 % de las áreas protegidas y el mejoramiento de la calidad de vida. Estos objetivos sin duda han ayudado a la conservación de especies de flora, fauna y ecosistemas, y en el caso particular de *C. officinalis* L., contribuyen a la conservación de su hábitat natural, pues al comparar los ratos

reportados por Espinoza (1997) con datos del año 2018, el área de distribución potencial natural se ha incrementado en un 29 %. El incremento de áreas de protección para *C. officinalis* L. ha sido reportado también por otros investigadores como Peña (2020), quién reporta la existencia de tres poblaciones de cascarilla en las reservas privadas de Angashcola, Finca el Cristal y El Madrigal.

La provincia de Zamora Chinchipe contiene mayor área potencial natural conservada de *C. officinalis* L., con 281.526,52 ha, aunque se trata de superficie con una probabilidad media de ocurrencia para la especie; no obstante, no deja de ser importante hablar sobre su conservación. Dentro del SNAP, el Parque Nacional Podocarpus (PNP) representa la principal área de conservación para la especie, lo que es ratificado por Medina y Mora (2009) quienes hacen referencia que la especie de *Cinchona officinalis* L., encuentra en los bosques del PNP representando una de las áreas con mayor biodiversidad del Ecuador.

En la provincia de El Oro, que cuenta con áreas potenciales altas, medias y bajas de probabilidad de ocurrencia para la especie, se evidencia que dichas áreas también se encuentran bajo algún esquema de conservación, especialmente áreas privadas como bosques y vegetación protectora y áreas bajo conservación del programa Socio Bosque.

Sobre la pérdida de áreas potenciales naturales para *C. officinalis* L., en el periodo 2000 – 2018 se han perdido alrededor de 76.745,41 ha, es decir el 10,75 % de su área de distribución potencial natural en la región sur del Ecuador. De este valor, la provincia de Zamora Chinchipe es la que perdió más área potencial natural con 69.377,66 ha, desde el periodo 2014 – 2018 se han perdido 21.564,60 ha. Estas pérdidas están relacionadas con la deforestación que evidencia la provincia, pues el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Zamora Chinchipe (2020) indica que para el periodo 2016-2018 en la provincia de Zamora Chinchipe se han deforestado 14.231,85 ha de bosque, por temas de minería,

implementación de pastos para ganadería y aumento de áreas de cultivos (cacao, café, etc.), lo que influye en la pérdida de área de distribución potencial natural para *C. officinalis* L.

La provincia de Loja registra una pérdida de 2 636,79 ha de área de distribución potencial natural de *C. officinalis* L. en el periodo 2000 - 2018, resultados que obedecen a la destrucción de ecosistemas naturales por temas de deforestación e incendios forestales. Según la Secretaria de Gestión de Riesgos (2018) en la provincia de Loja se han perdido 2 630,8 ha de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales y de acuerdo con MAE (2018) Loja es una de las provincias de la región Sierra con una alta deforestación bruta anual en el periodo 2016 – 2018 (3233 ha/año).

En cuanto a la provincia de El Oro, el área natural perdida de *Cinchona officinalis* L., es de 4 430.96 ha en el periodo 2000 – 2018. Estos resultados son ratificados por la alta deforestación que se registra para la provincia, pues de acuerdo con el Sistema Único de Información Ambiental (2021) la provincia de El Oro tiene una deforestación bruta anual de 3760 ha/año, superior a la provincia de Loja.

6. CONCLUSIONES

- El área de distribución potencial de *Cinchona officinalis* L., en la región Sur del Ecuador, es de 1'276.772,21 hectáreas y el área de distribución potencial natural es de 710.792,09 hectáreas, caracterizada por ser discontinua y fragmentada producto del cambio de uso del suelo.
- Las variables ambientales con mayor contribución al modelo, de acuerdo a la prueba Jackknife de ganancia de entrenamiento regularizado para *Cinchona officinalis* L. fue la elevación (1 212-2 914 m.s.n.m), Temperatura mínima del mes más frío (6,81-15,94 °C) y Temperatura media del trimestre más frío (12,21-22,68 °C), las mismas que poseen información útil por sí mismas para predecir la distribución de la especie.
- La probabilidad de ocurrencia de *C. officinalis* L., en la región sur del Ecuador está restringida a un área proporcionalmente baja con respecto al total de territorio potencial de ocurrencia de la especie, siendo la provincia de Loja la que posee una alta probabilidad de que *C. officinalis* se distribuya potencialmente de manera natural.
- El área natural conservada de *Cinchona officinalis* L., en la región sur del Ecuador en el año 2000 fue de 155.111,05 ha y para el año 2018 cubrió una superficie de 327.366,58 hectáreas, significando un aumento de 172.255,53 ha de áreas potenciales naturales conservadas para la especie.
- En la región sur del Ecuador entre los años 2000 a 2018 se han perdido aproximadamente el 10,75 % de área potencial natural de *Cinchona officinalis*, producto del cambio de uso del suelo de bosque por actividades agropecuarias principalmente.

7. RECOMENDACIONES

- Los modelos de distribución tratan de predecir las condiciones ambientales y ecológicas adecuadas donde las especies se desarrollan o podrían hacerlo con normalidad por lo que para mejorar la predicción de los modelos potenciales de distribución de especies se recomienda utilizar no solo variables climáticas, también puede incluirse en los análisis variables como pendiente, radiación solar, velocidad del viento, presión de vapor de agua, coberturas vegetales, interacciones, entre otros.
- La identificación de las especies es un tema clave e importante para la modelación de áreas de distribución de especies, por lo que es importante validar junto con especialistas las identificaciones botánicas que reposan en los herbarios, así como incluir registros de presencia que sean tomados en campo, pues muchos de los registros que reposan en herbarios son en algunos casos muy antiguos.
- Los modelos de distribución de especies pueden tener diferentes aplicaciones, en diversos campos como campañas para reforestar, pero deben utilizarse adecuadamente pues los mismos se generan a partir de un conjunto de variables ambientales a disponibilidad, por lo que el uso de otras variables puede generar resultados diferentes a los de la investigación.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, L., Mejía, D. y Tonón, M. (2018). Distribución potencial del género *Polylepis* en la Cuenca del río Paute bajo un escenario de cambio climático. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, (19), 31-37.
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/2215/1505>
- Aguirre, Z. (2012). *Guía de árboles y arbustos del sur del Ecuador*. Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z. (2019). *Especies de cascarilla en Ecuador y Loja: ¿cómo reconocerlas y dónde se encuentran?* [Diapositiva PowerPoint].
https://www.researchgate.net/publication/340418031_ESPECIES_DE_CASCARILLA_EN_ECUADOR_Y_LOJA_COMO_RECONOCERLAS_Y_DONDE_SE_ENCUESTRAN
- Aguirre, Z., Bolívar, M. y Marcelo, M. (2013). *Principales familias de árboles, arbustos y hierbas del sur del Ecuador*. Universidad Nacional De Loja.
- Araica, L. y Ruíz, D. (2015). *Evaluación del comportamiento agronómico de ocho variedades de Malanga (Colocasia Esculenta) en las condiciones edafoclimáticas, Finca Buena Vista, comunidad El Tepeyac; departamento de Matagalpa, I Semestre 2015* [Tesis a fin de grado, Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Managua].
<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Armijos, R. (2016). *Conservación de plantas regeneradas in vitro y análisis de la variación somaclonal de Cinchona officinalis, Linneo* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. http://oa.upm.es/39541/1/ROSA_ENITH_ARMIJOS_GONZALEZ.pdf
- Badii, M., Guillen, A., Rodríguez, C., Lugo, O., Aguilar, J. y Acuña, M. (2015). Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos Biodiversity Loss: Causes and Factors. *Daena:*

International Journal of Good Conscience, 10(2), 160–166. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/biodiversidad.pdf>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2012). *Beneficios De Las áreas naturales* [Archivo PDF].

