

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y AMBIENTAL



Modelamiento de la distribución natural del género *Cinchona* en el norte del Perú

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

AUTOR

Bachiller Eiler Llatas Mires

ASESOR

M. Sc. Duberli Geomar Elera Gonzáles

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Duberli Geomar Elera Gonzáles".

M.Sc. Duberli Geomar Elera Gonzáles
Docente UNACH

CHOTA – PERÚ

ENERO, 2023

Acta de sustentación

Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 002-2023/EPIFA - FCA/UNACH

Siendo las 16 horas, del día 18 de enero de 2023, en reunión presencial desarrollada en el auditorio de la EPIFA, los miembros del Jurado de Tesis titulada: “Modelamiento de la distribución natural del género *Cinchona* en el norte del Perú”, integrado por:

1. M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito Presidente
2. M. Sc. Jim Jairo Villena Velásquez Secretario
3. M. Sc. Alfonso Sánchez Rojas Vocal

Sustentada por el Bach. Eiler Llatas Mires, con la finalidad de obtener el Título Profesional en Ingeniería Forestal y Ambiental. Asesorado por M. Sc. Duberli Geomar Elera Gonzales. Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda Aprobar la tesis, calificándola con la nota de 17 (Diecisiete), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental

Firmado en: Chota, 18 de enero del 2023



.....
Presidente

M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito



.....
Secretario

M. Sc. Jim Jairo Villena Velásquez



.....
Vocal

M. Sc. Alfonso Sánchez Rojas

Dedicatoria

A mi madre Violeta Mires Ruiz, por darme la vida, siempre brindándome su amor y guiarme en el camino. Te doy las gracias por mostrarme que la fuerza, eso es lo que admiro de ti, gracias a ti he superado todos los obstáculos en el trayecto de mi vida.

A mi padre Flavio Llatas Mejía, por su esfuerzo y lucha de trabajo, brindándome tu apoyo emocional y económico, gracias a mis hermanos que me brindaron su apoyo moral y económico del cual estoy infinitamente agradecido.

Agradecimientos

Primeramente, Dios, por concederme la vida y la fuerza en este camino, por guiarme en el camino de las personas que me guiaron y ayudaron a realizar esta investigación.

A mi familia, especialmente a mi madre Violeta Mires Ruiz y a mi padre Flavio Llatas Mejía, por el apoyo económico y moral brindado, haciendo posible formarme como profesional; de igual manera a mis hermanos que contribuyeron de una manera u otra con mi formación profesional.

A mi asesor de tesis, el M. Sc. Duberli Geomar Elera Gonzáles, por tomarse el tiempo necesario para apoyarme con sus conocimientos, su experiencia y trabajo, siendo de gran ayuda en este trabajo de investigación.

También agradecer a los docentes que me inculcaron con sus conocimientos, su tiempo, experiencia y dedicación, para poder desarrollarme profesionalmente y poder lograr este gran objetivo.

Índice de contenidos

Acta de sustentación	2
Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Índice de contenidos	5
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Resumen	9
Abstract... ..	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Justificación	16
1.4. Objetivos.....	17
1.4.1. Objetivo general.....	17
1.4.2. Objetivos específicos.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Bases teórico – científicas	21
2.3. Marco conceptual	25
2.4. Hipótesis	26
2.5. Operacionalización de variables	27
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	28
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	28
3.1.1. Tipo de investigación	28

3.1.2.	Nivel de investigación	28
3.2.	Diseño de la investigación	28
3.3.	Métodos de investigación	29
3.3.1.	Área de estudio.....	29
3.3.2.	Recolección de datos del estudio	30
3.3.3.	Metodología MaxEnt	30
3.3.4.	Ejecución del modelo.....	31
3.4.	Población, muestra y muestreo	32
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5.1.	Técnicas de recolección de los datos.....	32
3.5.2.	Instrumentos para la recolección de los datos	33
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	33
3.7.	Aspectos éticos.....	35
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		36
4.1.	Descripción de resultados	36
4.2.	Contrastación de Hipótesis	46
4.3.	Discusión de resultados	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS		55
CAPÍTULO VII. ANEXOS		63

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	27
Tabla 2 Variables ambientales utilizadas en el estudio.....	30
Tabla 3 Estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en la investigación	36
Tabla 4 Especies registradas en cada departamento	37
Tabla 5 Importancia de las 7 variables en el modelo del género Cinchona	43
Tabla 6 Registro de coordenadas del género Cinchona	63
Tabla 7 Variables para el modelado en MaxEnt.....	76

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de ubicación del área estudio	29
Figura 2 Proceso metodológico de la investigación	31
Figura 3 Localización de especies en el norte de Perú de Cinchona	36
Figura 4 Análisis de correlación entre las variables del estudio	38
Figura 5 Primer modelamiento con las 47 variables explicativas	39
Figura 6 Segundo modelamiento con 34 variables del estudio	40
Figura 7 Tercer modelamiento con las 7 variables del estudio	41
Figura 8 Curva AUC del modelo del género Cinchona	42
Figura 9 Resultado de la prueba Jackknife.....	43
Figura 10 Lugares de distribución natural del género Cinchona.....	44
Figura 11 Modelo de distribución del género Cinchona en las ANP	45
Figura 12 Interfaz del modelo MaxEnt.....	76
Figura 13 Análisis de omisión/comisión.....	77
Figura 14 Modelo ejecutado en crudo	77
Figura 15 Curvas de respuesta de cada variable.....	78

Resumen

El modelamiento ecológico permite predecir la ocurrencia de una especie a través de datos de presencia y variables edafoclimáticas. El género *Cinchona* en el Norte de Perú, predominantemente representada por *Cinchona officinalis*, símbolo del escudo nacional y muy importante gracias su poder curativo, ha ocasionado que sus poblaciones y hábitat disminuyan la mayor parte de las especies del género. El objetivo principal de esta investigación establecer las áreas de distribución natural del género *Cinchona* en el Norte de Perú, haciendo uso de modelos de distribución de especies, una herramienta probabilística que permitió la predicción e identificación de la distribución natural del género *Cinchona*, mediante la técnica de máxima entropía (MaxEnt), el cual nos permite generar modelos de distribución de especies donde se incorpora un archivo de coordenadas tabulado y un repositorio de capas ambientales. Este modelo mostró un valor de AUC de 0,917 lo que significa que el modelo es aceptable, trabajado con siete variables bioclimáticas de las cuales la temperatura media del trimestre más húmedo y la precipitación del trimestre más frío, muestran ser factores determinantes en la distribución natural del género *Cinchona* en el área de estudio. La prueba de *Jackknife* muestra que precipitación del mes más seco, precipitación del trimestre más frío, temperatura del trimestre más húmedo y temperatura de la superficie terrestre, son las variables que más contribuyen en la distribución del género *Cinchona* en el Norte de Perú. Los resultados obtenidos indican que el género *Cinchona* se localiza en siete provincias de la región norte de Perú, ocupando una superficie total de 864 km², información que permitirá focalizar programas de reforestación, conservación o reintroducción en especies de este género en esta región del país.

Palabras clave: Género *Cinchona*, MaxEnt, distribución natural, sistemas de información geográfica

Abstract

Ecological modeling allows predicting the occurrence of a species through presence data and edaphoclimatic variables. The *Cinchona* genus in northern Peru, predominantly represented by *Cinchona officinalis*, a symbol of the national coat of arms and very important thanks to its healing power, has caused most of the species of the genus to decrease in their populations and habitat. The main objective of this research is to establish the natural distribution areas of the genus *Cinchona* in northern Peru, using species distribution models, a probabilistic tool that allowed the prediction and identification of the natural distribution of the genus *Cinchona*, using the technique of maximum entropy (MaxEnt), which allows us to generate species distribution models incorporating a tabulated coordinate file and a repository of environmental layers. This model showed an AUC value of 0.917, which means that the model is acceptable, worked with seven bioclimatic variables, of which the average temperature of the wettest quarter and the precipitation of the coldest quarter show to be determinant factors in the natural distribution of the genus *Cinchona* in the study area. The Jackknife test shows that precipitation of the driest month, precipitation of the coldest quarter, temperature of the wettest quarter, and land surface temperature are the variables that contribute the most to the distribution of the genus *Cinchona* in northern Peru. The results obtained indicate that the genus *Cinchona* is located in seven provinces in the northern region of Peru, occupying a total area of 864 km², information that will allow targeting reforestation, conservation or reintroduction programs on species of this genus in this region of the country.

Keywords: Genus *Cinchona*, MaxEnt, natural distribution, geographic information systems.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El Perú que contempla a la familia Rubiaceae como una de las importantes en su biodiversidad que representa a 110 géneros y 782 especies, (Castillo, 2018). Introduce géneros que representan al Perú como el café (*Coffea arabica* L.), uña de gato (*Uncaria guianensis* (Aubl.) J.F. Gmel.) y las quinas o cascarillas (*Cinchona* L.), estas se atribuyen al Perú por ser un emblema y su gran aporte al mundo en su uso para la enfermedad conocida como malaria (Ruiz & Pavon, 1930).

El género *Cinchona* L., actualmente consta de 23 especies de árboles o arbustos; su distribución se desarrolla desde Costa Rica y parte de las cordilleras de Venezuela a lo largo de los andes tropicales hasta el centro de Bolivia; centrándose en el Sur de Ecuador y el Norte de Perú (Gerardo, 2019).

La biodiversidad del Norte de Perú se ve afectada por causas relacionadas con el crecimiento urbano, la agricultura y la deforestación, otros factores son el cambio de uso de suelo y el aprovechamiento insostenible de la tierra, los cuales son determinantes para que especies como las del género *Cinchona* estén en peligro de extinción (Jiménez, 2021).

El actual apogeo de modelos ecológicos ha sido posible gracias al desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que utilizan una gran cantidad de información procedente de distintas fuentes (antecedentes de herbarios, museos, trabajo de campo, inventarios forestales, etc.) para ejecutar mapas de distribución de especies, estos están relacionados con las capas ambientales. Modelar la distribución de un género o especie puede proporcionar información de la distribución natural como también una potencial distribución y así poder generar información que sirva para tomar integrar en programas de conservación, restauración y/o reforestación de una especie (Mejia et al., 2018).

Los modelos de distribución de especies son la principal herramienta para determinar la distribución potencial, estos consideran a los componentes ambientales de los lugares donde estas habitan y usan información geográfica sobre varias características físico geográficas y climáticas definiendo todas las áreas potenciales para la ubicación de especies vegetales con resultados óptimos (Palacios et al., 2021).

Briceño et al. (2021) manifiesta que los modelos de distribución de especies han hecho posible establecer la distribución natural y potencial a escala nacional facilitando la identificación, protección y conservación de las especies; entre los modelos de distribución de especies (SDM por sus siglas en inglés) disponibles, el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt) el más empleado MaxEnt permite el mapeo de hábitats y produce información de su distribución, el cual contribuye a un proceso estructurado que permite un mejor desarrollo de los recursos naturales.

Con la finalidad de proporcionar información sobre la distribución natural y potencial del género *Cinchona* en la región Norte del Perú, se planteó como objetivo principal establecer áreas de distribución natural del género *Cinchona* en el Norte de Perú, cuya hipótesis alternativa plantea que es posible generar un modelo de distribución geográfica de este género con niveles de probabilidad superiores a 0,8.

1.1. Planteamiento del problema

La “cascarilla” o “árbol de la quina” está representada por diversas especies de plantas del género *Cinchona* que están catalogadas como una de las plantas medicinales más importantes del mundo ya que en su corteza almacena quinina y diferentes alcaloides fenólicos similares que el continente europeo desconocía hasta la conquista española de América. Desde hace más de 300 años, la cascarilla se ha utilizado para tratar la malaria y otras enfermedades infecciosas (Zevallos, 2009).

Para Barrutia et al. (2020) la demanda de corteza de *Cinchona* ha disminuido debido a la aparición de compuestos sintéticos con propiedades similares remplazándolo, sin embargo la migración agrícola, la tala, la urbanización y el cambio climático han hecho que los bosques, donde aún existen algunas especies, son vulnerables y eso podría disminuir significativamente el área de distribución natural de *Cinchona*.

En Perú, el árbol de la quina es considerado un símbolo nacional pues representa la riqueza florística del país; sin embargo, existe un gran desconocimiento entre la población sobre el peligro al que enfrenta, al haber sido extraído clandestinamente de su hábitat, aunque hasta el día de hoy se han llevado a cabo proyectos de reforestación con algunas especies del género *Cinchona* en las zonas andinas del Perú, actualmente, de las 23 especies que encuentran en el país, no hay un inventario de los árboles que se encuentran en su hábitat original (Albán et al., 2020).

La presencia o ausencia de las especies y su distribución en el espacio geográfico esta determinada por factores históricos, ecológicos y fisiológicos que varían según la distribución, ya que las especies se ven afectadas por diferentes condiciones bióticas y abióticas (Zavala et al., 2015). El apogeo actual del modelado de especies ha sido posible gracias al desarrollo de los sistemas de información geográfica en los últimos años (Zutta et al., 2012). Con estas herramientas se puede procesar grandes cantidades de información

de diversas fuentes (datos de herbarios, museos, trabajos de campo, inventarios de flora, etc.) para desarrollar modelos de distribución natural o mapas de distribución potencial basados en factores ambientales. SIG es una poderosa herramienta que ofrece una gran tolerancia en el estudio, utilización, presentación y una integración de datos (Mejia et al., 2018).

Todo esto conlleva al desarrollo de “Modelos de distribución de especies”, que permiten identificar áreas de distribución ecológica, convirtiéndose en una de las más desarrolladas en biogeografía de la conservación, en base a la predictibilidad de los patrones de distribución natural y la predicción geoespacial pasada y futura, donde la aplicación de la teoría y el análisis permiten la creación de nuevas tecnologías e instrumentos, con la finalidad de conocer el hábitat, áreas protegidas y áreas de plantaciones (Pliscoff & Fuentes, 2011).

El Norte del Perú posee escasa información sobre la distribución de especies vegetales, los pocos estudios realizados a la fecha (Yacila et al., 2021) se han desarrollado con métodos poco ortodoxos lo que dificultan su entendimiento (Fernandez et al., 2022), además que los estudios se han enfocado principalmente en su taxonomía y lugares específicos de ocurrencia del género *Cinchona* (Sánchez Santillán et al., 2021). En este sentido, datos de localización del género *Cinchona* en el Norte de Perú, permitiendo identificar las áreas con expansión natural de este género, permitiendo identificar zonas para ampliar las áreas de conservación y áreas potenciales para establecer plantaciones de *Cinchona*.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuáles son las áreas de distribución natural del género *Cinchona* en el Norte de Perú?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las zonas con presencia del género *Cinchona* en el norte de Perú?
- ¿Cuáles son las variables bioclimáticas que influyen en la presencia o ausencia del género *Cinchona* en el norte de Perú?
- ¿Cuál es el mapa de distribución del género *Cinchona* en el Norte de Perú?

1.3. Justificación

Tradicionalmente, los estudios relacionados con los patrones de distribución de especies forestales se utilizan para detectar cambios en el área de distribución potencial de una especie causados por el cambio climático y la actividad humana lo que permite identificar la distribución de especies en escenarios cambiantes (Zavala et al., 2015). La aplicación de la teledetección en temas de distribución de especies aún no ha sido desarrollada considerando que existen grandes áreas que aún no han sido intervenidas y que albergan una alta diversidad de especies vegetales (Cruz et al., 2014).

En tal sentido la presente investigación se enfocó en establecer el modelo de distribución del género *Cinchona*, el cual fue desarrollado mediante las variables edafoclimáticas, que desempeñan un papel importante en la distribución de especies y que puede proporcionar información que se puede utilizar con fines de conservación y/o para identificar áreas potenciales para la plantación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Establecer las áreas de distribución natural del género *Cinchona* en el Norte de Perú.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar las zonas con reportes de presencia del género *Cinchona* en el Norte de Perú.
- Evaluar las variables bioclimáticas que influyen en la presencia o ausencia del género *Cinchona* en el Norte de Perú.
- Elaborar un mapa de distribución del género *Cinchona* en el Norte de Perú.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Cotrina *et al.* (2021) utilizaron el modelo máxima entropía (MaxEnt) con 947 registros de ocurrencia de 10 especies del género *Cedrela* y sus diversas variables edafoclimáticas para predecir la probabilidad de ocurrencia del género en Perú, identificar áreas ambientalmente adecuadas y legalmente protegidas por el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (ANP). Observaron que el 6,7% del territorio del país presenta una alta probabilidad de distribución de ocurrencia de *Cedrela*, distribuidos en 17 departamentos, con un 4,4% (10,171,03 km²) en ANP principalmente bajo la categoría de bosques de protección. El 11,65% (21,345,16 km²) de distribución cubre áreas de alta degradación, distribuidas principalmente en los departamentos de Ucayali, Loreto y Madre de Dios, concluyendo que *Cedrela* necesita atención inmediata para su protección y restauración.

