

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA FORESTAL**

**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE CINCO ESPECIES
FORESTALES AMENAZADAS EN EL SISTEMA DE
CONSERVACIÓN REGIONAL DE AMAZONAS, PERÚ**

Autora: Bach. Yhomara Thairs Maslucan Mori

Asesor: Mg. Dany Alexander Cotrina Sánchez

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

- Datos de autor 1**
Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Masilucan Mori Yhomara Thairs
DNI N°: 75177581
Correo electrónico: 7517758172@untrm.edu.pe
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias
Escuela Profesional: Ingeniería Forestal
- Datos de autor 2**
Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____
- Título de la tesis para obtener el Título Profesional**
Distribución potencial de cinco especies forestales amenazadas en el Sistema de Conservación regional de Amazonas, Perú.
- Datos de asesor 1**
Apellidos y nombres: Cotrina Sánchez Dany Alexander
DNI, Pasaporte, C.E N°: 46449406
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0003-0868-9511
- Datos de asesor 2**
Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) _____
- Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)**
https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html 4.01.02 -- Forestal
- Originalidad del Trabajo**
Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.
- Autorización de publicación**
El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC. Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 06 de octubre de 2023


Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida, conocimiento, fortaleza para poder enfrentar los diferentes obstáculos que se presentan. Y por guiarme en este trayecto de mi vida profesional.

A mis queridos Padres por haberme, dado su apoyo incondicional para poder lograr mis objetivos y metas. Por siempre estar a mi lado aconsejándome y ayudándome en todo momento.

A mi hermano por brindarme su cariño, apoyo y estar conmigo, en todo momento, gracias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por cuidarme, protegerme y guiarme en todo momento.

A mi familia, mis padres y hermano, por su amor y apoyo en mi formación personal y en especial a una persona que siempre me anima a seguir adelante.

A mi asesor Mg. Dany Alexander Cotrina Sánchez, quien, con su apoyo, instrucción y enseñanza, se pudo realizar esta investigación, mi eterna gratitud.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por haberme acogido en sus aulas y permitido formarme profesionalmente.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

JORGE LUIS MAICELO QUINTANA Ph. D.

RECTOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (x), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Distribución potencial de cinco especies forestales amenazadas en el Sistema de Conservación Regional de Amazonas, Perú.; del egresado Yhomara Thairis Maslucan Mori de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 16 de Agosto de 2023


Firma y nombre completo del Asesor
Dany Alexander Cotrina Sanchez

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Mg. Sc ELÍ PARIENTE MONDRAGÓN

PRESIDENTE



Ms. INGRID ARACELLI CASSANA HUAMÁN

SECRETARIO



Mg. Sc ALEX JOEL VERGARA ANTICONA

VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Distribución potencial de cinco especies forestales amenazadas
en el Sistema de Conservación Regional de Amazonas, Perú.

presentada por el estudiante ()/egresado (X) Yhomara Thairs Maslucan Mori

de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal

con correo electrónico institucional 7517758172@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 18 de septiembre del 2023

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 29 de setiembre del año 2023, siendo las 11:00 horas, el aspirante: Yhomara Thais Mariscal Mori, asesorado por Mg. Dany Alexander Cotoza Sánchez defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: "DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE CINCO ESPECIES FORESTALES AMENAZADAS EN EL SISTEMA DE CONSERVACIÓN REGIONAL DE AMAZONAS, PERÚ", para obtener el Título Profesional de Ingeniera Forestal, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Eli Poriente Mondragón

Secretario: Ingrid Araceli Cassano Huamán

Vocal: ALEX JOSEL VERGARA ANTICONA

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:
.....

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	vii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	21
2.1. Materiales, equipos y software	21
2.2. Metodología.....	22
2.2.1. Área de estudio	22
2.2.2. Diseño metodológico	23
2.2.3. Recopilación de datos de presencia de las especies forestales amenazadas ..	24
2.2.4. Análisis de las especies forestales amenazadas.....	24
2.2.5. Base cartográfica	24
2.2.6. Extracción de valores en las variables	25
2.2.7. Extracción de ocurrencia de los puntos de presencia	26
2.2.8. Ejecución y validación del modelo.....	27
2.2.9. Determinación de la distribución de especies dentro del SICRE.....	27
2.2.10. Coexistencia de las especies forestales amenazadas	27
2.2.11. Elaboración de mapas temáticos	28
III. RESULTADOS.....	29
IV. DISCUSIÓN	64

V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES	69
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	70
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales, equipos y software	21
Tabla 2. Variables bioclimáticas, topográficas, edáficas y cobertura vegetal	26
Tabla 3. Especies forestales con mayor abundancia y categoría de amenaza	29
Tabla 4. Distribución potencial <i>A. leiocarpa</i>	33
Tabla 5. Distribución por provincias de <i>A. leiocarpa</i>	33
Tabla 6. Distribución potencial de <i>C. decandra</i>	37
Tabla 7. Distribución por provincias de <i>C. decandra</i>	37
Tabla 8. Distribución potencial de <i>C. montana</i>	41
Tabla 9. Distribución por provincias de <i>C. montana</i>	41
Tabla 10. Distribución potencial de <i>C. cateniformis</i>	45
Tabla 11. Distribución por provincias de <i>C. cateniformis</i>	45
Tabla 12. Distribución potencial de <i>C. pentandra</i>	49
Tabla 13. Distribución por provincias de <i>C. pentandra</i>	49
Tabla 14. Distribución de especies forestales coexistentes	50
Tabla 15. Coexistencia de las especies forestales	50
Tabla 16. Distribución potencial de <i>A. leiocarpa</i> dentro del SICRE	53
Tabla 17. Distribución potencial de <i>C. decandra</i> dentro del SICRE	55
Tabla 18. Distribución potencial de <i>C. montana</i> dentro del SICRE	57
Tabla 19. Distribución potencial de <i>C. cateniformis</i> dentro del SICRE	60
Tabla 20. Distribución potencial de <i>C. pentandra</i> dentro del SICRE	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación.....	22
Figura 2. Metodología para la distribución potencial de cinco especies forestales en el SICRE.....	23
Figura 3. Especies forestales con mayor aprovechamiento forestal entre los años 2016-2021.....	30
Figura 4. Distribución potencial de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) JF Macbr.....	31
Figura 5. Área bajo la curva (AUC).....	32
Figura 6. Contribución de variables.....	32
Figura 7. Distribución potencial de <i>Cariniana decandra</i> Ducke.....	35
Figura 8. Área bajo la curva (AUC).....	36
Figura 9. Contribución de variables.....	36
Figura 10. Distribución potencial de <i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.....	39
Figura 11. Área bajo la curva.....	40
Figura 12. Contribución de variables.....	40
Figura 13. Distribución potencial de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke.....	43
Figura 14. Área bajo la curva (AUC).....	44
Figura 15. Contribución de variables.....	44
Figura 16. Distribución potencial de <i>Ceiba pentandra</i> (L). Gaertn.....	47
Figura 17. Área bajo la curva (AUC).....	48
Figura 18. Contribución de variables.....	48
Figura 19. Mapa de coexistencia de las cinco especies forestales amenazadas.....	52
Figura 20. Distribución de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr. dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas.....	54
Figura 21. Distribución potencial de <i>Cariniana decandra</i> Ducke dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas.....	56
Figura 22. Distribución potencial de <i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas.....	58
Figura 23. Distribución potencial de <i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas.....	59
Figura 24. Distribución potencial de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas.....	61