<https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/35691/Valorandolanaturaleza.pdf>

Coria, Á., García, V. y José, R. (2014). Distribución potencial de *Pinus herrerae* Martínez en el occidente del estado de Jalisco. *Revista Mexicana de ciencias Forestales*, 5(24), 93-109. <https://www.redalyc.org/pdf/634/63439010009.pdf>

Cuvi, N. (2009). *Ciencia e imperialismo en América Latina: la Misión de Cinchona y las estaciones agrícolas cooperativas (1940-1945)* [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Brcelona].

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5182/nnc1de2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Eras, V., Minchala, J., Moreno, J., Arévalo, M., Sinche, M. y Valarezo, C. (2019). *Estructura composición florística y fisiología reproductiva de cinchona officinalis en la provincia de Loja*. Universidad Nacional de Loja.

[https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ESTRUCTURA_COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FISILOGÍA REPRODUCTIVA DE Cinchona officinalis.pdf](https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ESTRUCTURA_COMPOSICIÓN_FLORÍSTICA_Y_FISIOLOGÍA_REPRODUCTIVA_DE_Cinchona_officinalis.pdf)

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.

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales [FLACSO]. (2008). Áreas protegidas y conservación en los países andinos : modelos , estrategias y participación Primera parte. *Revista Letras Verdes*, (03).

- Felicísimo, Á., Rubén, M. y Muñoz, J. (2012). Modelos de distribución de especies y su potencialidad como recurso educativo interdisciplinar. *Revista REDUCA (Biología) Reduca (Biología) Serie Ecología*, 5(1), 137-153.
- Fick, SE y RJ Hijmans. (2017). WorldClim 2: nuevas superficies climáticas de resolución espacial de 1 km para áreas terrestres globales. *Revista Internacional de Climatología*, 37(12), 4302-4315. <https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html#>
- Finding Species y Ecuador Verde. (2010). Armonía Ecuador [Archivo PDF]. https://www.findingspecies.org/uploads/8/5/7/6/85764154/armonia_ecuador_book.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado de El Oro. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial El Oro. *GADP de El Oro*. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000180001_PD YOT-PROVINCIA EL ORO-14-08-2015_14-08-2015_18-31-46.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja. (2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial de la Provincia de Loja 2015-2025. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 4,82,88. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Zamora Chinchipe (2020). Plan De Desarrollo Y Ordenamiento territorial de Zamora Chinchipe 2019-2023. *Gobierno Provincial Zamora Chinchipe*. <http://zamora-chinchipe.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/PDOT-2019-2023-ZAMORA-CHINCHIPE.pdf>
- Gobierno Provincial Zamora Chinchipe. (2015). Descentralizado Provincial De Zamora Chinchipe Plan De Desarrollo Y Ordenamiento. *Gobierno Provincial Zamora Chinchipe*. <http://zamora-chinchipe.gob.ec/wp-content/uploads/2018/02/PDOT-ZAMORA-CHINCHIPE-2014-2019-m.pdf>

- Guamán, P. (2014). *Identificación de hongos Micorrízicos arbusculares en plantas de Cinchona ssp. en sitios perturbados y no perturbados en la provincia de Loja* [Tesis a fin de grado, Universidad Técnica Particular de Loja].
<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/9108/1/PAOLA%20DEL%20CISNE%20OGUAMAN%20ALVAREZ.pdf>
- Huamán, L., Albán, J. y Chilquillo, E. (2019). Aspectos taxonómicos y avances en el conocimiento del estado actual del árbol de la quina (*Cinchona officinalis* L.) en el norte de Perú. *Revista Scielo*. 18(2), 145-153.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v18n2/a05v18n2.pdf>
- Iloldi, P. y Escalante, T. (2008). De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Revista Biogeografía*, 3, 7–12.
https://www.researchgate.net/publication/286336295_De_los_modelos_de_nicho_ecologico_a_las_areas_de_distribucion_geografica
- Instituto Nacional de Biodiversidad. (2017). Agenda nacional de investigación sobre la Biodiversidad.
https://www.researchgate.net/publication/322819201_Agenda_Nacional_de_Investigacion_sobre_la_Biodiversidad
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI]. (2018). *Cinchona spp* .
<https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/2291514/BOLETÍN+N°+11+-+CINCHONA+OFFICINALIS.pdf/c5beffb8-7c9d-b385-4789-6b7534acc6fa>
- Jara, C. (2015). *La Deforestación de los Bosques Protectores como un Atentado al Derecho al buen vivir en la Legislación Ecuatoriana* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad Central Del Ecuador].

<http://www.pensamientopenal.com.ar/system/files/2015/06/doctrina41389.pdf>

Jerez Bastidas, E. A. (2017). *Propagación sexual y asexual de la cascarilla (Cinchona officinalis L.), con fines de potencial reproductivo en el vivero catiglata del consejo provincial de Tungurahua*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7663/1/33T0170.pdf>

Larreategui, D. y Lafuente, L. (2013). Revisión Histórica Médica: El árbol de quina, 400 años de su descubrimiento en el Ecuador. *Revista Metro Ciencia*, 21(1), 1–8.
<https://pesquisa.bvsalud.org/>

Leal, Ó., Mendoza, M. E., Pérez, D., Geneletti, D. y López, E. (2012). Distribución potencial del *Pinus martinezii* : un modelo espacial basado en conocimiento ecológico y análisis multicriterio. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(4), 1153- 1170.
<https://www.redalyc.org/pdf/425/42525092011.pdf>

León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C. y Navarrete, H. (2019). *Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.
<https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/ListaEspeciesPorFamilia/500405#inicio>

Lima, N., Serrano, J., Eras, V., Patiño, J., González, D., Yaguana, M. y Valarezo, C. (2018). Propagación in vitro de *Cinchona officinalis* L a partir de semillas. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 20(2), 169–178.
<https://doi.org/10.18271/ria.2018.361>

López, M. (2007). *Descripción y caracterización de nichos ecológicos: una visión más cuantitativa del espacio ambiental* [Trabajo de Fin de Grado, Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.].
https://cimat.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1008/87/2/TE_244.pdf

Maciel, C., Manríquez, N., Octavio, P. y Sánchez, G. (2015). El  rea de distribución de las especies: revisión del concepto. *Revista Scielo*, 25(2), 3-19.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v25n2/v25n2a1.pdf>

Medina, M y Mora, O. (2009). Propuesta para la estructuración y gestión de un sistema de conservación de áreas naturales de Zamora Chinchipe [Tesis a fin de grado, Universidad Técnica Particular de Loja].

http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2217/3/UTPL_Medina_Morocho_Manuel_Vicente_1063149.pdf

Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). *Especies forestales  rboreas y arbustivas de los bosques monta os del Ecuador*.

Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE]. (2013). *Sistema de Clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural.

https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Salgado-3/publication/268268323_Propuesta_Metodologica_para_la_Representacion_Cartografica_de_los_Ecosistemas_del_Ecuador_Continental/links/546e270a0cf2b5fc17605746/Propuesta-Metodologica-para-la-Representacion-Cartografica-de-los-Ecosistemas-del-Ecuador-Continental.pdf.

Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE]. (2015). *Sistema Nacional De  reas Protegidas Del Ecuador – SNAP*. Ministerio

del ambiente del Ecuador. <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/info-snap>

Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE]. (2018). *Estadísticas del Patrimonio Natural del Ecuador*. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>

Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador [MAAE], (2020). Programa Socio Bosque.

Recuperado el 26 de marzo de 2021, de www.ambiente.gob.ec:

<https://www.ambiente.gob.ec/programa-socio-bosque/>

Molina, W. (2014). *Modelamiento Del Comportamiento De Especies Vegetales Seleccionadas Del Páramo Del Parque Nacional Podocarpus Ante Potenciales Cambios Climáticos* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad Nacional De Loja].

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12054/1/Wilma%20Beatriz%20Molina%20Carri%c3%b3n.pdf>

Mota, C., Luévano, A., Andrade, M., Torres, D., Peniche, A. y Soto, O. (2019). Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. *La Biodiversidad En Un Mundo Cambiante: Fundamentos Teóricos y Metodológicos Para Su Estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex.

Navarrete, C. (2019). *Distribución potencial de especies forestales amenazadas y endémicas raras mediante modelos de nicho ecológico* [Tesis a fin de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4038/navarrete-macedo-corina-erika.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre, (OSINFOR).

(2016). *Modelamiento de la distribución potencial de 18 especies forestales en el departamento de Loreto* [Archivo PDF]. <https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/modelamiento-de-18-especies-21-JUNIO.pdf>

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*” [Tesis a fin de grado, Universidad Nacional de Loja].

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19604/1/TRUMAN%20STALIN%20PADILLA%20ROSALES..pdf>

Peña, C. (8 de enero del 2020). *Investigación y conservación de la cascarilla: 'planta nacional' de Ecuador*. Universidad técnica Particular de Loja.
<https://noticias.utpl.edu.ec/investigacion-y-conservacion-de-la-cascarilla-planta-nacional-de-ecuador>

Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R. G., Anderson, R., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., et al. (2011). *Ecological niches and geographic distributions: monographs in population biology*. Princeton: Princeton University Press.

Phillips, S., y Dudik, M. (2021). *[Internet] Maxent software for modeling species niches and distributions (Versión 3.4.1.)*.

https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/

Pliscoff, P. y Fuentes, T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: Una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2011(48), 63.

<https://doi.org/10.4067/s0718-34022011000100005>

Reguerin, J. (2012). “ *Distribución potencial de especies de la familia Araliaceae de la región Madidi* ” Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica [Tesis a fin de grado, Universidad Mayor De San Andres].

http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Itla_2010_Thesis.pdf

Ruíz, A. A. B. (2015). *Creación de modelos predictivos con MaxEnt*. 3(2), 54–67.

<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>

Sánchez, M. (2018). *Distribución potencial de especies exóticas invasoras en Ecuador continental ante escenarios de cambio climático* [Tesis a fin de grado, Universidad

Técnica Estatal De Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3171/3/T-UTEQ-0079.pdf>

Savino, C., Liliana, D., Gatto, M. A. y Zerda, H. R. (2015). Modelos de distribución potencial de especies. *Revista ResearchGate*, 30-36. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4962.6965>

Secretaría de Gestión de Riesgos. (2018). Informe de Situación - Incendios Forestales a nivel nacional 2018 (Informe 5). Recuperado de: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/SITREP-5-Informe-de-Situaci%C3%B3n-SGR-2018-031008.pdf>

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2014). *La diversidad Biológica Forestal: El tesoro viviente de la tierra*.

Sistema Único de información ambiental (2021). [Mapa Interactivo Ambiental de deforestación periodo 2016-2018, Ecuador].

http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/?fbclid=IwAR0SAZS7JpJlKYM68sN_QJcWbb4z-CPGJ128WeBNnLeB8Ux4nCmiSIqqu34

Tapia Alvarado, J. L. (2013). *Estudio de factibilidad para la producción orgánica y comercialización de Quina (Cinchona officinalis) en el cantón Loja*. [Tesis de grado, Universidad San Francisco De Quito.

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2482/1/106776.pdf>

Tobergte, D. R. y Curtis, S. (2013). Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española. *Revista Atlas Flora*, 53(9), 27.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Varea, A., Suárez, L., Chávez, G., Cordero, M., Alvarez, N., Fuentes, F. E., Miño, P.,

Eguiguren, P. C., Vogel, J. H., Vásquez, L., Pocaterra, F., Zambrano, B., Rodríguez, L.,

Romero, F., Miño, C. P. y Carrión, P. (1997). Biodiversidad, Bioprospeccion y bioseguridad. In *Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo*.

https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1528&context=abya_yala

Varela, S., Terribile, L., Oliveira, G., Diniz, J., González, J. y Lima, M. (2015). ecoClimate vs. Worldclim: variables climáticas SIG para trabajar en biogeografía. *Revista Ecosistemas*, 24(3), 88–92. <https://doi.org/10.7818/re.2014.24-3.00>

9. ANEXOS

Anexo 1: Registro de información de las colecciones botánicas de *Cinchona officinalis* L.

Herbario /Fuente Bibliográfica	COD_ colección	Nombre científico	sitio	Ubicación geográfica		Altitud (m.s.n.m)	Fecha colección (Día/mes/Año)	Nombre colector/ Autor
				Coordenadas X	Coordenadas Y			
Azuay	461	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Granadillo	701833	9537466	2 248	30/10/2001	A. Verdugo, X. Palomeque y C. Encalada
QCA	QCA93129	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Parque Nacional Podocarpus	703521	9548430	2 900	1/2/1989	JE Madsen
QCA	QCA93131	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Pedro	703482	9531841	2 100- 2 200	29/11/1994	B. Øllgaard
QCA	QCA93178	<i>Cinchona officinalis</i> L.		687124	9697751	2 500	18/7/1977	JD Boeke
QCA	QCA93181	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Zamora Huaicu	702678	9553777	2 220	26/9/1996	A. Garmendia
QCA	QCA93185	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Zamora Huaicu	702578	9553869	2 200	1/10/1996	A. Garmendia
QCA	QCA93189	<i>Cinchona officinalis</i> L.	carretera vieja Loja-Toma	689659	9557829	2 400	6/10/1995	A. Garmendia

QCA	QCA93190	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Cerca de Vilcabamba	694217	9524489	2 000	12/7/1977	JA Hart
QCA	QCA93193	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Hcda. Cartagena	699831	9552124	2 200	1/8/1994	HB Pedersen
QCA	QCA234448	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Vilcabamba	701654	9528865	2 200	20/10/1996	A. Garmendia
QCA	QCA234459	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Vilcabamba	701621	9528862	2 200	20/10/1996	A. Garmendia
QCA	QCA234515	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Vilcabamba	703356	9530029	2 300	20/10/1996	A. Garmendia
Tropicos.Org	EC	<i>Cinchona officinalis</i> L.		693454	9556285	2 700	27/11/1994	P.M. Jørgensen, Carmen Ulloa, Susana León & Homero Vargas
Tropicos.Org	EC	<i>Cinchona officinalis</i> L.		703486	9531841	2 100- 2 200	29/11/1994	Benjamin Øllgaard & Hugo Navarrete
Tropicos.Org	EC	<i>Cinchona officinalis</i> L.		696892	9548229	2 450	13/9/2001	Jens E. Madsen, Carlos Rosales & O.A. Sánchez
Tropicos.Org	EC	<i>Cinchona officinalis</i> L.		700502	9548836	2 300	13/9/2001	Jens E. Madsen, Carlos Rosales & O.A. Sánchez