Pérez & Villarroel (2020) generaron un modelo de distribución espacial para *Dipteryx alata* Vogel, con cuatro factores ambientales en los llanos de Bolivia, mediante modelos de consentimiento binario y distribución potencial utilizando MaxEnt, Random Forest y Support Vector Machine. El poder predictivo del modelo generado se evaluó mediante validación cruzada y valores promedios del área bajo la curva (AUC por sus siglas en inglés) de la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Todos los modelos generados no son significativamente diferentes, logran un alto rendimiento predictivo, con valores de AUC de 0,92.

Palacios *et al.* (2021) identificaron posibles establecimientos de *Prosopis laevigata* (Willd.) MCJohnst, en Hidalgo, México, aplicando la prueba *Jackknife* para establecer posibles causas que condicionan la distribución de taxones, las variables utilizadas fueron temperatura y humedad que permitieron identificar posibles áreas potenciales. El modelo resultante muestra un área de 83 438 ha en las que puede crecer la especie, concentrado

principalmente en la parte central del estado, concluyendo que existe una gran área donde es posible la reforestación con esta especie.

Coria *et al.* (2014) utilizaron datos de precipitación, temperatura y suelo para la especie *Pinus herrerae* Martínez, generando múltiples líneas de una sola especie para la diferenciación ambiental trabajado con ocho variables climáticas interpoladas y nueve variables ambientales, que a través del modelo MaxEnt clasificaron aleatoriamente la distribución potencial. El modelo fue validado utilizando la curva ROC aplicando un modelo distribuido basado en un algoritmo de solo presencia, el método *Jackknife* se utilizó para identificar las variables bioclimáticas más importantes, las curvas de entrenamiento y prueba se interpolan lo más cerca posible entre sí, dando como resultado un valor de 0.973 para los datos de entrenamiento y 0,971 para los datos de prueba, concluyendo que la distribución potencial de *P. herrerae* es ventajosa cuando crece en suelos arcillosos a altitudes de 1 985 a 2 227 m.s.n.m; con 882 mm anuales y 18°C anual.

Mejía (2014) identificó 90,366,66 ha de arboleda de *Polylepis* en las ciudades de Arequipa y Lima; utilizando una combinación de distribución potencial de especies, con algoritmos (Bioclim, Domain, Garp, Maxent) y técnicas para interpretar imágenes satelitales, esta metodología permitió ampliar el conocimiento del género *Polylepis* y aportar cifras exactas sobre su extensión y distribución, brindando herramientas para cuantificar microhábitats para un manejo sustentable de los ecosistemas.

Ruiz *et al.* (2016) crearon mapas de distribución geográfica de los géneros *Chionopappus* y *Paquirea* con el modelo MaxEnt identificaron lugares de distribución actuales y potenciales, cambios climáticos y uso de la tierra en ambientes posteriores para los años 2040, 2060 y 2080, obtuvieron AUC mayor 0,97 y datos de corte de 0,16-0,32. Las variables que más contribuyeron fueron temperatura máxima y mínima, y para los uso del suelo fue el NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada) para

Chionopappus benthamii S.F.Blake aumentó su distribución en el centro y sur del Perú mientras que la distribución y población de *Paquirea lanceolata* disminuyó.

Guzmán (2020) utilizó los modelos BioClim, DOMAIN, Distancia de Mahalanobis, LGM (General Linear Models), Random Forest y SVM (Support Vector Machines), con datos de ocurrencia de 23 especies que fueron estudiadas y con 17 variables ambientales que caracterizaron al clima, topografía y suelo. Los algoritmos *Random Forest* y *Mahalanobis*, presentaron mejores resultados, no obstante, ambos dieron resultados satisfactorios con valores de AUC superiores a 0,9. Los mapas de áreas de mayor riqueza potencial de especies son útiles para planificar el manejo de especies a escalas espaciales pequeñas.

Timaná de la Flor & Cuentas (2015) presentaron ejemplos ilustrativos de modelamiento con MaxEnt para *Pycnophyllum spathulatum* (Caryophyllaceae) y *Prosopis pallida* (Fabaceae), con los datos climáticos disponibles para condiciones climáticas actuales y los escenarios futuros (RCP 8,5) para determinar sus impactos potenciales en las distribuciones de especies simuladas, concluyendo que la distribución potencial del algarrobo (*Prosopis pallida* (Willd.) Kunth) es generalizada en toda la costa norte lo que indica que existe un terreno potencial para su establecimiento y que pueda convertirse en terrenos protegidos en el futuro.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Bosque montano

Son ecosistemas frágiles con una biodiversidad única y rara, estos ecosistemas únicos siempre han estado bajo serias amenazas (Cuesta *et al.*, 2009).

Los bosques de andinos de montaña son una prioridad de conservación debido a su excepcional biodiversidad y alto endemismo, así como su importante papel en la provisión de diversos servicios ecosistémicos. También son unos de los ecosistemas menos conocidos y más amenazados de los trópicos (Garavito *et al.*, 2012).

Los bosques de montaña en los andes son esenciales para brindar servicios ecosistémicos principalmente relacionados con el agua la regulación climática y secuestro y almacenamiento de carbono (Balvanera, 2012).

2.2.2. Modelos de distribución de especies

Son ilustraciones cartográficas espaciales de la presencia de especies a partir de variables ambientales, edáficas, físicas y climáticas (Mateo *et al.*, 2011).

Indican la idoneidad de los hábitats para el desarrollo de poblaciones de especies o sociedades particulares, calculados a partir de observaciones de campo y un aserie de capas ambientales que sirven como predictoras (Martínez *et al.*, 2007).

Para Zavala *et al.* (2015) los modelos de distribución de especies, han sido utilizados para identificar cambios en el rango potencial de especies debido al cambio climático, determinando que especies es probable que vean sus distribuciones más afectadas por diferentes escenarios de, basándose en la ocurrencia de especies (presencia o ausencia) para investigar cuales son los

determinantes más importantes de la distribución de especies o para evaluar posibles cambios bajo condiciones climáticas (Palacios et al., 2021).

2.2.3. Género *Cinchona*

El nombre del género *Cinchona* fue dado por el creador de la clasificación científica esta especie, Carl Vom Linneo. La quina en su distribución actual consta de 23 especies de árboles o arbustos cuya distribución se extiende desde las cadenas montañosas de Costa Rica y Venezuela por los andes tropicales hasta Bolivia; sin embargo se centra en el Sur de Ecuador y el Norte de Perú (Huamán *et al.*, 2019).

Las especies del género *Cinchona* son arbustos o arboles de tamaño mediano con tallos cruzados; tallos interpeciolares, generalmente grandes, caducos o raramente persistentes. Inflorescencia terminal o lateral, cimosas, fragante; cáliz más o menos campanulado, generalmente lobulado rara vez truncado; corola áspera de rosa a púrpura, tiene un tubo más largo que los lóbulos, glabros en el interior, estambres unidos a la corola, filamentos cortos. Fruto capsula septicida. Semillas irregularmente elípticas a oblongas en el contorno (ala incluida), en el margen del ala por lo general dentada a fimbriada, hilum localizado centralmente en el cuerpo de la semilla (Jiménez, 2011). Los árboles de *Cinchona* pueden alcanzar una altura de 18 metros y un diámetro de 18 cm; en general, su forma de crecimiento parece densa, pero también se describe como un árbol pequeño, a menudo se informa que la cinchona tiene varios tallos, pero esto puede deberse al hecho de que la cinchona a menudo se corta para quitar la corteza, que luego se regenera como retoños o brotes (Jiménez, 2011).

2.2.4. Metodología MaxEnt para la distribución del género *Cinchona*

La metodología empleada en el modelamiento de la distribución natural del género *Cinchona*, es MaxEnt, acrónimo de máxima entropía, un algoritmo para la construcción de modelos de distribución desarrollado por Steven J. Phillips y colaboradores (Phillips *et al.*, 2017). Para administrar aplicaciones correctamente, debe comenzar con variables de configuración regional en formato ASCII que estén completamente normalizadas para la resolución y las restricciones espaciales. La aplicación no es complicada, ya que cuenta con una interfaz muy simple y de fácil manejo en se puede importar dos tipos de archivos: por un lado, información sobre la distribución original de especies en formato CSV, y, por otro lado, información sobre capas espaciales dependientes de especies en formato ASCII. Si se especifican diferentes parámetros para generar el resultado, MaxEnt regresa información analizada en tablas y gráficos, además de los archivos ráster descriptivos para realizar mapas de distribución.

Los resultados proporcionados por MaxEnt incluyen más de solo un patrón de distribución, lo que permite a los expertos analizar el patrón para hacer relaciones funcionales previstas y potenciadas entre especies y variables descriptivas, la curva ROC (*receiver operating characteristic*) y el estadístico AUC (área bajo la curva), la importancia de cada variable en la construcción del modelo y un conjunto de curvas que muestran como varían la presencia de especies con cada variable.

Estos modelos se estiman utilizando el estadístico AUC, que puede variar de 0,5 a 1. Un valor de 0,5 indica que el modelo no tiene puntaje discriminante y por otro lado un valor de 1 indica que el modelo separo presencias y ausencias con una coincidencia perfecta y sin errores.

A todo esto, se aplica una escala de medición de los datos obtenidos después del modelado de los AUC como la siguiente:

- $AUC > 0,85$ el modelado es excelente.
- $0,75 > AUC < 0,85$ el modelado es aceptable.
- $AUC < 0,75$ el modelo es pobre.

El modelado de distribución de especies es esencialmente un proceso taxonómico (Ruiz, 2017). Donde hay una variable dependiente es dicotómica y las independientes pueden ser cuantitativas o nominales. El método utilizado es un clasificador que debe generar un valor para cada punto topográfico. Estos valores reflejan directa o indirectamente la aptitud de la especie para existir en base a los valores locales de las variables independientes.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Bosque

Identifica un hábitat de árboles y arbustos, y es un buen sinónimo de montañas y bosques. De hecho, un bosque es mucho más que una colección de árboles y arbustos, debería de definirse como un sistema económico de árboles y plantas, complementado por el entorno en el que viven (Rosenberg, 2008).

Un bosque puede consistir en una estructura de bosque denso, donde una parte significativa de la tierra está cubierta por arboles de diferentes alturas y sotobosque, o un bosque ligero (Balvanera, 2012).

2.3.2. Factores ambientales

Los factores ambientales, que incluyen a los organismos vivos, los factores abióticos incluyen temperatura, cantidad de luz y nivel del pH del agua del suelo donde viven los organismos (Sánchez, 2009).

2.3.3. Especie vegetal

El término “especie” refiere a la unidad de clasificación botánica del reino vegetal, la especie es esencial porque todas las categorías taxonómicas se definen en relación a ella. Así, un género es un grupo de especies, y una subespecie o variedad es una parte de una especie (Rojas *et al.*, 2006).

2.3.4. Variables climáticas

Las variables climáticas ayudan significativamente a caracterizar el clima de la tierra y dan una idea del cambio climático, entre las importantes se tiene la temperatura, precipitación, humedad relativa y la dirección del viento, etc. (Sánchez, 2009).

2.3.5. Variables edáficas

Las variables edáficas o factores edáficos son las que están presentes en el suelo y la influencia en la partición y la opulencia de la flora y fauna; las que predominan son: la geología, pH, textura, estructura, porosidad, materia orgánica y nivel freático (Mora *et al.*, 2015).

2.3.6. Variables físicas

Las variables físicas enfocadas en el modelado de especies se basándose en los accidentes geográficos de la superficie terrestre como la altitud, la orientación, pendiente, etc. (Peña *et al.*, 2010).

2.3.7. Probabilidad de ocurrencia

La “probabilidad de ocurrencia” se basa en interpretar una medida de similitud ambiental, en el mejor de los casos como un valor de la aptitud evolutiva de una especie (Mateo *et al.*, 2011).

2.3.8. MaxEnt

MaxEnt es un aplicativo informático cuyo algoritmo permite generar mapas de distribución potencial de especies, se puede generar modelos de distribución empleando dos recursos de análisis, se necesita incorporar un archivo tabulado de coordenadas y también se necesita una serie de factores ambientales (Phillips *et al.*, 2017).

2.4. Hipótesis

Ho: No es posible generar un modelo de distribución geográfica del género *Cinchona* en el Norte de Perú con niveles de probabilidad superiores a 0,8.

Ha: Es posible generar un modelo de distribución geográfica del género *Cinchona* en el Norte de Perú con niveles de probabilidad superiores a 0,8.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variables	Indicadores
Variables Independientes	Variables climáticas (precipitación, temperatura media, máxima y mínima, radiación solar) Variables edáficas (tipo de suelo, geología, temperatura de la superficie terrestre) Variables físicas (altitud, orientación, pendiente, fisiografía, cobertura y uso de suelo)
Variable Dependiente	Probabilidad de ocurrencia natural del género <i>Cinchona</i> . Niveles de probabilidad

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Este estudio desarrollado con un enfoque cuantitativo de método correlacional, donde la recopilación de datos se utilizó para probar hipótesis basadas en análisis estadístico que permitió evaluar las importancia de las variables independientes sobre las dependientes (Hernández & Mendoza, 2018). Utilizando los métodos estadísticos curva ROC, la curva AUC y prueba de Jackknife para analizar los resultados obtenidos y la cartografía con el fin de establecer el modelo de distribución del género *Cinchona*.

Esta investigación está orientada a obtener datos numéricos y cartográficos que ayudaran a establecer las áreas de distribución natural del género *Cinchona* en el norte de Perú.

3.1.2. Nivel de investigación

Este estudio es de un nivel descriptivo, la estadística, que relacionan a los datos y características de la población en estudio que tienen como objetivo establecer las variables ambientales que influyan en el modelo de distribución natural del género *Cinchona* (Hernández & Mendoza, 2018).

3.2. Diseño de la investigación

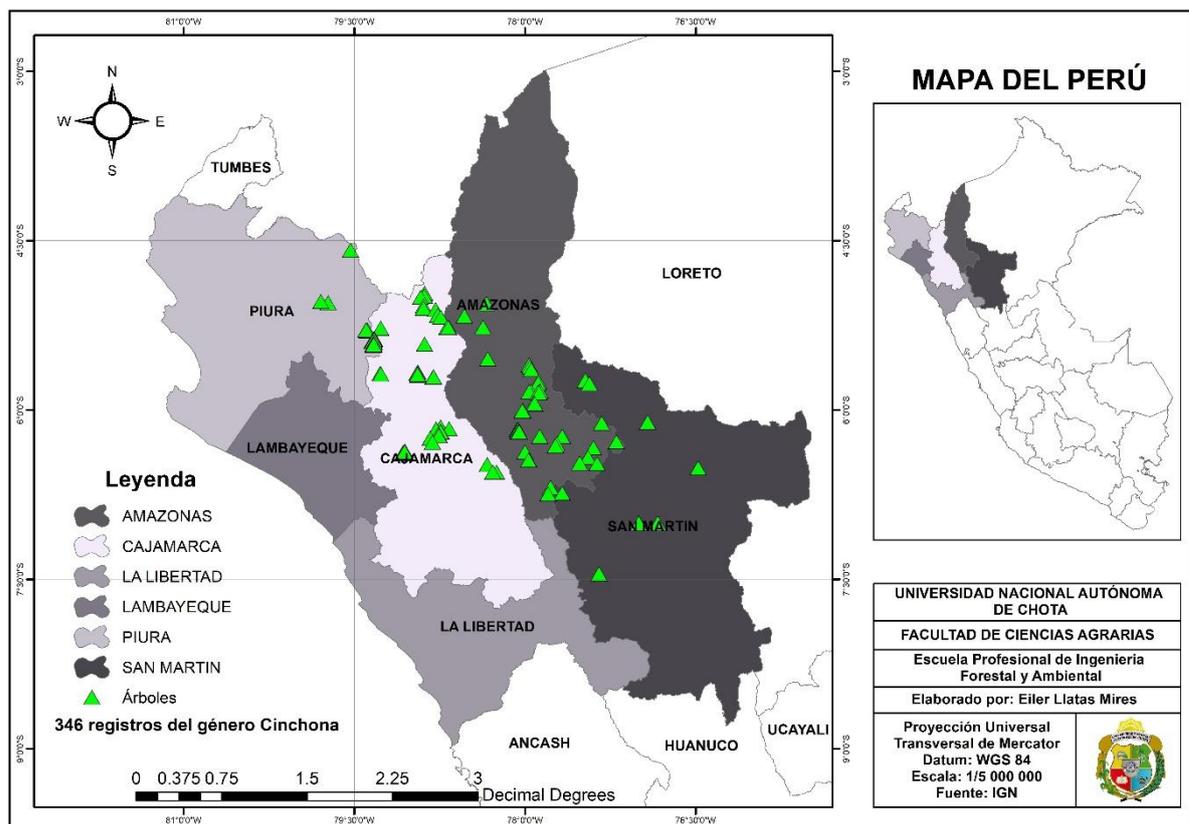
El estudio de investigación se desarrolló bajo un diseño cuantitativo no experimental-longitudinal (Hernández & Mendoza, 2018), no se realizó manipulación de variables, solo se observaron variables climáticas, edáficas y físicas, en relación a la presencia o ausencia de individuos del género *Cinchona*.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Área de estudio

Este estudio fue desarrollado en la región Norte de Perú, que cubre una superficie de 200 413, 93 km², comprendida los departamentos Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas y San Martín; compartiendo frontera con Ecuador. El gradiente altitudinal máximo de 6 768 msnm y una depresión de Bayóvar -34 msnm. Con un clima seco tropical, templado, frío y un clima tropical húmedo, además de tener los principales ríos entre ellos el río Marañón, Chicama, Moche, Jequetepeque, amazonas, etc. (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, 2017).