Figura 25. Distribución potencial de <i>Ceiba pentandra</i> (L). Gaertn dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas	63
Figura 26. Información brindada por Autoridad Regional Ambiental (ARA)	81
Figura 27. Correlación de Pearson	82
Figura 28. Variables utilizadas para el modelamiento de las especies forestales	83
Figura 29. Especies forestales maderables	84

RESUMEN

La región Amazonas posee gran biodiversidad de flora y fauna únicas a nivel internacional, sin embargo, en los últimos años está siendo amenazada. A partir de ello, la investigación tuvo como objetivos, analizar, modelar y cuantificar la distribución de cinco especies forestales; considerando, datos de presencia proveniente de inventarios de planes de manejo otorgados en Comunidades Nativas, Campesinas y Predios Privados entre 2016-2021 en el departamento de Amazonas. El análisis consideró el volumen de aprovechamiento otorgado por cada especie, así como identificar su estado de amenaza de las especies más aprovechadas: *Apuleia leiocarpa*, “Ana caspi”, preocupación menor (LC). *Cariniana decandra* “Papelillo o Lagarto Caspi” (LC). *Cedrela montana* “Cedro”, vulnerable (VU). *Cedrelinga cateniformis* “Tornillo” (LC) y *Ceiba pentandra* “Lupuna o Ceiba” (LC). Además, se realizó la distribución potencial, utilizando el método de modelo de Máxima Entropía (MaxEnt), considerando 14 variables: bioclimáticas (5), edáficas (5), topográficas (3) y 1 variable de cobertura vegetal. Esto permitió identificar la distribución potencial para: *C. cateniformis*, *A. leiocarpa*, *C. decandra* y *C. pentandra*, principalmente en las provincias de Bagua, Condorcanqui y Utcubamba. Asimismo, la especie *C. montana* presentó una distribución principalmente en las provincias de Rodríguez de Mendoza y Bongará respectivamente. Finalmente, se cuantificó la distribución potencial en áreas que conforman el Sistema de Conservación Regional (SICRE), abarcando en: Reserva comunal (1 566.31 ha), Santuario Nacional (567.96 ha), Zona Reservada (10 465.75 ha), Área de conservación Regional (5 626.95 ha), Áreas de Conservación Privada (27 633.5 ha) y 219 414.36 ha en Zonas de Amortiguamiento respectivamente.

Palabras claves: Distribución potencial, Amenaza, Sistema de Conservación Regional

ABSTRACT

The Amazon region has great biodiversity of unique flora and fauna at an international level, however, in recent years it has been threatened. From this, the research had as objectives, to analyze, model and quantify the distribution of five forest species; considering, presence data from inventories of management plans granted in Native Communities, Farmers and Private Lands between 2016-2021 in the department of Amazonas. The analysis considered the volume of use granted by each species, as well as identifying the threat status of the most used species: *Apuleia leiocarpa*, "Ana caspi", Least Concern (LC). *Cariniana decandra* "Papelillo or Lizard Caspi" (LC). *Cedrela montana* "Cedro", vulnerable (VU). *Cedrelinga cateniformis* "Tornillo" (LC) and *Ceiba pentandra* "Lupuna or Ceiba" (LC). In addition, the potential distribution was made, using the Maximum Entropy model method (MaxEnt), considering 14 variables: bioclimatic (5), edaphic (5), topographic (3) and 1 variable of vegetation cover. This allowed to identify the potential distribution for: *C. cateniformis*, *A. leiocarpa*, *C. decandra* and *C. pentandra*, mainly in the provinces of Bagua, Condorcanqui and Utcubamba. Likewise, the species *C. montana* presented a distribution mainly in the provinces of Rodríguez de Mendoza and Bongará respectively. Finally, the potential distribution in areas that make up the Regional Conservation System (SICRE) was quantified, covering: Communal Reserve (1 566.31 ha), National Sanctuary (567.96 ha), Reserved Zone (10 465.75 ha), Regional Conservation Area (5,626.95 ha), Private Conservation Areas (27,633.5 ha) and 219,414.36 ha in Buffer Zones respectively.

Keywords: Potential distribution, Threat, Regional Conservation System.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo los bosques se han ido disminuyendo, a causa de la deforestación, producto de la actividad humana, lo que ha generado disminución de la flora y fauna, conllevando a la extinción de especies. Es por ello que, a nivel internacional, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) es la autoridad mundial en cuanto al estado del mundo natural, a través de ello se genera las medidas necesarias para salvaguardar los recursos forestales y fauna silvestre (Squeo et al., 2010).

Por otro lado en Perú, la gran biodiversidad está siendo amenazada, por factores naturales y antrópicos (Alvarez-Montalván et al., 2021). Por lo que a partir del año 2006, se cuenta con el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, documento de categorización de especies amenazadas de flora silvestre: Peligro crítico (CR), Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazado (NT) o Preocupación menor (LC) (Guzman et al., 2021).