Tropicos.Org	EC	<i>Cinchona officinalis</i> L.		708996	9515238	2 800 – 2 850	27/2/1985	Benjamin Øllgaard, Simon Lægaard, Karsten Thomsen, J. Korning y Thea Illum
Tropicos.Org	EC	<i>Cinchona officinalis</i> L.		677588	9535584	2 000 – 2 200	23/1/1991	Roger Eriksson
Tropicos.Org	EC	<i>Cinchona officinalis</i> L.		707128	9507870	2 800 – 2 900	21/5/1988	Benjamin Øllgaard y Jens E. Madsen
Tropicos.Org	EC	<i>Cinchona officinalis</i> L.		784005	9603963	1 400	6/4/2006	Wilson Quizhpe
Tropicos.Org	EC	<i>Cinchona officinalis</i> L.		784932	9604053	1 320	2/4/2007	Curso de dendología de David A. Neill y NSF
GBIF	23127	<i>Cinchona officinalis</i> L.		713171	9557623	2 800	19/2/1945	FR Fosberg & M. Giler
GBIF	23070	<i>Cinchona officinalis</i> L.		697508	9507893	1 750- 1 800	15/2/1945	FR Fosberg & M. Giler
IDIGBIO	PAGS	<i>Cinchona officinalis</i> L.		690330	9558982		29/9/1918	Rose, JN Pachano, A. Rose, G.
IDIGBIO	Botánica	<i>Cinchona officinalis</i> L.		747932	9701339	3 000	5/2/1945	FR Fosberg
IDIGBIO	Botánica	<i>Cinchona officinalis</i> L.		702032	9543272	2 300- 2 350	9/2/1945	FR Fosberg y M. Giler

IDIGBIO	Botánica	<i>Cinchona officinalis</i> L.		697503	9505681	1 800- 1 850	15/2/1945	FR Fosberg y M. Giler
IDIGBIO	Botánica	<i>Cinchona officinalis</i> L.		697508	9507893	1 750- 1 800	15/2/1945	FR Fosberg y M. Giler
IDIGBIO	Botánica	<i>Cinchona officinalis</i> L.		694271	9548819	2 400	20/9/1975	AV Samaniego
IDIGBIO	Botánica	<i>Cinchona officinalis</i> L.		713569	9787662	2 100	10/9/1987	V. Zak & J. Jaramillo
IDIGBIO	Botánica	<i>Cinchona officinalis</i> L.		693454	9556285		27/11/1994	Pm Jørgensen Carmen Ulloa susana León homero Vargas
IDIGBIO	Botánica	<i>Cinchona officinalis</i> L.		761631	9531315	1 515	9/3/2019	John L. Clark Efrén Merino David A. Neill
IDIGBIO	Mo	<i>Cinchona officinalis</i> L.		756285	9528412	1 840	10/3/2017	John L. Clark David A. Neill
IDIGBIO	P	<i>Cinchona officinalis</i> L.		659795	9539653			Rivero
IDIGBIO	Botánica	<i>Cinchona officinalis</i> L.		813053	9838120			F. W. H. A. Von Humboldt
ASU	602700	<i>Cinchona officinalis</i> L.		713198	9788031	2 100	10/9/1987	Zak V; Jaramillo Azanza J

Tesis	1	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535364			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	2	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535364			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	3	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535373			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	4	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535376			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	5	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535370			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	6	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535364			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	7	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535361			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	8	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535364			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	9	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535364			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	10	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535370			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	11	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535370			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	12	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535370			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	13	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535373			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	14	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720052	9571217			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	15	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720022	9558314			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	16	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535302			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	17	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535287			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	18	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535287			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	19	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535287			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	20	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535355			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	21	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535367			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	22	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535367			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	23	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	720027	9535376			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	24	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699652	9535412			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	25	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699653	9535434			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	26	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699663	9535441			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	27	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699666	9535440			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	28	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699665	9535440			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	29	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699660	9535438			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	30	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699661	9535436			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	31	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699664	9535430			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	32	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699664	9535427			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	33	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699672	9535421			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	34	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699674	9535419			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	35	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699644	9535408			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	36	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699642	9535406			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	37	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699637	9535412			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	38	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699643	9535416			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	39	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699883	9537066			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	40	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699677	9535427			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	41	<i>Cinchona officinalis</i> L.	El Naque	699683	9534413			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	1	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681551	9607781			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	2	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681551	9607767			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	3	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681543	9607756			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	4	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681539	9607763			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	5	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681539	9607745			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	6	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681544	9607737			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	7	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681535	9607739			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	8	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681535	9607739			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	9	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681528	9607745			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	10	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681528	9607747			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	11	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681525	9607747			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	12	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681535	9607767			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	13	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681539	9607775			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	14	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681540	9607775			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	15	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681541	9607779			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	16	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681535	9607779			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	17	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681541	9607790			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	18	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681545	9607807			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	19	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681596	9607816			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	20	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681596	9607815			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	21	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681584	9607811			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	22	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681592	9607823			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	23	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681595	9607823			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	24	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681595	9607825			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	25	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681595	9607826			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	26	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Selva Alegre	681598	9607828			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	27	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Selva Alegre	681536	9667695			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	28	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Selva Alegre	681534	9607701			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	29	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Selva Alegre	681530	9607704			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	30	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Selva Alegre	681535	9607717			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	31	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Selva Alegre	681544	9607721			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	1	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702462	9553316			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	2	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702397	9553316			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	3	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702397	9553316			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	4	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702462	9553359			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	5	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702462	9553356			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	6	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702480	9553362			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	7	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702474	9553359			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	8	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702542	9553405			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	9	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702518	9553393			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	10	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702493	9553362			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	11	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702471	9553347			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	12	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702471	9553378			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	13	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702477	9553411			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	14	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702471	9553424			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	15	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702471	9553424			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	16	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702468	9553427			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	17	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702157	9553428			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	18	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702462	9553424			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	19	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702462	9553421			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	20	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702462	9553418			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	21	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702468	9553415			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	22	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702471	9553418			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	23	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702468	9553421			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	24	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702423	9534989			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	25	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702463	9553421			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	26	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702321	9553567			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	27	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702321	9553558			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	28	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702327	9553551			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	29	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702330	9553549			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	30	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702330	9553551			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	31	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702339	9553552			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	32	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702345	9553544			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	33	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702333	9553552			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	34	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702341	9553567			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	35	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702340	9553570			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	36	<i>Cinchona officinalis</i> L.	San Simón	702336	9553561			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	1	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692423	9547308			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	2	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692429	9547305			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	3	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692429	9547305			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	4	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692426	9547302			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	5	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692429	9547293			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	6	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692426	9547293			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	7	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692389	9547348			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	8	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692389	9547348			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	9	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692393	9547341			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	10	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692294	9547340			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	11	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692402	9547330			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	12	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692408	9547327			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	13	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692386	9547345			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	14	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692392	9547324			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	15	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692352	9547373			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	16	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692352	9547373			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	17	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692355	9547376			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	18	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692359	9547376			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	19	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692359	9547376			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	20	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692359	9547370			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	21	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692359	9547370			María Fernanda Yucta Quinteros
Tesis	22	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692368	9547370			María Fernanda Yucta Quinteros