Figura 1 Mapa de ubicación del área estudio



Fuente: IGN

3.3.2. Recolección de datos

La obtención de coordenadas del género *Cinchona* se realizó a través de reportes científicos, reportes académicos, artículos científicos, tesis de grado, tesis de pregrado, consulta a expertos, base de datos del “Servicio de Información de Biodiversidad Global” de GBIF (<https://www.gbif.org/>).

Los datos meteorológicos y climáticos fueron adquiridos de la fuente de datos WorldClim (<https://www.worldclim.org/>), los datos fisiográficos fueron derivados a partir de un Modelo Digital de Elevación de la *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) que fue obtenido del sitio web del Servicio Geológico de los Estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Tabla 2 Variables ambientales utilizadas en el estudio

Variable	Unidad	Símbolo
Temperatura media del trimestre más húmedo	° C	bio_08
Precipitación del trimestre más frío	mm	bio_19
Rango diurno medio	° C	bio_02
Rango de temperatura anual	° C	bio_07
Precipitación del mes más seco	mm	bio_14
Temperatura de la superficie terrestre	° C	t_s_t
Precipitación del cuarto más cálido	mm	bio_18

3.3.3. Metodología MaxEnt

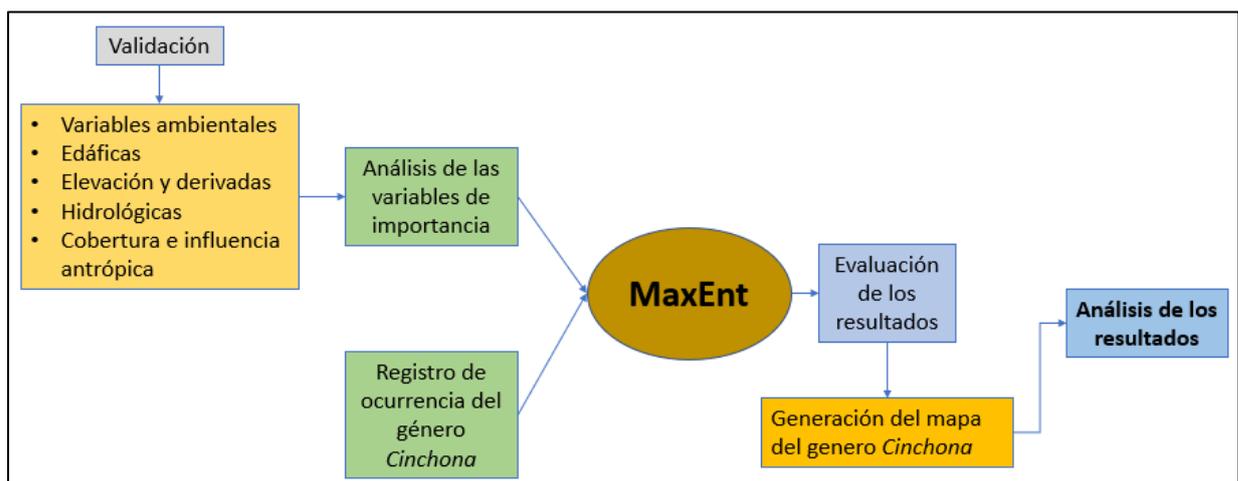
MaxEnt es el acrónimo de maximum entropy, que se utiliza para construir modelos de distribución de especies, desarrollado por Steven J. Phillips y colaboradores (Phillips et al., 2017). Este modelo nos permitió mapear la distribución del género *Cinchona*, cuyos resultados ayudaron a identificar áreas potenciales de distribución que sirvieron para planificar la conservación, reforestación y reintroducción del género *Cinchona*.

3.3.4. Ejecución del modelo

El modelo de distribución natural del género *Cinchona*, se describe en la figura 4, trabajado con 346 puntos de ocurrencia natural, transformados a un formato CSV (tabla 4) y con siete variables edafoclimáticas (tabla2) espacializadas con una resolución espacial de 1 km, utilizado el modelo MaxEnt, la base de datos fue dividida en datos de modelamiento y validación, el 70% de los datos observados se utilizaron con fines de modelamiento y el 30% con fines de validación.

El modelo resultante se validó con base en el área bajo la curva (AUC) estudiada a partir de la característica operativa del receptor (ROC). La clasificación del AUC, se clasificada en $AUC > 0,85$ como excelente, $0,75 > AUC < 0,85$ aceptable y $AUC < 0,75$ como pobre. Utilizamos el formato de salida logística para obtener el modelo del género *Cinchona* mediante la generación de un ráster de valores continuos en una categoría de 0 a 1; 0 señala ninguna probabilidad de ocurrencia y 1 señala 100% de probabilidad de ocurrencia del género *Cinchona*.

Figura 2 Proceso metodológico de la investigación



3.4. Población, muestra y muestreo

Población

Delimitada por una superficie total de 200 413, 93 km² correspondientes a las regiones Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas y San Martín, norte de Perú.

Muestra

Representada por 346 puntos de coordenadas de ocurrencia de 13 especies del género *Cinchona* en el norte de Perú.

Muestreo

La base de datos fue dividida bajo un muestreo al azar en datos de modelamiento y datos de validación. Para el ajuste del modelo de distribución fueron seleccionados al azar 70% de todas las coordenadas de localización de diferentes especies del género *Cinchona* geolocalizados en la región del estudio. El 30% restante fueron utilizadas para validar el modelo ajustado.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de los datos

Los datos de ocurrencias del género *Cinchona*, se obtuvieron de reportes científicos, reportes académicos, artículos científicos, tesis de grado, tesis de pregrado, consulta a expertos, base de datos de GBIF (<https://www.gbif.org/>), del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org) y del Ministerio del Ambiente del Perú (<https://geoservidor.minam.gob.pe/recursos/intercambio-de-datos/>).

Los datos meteorológicos y climáticos recolectados de la fuente de datos WorldClim (<https://www.worldclim.org/>), los datos fisiográficos fueron derivados a partir de un Modelo Digital de Elevación de la *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) que fue obtenido del sitio web del Servicio Geológico de los EE.UU (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), los datos de suelos fueron obtenidos del sitio web (GEOCATMIN) (<https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/>), datos del suelo fueron obtenidos del GEOSERVIDOR del MINAM (<https://geoservidor.minam.gob.pe/>), los límites del área de estudio fueron obtenidos del IGN disponibles en la Infraestructura Nacional de Datos Geospaciales Fundamentales del Perú (<https://www.gob.pe/ign>), datos adicionales fueron obtenidos del sitio web de GEO GPS PERÚ (<https://www.geogpsperu.com>).

3.5.2. Instrumentos para la recolección de los datos

- ❖ Repositorios institucionales
- ❖ Base de datos de artículos científicos
- ❖ Base de datos climáticos
- ❖ Base de datos fisiográficos
- ❖ Base de datos cartográficos
- ❖ Fichas documentales
- ❖ Revisiones bibliográficas impresas

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En esta etapa de la investigación, además del aplicativo MaxEnt, fueron utilizados los softwares Excel, ArcGIS y R.

La presente investigación tubo una etapa de preprocesamiento de los datos, la tabla de datos en Excel con las coordenadas geográficas de ocurrencia de las especies del género *Cinchona* debidamente validadas, fueron transformadas a formato csv, así mismo

las variables edafoclimáticas y fisiográficas especializadas fueron transformadas a formato ASCII.

El proceso de los datos sirvió para el modelo de distribución del género *Cinchona* empleando para ello la tabla de coordenadas de distribución de este género y el conjunto de variables con las que se buscó predecir la distribución geográfica potencial. El resultado determinó la probabilidad de ocurrencia entre 0 y 1, en formato ráster.

El modelo de distribución de ocurrencia se presenta a través de un ráster cuyo valor del píxel es la probabilidad de ocurrencia de la especie donde 0 indica ninguna probabilidad y 1 indica 100% de probabilidad de ocurrencia del género *Cinchona*.

3.6.1. Análisis de datos

La fase de análisis del modelo se realizó mediante el cálculo de los valores de AUC de la curva ROC generado por el modelo MaxEnt, así como los gráficos de interpretación con los pesos de las variables empleadas y los intervalos de mayor confianza para encontrar el género *Cinchona* relacionado a las variables explicativas.

Los datos de probabilidad de ocurrencia de *Cinchona* fueron clasificados en rangos de probabilidad que permitan clasificar las zonas con menor y mayor probabilidad de encontrar individuos del género, ello permitió determinar áreas potenciales de presencia natural de *Cinchona* o áreas con potencial para el establecimiento de *Cinchona* en programas de reforestación, restauración o reintroducción.

3.7. Aspectos éticos

La presente información no presenta ningún conflicto de interés. Todos los datos utilizados como parte de la muestra del presente estudio proceden de publicaciones debidamente citadas, reportes debidamente autorizados y datos de campo colectados por el equipo de investigación. La colecta de la muestra no generó riesgo, la información recopilada se utilizó únicamente para esta investigación y las conclusiones y recomendaciones son responsabilidad exclusiva del investigador, Finalmente, los resultados obtenidos estarán a disposición de los interesados en el informe final de tesis publicado en la página oficial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

Los registros de ocurrencias del género *Cinchona* se trabajaron con 346 observaciones de 13 especies en el norte de Perú.

Figura 3 Localización de especies en el norte de Perú de *Cinchona*

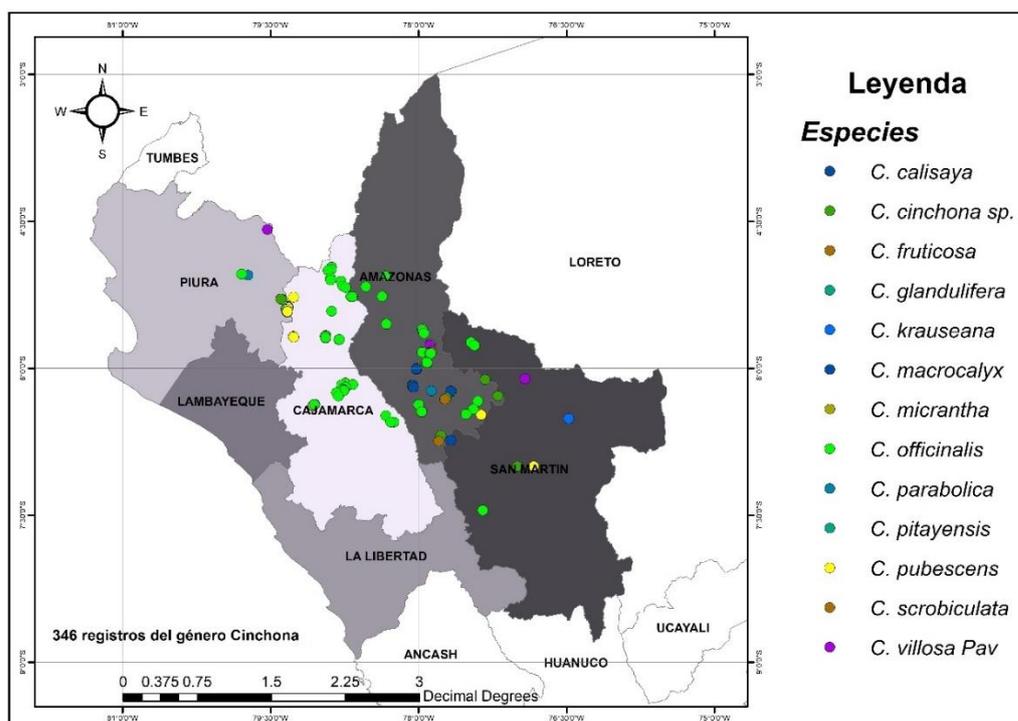


Tabla 3 Estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en la investigación

variables	Min	Max	Media	Desvest	Var	CV
Temperatura media del trimestre más húmedo (°C)	5,65	27,14	20,86	5,26	122,10	0,25
Precipitación del trimestre más frío (mm)	0	1033	168,24	181,34	307200,59	1,08
Rango diurno medio (°C)	7,22	14,71	11,52	1,01	14,13	0,09
Rango de temperatura anual (°C)	11	20,29	14,27	1,95	22,21	0,14
Precipitación del mes más seco (mm)	0	172	44,29	45,82	7975,91	1,03
Temperatura de la superficie terrestre (°C)	-28,26	1,16	-7,66	7,43	227,95	-0,97
Precipitación del trimestre más cálido (mm)	1	1057	297,57	177,96	296637,28	0,60

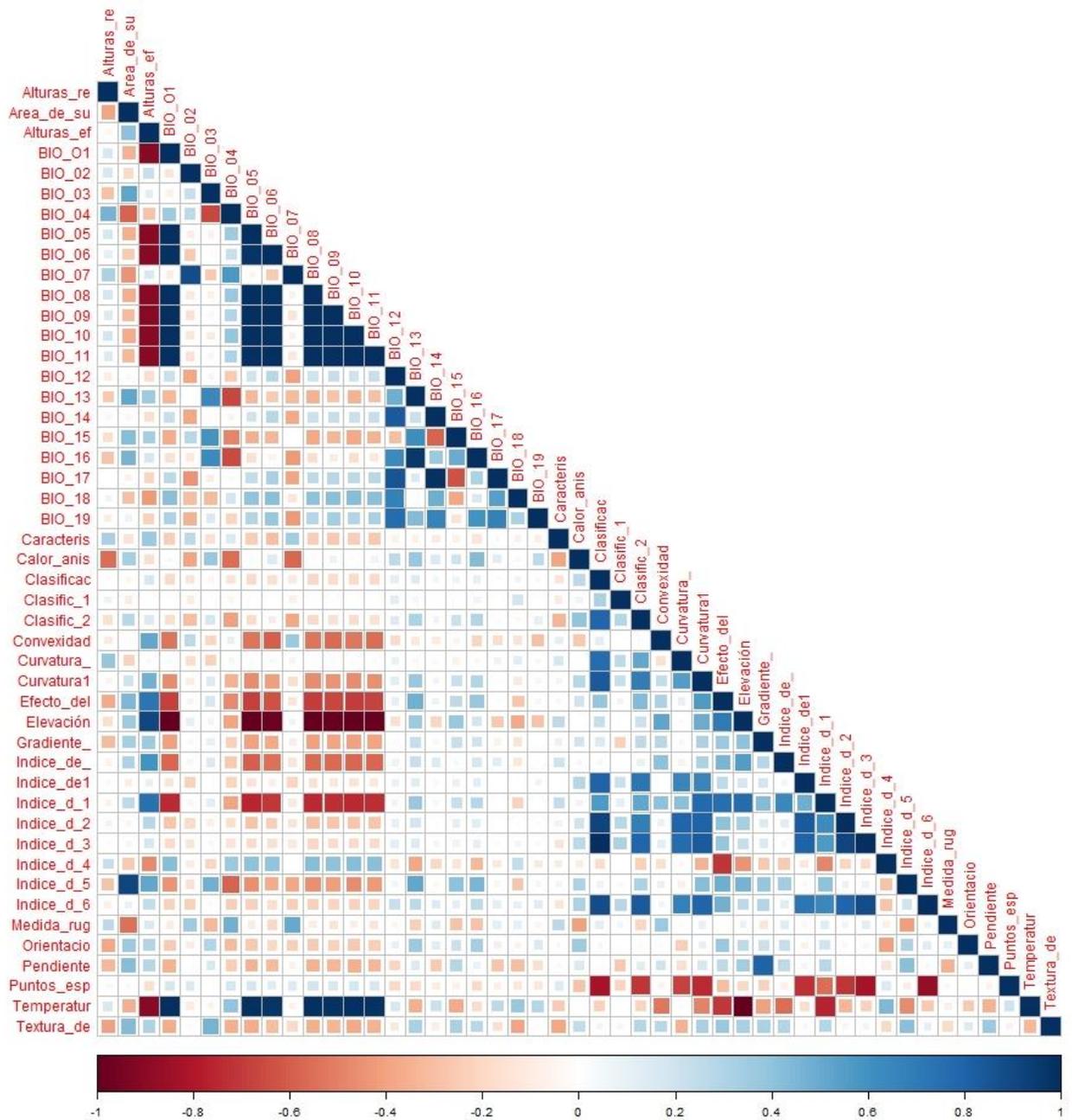
Tabla 4 *Especies registradas en cada departamento*