La región Amazonas tiene un gran patrimonio natural y cultural, en la cual, gracias a la diversidad de los climas y las zonas de vida, alberga gran cantidad de flora y fauna únicas en todo el mundo (Alkishe et al., 2017) (Gamarra et al., 2018). A partir de ello y con la finalidad de conservar dicho patrimonio natural, el Gobierno Regional de Amazonas ha creado un Sistema de Conservación Regional (SICRE) con el objetivo de garantizar la protección de la riqueza de nuestra región (Fernando, 2008; Romo et al., 2009). Actualmente en el departamento de Amazonas se encuentran, 2 Áreas de Conservación Regional (ACR), 18 Áreas de Conservación Privada (ACP), 4 Áreas Naturales protegidas (ANP), 7 Concesiones para Conservación (CC) y 2 Zonas Reservadas (ZR) (Castillo et al., 2023). Asimismo, con la finalidad de conservar las áreas que presentan un elevado potencial de recursos forestales y fauna. El gobierno ha optado por proteger los ecosistemas, dentro de ello se encuentra 9 ecosistemas frágiles, que albergan especies amenazadas y endémicas, teniendo los siguientes: Jalca-Quinjalca, Bosque Estacionalmente Seco Interandino-Marañón Libre, Jalca-Chiliquin, Matorral Andino-Hornopampa, Bosque Montano de Yunga-Viconshi, Bosque Basimontano de Yunga-Tijae Nain Este, Bosque Basimontano de Yunga-Tijae Nain Oeste, Bosque Basimontano de Yunga-Pamau Nain y el Bosque Basimontano de Yunga-Cerro El Adobe (ZEE, 2010).

Por ende, una de las herramientas que contribuye al acuerdo de decisiones para la conservación de especies forestales en peligro y conocer la distribución biogeográfica de las mismas, son los modelos de distribución de especies (SDM por sus siglas en inglés)

(Cotrina Sánchez et al., 2021; Navarro et al., 2013; Rojas et al., 2020a). Los SDM permiten combinar datos observados de presencia de una determinada especie con variables espacio temporales de bioclima, topografía, edáficas para obtener su distribución potencial (Mateo et al., 2011). Sin embargo, Fagundes et al. (2021), señala que a pesar de su potencial ecológico y económico, hay pocos estudios sobre especies forestales nativas haciendo uso de los SDM, que permitan evaluar su desarrollo en condiciones climáticas actuales y futuras. Por lo cual, se resalta la importancia del uso de los SDM para comprender la distribución de especies forestales a nivel nacional, regional y comprender de manera más significativa el funcionamiento de los ecosistemas, orientados a una adecuada gestión del territorio (Alberdi et al., 2019).

Entre los principales métodos de modelamiento se encuentra el modelo de máxima entropía (MaxEnt), un método por el cual se puede predecir la distribución geográfica más viable para una especie y el mejor rendimiento en comparación a otros modelos de distribución existentes (Elith et al., 2006). Asimismo, se encarga de estimar la probabilidad de ocurrencia de las especies (OSINFOR, 2016). Sumado a ello, Maxent ya está probado con éxito en la distribución potencial y la predicción de especies en una gama ecológica (Cerrillo et al., 2016), considerando su enfoque para muchas aplicaciones, utilizando un conjuntos de datos de solo presencia, Maxent es un sistema de aprendizaje automático, apropiado para el modelado de especies (Phillips et al., 2006b), favoreciendo la correcta identificación, protección y conservación de especies amenazadas y de esta manera permitiendo el mapeo de hábitats (Ahmadi et al., 2023; Ghosh et al., 2021).

A nivel internacional, En Brasil, Franciscon & Miranda (2018), realizaron un estudio de distribución y conservación de las especies *Aniba*, para lo cual utilizaron ocho variables ambientales, en las que también está las variables topográficas y siete variables bioclimáticas, gracias a ello lograron realizar el modelo Maxent, en la que identificaron que la distribución predomina en la Amazonía. Además, identificaron nueve especies endémicas dentro de las cuales fueron categorizadas en preocupación menor. En México, Hernández et al. (2018), realizaron estudios en *Cedrela odorata*, en la que emplearon 1747 datos de la especie y 19 variables bioclimáticas, altitud, pendiente entre otros, además de acuerdo al área bajo la curva (AUC), el modelo es excelente. En el mismo país, Romero-Sanchez et al.(2018), mencionan que realizaron la distribución de 6 especies de pino, categorizadas como en peligro de extinción y endémica. En Estados

Unidos, Narouei-Khandan et al.(2017), realizaron la distribución tanto a nivel mundial y regional de la especie *Phomopsis vaccinni*, utilizando dos modelos, en la que usaron 7 variables bioclimáticas y 113 puntos de presencia de la especie, de acuerdo al AUC el rendimiento es excelente. En Filipinas, Garcia et al. (2013), realizaron la distribución geográfica de 14 especies forestales amenazadas, haciendo uso del modelo Maxent, estimaron la distribución actual y futura. De acuerdo a los valores de las pruebas del AUC, oscilaron entre los 0,70 y 0,972, teniendo dentro de ello a los rangos bueno (2 especies), muy bueno (10 especies) y excelente (2 especies). En el mismo país, Pang et al. (2021), desarrollaron modelos para la familia de Dipterocarpaceae en la que utilizaron 19 especies, a través de ello hicieron proyecciones en escenarios climáticos actuales y dos al año 2070 y en cuanto a la recopilación de información lo obtuvieron a partir del Servicio de Información sobre Biodiversidad Global (GBIF).