Tesis	1	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681551	9607781	2 740		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	2	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681551	9607767	2 751		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	3	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681543	9607756	2 750		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	4	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681539	9607763	2 745		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	5	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681539	9607745	2 750		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	6	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681544	9607737	2 749		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	7	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681535	9607739	2 643		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	8	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681535	9607739	2 741		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	9	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681528	9607745	2 737		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	10	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681528	9607747	2 738		Truman Stalin Padilla Rosales

Tesis	11	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681525	9607747	2 737		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	12	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681535	9607767	2 733		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	13	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681539	9607775	2 742		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	14	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681540	9607775	2 742		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	15	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681541	9607779	2 743		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	16	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681535	9607779	2 743		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	17	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681541	9607790	2 743		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	18	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681545	9607807	2 738		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	19	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681596	9607816	2 751		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	20	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681596	9607815	2 751		Truman Stalin Padilla Rosales

Tesis	21	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681584	9607811	2 746		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	22	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681592	9607823	2 744		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	23	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681595	9607823	2 745		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	24	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681595	9607825	2 746		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	25	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681595	9607826	2 744		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	26	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Santa Lucia	681598	9607828	2 744		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	1	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699673	9535436			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	2	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699674	9535434			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	3	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699670	9535428			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	4	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699671	9535427			Truman Stalin Padilla Rosales

Tesis	5	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699667	9535422			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	6	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699664	9535416			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	7	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699666	9535415			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	8	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699655	9535423			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	9	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699662	9535424			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	10	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699667	9535426			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	11	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699668	9535426			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	12	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699663	9535435			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	13	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699664	9535432			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	14	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699658	9535433			Truman Stalin Padilla Rosales

Tesis	15	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699648	9535417			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	16	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699650	9535413			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	17	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699638	9535415			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	18	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699639	9535413			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	19	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699648	9535410			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	20	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699651	9535403			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	21	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699650	9535420			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	22	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699651	9535420			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	23	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699652	9535433			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	24	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Chorrera del Naque	699652	9535412			Truman Stalin Padilla Rosales

Tesis	1	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702477	9553411	2 249		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	2	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702471	9553424	2 253		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	3	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702471	9553424	2 253		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	4	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702468	9553427	2 251		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	5	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702157	9553428	2 248		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	6	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702462	9553421	2 242		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	7	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702462	9553418	2 239		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	8	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702468	9553415	2 235		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	9	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702471	9553418	2 238		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	10	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702468	9553421	2 239		Truman Stalin Padilla Rosales

Tesis	11	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702423	9534989	2 240		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	12	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702462	9553316	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	13	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702397	9553316	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	14	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702397	9553316	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	15	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702462	9553359	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	16	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702462	9553356	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	17	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702480	9553362	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	18	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702474	9553359	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	19	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702542	9553405	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	20	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702518	9553393	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales

Tesis	21	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702493	9553362	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	22	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702471	9553347	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	23	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702471	9553378	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	24	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	700246	9553421	2 987		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	25	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Quebrada de San Simón	702462	9553424	2 243		Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	1	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692423	9547308			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	2	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692429	9547305			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	3	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692429	9547305			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	4	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692426	9547302			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	5	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692429	9547293			Truman Stalin Padilla Rosales

Tesis	6	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692426	9547293			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	7	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692389	9547348			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	8	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692389	9547348			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	9	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692393	9547341			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	10	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692294	9547340			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	11	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692402	9547330			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	12	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692408	9547327			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	13	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692386	9547345			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	14	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692392	9547324			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	15	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692352	9547373			Truman Stalin Padilla Rosales

Tesis	16	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692352	9547373			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	17	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692355	9547376			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	18	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692359	9547376			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	19	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692359	9547376			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	20	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692359	9547370			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	21	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692359	9547370			Truman Stalin Padilla Rosales
Tesis	22	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Uritusinga	692368	9547370			Truman Stalin Padilla Rosales

Anexo 2: Áreas naturales conservadas en el año 2018 en la provincia de Zamora Chinchipe.

CÓDIGO	NOMBRE	ÁREA (HA)
HC000	CUENCAS QUE FORMAN LOS RIOS: SAN FRANCISCO, SAN RAMON Y SABANILLA	4 265,5
HC000	CORAZON DE ORO	19.199,64
HC000	CUENCA DEL RIO MALACATOS EN LOJA	4,55
HC000	COLAMBO – YACURI	4 051,54
HC000	SUBCUENCA ALTA DEL RIO LEON Y MICROCUENCAS DE LOS RIOS SAN FELIPE DE ONA Y SHINCATA	746,36
HC000	MICHA NUNKE	1 303,63
HC000	TIWI NUNKA	6 665,63
HC000	TUKUPI NUNKE	4 959,49
HC000	CORDILLERA DEL CONDOR	15.498,76
HC000	CUENCA ALTA DEL RIO NANGARITZA	53.787,75
HC005	LOAIZA ROGELIO CONRADO	59,38
HC005	GONZAGA SALAZAR RUSVEL	5,73
HC005	JARA ALVERCA MARCO DIONICIO	42,18
HC005	TAPIA RIVERA JOSE GERMAN	55,15
HC005	ABAD LIDIA ISABEL	5,59
HC005	CASTILLO CASTILLO ABEL EFREN	14,13
HC005	CASTILLO CASTILLO ABEL EFREN	6,49
HC005	CHUQUIMARCA CALVA LEON JOSELITO	16,39
HC005	CORDERO ALVERCA MANUEL FRANCISCO	14,88
HC005	CHAMBA GODOY ANGEL VINICIO	49,31
HC005	CHAMBA GODOY GLENDA CATERINE	49,54
HC005	CHAMBA GODOY JOSE CLODOVEO	49,01
HC005	CHAMBA GODOY ROSA NATALI	49,77
HC005	CHUQUIHUNCA GONZAGA MARGARITA	50,88
HC005	GODOY CHAMBA FREDESLINDA	49,52
HC005	MAYO JUAN MIGUEL	14,73
HC005	TROYA OJEDA ORACIO VIENVENIDO	41,85
HC005	SHRIEVES SIDNEY THOMAS	358,07