Departamentos	Especies
Amazonas	<i>Cinchona sp.</i> , <i>Cinchona officinalis</i> , <i>pubescens</i> , <i>krauseana</i> , <i>villosa</i> , <i>parabolica</i> , <i>macrocalyx</i> , <i>fruticosa</i> , <i>scrobiculata</i> y <i>pitayensis</i> .
Cajamarca	<i>Cinchona sp.</i> , <i>Cinchona officinalis</i> , <i>pubescens</i> , <i>glandulifera</i> , <i>micrantha</i> , <i>scrobiculata</i> , <i>pitayensis</i> , <i>calisaya</i> , <i>parabolica</i> , <i>villosa</i> , <i>macrocalyx</i> , <i>fruticosa</i> y <i>krauseana</i> .
Lambayeque	No se encontró registros
La Libertad	No se encontró registros
Piura	<i>Cinchona sp.</i> , <i>Cinchona officinalis</i> , <i>pubescens</i> , <i>macrocalyx</i> y <i>parabolica</i> .
San Martín	<i>Cinchona sp.</i> , <i>Cinchona officinalis</i> , <i>pubescens</i> , <i>micrantha</i> , <i>macrocalyx</i> , <i>villosa</i> y <i>parabolica</i> .

La tabla 4 muestra las especies que han sido registradas en cada uno de los departamentos; el departamento de Cajamarca registra mayor cantidad de especies, localizados en el Norte de Perú.

Correlación de las variables explicativas empleadas en la investigación, generado con la finalidad de priorizar el uso de las variables menos correlacionadas entre sí.

Figura 4 Análisis de correlación entre las variables del estudio



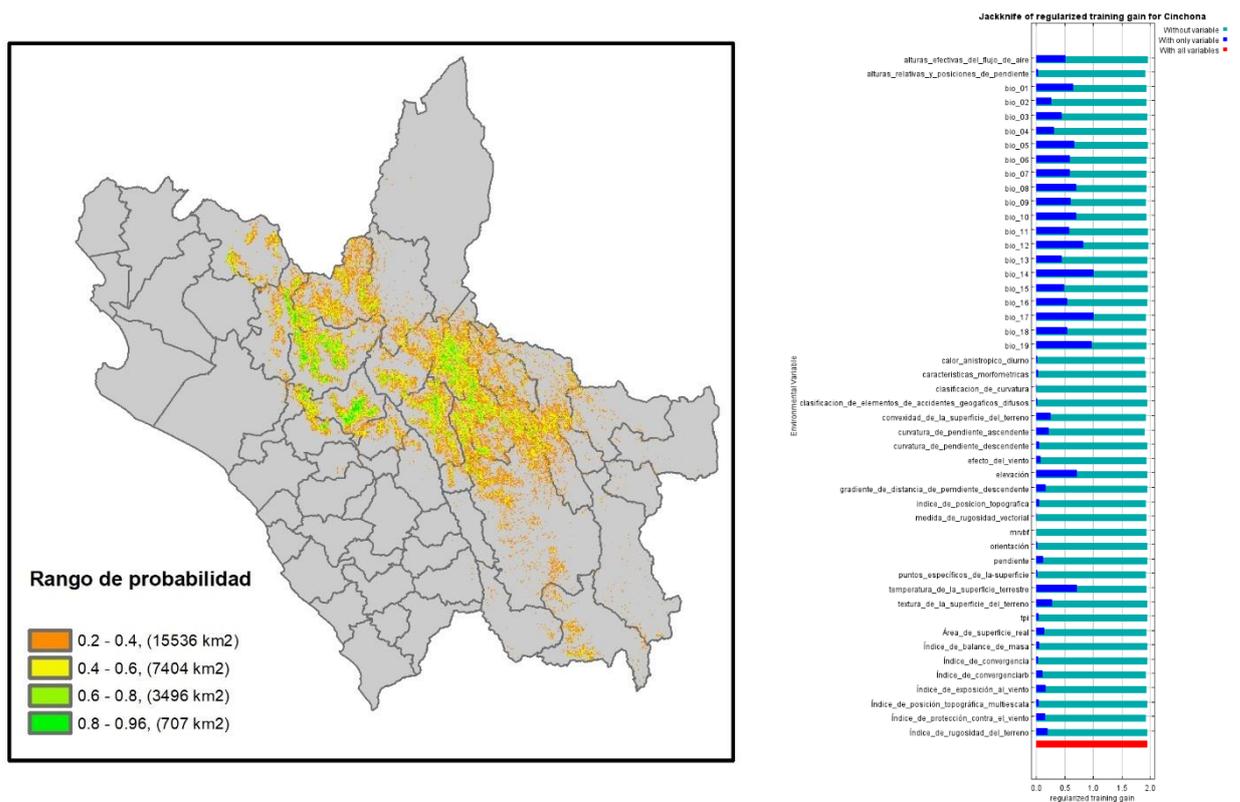
La figura 4 muestra los valores de correlación entre las 47 variables que podrían influenciar en la distribución natural del género *Cinchona*. Las tonalidades de color azul oscura representan una alta correlación positiva y las tonalidades de color rojo oscuras representa una alta correlación negativa. Entre las variables que menos se correlacionan

están la bio 08, bio 19, bio 02, bio 07, bio 14, bio 18 y temperatura de la superficie terrestre, fueron las que influenciaron en el modelado, además de priorizar aquellas que según referencias bibliográficas tenían mayor influencia.

4.1.1. Primer modelamiento

El primer modelamiento incluyó como variables explicativas las 47 variables consideradas para este estudio cuyo resultado se muestra en la figura 5.

Figura 5 Primer modelamiento con las 47 variables explicativas

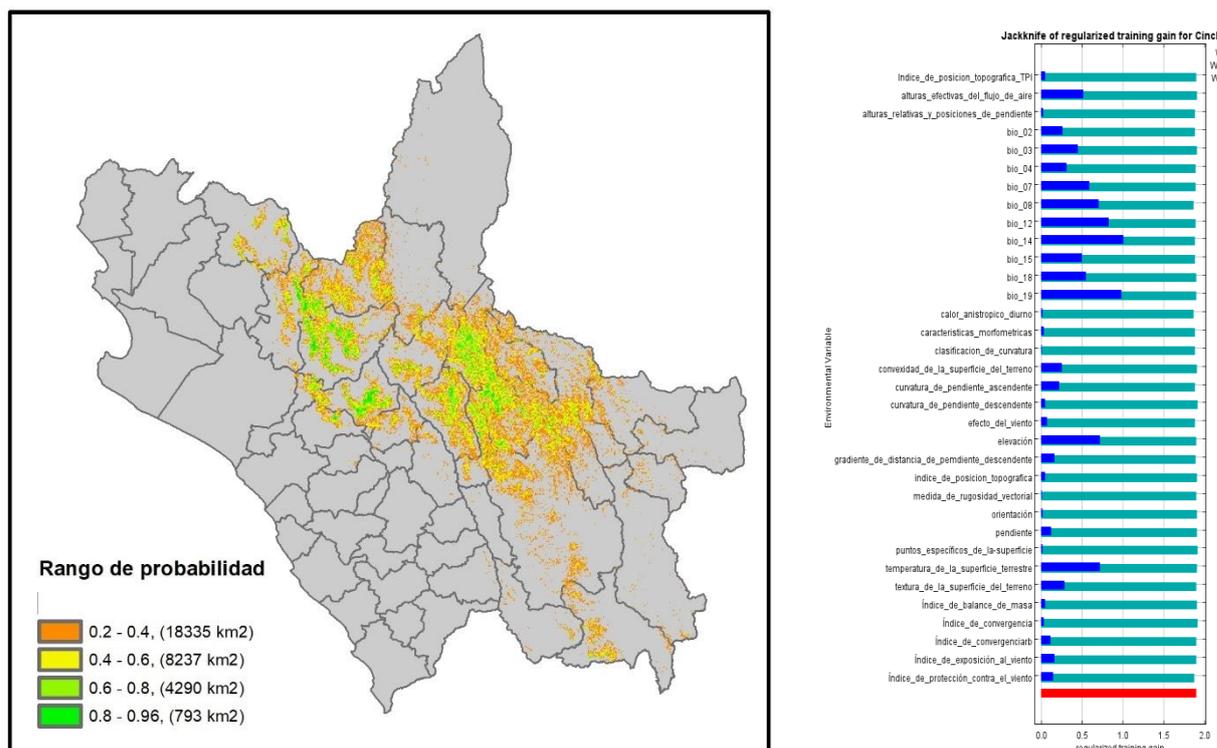


El resultado muestra la distribución natural del género *Cinchona* considerando como factores de influencia un total de 47 variables edafoclimáticas, la coloración de amarillo muestra una probabilidad de presencia de 0,4 a 0,6 y la coloración verde muestra una probabilidad de presencia de 0,8 a 0,96.

4.1.2. Segundo modelamiento

Con los resultados evidenciados en la figura 5, el segundo modelamiento fue realizado priorizando solo una de cada par o cada grupo de aquellas variables altamente correlacionadas, la elección de la variable fue realizada en base a referencias biobibliográficas considerando aquellas que tenían mayor influencia. A partir de ello, en el segundo modelamiento se trabajó con 34 variables edafoclimáticas, el resultado se observa en la figura 6. El área con mayor probabilidad de ocurrencia de *Cinchona* (0,8 a 0,96) se incrementó en 86 km² relacionados a los resultados conseguidos en el primer modelamiento.

Figura 6 Segundo modelamiento con 34 variables del estudio

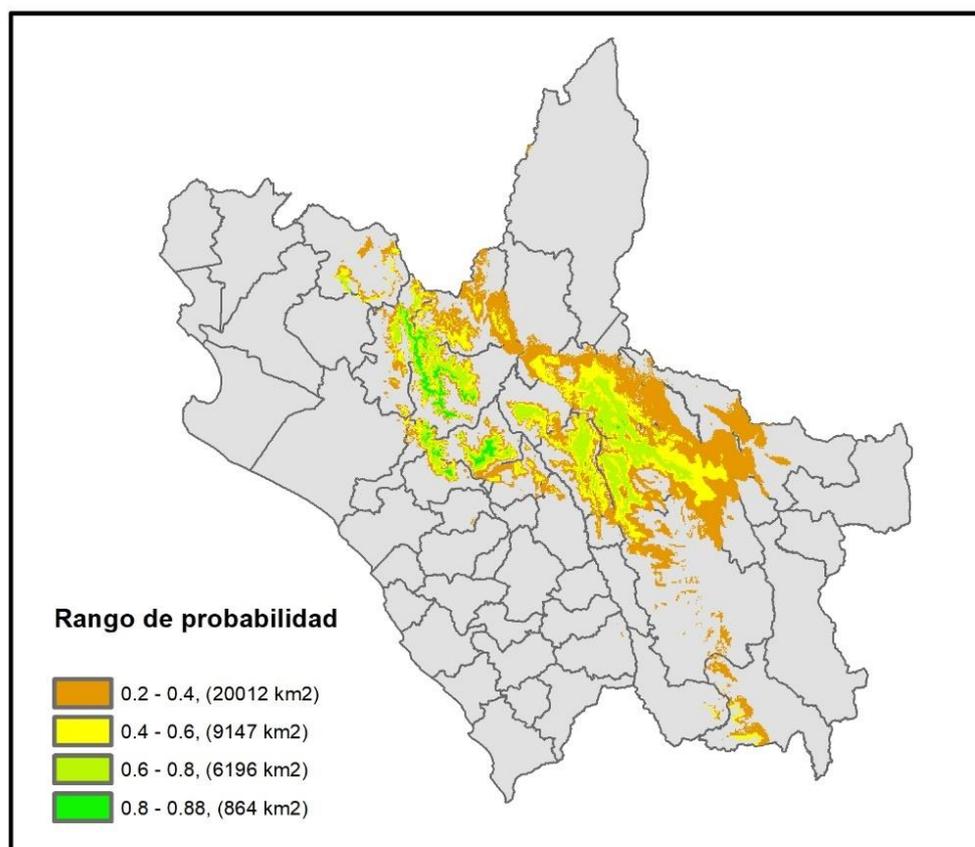


El resultado muestra la distribución natural del género *Cinchona* cuya distribución potencial estaría influenciada por 34 variables edafoclimáticas, la coloración de amarillo muestra una probabilidad presencia de 0,4 a 0,6 y la coloración verde muestra una probabilidad de presencia de 0,8 a 0,96.

4.1.3. Tercer modelamiento

A partir de los resultados mostrados en el segundo modelamiento, para este modelamiento se seleccionaron las variables cuyo porcentaje de contribución en el modelo fue mayor a 2,0, se seleccionaron un total de 7 variables y los niveles de probabilidad de presencia del género *Cinchona* se muestran en la figura 7.

Figura 7 Tercer modelamiento con las 7 variables del estudio

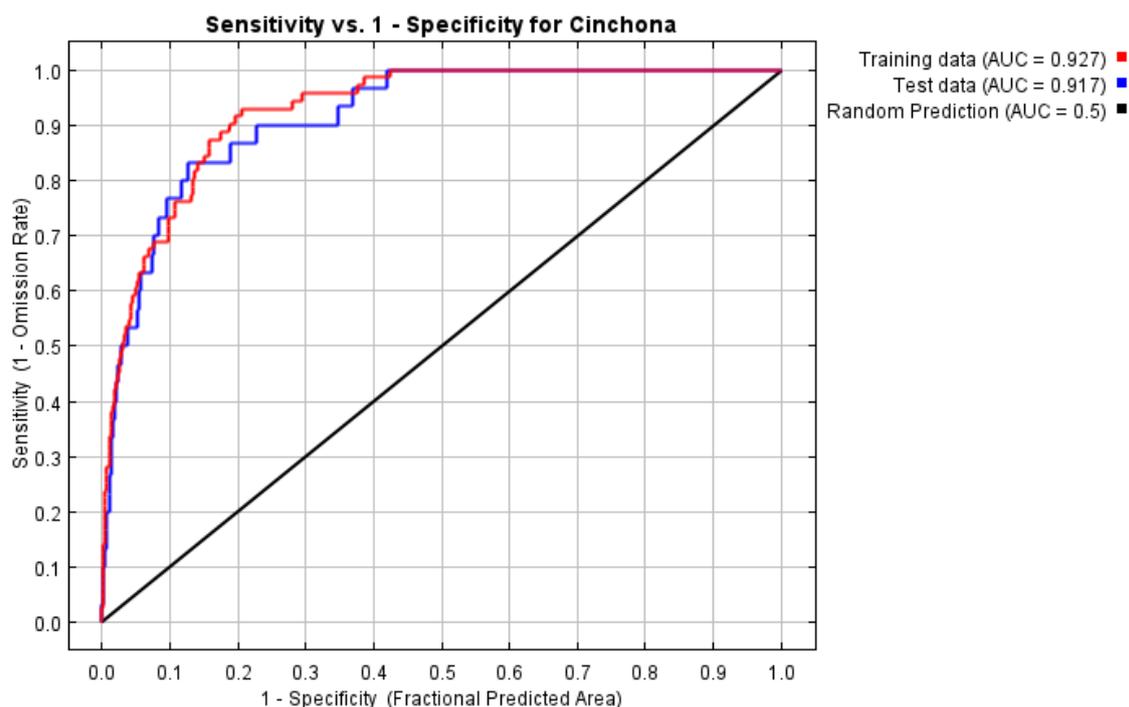


El resultado muestra una distribución natural de género *Cinchona* cuya distribución potencial estaría influenciada por siete variables edafoclimáticas, la coloración de amarillo muestra una probabilidad de presencia de 0,4 a 0,6 y la coloración verde muestra un 0,8 a 0,88 con una extensión de 864 km².