De igual manera, a nivel nacional se ha utilizado los SDM para identificar la distribución de especies con fines de restauración, conservación y protección, en Loreto, Salazar et al. (2016), realizaron la distribución de 18 especies forestales, en la que utilizaron variables bioclimáticas, cobertura, variables fisiográficas, altitud. siendo las dos últimas variables antes mencionadas, que contribuyeron mejor con el modelo, a través de ello han podido realizar el monitoreo de las especies en el bosque. En Huánuco, Vivanco, (2019), realizó el modelo de distribución en dos especies forestales *C. cateniformis* y *C. spruceana*, en la que usó las variables bioclimáticas y topográficas y de esta manera analizó las zonas potenciales para las especies, en cuanto al AUC, el modelo representa un rendimiento excelente. En la misma región, Quispe, (2022), realizaron un estudio de distribución de 6 especies del género *Polylepis spp.*, en la que hicieron uso de 118 datos de presencia, obteniendo un excelente modelo de acuerdo a los valores del AUC. En Lima, Navarrete (2019), realizó la distribución de especies forestales amenazadas y endémicas utilizando Maxent, evaluó cinco especies, en la que obtuvo 228 registros, procedente de registros de herbarios, en combinación con variables ambientales, etc. en lo cual la variable que más contribuyó fue la precipitación. El estudio previo, consideró especies de preocupación menor y especies endémicas según la UICN (2021).

A nivel regional, en Amazonas, Cotrina et al. (2021), realizaron estudios en el género *Cedrela spp.* encontrándose 10 especies forestales, con la que realizaron el modelamiento, usando 31 variables (bioclimáticas, topográficas, entre otros), Obteniendo que la distribución de las especies se encuentra en 17 departamentos del Perú y de esta manera

lograr la conservación y restauración de las áreas. Por otro lado, Cotrina (2020), realizó un análisis de modelos con 10 especies forestales de tipo maderable, considerando las que tiene un alto aprovechamiento en la región Amazonas entre los años 2016 - 2019. Utilizó el modelo Maxent y realizó una distribución de las especies en áreas de conservación, obteniendo una distribución del 2.16 % de superficie conservada en Amazonas.

En este sentido, se ha visto la necesidad de ejecutar la investigación con la finalidad de determinar la distribución potencial de cinco especies forestales (*Apuleia leiocarpa*, *Cariniana decandra*, *Cedrela montana*, *Cedrelinga cateniformis* y *Ceiba pentandra*), más aprovechadas entre los años 2016-2022 y categorizadas en estado de amenaza. A partir de ello se ha planteado los siguientes objetivos específicos: (i) analizar cinco especies forestales amenazadas en la región Amazonas, (ii) realizar el modelamiento de distribución de cinco especies amenazadas en la región Amazonas y (iii) cuantificar la distribución de cinco especies en el sistema de conservación regional en la región Amazonas.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales, equipos y software

Durante el desarrollo del presente estudio de distribución potencial de cinco especies forestales amenazadas en el sistema de conservación regional Amazonas, Perú, se priorizo el uso de cartografía de libre entrada, los cuales son utilizados ampliamente para investigaciones de distribución de flora y fauna, con la finalidad que la investigación sea replicable a nivel local o nacional.

Tabla 1

Materiales, equipos y software

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Cartografía y plataforma satelitales	<ul style="list-style-type: none">▪ División política departamental, regional, provincial y distrital del Perú (INEI).▪ Cartografía de límites distritales, provinciales y departamentales (IGN).▪ Cartografía del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP).▪ Cartografía del Sistema de Conservación Regional de Amazonas (SICRE).▪ Cartografía edáfica de SoilGrids.▪ Cartografía de cobertura vegetal (MINAM).▪ Modelo de Elevación Digital del Terreno (DEM).▪ Variables bioclimáticas▪ Variables de cobertura vegetal (MINAM)▪ Datos de presencia de especies forestales proporcionadas por la Autoridad Regional Ambiental (ARA).▪ Datos de biodiversidad a nivel mundial
Softwares	<ul style="list-style-type: none">▪ ArcGIS (<i>ver.</i> 10.4.1)▪ MaxEnt (<i>ver.</i> 3.4.1)▪ Microsoft Office 2019
Equipos y materiales	<ul style="list-style-type: none">▪ Laptop HP core i5▪ Impresora▪ GPS