HC005	CUMBICUS SALAZAR NARCISO DE JESUS	28,76
HC005	BUSTAMANTE JUMBO CARLOS MIGUEL	50,03
HC005	CHAMBA GODOY DARWIN FREDY	30,68
HC005	CHAMBA PARDO SEGUNDO EDUARDO	73,44
HC005	MAYO HIDALGO ILDA MARIA	168,47
HC005	CALVA CASTILLO JORGE VINICIO	44,62
HC005	CALVA CHUQUIHUANCA JOSE ROBERTO	43,44
HC005	CALVA GUAYANAY TEODORO	44,03
HC005	JARAMILLO TAMAY VICENTE MANUEL	41,79
HC005	TROYA GORDILLO JOSE FELIX	13,63
HC005	CASTILLO JIMENEZ NORALMA SOLEDAD	74,49
HC005	TOCTO RIVAS JULIO CESAR	64,41
HC005	TOCTO TOCTO ORLANDO BENJAMIN	137,35
HC005	SAMANIEGO RODRIGUEZ OCTAVIO GUSTAVO	0,09
HC005	TROYA OJEDA MAURICIO EFREN	27,99
HC005	CORDERO ALVERCA MANUEL FRANCISCO	3,6
HC005	DIAZ CHAMBA JOSE MARIA	55,62
HC005	COMUNA COCHECORRAL	53,71
HC005	ANGAMARCA SISALIMA ARTURO	109,18
HC005	BOLANOS AREVALO MARCO ANIBAL	35,19
HC005	CANGO CHALAN LUIS FERNANDO	885,94
HC005	CARRION PIEDRA AUGUSTO REINALDO	49,97
HC005	ESPARZA RAMON LUIS EMILIO	1,22
HC005	ESPARZA RAMON JOSE SALVADOR	19,48
HC005	ESPARZA RAMON MANUEL SEGUNDO	17,94
HC005	ESPARZA RAMON SERGIO ALEJANDRO	21,47
HC005	GONZAGA ACARO JOSE DOSITEO	12,06
HC005	GONZALEZ ARMIJOS KLEVER AGUSTO	7,43
HC005	GUAILLAS ORDONEZ JOSE NOE	31,55
HC005	JARAMILLO VERA ALONSO PATRICIO	16,72
HC005	JIMENEZ GASTON ANIVAL	45,84

HC005	MACAS RAMON SEGUNDO ABEL	17,92
HC005	MACAS RAMON LAURO ARTURO	19,27
HC005	PACHECO SALINAS FABIA POLONIA	40,71
HC005	RAMON CARCHI TOMAS FERNANDO	18,12
HC005	RIERA VITE TROTSKY DANILO	12,34
HC005	SAMANIEGO FAJARDO ANGEL MARIA	1,84
HC005	TORRES TORRES MELQUE VICENTE	37,04
HC005	ZARATE ORDONEZ CAROLINA CRUSCAYA	50,13
HC005	AGUILERA JARAMILLO LILA ALBERTA	60,04
HC005	ALVAREZ CALVA JOSE AGUSTIN	14,58
HC005	ALVERCA HIDALGO HECTOR FRANCISCO	15,82
HC005	ALVERCA HIDALGO MANUEL FLORESMILO	66,92
HC005	ARMIJOS LOZANO LUIS HIPOLITO	45,55
HC005	PARDO RODRIGUEZ JUAN PIO	30,73
HC005	GARRIDO ORDONEZ LUIS	6,04
HC005	CHUQUIRIMA JIMA MARCO EFREN	77,64
HC005	GARRIDO ORDONEZ LUIS	6,25
HC005	RAMIREZ REYES LEODAN ROBERTO	30,01
HC005	TOCTO RIVAS JOSE EDUARDO	46,49
HC005	TOCTO TOCTO ORLANDO BENJAMIN	25,64
HC005	TOCTO TOCTO ORLANDO BENJAMIN	32,86
HC005	ALVERCA HIDALGO MAGDALENA DE JESUS	28,39
HC005	GARRIDO JIMENEZ FELIX TOMAS	12,09
HC005	ARMIJOS PINTO EDUARDO ARTURO	16,44
HC005	CARRION PATINO MANUEL ELEUTERIO	54,93
HC005	FAREZ REYES JAIME EFRAIN	83,43
HC005	CORDOVA ROSARIO JOSE REINERIO	42,38
HC005	OCHOA LUZURIAGA MONICA NARCIZA	7,52
HC005	QUIZHPE CASTILLO ALVITA MAGDALENA	0,83
HC005	SANTORUM PIEDRA SERVIO ELY	33,51
HC005	VEGA VEGA LUIS FRANCO	26,75
HC005	VEGA VEGA LUIS FRANCO	31,49

HC005	BANEGAS CUENCA ANA MARIA	3,16
HC005	CORDERO CUMBICUS VICTOR MIGUEL	78,23
HC005	CORREA CORDERO JUAN TEODULO	79
HC005	GAONA JIMENEZ VICENTE	20,83
HC005	GAONA JIMENEZ VICENTE	45,27
HC005	GRANDA MORENO YOLANDA GEORGINA	106,51
HC005	GUARNIZO CORDERO FRANCISCA AURITA	78,08
HC005	GUAYANAY HOLGER GALECIO	5,08
HC005	GUAYANAY CORDERO HOLGER GALECIO	35,55
HC005	GUAYANAY CORREA NORMA ELIZABETH	78,39
HC005	JIMENEZ CARRION YODER ENRIQUE	58,7
HC005	JIMENEZ CORDERO SANTOS FRANKLIN	78,6
HC005	JIMENEZ GUAYANAY LORENA ENITH	78,32
HC005	JUMBO SANDOVAL JUVENAL	35,89
HC005	LUZURIAGA CUEVA ANGEL ARTURO	50,11
HC005	ESPARZA RAMON ALONSO BELARMINO	9,14
HC005	OCHOA LUZURIAGA ANGEL VITEL	13,7
HC005	ORDONEZ MORA SEGUNDO HERMINIO	16,1
HC005	PAZ PINTADO BLANCA NOEMI	75,8
HC005	PINTADO ORTIZ FLORENTINO	78,24
HC005	QUEZADA QUISHPE LUIS CLOTARIO	3,59
HC005	VEGA CALVA DOMINGO RAUL	49,55
HC005	ESPARZA AMAY SANTOS SERAFIN	49,95
HC005	REATEGUI JIMENEZ ANGEL ANTONIO	78,27
HC005	REATEGUI JIMENEZ JOSE MELECIO	78,2
HC005	SALINAS TROYA MANUEL ENRIQUE	60,93
HC005	SOTO JIMENEZ MARCO ANTONIO	76,32
HC005	VEGA CORREA DARWIN FABIAN	78,23
HC005	VICENTE SALAZAR MAXIMO EDUARDO	20,02
HC005	CAMPOVERDE JIMENEZ MANUEL DE JESUS	24,22
HC005	CABRERA AMBULUDI CLOTARIO REINALDO	44,08
HC005	CAMPOVERDE CALERO LUIS MIGUEL	59,44