4.1.4. Validación del modelo del género *Cinchona*

Los resultados arrojados por el programa MaxEnt después de ingresar los datos de ocurrencia del género *Cinchona* y las siete variables trabajadas se muestran en la figura 8.

Figura 8 Curva AUC del modelo del género *Cinchona*

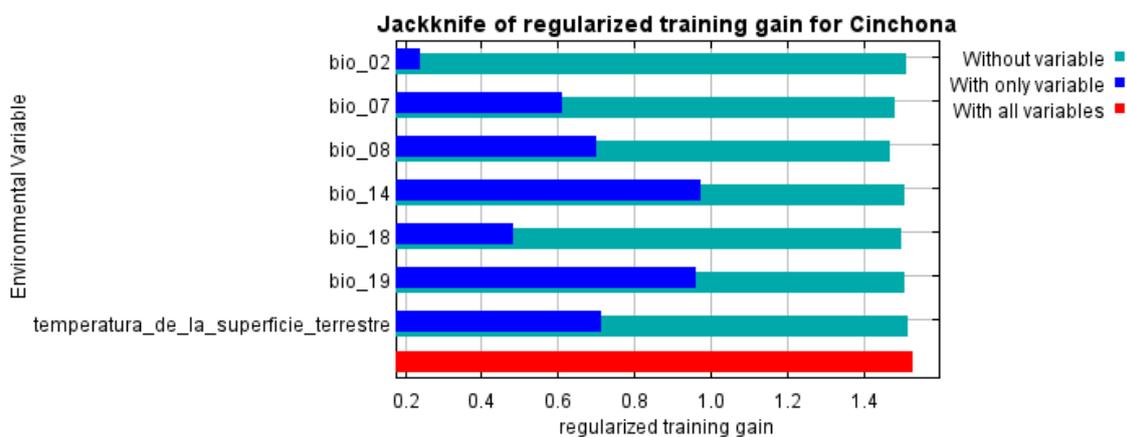


El resultado de la curva AUC (área bajo la curva) muestra que para los datos de entrenamiento (*training data*) el AUC es de 0,927 y para los datos de validación (*test data*) el AUC es de 0,917, lo que significa que el modelo trabajado en MaxEnt es aceptable.

Tabla 5 Importancia de las 7 variables en el modelo del género *Cinchona*

Variable	Porcentaje de contribución (%)	Importancia de la permutación (%)
bio_08	41	58
bio_19	39,2	11,3
bio_02	6,4	2,9
bio_07	6,2	8,4
bio_14	3,9	5,8
temperatura_de_la_superficie_terrestre	2,6	10,3
bio_18	0,8	3,3

El resultado muestra las variables que más contribuyeron al modelamiento de distribución natural del género *Cinchona* cuya distribución potencial estaría influenciada por las variables de temperatura media del trimestre más húmedo y la variable precipitación del trimestre más frío, ambas contribuyeron en un 80,2 % al proceso de modelamiento.

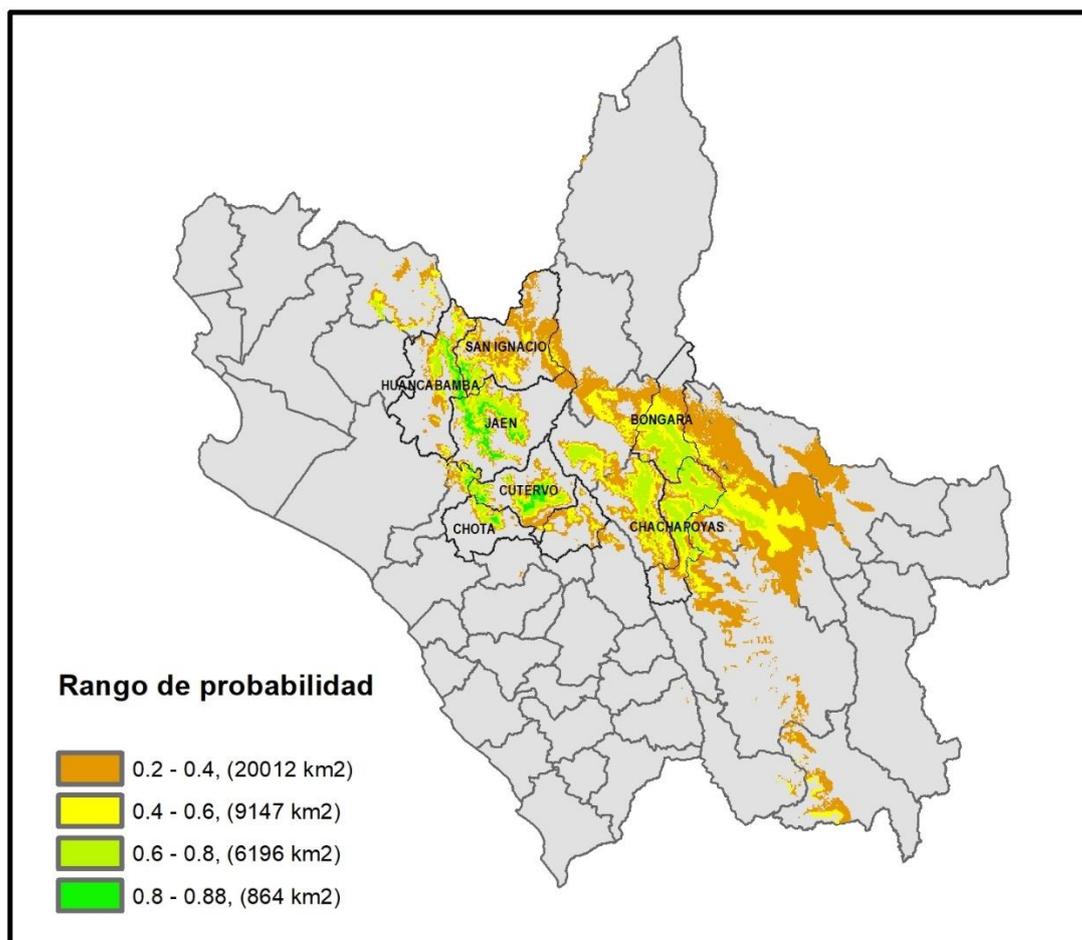
Figura 9 Resultado de la prueba *Jackknife*

Se muestra las variables que más influyeron en el modelo de distribución del género *Cinchona* ejecutadas en la prueba de *Jackknife* cuyas variables son: bio 14, bio 19, bio 08 y la temperatura de la superficie terrestre.

4.1.5. Mapa de distribución natural del género *Cinchona*

El modelo de distribución natural del género *Cinchona* trabajado con las siete variables del estudio nos muestra una distribución aceptable en la región Norte de Perú, y el resultado se evidencia en la figura 10.

Figura 10 Lugares de distribución natural del género *Cinchona*

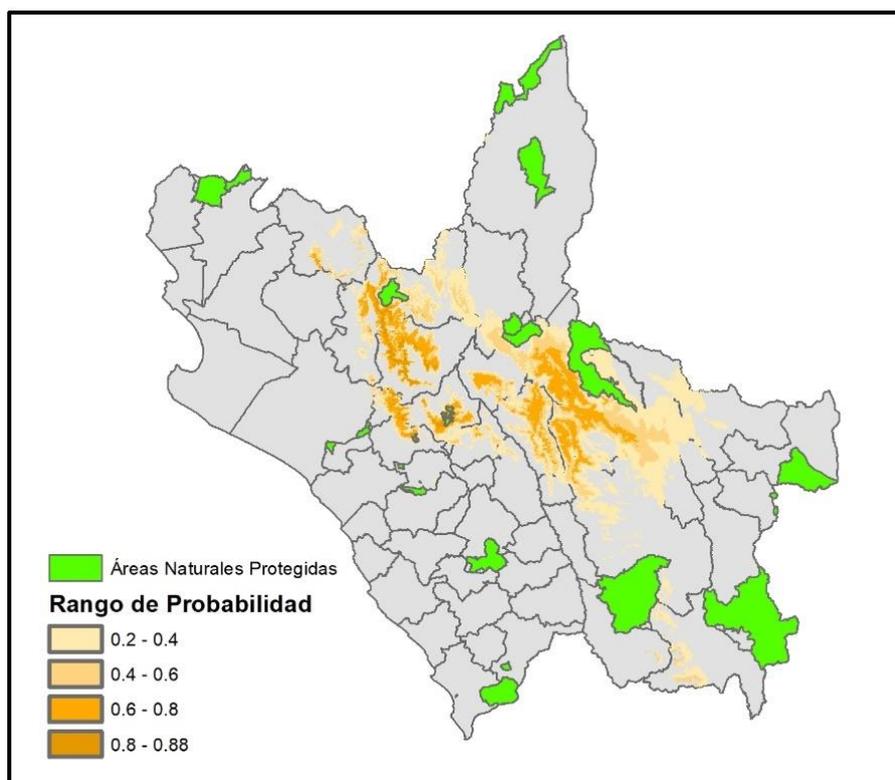


El resultado muestra una distribución natural del género *Cinchona*, la coloración verde muestra una probabilidad de 0,8 a 0,88, cuya distribución natural potencial se encuentra ubicada en las provincias de Bongará (1 km²), Chachapoyas (5 km²), Chota (18 km²), Cutervo (203 km²), Huancabamba (125 km²), Jaén (402 km²) y San Ignacio (110 km²); con un total de área de distribución natural de 864 km² de superficie.

4.1.6. Mapa de distribución del género *Cinchona* en Áreas Naturales Protegidas

El modelo de la distribución del género *Cinchona* en relación a las áreas naturales protegidas (ANP) se evidencia en la figura 11.

Figura 11 Modelo de distribución del género *Cinchona* en las ANP



El resultado muestra que el género *Cinchona* estaría presente en pocas ANP, esta se encuentra distribuida en la Provincia de Cutervo (Parque Nacional de Cutervo) con una extensión de 113 km² , provincia de San Ignacio (Santuario Nacional Tabaconas-Namballe) con una extensión de 7 km² y la provincia de Chota (Bosque de Protección Pagaibamba) con una extensión de 18 km².

4.2. Contrastación de hipótesis

La hipótesis planteada para el presente estudio fue: Es posible generar un modelo de distribución geográfica del género *Cinchona* en el norte de Perú con nivel de probabilidad superiores a 0,8.

De acuerdo con lo desarrollado de la investigación se pudo determinar que nuestra hipótesis planteada es válida.

En concordancia con los resultados obtenidos mediante el aplicativo MaxEnt el nivel máximo de probabilidad obtenido fue de 0,88, considerado un nivel aceptable, modelo que además arrojó un valor de AUC de 0,917 calificado como aceptable. El resultado muestra que *Cinchona sp.* se distribuye en un área de 864 km² con un nivel de probabilidad mayor al 80%, superficie potencial para la instauración de proyectos de reforestación, restauración, conservación y/o reintroducción de este género de importancia ecológica y económica.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Primer modelamiento

Los resultados en el presente estudio modelado con 43 variables ambientales, indican un valor máximo de probabilidad de 0,96, pero habían variables que no influenciaban en la distribución, en comparación con Enríquez (2021) quien trabajó con 21 variables ambientales para modelar las distribución *Polylepis*, donde su resultado fue de 0,99, donde tuvo que depurar 11 variables puesto que no influían en el modelado.

En comparación con los resultados de Lozano (2020) quien modeló a *Cedrela*, trabajó con 19 variables bioclimáticas y el resultado fue de 0.99, donde depuró siete variables ya que estas no influían en el modelado, tal como se ha realizado en el presente estudio donde también se han excluido las variables ambientales que no mostraban influencia en la determinación de la probabilidad de presencia de *Cinchona*.

4.3.2. Segundo modelamiento

Los resultados en el presente estudio, modelado con 34 variables ambientales, donde se obtuvo una distribución de 0,959, pero donde también habían variables que no influenciaban en el modelado por lo que se debía seguir excluyendo variables, en concordancia con Pérez & Villarroel (2020) quienes trabajaron con 19 variables bioclimáticas para modelar *Dipteryx alata* Vogel, y depuraron variables en dos oportunidades, llegando a eliminar un total de 10 variables, obteniendo niveles de probabilidad de 0,92.

Similar criterio utilizó Enríquez (2021) quien depuró cuatro de las diez variables ambientales para modelar la presencia del género *Cinchona*, obteniendo niveles de probabilidad de 0,98. Para el segundo modelamiento de la presente

investigación se depuraron nueve variables ambientales de las 43 iniciales, logrando obtener un nivel máximo de probabilidad de 0,959; sin embargo, seguían existiendo variables que no influían en el modelamiento de la distribución del género *Cinchona*.

4.3.3. Tercer modelamiento

Este estudio de investigación hace uso de Modelos de Distribución de Especies (MDE), una herramienta probabilística que permite la predicción e identificación de la distribución natural del género *Cinchona*, mediante la técnica de (MaxEnt), este modelo mostró un valor de AUC de 0,917 lo que significa que el modelo es aceptable. Fueron siete las variables bioclimáticas seleccionadas, de las cuales la variable bio 08 y bio 19, muestran ser un factor determinante en la distribución natural del género *Cinchona*. La estadística de *Jackknife* evidencia que bio 14, bio 19, bio 08 y la temperatura de la superficie terrestre, son las variables que más predominan en la distribución del género *Cinchona* en el norte de Perú. Los resultados muestran que existe un nivel de probabilidad mayor al 80% que el género *Cinchona* se encuentra distribuida en siete provincias de la región Norte de Perú, ocupando una superficie total de 860 km², información que permitirá focalizar programas de reforestación, conservación o reintroducción en especies de este género en esta región del país.

En comparación con los resultados de Huamán et al. (2019), quienes modelaron la especie *Cinchona officinalis*, el AUC que obtuvo es de 0,997 lo que significa que es superior al de la presente investigación donde se obtuvo un AUC de 0,917, en cambio en relación a las variables ambientales que más influyeren si guarda relación las cuales son precipitación y temperatura, además que las áreas de

distribución se encuentran distribuidas en la ciudad de Cajamarca, zona donde en la investigación también se estima su distribución.

La investigación realizada por Jiménez (2021) quien modeló la *Cinchona officinalis*, donde obtuvo un AUC de 0,918, presentan una relación casi perfecta con el AUC de 0,917 obtenido en la presente investigación, además de que las variables ambientales también tienen relación las cuales son temperatura mínima del mes más frío y temperatura del trimestre más frío, soportado además por la prueba *Jackknife* que indica que la variable más influyente es temperatura media del trimestre más frío.

Los resultados obtenidos por Kessler et al. (2014) y Zutta et al. (2012), quienes modelaron a una especie diferente a *Cinchona*, con resultados de AUC de 0,998 y 0,996; son superiores al de la presente investigación donde se obtuvo un AUC de 0,917; no obstante se confirma el dominio de las mismas variables ambientales ya que en ambas la precipitación y la temperatura influyen en la distribución.

Comparando los resultados con la investigación realizada por Yang et al. (2022), quienes modelaron *Isoetes L.* para lo cual obtuvieron un AUC obtenido de 0,9, este resultado es menor al de la presente investigación 0,917, donde las que más contribuyen es la precipitación del trimestre más frío con una contribución del 49,79%; variable que tiene relación con la presente investigación que contribuye con un 39,2% en el modelado de distribución del género *Cinchona*; esta variable se presenta en los meses de enero a marzo, donde se dan las altas precipitaciones llegando alcanzar a los 494 mm.