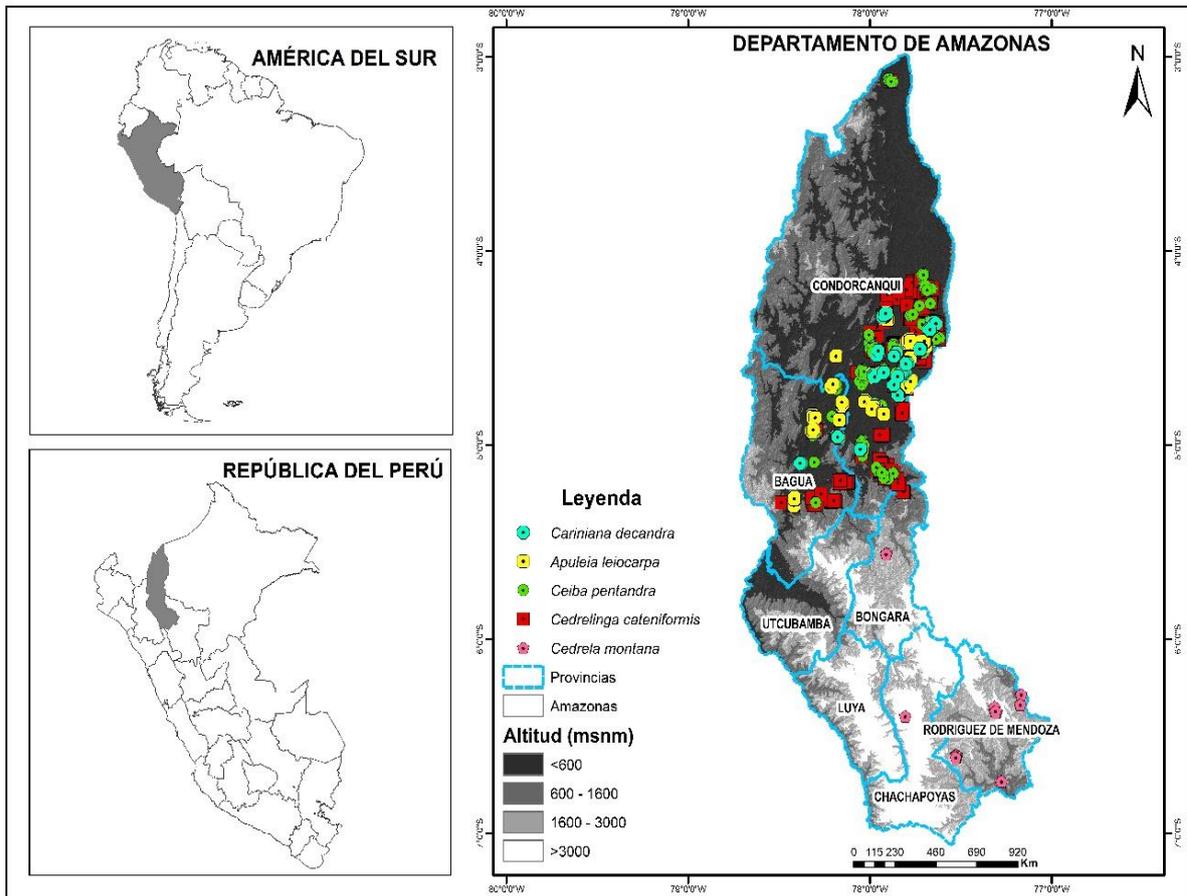
2.2. Metodología

2.2.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en el departamento de Amazonas, el cual limita por el este con Loreto, al oeste con Cajamarca, al sur con San Martín y La Libertad y al norte con Ecuador, además cuenta con 7 provincias: Condorcanqui, Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba (ZEE, 2010). Amazonas cuenta con las cordilleras oriental, interandina y subandina, Además, posee un clima cálido - húmedo, seco - cálido, ligeramente húmedo y templado cálido. (Rodríguez et al., 2010).

Figura 1

Mapa de ubicación

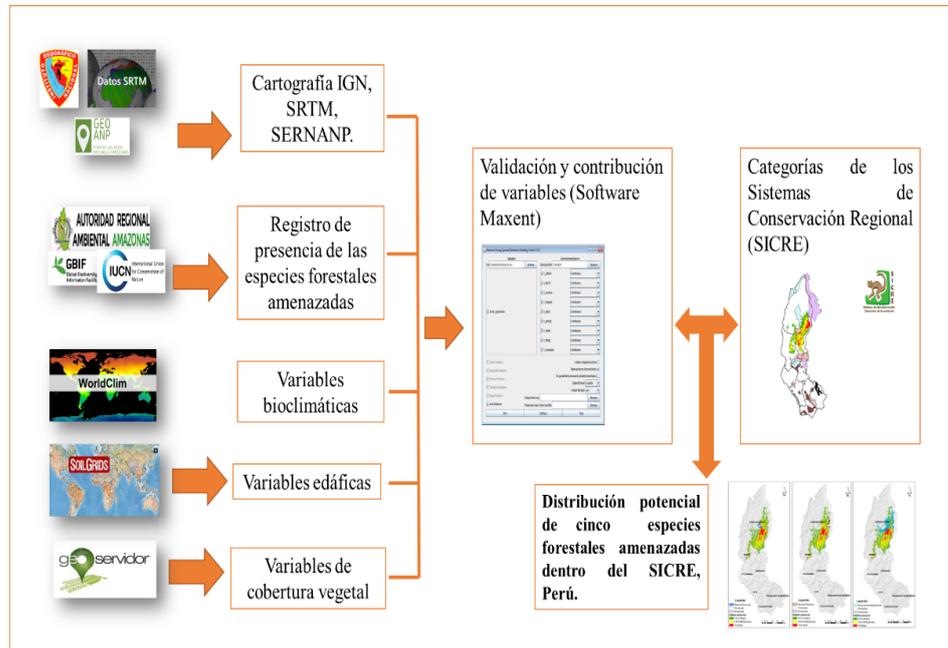


2.2.2. Diseño metodológico

La figura 2, describe el diseño del estudio realizado, considerando las metodologías utilizadas por (Cotrina et al., 2021; OSINFOR, 2016; Rojas et al., 2020b); no se manipuló variable alguna, y los datos de presencia de las especies forestales maderables fueron obtenidos en un único tiempo.

Figura 2

Metodología para la distribución potencial de cinco especies forestales en el SICRE.



Fuente: Elaboración propia, adaptado de OSINFOR (2016).

Población

La población de estudio corresponde a cinco especies forestales (*A. leiocarpa*, *C. decandra*, *C. montana*, *C. cateniformis* y *C. pentandra*), las mismas que fueron cuantificadas como datos de presencia (puntos georreferenciados).

Muestra

La muestra corresponde a 132 puntos de *A. leiocarpa*, 110 puntos de *C. decandra*, 33 puntos *C. montana*, 662 puntos *C. cateniformis* y 304 puntos *C. pentandra*, teniendo en cuenta su nivel de aprovechamiento maderable y distribución regional.

2.2.3. Recopilación de datos de presencia de las especies forestales amenazadas

Los datos fueron obtenidos a través de una solicitud dirigida a la Dirección Ejecutiva de Gestión de Bosques y Fauna Silvestres (DEGBFS) de la Autoridad Regional Ambiental del Gobierno Regional de Amazonas, la cual contenía información de los planes de manejo de los títulos habilitantes: Declaraciones de Manejo (DEMA) y Planes de Manejo de Intermedio (PFMI), entre los años 2016-2021, considerando el nivel de aprovechamiento maderable, árboles georreferenciados y su distribución regional, cabe recalcar que estos datos fueron verificados previo al aprovechamiento por el personal DEGBFS. Por último, se complementó con información procedente de la revisión de datos de biodiversidad a nivel mundial (<https://www.gbif.org/es/>). A partir de ello se consolidó una base de datos de las especies forestales.

2.2.4. Análisis de las especies forestales amenazadas

Se realizó un análisis para seleccionar cinco especies forestales en función a su categorización de amenaza de acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), IUCN y la normatividad nacional (D.S. 043-N°2006-AG).

2.2.5. Base cartográfica

Asimismo, a partir de la recopilación de información cartográfica correspondiente a variables edáficas, topográficas, bioclimáticas y cobertura vegetal, se volvió a muestrear teniendo como base la resolución espacial de las variables edáficas a 250 m, para lo cual se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG).

Se utilizó la interpolación bilineal, para el remuestreo y de esta manera corregir la resolución de las imágenes, utilizando la siguiente fórmula (Barrera & Garcia, 2015)

$$V_r = \sum_{k=1}^4 \frac{(D-\Delta_{xi})(D-\Delta_{yi})}{D^2} \times V_i$$

Donde:

Δx_i : Cambio en la dirección X y la coordenada de archivo de datos del pixel referencia.