HC005	JIMENEZ ABAD MARICYNI PATRICIA	39,46
HC005	JIMENEZ JIMENEZ JOSE ARNOLDO	29,28
HC005	AVILA ALVERCA POLIVIO FEDERICO	31,19
HC005	CUENCA QUEZADA JUAN ABEL	31,3
HC005	GARCIA RODRIGUEZ MILTON ALONSO	47,67
HC005	GUARACA CALDERON JORGE HUMBERTO	21,76
HC005	AGUILAR CHAMBA ANTONIO GONZALO	2,35
HC005	AGUILAR CHAMBA ANTONIO GONZALO	74,37
HC005	SIGUENCE PARDO JOAQUIN ESTANISLAO	11,27
HC005	ABAD ROSILLO FRANKLIN WILFRIDO	12,29
HC005	CARRION PIEDRA AUGUSTO REINALDO	35,13
HC005	CASTILLO GIRON GERMAN	45,21
HC005	CASTILLO JIMENEZ GONZALO	5,71
HC005	ESPARZA RAMON BERNARDO SALUSTO	15,62
HC005	MONTANO ESPINOZA LIVIA MACRINA	30,05
HC005	REYES ZUNIGA VICTOR EUGENIO	17,64
HC005	OCHOA OCHOA GERMAN EFRAIN	50,02
HC005	MOLINA TORRES JOSE GREGORIO	13,19
HC005	PUCHA CHIMBO JAIME ROSENDO	68,7
HC005	QUEZADA ENRIQUEZ MANUEL JESUS	30,03
HC005	REYES MARQUEZ TROADIO NEMESIO	6,19
HC005	REYES ZUNIGA AUGUSTO OLIVERIO	41,22
HC005	VICENTE ABAD CARLOS ENRIQUE	14,32
HC005	GARRIDO JIMENEZ FELIX TOMAS	3,3
HC005	ABAD CONDE COLON CRISTOBAL	92,45
HC005	ABAD JIMENEZ BOLIVAR	2,74
HC005	ABAD JIMENEZ BOLIVAR	4,89
HC005	ALEJO GONZAGA FANY BARBARA	18,96
HC005	ANGAMARCA SANCHEZ LUCIO GREGORIO	50,41
HC005	ARANDA PESANTEZ ROSA ELIZABETH	31,6
HC005	ARIZAGA NAULA CARLOS ALFONSO	31,83
HC005	ARMIJOS SEGUNDO HUMBERTO	4,64

HC005	BELTRAN VILLAVICENCIO EDMUNDO URBANO	20,06
HC005	VILLALTA MIJAS HECTOR DE JESUS	12,37
HC005	CAMPOVERDE CAMPOVERDE JOSE EMILIO	57,04
HC005	COELLO JARAMILLO MAXIMO AGUSTIN	41,32
HC005	CONDE CORREA ELI AMBROSIO	14,21
HC005	CASTILLO ORTEGA LINO	21,1
HC005	CASTILLO ORTEGA LINO	26,82
HC005	ABARCA MACAS ERNESTO FRANCO	49,44
HC005	JIMENEZ ALVAREZ SIMON BOLIVAR	44,97
HC005	CORDERO ABAD VICENTE	21
HC005	CUENCA CUENCA LAURO	38,19
HC005	MEDINA MEDINA MANUEL ESPIRITU	122,13
HC005	ENCARNACION CALERO JUAN FRANCISCO	30
HC005	GONZALEZ ORTEGA JUAN DE JESUS	32,47
HC005	JAPON CASTILLO ANGEL MINOS	174,08
HC005	JIMENEZ BERNARDINO	6,9
HC005	JIMENEZ GAONA MARTIN RAMON	42,48
HC005	JUMBO SARANGO ANGEL ROMAN	18,61
HC005	JUMBO SARANGO ANGEL ROMAN	25,28
HC005	LABANDA MONTANO FULVIO HERMINIO	31,53
HC005	MINGA ANDRADE FRANCISCO	50,77
HC005	MOROCHO SUIN LUIS JORGE DANIEL	18,17
HC005	OJEDA ORLANDO	11,68
HC005	ABARCA MACAS JUAN CARLOS	49,83
HC005	RAMOS RAMOS MARIA LUISA	64,46
HC005	ROMERO SEGUNDO ARTURO	54,2
HC005	VASQUEZ VAZQUEZ ISMAEL	28,36
HC005	BELTRAN VILLAVICENCIO EDMUNDO URBANO	17,77
HC005	CASTRO LUIS AMADOR	66,37
HC005	CUEVA GUAMAN FREDY GERARDO	28,62
HC005	GARROCHAMBA GRANDA VICTOR EMILIO	16,11
HC005	JIMENEZ ALVAREZ MARTHA ESTELA	31,57

HC005	JIMENEZ JIMENEZ JUAN ANTONIO	51,36
HC005	JIMENEZ JIMENEZ EFREN ANGELITO	53,24
HC005	LUZURIAGA CUEVA WILTON EMILIO	4,49
HC005	MIJAS AGUIRRE KELVIN CLOTARIO	54,9
HC005	PEREZ CUEVA FLORENTINO	10,14
HC005	VINTIMILLA GONZALES MARIO ENRIQUE	27,2
HC005	SUQUILANDA SUQUILANDA LUIS CARLOS	75,44
HC005	VIVANCO CORDOVA ALVARO MOISES	13,16
HC005	ANGAMARCA SANCHEZ LUCIO GREGORIO	5
HC005	CALVA CALVA JOSE TOMAS	37,29
HC005	MALDONADO ORTEGA MIGUEL ANGEL	16,91
HC005	MASACHE ARROBO VICTORINO	29,93
HC005	TUZA AREVALO JOSE DAVID	15,67
HC005	YERE ESPINOZA CLEOTILDE EMPERATRIZ	16,81
HC005	QUEZADA SAN MARTIN OVER MELECIO	70,36
HC005	QUITO YAGUANA SEGUNDO AURELIO	42,97
HC005	TAMAYO ROSILLO JUAN CARLOS	49,8
HC005	GAONA JIMENEZ JUAN ANTONIO	40,37
HC005	MACAS MACAS MELVA ESPERANZA	5,97
HC005	MEDINA GUALAN MANUEL ASUNCION	5,14
HC005	QUEZADA ENRIQUEZ MANUEL JESUS	5,56
HC005	RAMON ORTEGA ENRIQUE SANTIAGO	11,32
HC005	VILLALTA MIJAS TEOFILO APOLINAR	19,79
HC005	CUMBICUS SANDOVAL FRANCISCA HORTENCIA	70,23
HC005	AGUILAR GAONA FLORENTINO	41,36
HC005	ORTEGA ESPINOSA JUNIOR FERNANDO	48,03
HC005	CASTILLO VACA CARLOS OLIVO	4,98
HC005	PLASCENCIA ORDONEZ NERVO WILLAM	41,79
HC005	GORDILLO DELGADO ANGEL BENIGNO	97,41
HC005	GUAILLAS PLACENCIA LUZ MARLENE	58,78
HC005	JIMENEZ CORDERO SANTOS ANIVAL	40,39
HC005	TROYA CASTILLO MAXIMO FILIMON	48,6

HC005	PONCE ANGEL LEONARDO	50,2
HC005	CHAMBA PENA MAURICIO ALEXANDER	47,05
HC005	CHAMBA PENA CATALINA ALEXANDRA	47,52
HC005	ANGAMARCA SISALIMA LUIS SERGIO	50
HC005	INIGUEZ LOAIZA SANTOS ALBERTO	38,71
HC005	ROBALINO VERA HUMBERTO	35,86
HC005	TAMAYO CORREA ROSA VIRGINIA	46,2
HC005	COELLO POMA CESAR AUGUSTO	34,98
HC005	SANTORUM BERRU SERVIO TULIO	34,87
HC005	ORTIZ ARMIJOS AUDINO DE JESUS	39,86
HC005	HEINZ MATTHIAS	19,51
HC005	ALVAREZ CASTILLO MARCOS ELICEO	15
HC005	ASOCIACION DE TRABAJADORES MANUEL AGUSTIN MEDINA	271,46
HC005	ASOCIACION DE CENTROS SHUAR TAYUNTS	2 030,19
HC005	ASOCIACION DE TRABAJADORES AUTONOMOS SAN JOSE	1 302,16
HC005	ASOCIACION DE CENTROS SHUAR TAYUNTS	17.727,81
FA210	PODOCARPUS	98.477,05
FA210	YACURI	11.150,22
FA210	EL ZARZA	3 629,21
FA210	CERRO PLATEADO	26.914,78
TOTAL		281.526,52

Código HC000: BVP; **Código HC005:** (PSB); **Código FA210:** (SNAP)

Anexo 3: Áreas naturales conservadas en el año 2018 en la provincia de Loja.