Los resultados obtenidos por Zhao et al. (2021) quienes modelaron Abeto chino [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook], obtuvo un AUC de 0,910, comparado con los resultados del presente estudio es de 0,917, en donde las variables ambientales temperatura media del mes más húmedo con un 56,23% de contribución y precipitación del trimestre más frío con un 24,76% de contribución, estas variables son iguales a las de la presente investigación que juntas tienen un 80,2% de contribución, donde la precipitación del trimestre más frío se presenta en los meses de enero a marzo y la temperatura media del mes más húmedo que van entre los 6,5°C a 24,9°C, cabe señalar que la temperatura y la precipitación varían con la latitud y la altitud.

Comparando con los resultados obtenidos por Soilhi et al. (2022) quienes obtuvieron un AUC de 0,9 en el modelamiento de *Mentha pulegium* L., este resultado es menor al AUC de 0,917 obtenido en la presente investigación; la precipitación de mes más frío se identificó como el factor más influyente en la distribución cuando ubo correlación entre las variables ambientales con un 37,6% de contribución, similar al 39,2% de contribución al modelado del género *Cinchona* en la zona Norte de Perú obtenido en este estudio.

En relación a las siete variables del estudio donde temperatura media del trimestre más húmedo y precipitación del trimestre más frío presentan un 80,2% de contribución al modelo del género *Cinchona* en el Norte de Perú, Lozada & Sentelhes (2008) sostienen que estas dos variables son las que más ejercen dominio sobre tratamientos funcionales del crecimiento de las especies vegetales, como indicativo de los recursos de nutrientes en los hábitats naturales.

Estas variables influyen en el desarrollo de las plantas; cada especie necesita una temperatura óptima, máxima y mínima para su supervivencia y crecimiento, para Zevallos (2009) la temperatura promedio requerida por el género *Cinchona* es de 6,5 °C a 24,9°C; además de una precipitación total por año entre 790 mm y 1972 mm, y con máximas precipitaciones entre los meses de enero a marzo.

La prueba *Jackknife* (Figura 9) muestra que precipitación del mes más seco, precipitación del trimestre más frío, temperatura del trimestre más húmedo y temperatura de la superficie terrestre, son las que más influyen en el modelo por si solas; estas tienen información más útil por si mismas para predecir la distribución del género *Cinchona*, Jiménez (2021) sostiene que el género *Cinchona* tolerar temperaturas bajas de hasta 6,5°C y temperaturas altas de hasta 25 °C. por su parte, Sánchez (2009) la temperatura de la superficie terrestre está relacionada con medir el calentamiento directo de la superficie terrestre al absorber los rayos del sol y ser remitidos al medio ambiente en ese sentido, Jerez (2017) menciona que el género *Cinchona* esta influenciada por esta variable pero que no es significativa; pues se sabe que el género *Cinchona* está expuesta a extremas temperaturas y precipitaciones; esta variable influye en la medida que no se sobrepasen las temperaturas extremas y ayuda al desarrollo de cualquier especie.

Entre las variables que menos contribuyeron al modelo de distribución de *Cinchona* en el Norte de Perú, el rango diurno medio está relacionado con la variación de la temperatura que sucede del máximo día frío al de las noche que no influye mucho en la distribución (Jerez, 2017), el rango de temperatura anual que está relacionado a la temperatura máxima del mes más cálido y temperatura mínima del mes más frío, podrían brindar información más consistente en la distribución de cualquier especie ya que indican las temperaturas máximas y mínimas a las que se

adapta una especie, así mismo, la precipitación del trimestre más cálido que no tuvo una influencia gravitante pero se relaciona con la estacionalidad del género *Cinchona*, pues se sabe que estas variables también son indispensables en la ocurrencia de los procesos fisiológicos de cualquier especie (Jiménez, 2011).

4.3.4. Distribución del género *Cinchona* en Áreas Naturales Protegidas

El género *Cinchona* estaría presente en pocas ANP del Norte peruano (Figura 11), en la provincia de Cutervo (Parque Nacional de Cutervo), provincia de San Ignacio (Santuario Nacional de Tabaconas-Namballe) y la Provincia de Chota (Bosque de protección Pagaibamba): En este estudio no se logró identificar más áreas de conservación con altos niveles de probabilidad de presencia del género *Cinchona*; este se encuentra en pequeños bosques fragmentados, además que estas poblaciones estarían dándose por el incendio forestal y el desarrollo urbano, dificultando el incremento de registros del género en su hábitat natural; coincidiendo con los resultados de Huamán et al. (2019) donde modelaron a *Cinchona*, cuyos resultados enfocados a la preservación de áreas naturales protegidas y de conservación, encontraron pocos registros en los bosques del distrito de Sónдор, perteneciente al departamento de Piura, mencionando que estos resultados se deben a la falta de investigación y las limitaciones que tiene la especie para poder germinar de manera natural, disminuyendo las probabilidades de contar con regeneración natural que permita una rápida restauración natural de estas especies. Del mismo modo, los mismos autores, también registraron la presencia de *Cinchona*, en el “Santuario Nacional de Tabaconas-Namballe”; sin embargo, la realidad indica que factores como el crecimiento urbano, la deforestación y la falta de investigación están haciendo que el hábitat del género *Cinchona* esté en alto riesgo de desaparición.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se logró establecer las áreas de distribución natural del género *Cinchona* en el Norte de Perú, donde existe un nivel de probabilidad mayor al 80% ocupando una superficie total de 864 km² la cual se localiza en los departamentos de Cajamarca con una superficie de 733 km², Piura con una superficie de 125 km² y Amazonas con una superficie de 6 km², lo cual nos sirve para programas de conservación, reforestación o introducción.
- Las zonas con mayores reportes de presencia del género *Cinchona* en el Norte de Perú se encuentran ubicados en las provincias de Huancabamba (166), Chota (67), San Ignacio (15), Bongará (14), Jaén (12), Cutervo (11) y Chachapoyas (5).
- Las variables bioclimáticas que más contribuyen en la presencia del género *Cinchona* en el Norte de Perú; son: temperatura media del trimestre más húmedo y precipitación del trimestre más frío, ambas con una influencia del 80.2 % en el modelo de distribución de *Cinchona*; y las que menos contribuyeron son: rango diurno medio, rango de temperatura anual y precipitación del trimestre más cálido.
- El mapa de distribución del género *Cinchona* modelado a partir de 346 registros de ocurrencia natural, muestra que *Cinchona* se distribuye en siete provincias y 19 distritos de la zona de estudio, donde tienen una mayor probabilidad de presencia en las provincias de Ayabaca, Luya, Utcubamba, Rodríguez de Mendoza, Ferreñafe y Mariscal Cáceres, localidades que deben ser priorizadas en futuros proyectos de conservación, de reforestación y/o restauración de las diferentes especies de este género.

5.2. Recomendaciones

- Estos modelos de distribución trabajan bajo variables ambientales las cuales se desarrollan en diferentes escenarios climáticos, sin embargo, frente a la gran facilidad que tiene al momento de trabajar el modelado, se deben de incluir otras variables que estas relacionas a la velocidad del viento, la radiación solar, cobertura vegetal; están pueden influir a que el resultado sea mucho mejor.
- Identificar especies es un tema central y fundamental en la construcción de modelos de distribución, sin embargo, se debe de trabajar con profesionales para validar las especies botánicas que encuentran en los herbarios, también tener en cuenta los que has sido colectados en el campo, porque varios de estos son antiguas e incluso repetidos.
- Los modelos de distribución de especies tienen distintos usos en varias campañas de reforestación, sin embargo, se debe usar correctamente ya que se forman a través de capas ambientales disponibles, y el uso de otras capas genera resultados que son difíciles de entender.
- Para evitar errores en los modelos de distribución, se recomienda validar todos los datos de presencia, ya que las bases de datos como BGIF (<https://www.gbif.org/>) pueden contener ubicaciones repetidas, de esa manera se evitaría la superposición de puntos.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS

- Albán-Castillo, J., Chilquillo, E., Melchor- Castro, B., Arakaki, M., León, B., & Suni, M. (2020). *Cinchona* L. “Árbol de la Quina.” *Revista Peruana de Biología*, 27(3), 423–426. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i3.18697>
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1–2), 136–147. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33>
- Barrutia, R. R. R., Barreto, I. B., & Velásquez, T. D. M. (2020). Germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L. en tres tipos de suelos de Cajamarca, Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(1), 75–87. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/488>
- Castillo, I. H. (2018). *Importancia cultural de la flora silvestre utilizada por los pobladores del caserío de Cabrero en la microcuenca Quebrada Honda (Cajabamba, Cajamarca, Perú)*. <https://core.ac.uk/download/pdf/299328253.pdf>
- Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, C. (2017). *La Macro Región Norte Síntesis del Documento elaborado por CIPCA*. http://www.propuestaciudadana.org.pe/sites/default/files/publicaciones/archivos/macoregion_norte.pdf
- Coria, R. Á., Villavicencio, R., & Ruiz, J. A. (2014). Distribución potencial de *Pinus herrerae* Martínez en el Occidente del estado de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, vol.5 no.2, 18. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v5n24/v5n24a9.pdf>
- Cotrina, A., Briceño, N. B. R., Bandopadhyay, S., Ghosh, S., Guzmanorte, C. T., Oliva, M., & Guzmán, B. K. (2021). Distribución biogeográfica de *Cedarela spp* . Género en Perú utilizando el modelado MaxEnt: una conservación y Enfoque de

- restauración. *Diversidad*, 6(13), 1–15. <https://www.mdpi.com/1424-2818/13/6/261>
- Cruz, G., Villaseñor, J. L., López, L., Martínez, E., & Ortiz, E. (2014). Selección de predictores ambientales para el modelado de la distribución de especies en Maxent. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 20(2), 187–201. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.09.034>
- Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. (2009). *Los Bosques Montanos de los Andes Tropicales* (Issue December 2009).
- Enríquez, L. C. (2021). “Distribución potencial de *Polylepis rodolfo-vasquezii* L. Valenzuela & I. Villalba y *Polylepis canoi* W. Mendoza en función a variables climáticas, topográficas y edáficas región Junín” [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5992>
- Fernandez Zarate, F. H., Huaccha Castillo, A. E., Barturén Vega, L. M., Huatangari, L. Q., & Santillán, T. S. (2022). Effect of substrate on the germination of *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae). *Ecosistemas*, 31(1), 1–5. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2314>
- Garavito, N. T., Álvarez, E., Caro, S. A., Murakami, A. A., Blundo, C., Espinoza, T. E. B., & Torre, M. A. La. (2012). Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales. *Ecosistemas*, 21(1–2), 148–166. <https://doi.org/10.7818/re.2014.21-1-2.00>
- Gerardo, C. (2019). A brief outline on current taxonomical and nomenclatural aspects of the genus *Cinchona* (Rubiaceae-Cinchoneae). *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43, 234–241. <https://doi.org/10.18257/raccefy.1079>
- Guzmán, M. (2020). *Modelos de Distribución Potencial de Especies Forestales en las Sierras de Jaén. Aplicaciones de alta resolución* [Universidad de Jaén].

<http://tauja.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/8512?mode=full>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. In *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (McGRAW-HIL).

<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hernández-Metodología de la investigación.pdf>

Huamán, L., Albán, J., & 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. *Ecología Aplicada*, 18(2), 145–153.
<https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1333>

Jerez, E. (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* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7663>

Jiménez, L. (2021). *Identificación de áreas naturales conservadas de Cinchona officinalis L., en la región Sur del Ecuador* [Universidad Nacional de Loja].
[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24164/1/Lorena Sthefania Jiménez Jiménez.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24164/1/Lorena%20Sthefania%20Jiménez%20Jiménez.pdf)

Jiménez, T. J. (2011). *Especies del género Cinchona en el área de conservación privada Huaricancha distrito de Sónor - Huacabamba - Piura* [Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2038>

Kessler, M., Toivonen, J. M., Sylvester, S. P., Kluge, J., & Hertel, D. (2014). Elevational patterns of *Polylepis* tree height (Rosaceae) in the high Andes of Peru: Role of human impact and climatic conditions. *Frontiers in Plant Science*, 5(MAY), 1–12.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00194>

- Lozada, B. I., & Sentelhes, C. (2008). Modelos de estimación de las temperaturas promedio de la mínima, máxima y media diaria para la región andina de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 58(2), 141–153. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2008000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Lozano, M. (2020). “Modelamiento espacial de nichos ecológicos para evaluación de presencia de *Cedrela odorata*, *Cedrela montana* y *Cedrelinga cateniformis* - Amazonas.” In *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009>
- Martínez, Z., Anaya, R., Jordán, A., & Bellenfante, N. (2007). Propuesta de un modelo de distribución de especies forestales en el Parque Natural Sierra de Aracena y el Andévalo occidental (Huelva, España). *Tendencias Actuales de La Ciencia Del Suelo*, 993–1001. <http://hdl.handle.net/10261/85774>
- Mateo, R. G., Felicísimo, A. M., & Muñoz, J. (2011). Species distributions models: A synthetic revision | Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84(2), 217–240. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>
- Mejía, A. A. (2014). *Metodología para la cartografía de bosques del género Polylepis, aplicando Geomatica* [Universidad Nacional Agraria la Molina]. <file:///C:/Users/hp/Downloads/K10-M43-T.pdf>
- Mejía, D., Tonón, M., & Abad, L. (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, 17. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/2215>
- Mora, F., Muñoz, R., Meza, V., & Fonseca, W. (2015). Factores edáficos que influyen en

- el crecimiento de *Vochysia guatemalensis* en la región Huetar Norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 39(1), 71–89. <https://doi.org/10.15517/rac.v39i1.19547>
- Palacios, A., Jiménez, E., Rodríguez, R., & Razo, R. (2021). Distribución potencial de *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst. en el estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(63), 17. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i63.812>
- Peña, M. A., Cárdenas, D., & Duque, Á. (2010). Distribución de especies y su relación con la variación ambiental y espacial a escala local en un bosque de tierra firme en la Amazonia Colombiana Species. *Actualidades Biológicas*, 32(92), 41–51. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/331485>
- Pérez, C., & Villarroel, D. (2020). Modelo de distribución espacial de la almendra chiquitana (*Dipteryx alata* Vogel, Fabaceae) en Bolivia. *Ecología En Bolivia*, 55(3), 160–172. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282020000300003&lang=es
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Dudík, M., Schapire, R. E., & Blair, M. E. (2017). Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography*, 40(7), 887–893. <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>
- Pliscoff, P., & 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*, 48, 61–79. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022011000100005>
- Rojas, C., Cardozo, A., Hernández, L., Lapp, M., Rodríguez, H., Ruiz, T., & Torrecilla, P. (2006). Botánica sistemática: fundamentos para su estudio. *Universidad Central de Venezuela*, 242. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Botanica/Botanica_

Sistemática/GUIA_DE_BOTANICA_SISTEMATICA_I.pdf

Rosenberg, G. (2008, June). El concepto de bosque en la legislación Argentina y en la normativa internacional. *CORE*, 6. <http://www.redsocialesunlu.net/wp-content/uploads/2015/06/RSOC009-15-ARTICULO-MARTINEZ-MINAVERRY.pdf>

Ruiz de Larramendi Fortún, M. (2017). *Diseño de metodología y desarrollo de recursos para la modelización de especies exóticas invasoras; análisis de su aplicabilidad en el caso de Vespa velutina* [Universidad Pública de Navarra]. <https://hdl.handle.net/2454/25899>

Ruiz, H., & Pavon, J. (1930). *Flora Peruviana, et Chilensis, Sive Descriptiones, Et Icones Plantarum Peruvianarum, Et Chilensium, Secundum Systema Linnaeanum Digestae, Cum Characteribus Plurium Generum Evulgatorum Reformatis*. <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/814>

Sánchez, J. (2009). El Ciclo Hidrológico. *Universidad de Salamanca*, 1, 9. <http://hidrologia.usal.es.xn--pg-mia.1>

Sánchez Santillán, T., Meléndez Mori, J., Morales Rojas, E., Chichipe Puscan, A., Oliva Cruz, S., & Huaman Vela, M. (2021). Multiplicación clonal del árbol de la quina (*Cinchona officinalis*): una alternativa para conservar el árbol nacional de Perú. *Bioagro*, 33(3), 215–222. <https://doi.org/10.51372/bioagro333.7>

Soilhi, Z., Sayari, N., Benalouache, N., & Mekki, M. (2022). Predicting current and future distributions of *Mentha pulegium* L. in Tunisia under climate change conditions, using the MaxEnt model. *Ecological Informatics*, 68, 101533. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101533>