Δy_i : Cambio en la dirección Y y la coordenada de archivo de datos del pixel de referencia

V_i : El nivel digital del pixel referencia

D: La distancia entre los pixeles (X o Y) en el sistema de coordenadas

k: Número de pixeles de referencia

Se adquirió información cartográfica para establecer los límites distritales, provinciales y departamentales, del Instituto Geográfico Nacional (IGN) (<https://www.idep.gob.pe/>), además los datos adquiridos de las especies forestales fueron ordenados a través de la hoja de cálculo del software Microsoft Excel, en la cual se consideró latitud y longitud (Cotrina, 2020). Para las variables bioclimáticas se utilizó la página web de WorldClim (<https://www.worldclim.org/>). En cuanto a las variables topográficas se descargaron de un modelo digital de elevación (DEM) (<https://srtm.csi.cgiar.org/>), las variables edafológicas se obtuvo del sistema SoilGrids (<https://soilgrids.org/>) (Rojas et al., 2020) y las variables de cobertura vegetal del Geoservidor (<https://geoservidor.minam.gob.pe/>).

2.2.6. Extracción de valores en las variables

Las variables ambientales pueden presentar diversos grados de correlación (Lan et al., 2022), por lo que se adoptó en realizar el análisis de correlación mediante el software ArcGIS, considerando el coeficiente de correlación ≥ 0.7 , con la finalidad de que el modelo sea más preciso (Alkishe et al., 2017; Bax et al., 2021; Sallmannshofer et al., 2021).

En ese contexto se realizó el modelo con 14 variables (Tabla 3), conformado por 5 variables bioclimáticas, 5 variables edáficas, 3 variables topográficas y 1 variable de cobertura vegetal.

Tabla 2*Variables bioclimáticas, topográficas, edáficas y cobertura vegetal*

Clasificación	Variable	Descripción	Unidad de medida
Clima	Bio02	Nivel diurno medio (T°máx- T°min)	°C
	Bio03	Isotermalidad (Bio2/Bio7)*100	°C
	Bio04	Temporalidad de la temperatura (Desviación estándar*100)	°C
	Bio14	Precipitación del mayor mes seco	mm
Topografía	Rad	Radiación solar	Kj m ⁻² day ⁻¹
	Slope	Pendiente del terreno	grados
	Aspect	Orientación de terreno	grados
	Dem	Elevación sobre el nivel del mar	msnm
Suelo	Bdod	Densidad aparente	g/cm ³
	Cfvo	Contenido de fragmentos gruesos	cm ³ /dm ³ (vol%)
	CIC	Capacidad de intercambio catiónico	cmol _c Kg ⁻¹
	Clay	Arcilla	%
	Silt	Limo	%
Cobertura vegetal	Eco	Ecosistema	%

2.2.7. Extracción de ocurrencia de puntos de presencia

Los puntos de presencia de las cinco especies forestales, fueron muestreados mediante el software ArcGIS, haciendo uso de la herramienta spatially rafery ocurrence data for SDMs (reduce spatial autocorrelation), con la finalidad de reducir el sobreajuste de los puntos de ocurrencia, lo que con lleva a la reducción de los registros dentro de una distancia especificada (Boria et al., 2014). De este modo se obtuvo una mejor predicción de la distribución de las especies.

2.2.8. Ejecución y validación del modelo

Se utilizó el software Maxent, el cual emplea algoritmos que pronostican el modelado de especies (Navarro et al., 2020). La ejecución de la distribución para cada especie, se hizo a través del programa Maxent, en la que se utilizaron 10 réplicas en 500 iteraciones (Phillips et al., 2006a), considerando el 75 % para ejecución del modelo y el 25% sobrante para la validación del mismo (Blanco-Sacristán et al., 2022; González et al., 2019; Manzanilla-Quijada et al., 2020). El área bajo la curva (AUC), se evaluaron según los siguientes valores: excelente siempre y cuando sea mayor a 0.9, bueno entre 0.8 - 0.9, aceptado entre 0.7 -0.8, malo entre 0.6 - 0.7, inválido menor a 0.6 (Araújo et al., 2005). Además, permitió conocer la precisión que tiene el modelo y rendimiento (Peña, 2020).

La interpretación de la contribución de las variables “Jackknife”, permitió conocer, que variables son las que presentaron un mejor rendimiento en la ejecución del modelo (Quesada-Quirós et al., 2016) En el modelo de las cinco especies forestales maderables, se reclasifico los rangos de distribución de hábitat:, alto “>0.6”, moderado “0.4-0.6” y bajo “0.2-0.4” (Bezerra de Menezes & Figueiredo, 2021; Manzanilla-Quijada et al., 2020).

2.2.9. Determinación de la distribución de especies dentro del SICRE

Para determinar la distribución potencial, se utilizaron datos de las cinco especies en categorías de amenaza georreferenciadas, a través de ello se logró analizar el tamaño del área de distribución. Posteriormente, se utilizó información vectorial en formato shapefiles (shp) del Sistema de Conservación Regional-Amazonas (SICRE) para poder identificar si las especies están integradas en las áreas de conservación, de igual manera se determinó la distribución y cuantificó la superficie para cada especie en las provincias del departamento de Amazonas, todo ello se realizó mediante el software GIS (Maciel et al., 2015).

2.2.10. Coexistencia de las especies forestales amenazadas

La coexistencia se da entre dos o más especies, que presentan similares características (clima, suelo, entre otros) (Liu et al., 2021), haciendo que el hábitat sea óptimo para las especies forestales maderables (Perea

et al., 2020). En este contexto se realizó la coexistencia para las cinco especies forestales, teniendo en cuenta el rango de distribución alto “>0.6”.