CÓDIGO	NOMBRE	ÁREA (HA)
HC000	CUENCAS QUE FORMAN LOS RIOS: SAN FRANCISCO, SAN RAMON Y SABANILLA	1 025,51
HC000	ZHIQUE SALADO	53,96
HC000	DR. SERVIO AGUIRRE VILAMAGUA	57,18
HC000	EL SAYO	112,13
HC000	LA CHORA ROSABEL	19,18
HC000	EL BOSQUE	620,35
HC000	CORAZON DE ORO	6 239,85
HC000	SANTA RITA	40,18
HC000	CUENCA DEL RIO MALACATOS EN LOJA	3 995,89
HC000	LA CHORRERA	437,72
HC000	EL INGENIO Y SANTA ROSA	3 988,33
HC000	COLAMBO – YACURI	8 755,88
HC000	SUBCUENCA ALTA DEL RIO LEON Y MICROCUENCAS DE LOS RIOS SAN FELIPE DE ONA Y SHINCATA	0,29
HC005	HIDALGO SANCHEZ DIEGO AURELIO	0,03
HC005	COMUNA GUAMBUZARI	0,16
HC005	LEON NEIRA SEGUNDO JUVENTINO	49,85
HC005	CONDOR JARRIN AMABLE JULIO	0,66
HC005	ARAUJO MACANCHI DAVID LEONCIO	9,48
HC005	TORRES BERRU ESTEBAN GONZALO	206,89
HC005	JIMENEZ ABAD JUAN LEOPOLDO	26,56
HC005	JIMENEZ ABAD JORGE IVAN	22,11
HC005	JIMENEZ ABAD JORGE IVAN	25,33
HC005	PUCHAICELA CURIPOMA JOSE MIGUEL	0,08
HC005	ALVAREZ CAJAS PATRICIO JOSE	13,33
HC005	BENAVIDES ALDEAN LEONARDO ALFONSO	31,52
HC005	BRAVO JIMENEZ MARIA MAGDALENA	75,54
HC005	JIMENEZ MALACATOS MANUEL DE JESUS	111,47
HC005	LUNA BRICENO LAURA CARMELINA	38,06

HC005	ANGUISACA JAURA MANUEL BENJAMIN	10,53
HC005	ESPINOSA CONTENTO ELVIA MARIA	5,96
HC005	HORTON RAAB JOY CAROL	626,46
HC005	PARDO JORGE ADALBERTO	166,70
HC005	SALINAS RAMON ANGEL OBIGILIO	22,42
HC005	SOZORANGA MARIZACA GLADYS EMPERATRIZ	18,46
HC005	CABRERA CALDERON JORGE ORLANDO	0,17
HC005	ESPINOZA PAZMINO MIRIAN ALEJANDRA	1,60
HC005	ORTEGA SILVA LEONARDO ANTONIO	20,80
HC005	PATINO ZUNIGA EDUARDO POLIBIO	10,55
HC005	PUCHAICELA CURIPOMA ROSARIO	0,00
HC005	TENE ANGAMARCA MANUEL ESAU	10,27
HC005	ARMIJOS ZABALA NELSON ELIDO	399,22
HC005	CURIPOMA RAMON	5,39
HC005	HERRERA LOZANO LEO ALEXANDER	44,11
HC005	JIMENEZ MALACATUS MANUEL DE JESUS	11,86
HC005	SALINAS ROMERO MEDARDO AGUSTIN	1,96
HC005	SALINAS ROMERO MEDARDO AGUSTIN	7,42
HC005	SALINAS ROMERO MEDARDO AGUSTIN	5,36
HC005	GUALAN SUQUILANDA MARIA OLINDA	23,55
HC005	LIMA CUENCA FRANCISCO JAVIER	149,25
HC005	SAMANIEGO RODRIGUEZ OCTAVIO GUSTAVO	475,61
HC005	ARIAS BENAVIDES LUIS EDUARDO	0,02
HC005	ASOCIACION COFRADIA HUACUPAMBA	674,28
HC005	COMUNA COCHECORRAL	381,36
HC005	COMUNA TUNDURAMA	398,77
HC005	LA GUACA DEL AIRO	746,62
FA210	PODOCARPUS	10.811,48
FA210	YACURI	1 323,62
TOTAL		42.311,32

Código HC000: BVP; **Código HC005:** (PSB); **Código FA210:** (SNAP)

Anexo 4: Áreas naturales conservadas en el año 2018 en la provincia del Oro.

CÓDIGO	NOMBRE	ÁREA (HA)
HC000	CASACAY	1 035,23
HC000	RIO ARENILLAS PRESA TAHUIN	90,59
HC000	UZCHURRUMI, LA CADENA, PENA DORADA, BRASIL	1 150,3
HC000	CUENCA DEL RIO MORO - MORO	37,03
HC005	HIDALGO SANCHEZ DIEGO AURELIO	4,78
HC005	SANCHEZ ESPINOSA TATIANA MARIA	139,52
HC005	APOLO PENALOZA SIXTO GILBERTO	9,29
HC005	BLACIO TINOCO JAIME DE JESUS	147,53
HC005	CHICA ORDONEZ LAURIANIO ERNESTO	37,83
HC005	HIDALGO SANCHEZ DIEGO AURELIO	63,89
HC005	BLACIO TINOCO NELSON BASILIO	17,92
HC005	AGUILAR FEJOO DANIEL ENRIQUE	131,87
HC005	TITUANA MACAS SEGUNDO GONZALO	0,14
HC005	TITUANA MACAS SEGUNDO GONZALO	1,75
HC005	SAMANIEGO TORO SERGIO CONSTANTINO	8,53
HC005	VALAREZO GARCIA HUGO MANUEL	27,8
HC005	VALAREZO GARCIA HUGO MANUEL	76,61
HC005	VALAREZO GARCIA HUGO MANUEL	83,72
HC005	AGUILAR CARRION ZOILA ROSA	144,92
HC005	AGUILAR CARRION PATRICIO MELQUIADES	75,51
HC005	ESPINOSA MORA OSWALDO ALBERTO VICENTE	43,68
HC005	TITUANA MACAS SEGUNDO GONZALO	0,09
HC005	FLORES ROJAS FELIPA ESTHELA	1,21
HC005	FLORES ROJAS ANDRES PORFIRIO	57,16
HC005	ZAMBRANO PALADINES JORGE ZAMBRANO	3,13

HC005	ZAMBRANO PALADINES JORGE ZAMBRANO	1,79
HC005	SANCHEZ ESPINOSA ZOLANGE MERCEDES	131,02
HC005	ZAMBRANO PALADINES JORGE ZAMBRANO	2,9
HC005	ZAMBRANO PALADINES JORGE ZAMBRANO	3
TOTAL		3 528,74

Código HC000: BVP; **Código HC005:** (PSB)