Timaná de la Flor, M., & Cuentas, M. A. (2015). Biogeografía predictiva: técnicas de modelamiento de distribución de especies y su aplicación en el impacto del cambio

- climático. *Espacio y Desarrollo*, 27, 159–179.
<https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201501.008>
- Treviño, Í., Balvin, M., Mejía, A., Ramos, D., Durand, K., & Montesinos, D. (2019). Impacto de los cambios climáticos y uso de suelo, en la distribución de las especies de géneros endémicos de Asteraceae de Arequipa. *Arnaldoa*, 26(13), 71–96.
<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26105>
- Yacila, K. A. P., Suarez-Peña, E. A., Pera, C. A. T., Requena, L. A. B., Sánchez, L. X. L., Rodríguez, I. Z., Paredes-Vilca, O. J., & García, J. Y. D. (2021). Genetic diversity and phylogeny of the genus *Cinchona* in Cutervo National Park, Peru. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 517–524. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.056>
- Yang, J., Huang, Y., Jiang, X., Chen, H., Liu, M., & Wang, R. (2022). Potential geographical distribution of the endangered plant *Isoetes* under human activities using MaxEnt and GARP. *Global Ecology and Conservation*, 38(February), e02186.
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02186>
- Zavala, M. A., Ruiz-Benito, P., Benito-Garzón, M., & García-Valdés, R. (2015). Aplicación de los Modelos de Distribución de Especies (MDE) para el análisis de los efectos del cambio climático en los bosques ibéricos. *Impactos y Vulnerabilidad*, 3, 419–432. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/cap36-aplicaciondelosmodelosdedistribuciondeespeciesmde_tcm30-70238.pdf
- Zevallos, P. (2009). *Taxonomía, distribución geográfica y status del género Cinchona en el Perú* (Z. Percy A. (ed.); CDC-UNALM).
https://www.researchgate.net/publication/266558941_Taxonomia_distribucion_geografica_y_status_del_genero_Cinchona_en_el_Peru
- Zhao, Y., Deng, X., Xiang, W., Chen, L., & Ouyang, S. (2021). Predicting potential

suitable habitats of Chinese fir under current and future climatic scenarios based on Maxent model. *Ecological Informatics*, 64(August), 101393. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101393>

Zutta, B. R., Rundel, P. W., Saatchi, S., Casana, J. D., Gauthier, P., Soto, A., Velazco, Y., & Buermann, W. (2012). Prediciendo la distribución de *Polylepis*: bosques Andinos vulnerables y cada vez más importantes. *Revista Peruana de Biología*, 19(2), 205–212. <https://doi.org/10.15381/rpb.v19i2.849>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Tabla 6 Registro de coordenadas del género *Cinchona*

Nº	longitud	latitud	Genero	Especie	Provincia y/o Distrito
1	-78.327005	-5.54700447	Cinchona	<i>Cinchona krauseana L. Andersson</i>	Amazonas
2	-78.66694727	-5.27000375	Cinchona	<i>Cinchona pubescens Vahl</i>	Amazonas
3	-78.36861829	-5.26555074	Cinchona	<i>Cinchona villosa Pav. ex Lindl.</i>	Amazonas
4	-79.73000646	-5.05000374	Cinchona	<i>Cinchona parabolica Pav.</i>	Amazonas
5	-78.83330111	-6.25000096	Cinchona	<i>Cinchona L.</i>	Amazonas
6	-78.7673364	-5.16125326	Cinchona	<i>Cinchona L.</i>	Amazonas
7	-78.80833085	-5.70833147	Cinchona	<i>Cinchona L.</i>	Amazonas
8	-78.80833085	-5.70833147	Cinchona	<i>Cinchona officinalis L.</i>	Amazonas
9	-78.02186385	-6.01142894	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Amazonas
10	-78.05781368	-6.19217941	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
11	-78.06193414	-6.18819994	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
12	-78.05630129	-6.19304736	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
13	-78.05105363	-6.1935422	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
14	-78.02343534	-6.00953127	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
15	-78.02371259	-6.00666891	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
16	-78.01910585	-6.00086187	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
17	-78.06621882	-6.1691516	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
18	-78.06130196	-6.17026284	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
19	-78.02371259	-6.00666891	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
20	-77.73310769	-6.31500577	Cinchona	<i>Cinchona</i>	Amazonas
21	-77.87000577	-5.83000366	Cinchona	<i>Cinchona fruticosa L. Andersson</i>	Amazonas
22	-77.88530071	-5.76310202	Cinchona	<i>Cinchona</i>	Amazonas
23	-77.40000796	-6.33333417	Cinchona	<i>Cinchona fruticosa L. Andersson</i>	Amazonas
24	-77.88333728	-5.78333251	Cinchona	<i>Cinchona fruticosa L. Andersson</i>	Amazonas
25	-77.86667554	-5.83333656	Cinchona	<i>Cinchona fruticosa L. Andersson</i>	Amazonas

26	-77.95000031	-5.83333032	Cinchona	<i>Cinchona scrobiculata Bonpl.</i>	Amazonas
27	-77.47027235	-5.73583443	Cinchona	<i>Cinchona parabolica Pav.</i>	Amazonas
28	-77.72000645	-6.30000204	Cinchona	<i>Cinchona officinalis L.</i>	Amazonas
29	-77.88000263	-5.75000081	Cinchona	<i>Cinchona L.</i>	Amazonas
30	-77.88000067	-5.78000647	Cinchona	<i>Cinchona L.</i>	Amazonas
31	-76.83330337	-7.00000148	Cinchona	<i>Cinchona L.</i>	Amazonas
32	-77.19628497	-6.28042333	Cinchona	<i>Cinchona villosa Lindl.</i>	Amazonas
33	-77.3260636	-6.11556187	Cinchona	<i>Cinchona scrobiculata Humb. & Bonpl.</i>	Amazonas
34	-77.87080627	-6.23084328	Cinchona	<i>Cinchona L.</i>	Amazonas
35	-78.00000424	-6.37000682	Cinchona	<i>Cinchona officinalis L.</i>	Amazonas
36	-77.80389906	-6.76029679	<i>Cinchona</i>	officinalis	Amazonas
37	-77.79724022	-6.7434568	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
38	-77.77547011	-6.68670157	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
39	-77.96763655	-6.44123963	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
40	-77.96979306	-6.44554545	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
41	-77.96868141	-6.44386252	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
42	-77.66878214	-6.23617022	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
43	-77.67292846	-6.23110678	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
44	-77.67294657	-6.23111573	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
45	-77.88960704	-5.84519063	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
46	-77.91975144	-5.93362069	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Amazonas
47	-77.38036283	-6.47636887	<i>Cinchona</i>	macrocalyx	Amazonas
48	-77.44721842	-6.41729442	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
49	-77.96309288	-5.59901555	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
50	-77.95646389	-5.61850045	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
51	-77.94554935	-5.64122355	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
52	-77.87617915	-5.8481418	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
53	-77.91215618	-5.94608363	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
54	-77.91409307	-5.94376953	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Amazonas
55	-77.51967028	-6.46907189	<i>Cinchona</i>	pitayensis	Amazonas
56	-77.36607055	-6.47516126	<i>Cinchona</i>	<i>pitayensis</i>	Amazonas
57	-79.0690948	-6.37817441	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)

58	-79.05439384	-6.36787559	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
59	-79.05497851	-6.36860108	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
60	-79.07041965	-6.38156077	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
61	-79.07109409	-6.38245837	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
62	-79.05497851	-6.36860108	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
63	-79.07041965	-6.38156077	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
64	-79.05429051	-6.36891492	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
65	-79.05806941	-6.37094532	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
66	-79.0710132	-6.38234053	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
67	-79.06908579	-6.37816534	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
68	-79.07078754	-6.38468135	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
69	-79.05840419	-6.37083808	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
70	-79.07089504	-6.38252091	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
71	-79.07041955	-6.38158789	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
72	-79.07094652	-6.38325344	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
73	-79.07050071	-6.3816334	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
74	-79.06908579	-6.37816534	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
75	-79.06970919	-6.38062687	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
76	-79.06885086	-6.37815542	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
77	-79.06981114	-6.37994916	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
78	-79.06914899	-6.37818366	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
79	-79.07177909	-6.38053517	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
80	-79.07041955	-6.38158789	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
81	-79.06885086	-6.37815542	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
82	-79.07146231	-6.38066056	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
83	-79.06046599	-6.37288913	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
84	-79.07035967	-6.38068355	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)

85	-79.07048149	-6.38194073	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
86	-79.07040831	-6.38217552	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
87	-79.07206835	-6.38051817	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
88	-79.0690948	-6.37817441	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
89	-79.06046599	-6.37288913	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
90	-79.06857132	-6.37799163	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
91	-79.07138108	-6.38063313	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
92	-79.07162529	-6.3805798	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
93	-79.07241105	-6.38070931	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
94	-79.06900395	-6.37830065	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
95	-79.07114662	-6.38049663	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
96	-79.07029282	-6.38164166	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
97	-79.05793515	-6.37060125	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
98	-79.07091321	-6.38249386	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
99	-79.07106735	-6.38235882	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
100	-79.06050193	-6.37294351	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
101	-79.06842601	-6.37818095	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
102	-79.0722674	-6.38045562	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
103	-79.06153243	-6.37287506	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
104	-79.06026683	-6.37297879	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
105	-79.07112141	-6.38240422	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
106	-79.07132696	-6.3806058	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
107	-79.0634435	-6.37415703	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
108	-79.05849408	-6.370965	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
109	-79.07230355	-6.38045576	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
110	-79.06254172	-6.3736383	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
111	-79.06999689	-6.38102576	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)

112	-79.05853927	-6.37096517	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
113	-79.0584492	-6.37088346	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
114	-79.05670281	-6.36667278	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
115	-79.06064503	-6.37334186	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
116	-79.0700238	-6.3810801	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
117	-79.06987322	-6.38026584	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
118	-79.05823215	-6.37092785	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
119	-79.06026683	-6.37297879	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
120	-79.05862614	-6.3694918	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
121	-79.05816984	-6.37067446	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
122	-79.058412	-6.37116359	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
123	-79.05862614	-6.3694918	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
124	-79.05864122	-6.37028747	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Cajamarca (Chota-Querocoto)
125	-78.94316215	-5.69166155	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	BOSQUE HUAMANTANGA, JAÉN
126	-78.94318026	-5.69164353	<i>Cinchona</i>	<i>glandulifera</i>	BOSQUE HUAMANTANGA, JAÉN
127	-78.94777085	-5.67217719	<i>Cinchona</i>	<i>micrantha</i>	BOSQUE HUAMANTANGA, JAÉN
128	-78.94705217	-5.67379293	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	BOSQUE HUAMANTANGA, JAÉN
129	-78.94329406	-5.68755756	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	BOSQUE HUAMANTANGA, JAÉN
130	-78.94305944	-5.68754768	<i>Cinchona</i>	<i>glandulifera</i>	BOSQUE HUAMANTANGA, JAÉN
131	-78.94033355	-5.6647555	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	BOSQUE HUAMANTANGA, JAÉN
132	-78.94314545	-5.66584133	<i>Cinchona</i>	<i>scrobiculata</i>	BOSQUE HUAMANTANGA, JAÉN
133	-78.81372555	-6.28458739	<i>Cinchona</i>	<i>pitayensis</i>	Parque Nacional Cutervo
134	-78.78146203	-6.16902509	<i>Cinchona</i>	<i>pitayensis</i>	Parque Nacional Cutervo
135	-78.78148931	-6.16898001	<i>Cinchona</i>	<i>pitayensis</i>	Parque Nacional Cutervo
136	-78.78146222	-6.16897989	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Parque Nacional Cutervo
137	-78.74174791	-6.14993876	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Parque Nacional Cutervo
138	-78.75282289	-6.19865372	<i>Cinchona</i>	<i>calisaya</i>	Parque Nacional Cutervo
139	-78.73692051	-6.19356923	<i>Cinchona</i>	<i>calisaya</i>	Parque Nacional Cutervo
140	-78.74264784	-6.19123436	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Parque Nacional Cutervo

141	-78.75407979	-6.22388806	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Parque Nacional Cutervo
142	-78.75688165	-6.22775077	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Parque Nacional Cutervo
143	-78.76314493	-6.21626109	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Parque Nacional Cutervo
144	-78.76317198	-6.21627024	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Parque Nacional Cutervo
145	-78.88330142	-4.96670136	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona parabolica</i>	Cajamarca
146	-78.66666104	-6.16666334	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona pubescens Vahl</i>	Cajamarca
147	-78.88333334	-5.41666309	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona L.</i>	Cajamarca
148	-78.74083616	-5.17695172	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona glandulifera (Ruiz) Ruiz & Pav.</i>	Cajamarca
149	-78.7852827	-5.11055712	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona villosa Pav. ex Lindl.</i>	Cajamarca
150	-78.76722868	-5.16111728	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona scrobiculata Bonpl.</i>	Cajamarca
151	-78.2500046	-6.55000505	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona calisaya Wedd.</i>	Cajamarca
152	-78.33333895	-6.48333139	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona pubescens Vahl</i>	Cajamarca
153	-78.28333585	-6.55000586	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona macrocalyx Pav. ex DC.</i>	Cajamarca
154	-78.68666914	-5.26972489	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona parabolica Pav.</i>	Cajamarca
155	-78.67444963	-5.27000473	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona fruticosa L. Andersson</i>	Cajamarca
156	-78.5333344	-5.16666891	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona fruticosa L. Andersson</i>	Cajamarca
157	-78.67388259	-5.2697224	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona fruticosa L. Andersson</i>	Cajamarca
158	-78.89166312	-5.0772217	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona L.</i>	Cajamarca
159	-79.27138525	-5.6741662	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona krauseana L. Andersson</i>	Cajamarca
160	-78.88333759	-4.96666532	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona macrocalyx Pav. ex DC.</i>	Cajamarca
161	-79.26833641	-5.27527861	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona parabolica Pav.</i>	Cajamarca
162	-79.27138525	-5.6741662	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona macrocalyx Pav. ex DC.</i>	Cajamarca
163	-79.26694963	-5.68139584	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona macrocalyx Pav. ex DC.</i>	Cajamarca

164	-78.88416621	-4.98944103	Cinchona	<i>Cinchona fruticosa L. Andersson</i>	Cajamarca
165	-78.91666689	-5.00000504	Cinchona	<i>Cinchona L.</i>	Cajamarca
166	-78.89167188	-5.0994524	Cinchona	<i>Cinchona parabolica Pav.</i>	Cajamarca
167	-78.33805433	-5.05666815	Cinchona	<i>Cinchona scrobiculata Bonpl.</i>	Cajamarca
168	-78.80833881	-5.70861174	Cinchona	<i>Cinchona scrobiculata Bonpl.</i>	Cajamarca
169	-78.80451365	-5.70589422	Cinchona	<i>Cinchona scrobiculata Bonpl.</i>	Cajamarca
170	-79.53333803	-4.58333049	Cinchona	<i>Cinchona macrocalyx Pav. ex DC.</i>	Piura
171	-79.79388466	-5.03888313	Cinchona	<i>Cinchona macrocalyx Pav. ex DC.</i>	Piura
172	-79.33191481	-5.42517301	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancusur- Sónдор- Huancabamba- Piura
173	-79.33195995	-5.42516409	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
174	-79.33204998	-5.42523668	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
175	-79.3320591	-5.42520054	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
176	-79.33220327	-5.42527328	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
177	-79.33239221	-5.42547274	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
178	-79.33264093	-5.42690217	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
179	-79.33260412	-5.42716431	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
180	-79.33225704	-5.42540906	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
181	-79.33100079	-5.4228646	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
182	-79.33092893	-5.42274684	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
183	-79.33057661	-5.4228996	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
184	-79.3306214	-5.42301728	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
185	-79.33100972	-5.42290079	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
186	-79.33089264	-5.42281908	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura
187	-79.33083863	-5.42277372	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sónдор- Huancabamba- Piura