2.2.11. Elaboración de mapas temáticos

Se cuantificó las áreas potenciales de las especies, sobreponiendo con el Sistema de Conservación Regional de Amazonas (SICRE). Para determinar el área de distribución de las especies forestales. Y estimar su distribución y cantidad de área que ocupa.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis y selección de cinco especies forestales

Tabla 3

Especies forestales con mayor abundancia y categoría de amenaza

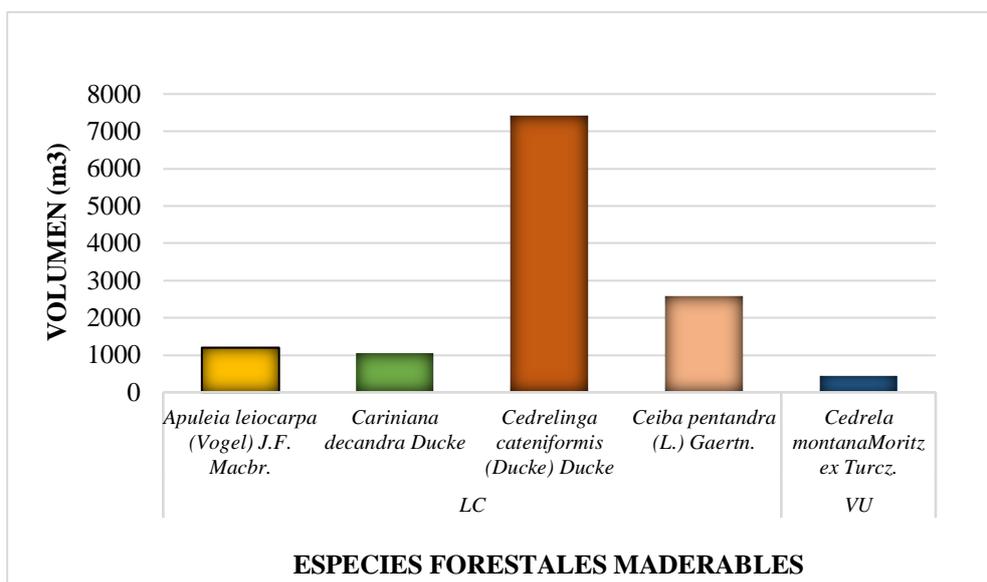
Nº	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORIA DE AMENAZA	ABUNDANCIA (PUNTOS)
1	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Ana caspi	LC	132
2	<i>Cariniana decandra</i>	Papelillo	LC	110
3	<i>Cedrela montana</i>	Cedro	VU	33
4	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo	LC	662
5	<i>Ceiba pentandra</i>	Lupuna, Ceiba	LC	304
Total				1241

La tabla 3 muestra el análisis de las cinco especies forestales, considerando la abundancia (puntos georreferenciados) y la categorización de amenaza. Encontrándose a *C. montana* en estado de amenaza “vulnerable”, y las especies restantes en estado de “Preocupación menor”.

Así mismo se observa que las especies forestales detalladas en la tabla anterior, son las que presentan mayor registro de ubicación geográfica (puntos), teniendo un total de 1241 puntos.

Figura 3

Especies forestales con mayor aprovechamiento forestal entre los años 2016-2021.



En la figura 3, se muestra a las cinco especies forestales con mayor aprovechamiento forestal entre los años 2016 al 2021, teniendo a *C. cateniformis* con mayor volumen (7416,53 m³), seguidamente *C. pentandra* (2567,55 m³), *A. leiocarpa* (1197,87 m³), *C. decandra* (1053,06 m³) y finalmente *C. montana* (429,82 m³).

3.2. Modelamiento de especies forestales

3.2.1. *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr.

Nombres comunes : Ana caspi

Familia : Fabaceae

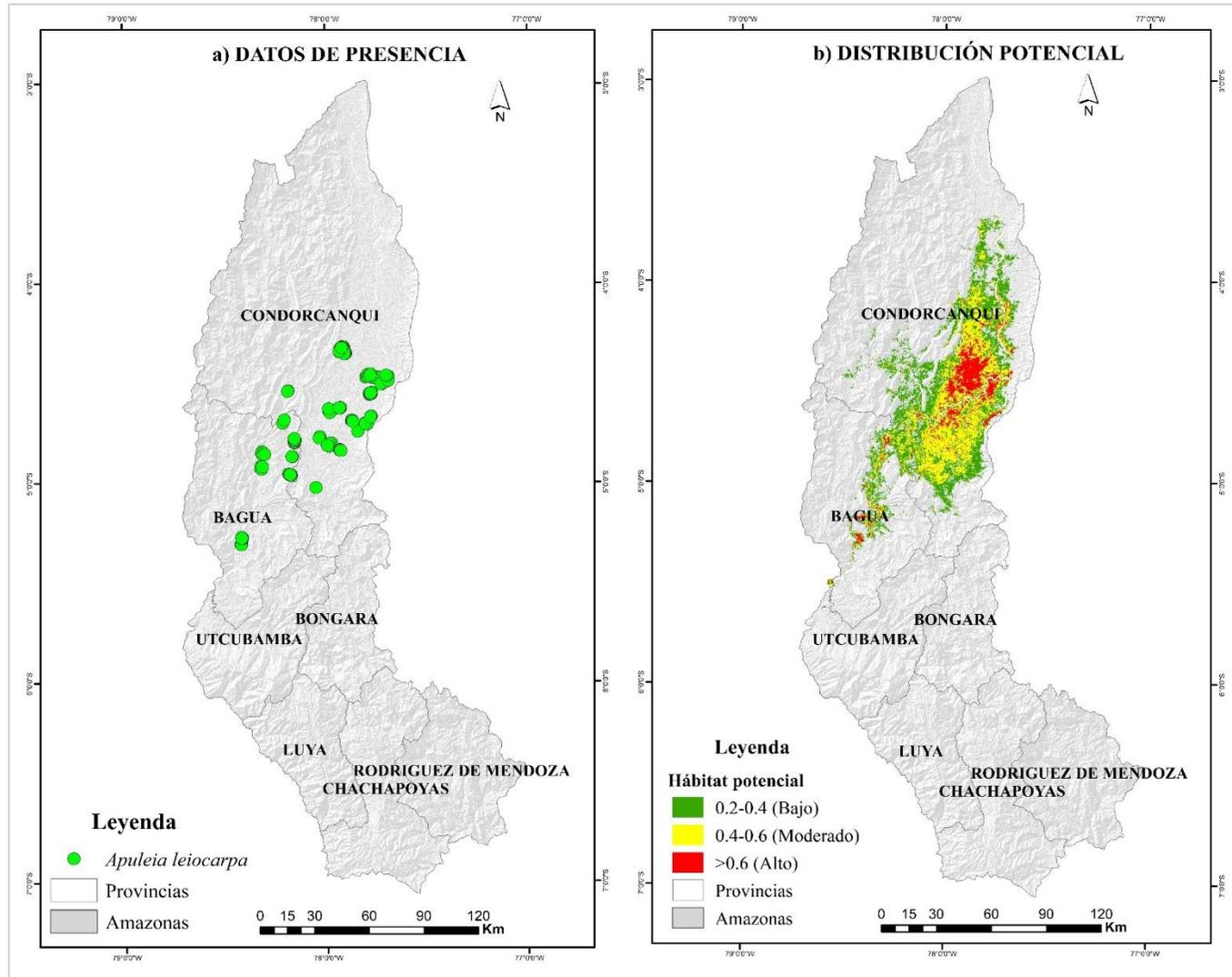
Categoría de amenaza: Preocupación menor (LC)