188	-79.3308206	-5.42276463	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
189	-79.33080256	-5.42276458	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
190	-79.33078446	-5.42278261	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
191	-79.3307484	-5.42277347	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
192	-79.33071233	-5.42276433	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
193	-79.33067621	-5.42277327	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
194	-79.33059503	-5.42276401	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
195	-79.33052297	-5.42271859	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
196	-79.33054994	-5.42275484	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
197	-79.33073895	-5.42292717	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
198	-79.33072983	-5.42296332	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
199	-79.33074775	-5.42300858	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
200	-79.33074763	-5.42305379	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
201	-79.33074758	-5.42307188	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
202	-79.33076567	-5.42305384	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
203	-79.33081079	-5.42305397	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
204	-79.33082891	-5.42302689	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
205	-79.33090134	-5.42293666	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
206	-79.33091934	-5.4229548	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
207	-79.3309555	-5.42292777	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
208	-79.33102776	-5.42290084	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
209	-79.33103686	-5.42287374	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
210	-79.33472956	-5.42205199	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
211	-79.33219417	-5.42530038	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
212	-79.33216683	-5.42539977	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
213	-79.33402385	-5.42274633	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura
214	-79.33330114	-5.42306084	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor-Huancabamba- Piura

215	-79.33318312	-5.42332275	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
216	-79.33336426	-5.4230791	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
217	-79.34528416	-5.39306268	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
218	-79.3340158	-5.38276842	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
219	-79.33389856	-5.38275001	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
220	-79.33376305	-5.38281294	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
221	-79.33323979	-5.38279342	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
222	-79.33236383	-5.38308039	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
223	-79.33242649	-5.38326142	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
224	-79.33238111	-5.38336076	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
225	-79.33242511	-5.38376781	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
226	-79.33230743	-5.38391217	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
227	-79.33229799	-5.38406587	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
228	-79.33276077	-5.38309956	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
229	-79.33058749	-5.38598728	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
230	-79.33060575	-5.38590595	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
231	-79.33064179	-5.38592413	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
232	-79.33057045	-5.38561648	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
233	-79.33067904	-5.38549923	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
234	-79.33066179	-5.38520981	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
235	-79.33073446	-5.38502916	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
236	-79.33069837	-5.38502906	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
237	-79.33107754	-5.38494871	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
238	-79.33263828	-5.38500724	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
239	-79.33168217	-5.38490516	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
240	-79.33086169	-5.42094716	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
241	-79.33084364	-5.42094711	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura

242	-79.33083467	-5.420929	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
243	-79.33075364	-5.42086548	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
244	-79.33048342	-5.42069292	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
245	-79.33030316	-5.42062008	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
246	-79.33031218	-5.4206201	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
247	-79.33032118	-5.42062917	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
248	-79.330231	-5.42061084	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
249	-79.33006004	-5.42043855	<i>Cinchona</i>	<i>parabolica</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
250	-79.3297803	-5.42044683	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
251	-79.32972616	-5.42044668	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
252	-79.32966302	-5.42043746	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
253	-79.32960906	-5.42037401	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
254	-79.32921205	-5.42037291	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
255	-79.32904074	-5.42032723	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
256	-79.32906788	-5.42030018	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
257	-79.32889642	-5.42030874	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
258	-79.32892361	-5.42026361	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
259	-79.32894168	-5.42025461	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
260	-79.32849061	-5.42022624	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
261	-79.32824689	-5.42026174	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
262	-79.32830113	-5.42022572	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
263	-79.32812984	-5.42017099	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
264	-79.32823046	-5.41967392	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
265	-79.32879898	-5.41964836	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
266	-79.32883552	-5.41948569	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
267	-79.32911528	-5.41946838	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
268	-79.32931371	-5.41949605	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura

269	-79.32931369	-5.4195051	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
270	-79.32942181	-5.41955965	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
271	-79.32934963	-5.41955945	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
272	-79.32934963	-5.41955945	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
273	-79.32952077	-5.41966844	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
274	-79.32945763	-5.41965922	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
275	-79.32943949	-5.41969534	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
276	-79.32943037	-5.41973149	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
277	-79.32961045	-5.41986762	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
278	-79.32962855	-5.41984959	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
279	-79.32975457	-5.41995845	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
280	-79.33126989	-5.42016157	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
281	-79.32797682	-5.42003492	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
282	-79.3294846	-5.41969546	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
283	-79.32879013	-5.41958503	<i>Cinchona</i>	<i>parabolica</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
284	-79.32943049	-5.41968627	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
285	-79.34064202	-5.39470486	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
286	-79.34048854	-5.39474061	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
287	-79.3401817	-5.3947669	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
288	-79.32637332	-5.39939507	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
289	-79.32636429	-5.39939505	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
290	-79.32638236	-5.39938605	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Mancucur- Sándor- Huancabamba- Piura
291	-79.32716388	-5.36764833	<i>Cinchona</i>	<i>parabolica</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
292	-79.32715469	-5.3677116	<i>Cinchona</i>	<i>parabolica</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
293	-79.32701923	-5.36775644	<i>Cinchona</i>	<i>parabolica</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
294	-79.32552889	-5.36836726	<i>Cinchona</i>	<i>parabolica</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
295	-79.32511271	-5.36879113	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura

296	-79.32508555	-5.36882722	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
297	-79.3249143	-5.36876346	<i>Cinchona</i>	<i>parabolica</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
298	-79.32458068	-5.3686902	<i>Cinchona</i>	<i>parabolica</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
299	-79.32443491	-5.36920523	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
300	-79.3268222	-5.37053201	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
301	-79.32867321	-5.37000356	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
302	-79.32946702	-5.37005999	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
303	-79.32980119	-5.36993431	<i>Cinchona</i>	<i>macrocalyx</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
304	-79.32545614	-5.37848584	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
305	-79.32549223	-5.37848594	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
306	-79.32547426	-5.37845876	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
307	-79.32554666	-5.37837758	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
308	-79.32561007	-5.37828732	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
309	-79.32561019	-5.37824211	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
310	-79.32568232	-5.37826039	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
311	-79.32563763	-5.37810655	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
312	-79.32555645	-5.37809728	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
313	-79.3255477	-5.37799779	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
314	-79.32562013	-5.37790756	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
315	-79.32569278	-5.37773595	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
316	-79.3257109	-5.37770887	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
317	-79.32557623	-5.37746435	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
318	-79.32561313	-5.37716604	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
319	-79.32567636	-5.37713908	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
320	-79.32570385	-5.37698543	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
321	-79.32574909	-5.37694034	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura
322	-79.32590259	-5.37689555	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Sándor- Huancabamba- Piura

323	-79.32603773	-5.37696826	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Són dor- Huancabamba- Piura
324	-79.32599252	-5.37700431	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Són dor- Huancabamba- Piura
325	-79.3261101	-5.37689612	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Són dor- Huancabamba- Piura
326	-79.3259479	-5.37682333	<i>Cinchona</i>	<i>pubescens</i>	Shumaya- Són dor- Huancabamba- Piura
327	-79.39691548	-5.29138559	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
328	-79.39573403	-5.29124689	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
329	-79.3956978	-5.29130105	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
330	-79.38434851	-5.29837935	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
331	-79.38361519	-5.29589966	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
332	-79.38381402	-5.29576453	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
333	-79.38401263	-5.29571079	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
334	-79.38314382	-5.29676655	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
335	-79.3830081	-5.29691993	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
336	-79.38300801	-5.2969561	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
337	-79.38305234	-5.29725463	<i>Cinchona</i>	<i>officinalis</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
338	-79.39501143	-5.29158865	<i>Cinchona</i>	<i>parabolica</i>	Huaricanche- Són dor- Huancabamba- Piura
339	-77.00000101	-7.0000003	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona sp.</i>	San Martín
340	-77.43333487	-5.76666893	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona L.</i>	San Martín
341	-77.35000849	-7.45000658	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona pubescens Vahl</i>	San Martín
342	-76.92295914	-6.10763622	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona micrantha Ruiz & Pav.</i>	San Martín
343	-77.00041838	-7.00026974	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona macrocalyx Pav. ex DC.</i>	San Martín
344	-77.96305224	-5.83638763	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona villosa Pav. ex Lindl.</i>	San Martín
345	-77.67250865	-6.73602348	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona parabolica Pav.</i>	San Martín
346	-76.47861619	-6.51278674	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona officinalis L.</i>	San Martín

Tabla 7 Variables para el modelado en MaxEnt

Variable	Unidad	Símbolo
Temperatura media del trimestre más húmedo	° C	bio_08
Precipitación del cuarto más frío	mm	bio_19
Rango diurno medio	° C	bio_02
Rango de temperatura anual	° C	bio_07
Precipitación del mes más seco	mm	bio_14
temperatura_de_la_superficie_terrestre	° C	t_s_t
Precipitación del cuarto más cálido	mm	bio_18

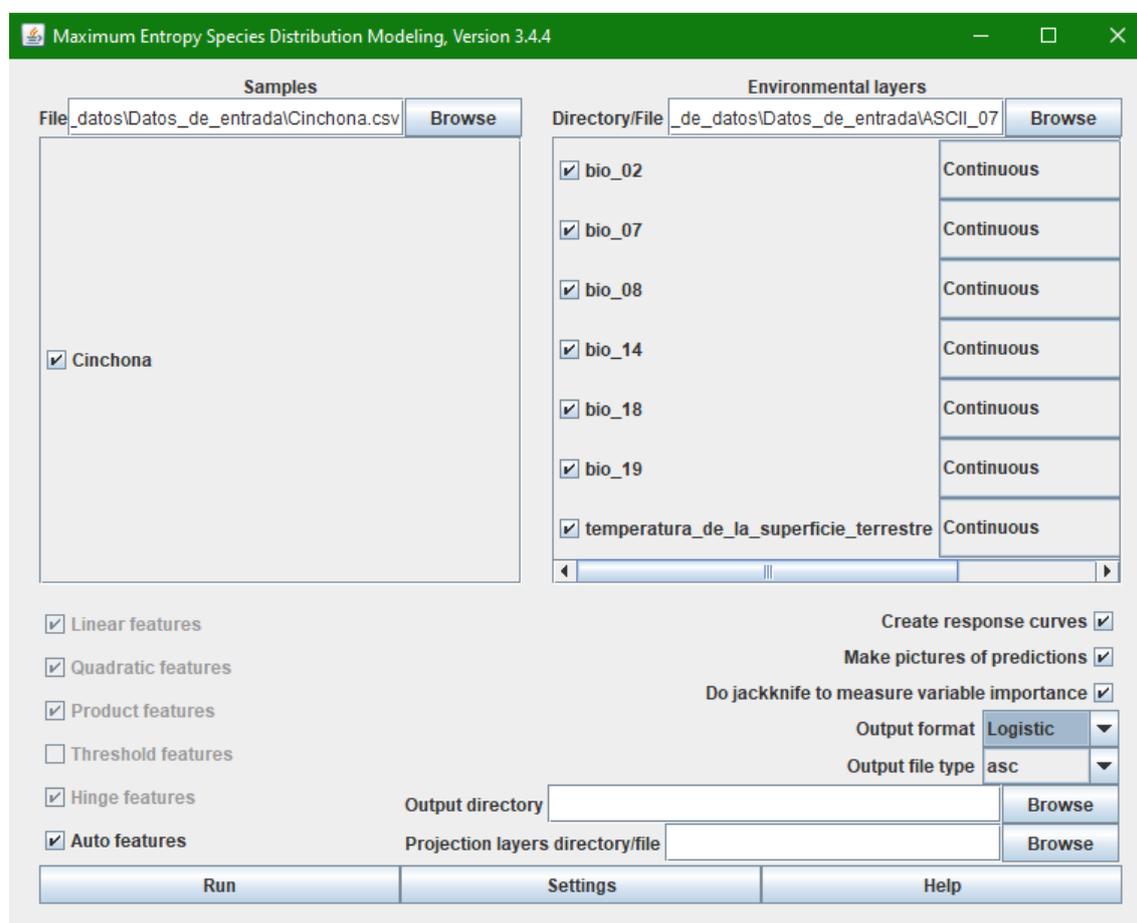
Figura 12 Interfaz del modelo MaxEnt

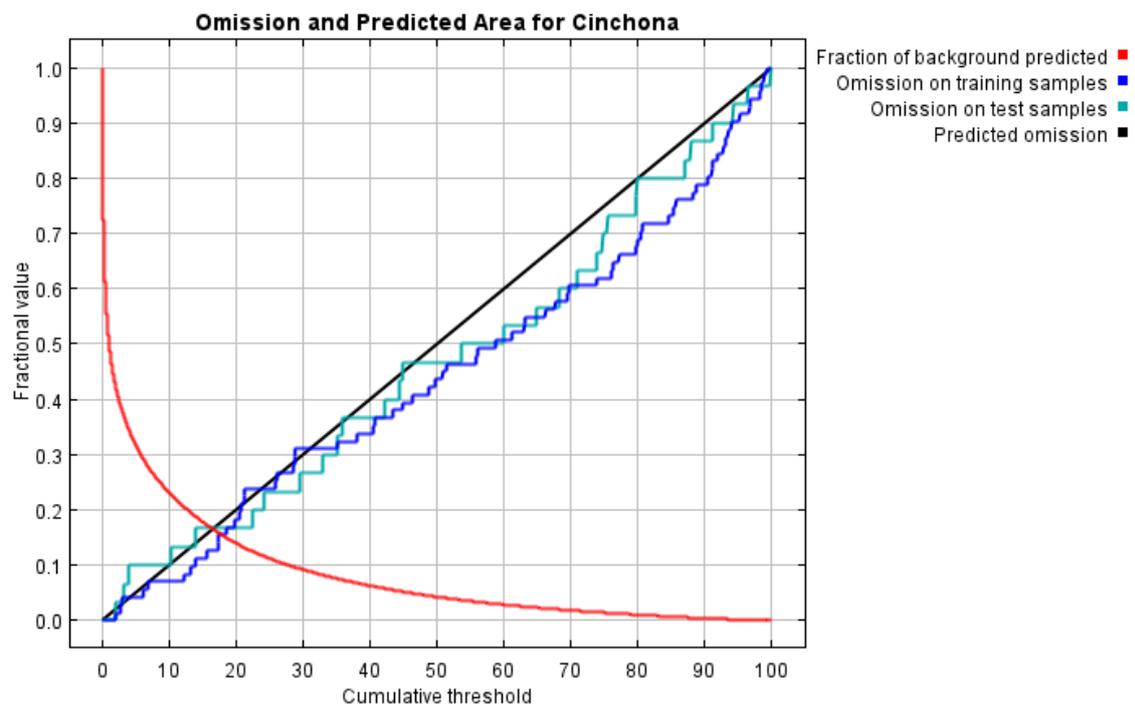
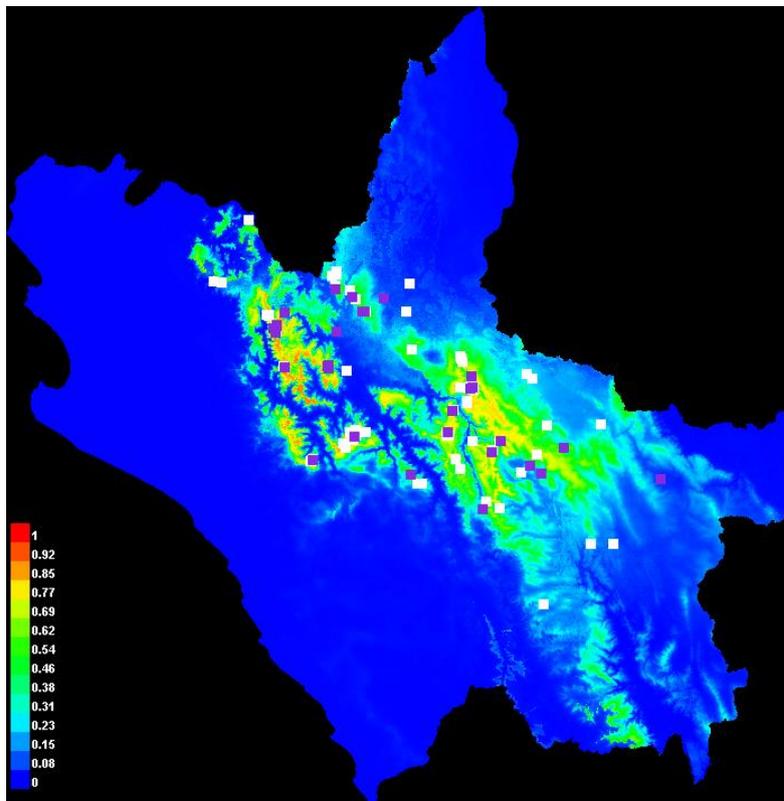
Figura 13 *Análisis de omisión/comisión***Figura 14** *Modelo ejecutado en crudo*

Figura 15 *Curvas de respuesta de cada variable*