a) Ejecución y rendimiento del modelo

Los datos de presencia estuvieron constituidos por 132 coordenadas geográficas (Fig. 4a), con una distribución potencial principalmente en el ámbito de tres provincias: Bagua, Condorcanqui y Utcubamba (Figura 4b).

Figura 4

Distribución potencial de Apuleia leiocarpa (Vogel) JF Macbr.



El modelo de distribución presentó un AUC= 0.957 (Figura 5). Las variables que contribuyeron al modelo fueron: DEM “Altitud” (59.4%), clima (13.7%) y bio 14 “Precipitación del mes más seco” (10.8%), contribuyendo en el 83.9 % en el proceso del modelado (Figura 6).

Figura 5

Área bajo la curva (AUC)

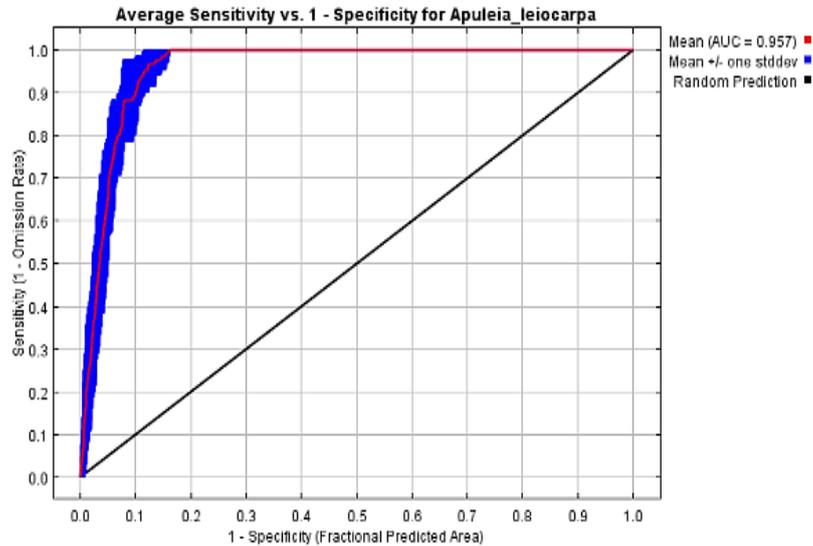
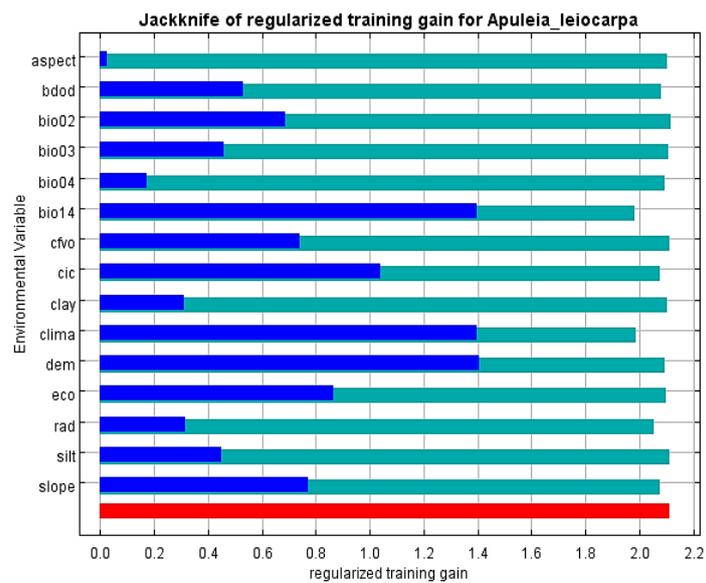


Figura 6

Contribución de variables



b) Distribución potencial

El hábitat potencial de *A. leiocarpa* se categorizó por tres (3) rangos de distribución: bajo, moderado y alto (Fig. 4b).

Tabla 4

Distribución potencial A. leiocarpa

Especie	Rango	Descripción	Área (ha)
	0.2-0.4	Bajo	240471,9
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0.4-0.6	Moderado	199994,0
	>0.6	Alto	70076,0
	Total		510541,9

Se registró un total de 510 541.9 ha, distribuidos en los rangos: bajo (240 471.9 ha), moderado (199 994 ha) y alto (70 076 ha) (Tabla 4). A nivel provincial, *A. leiocarpa* abarca una distribución alta entre las provincias de Bagua (7131.1 ha) y Condorcanqui (62830 ha), con un área total aproximadamente de 69 961 ha (Tabla 5). Por lo cual son los lugares en donde la especie tiene una mayor adaptación, de acuerdo con las variables climáticas, edáficas, topográficas y cobertura vegetal.

Tabla 5

Distribución por provincias de A. leiocarpa

Provincias	Rango			Área (ha)
	Bajo 0.2-0.4	Moderado 0.4-0.6	Alto >0.6	
Bagua	50147,2	25539,36	7131,1	82817,63
Condorcanqui	189660,31	174153,49	62830	426643,83
Utcubamba	170,32			170,32
Total	239977,83	199692,85	69961	509631,78

3.2.2. *Cariniana decandra* Ducke.

Nombres comunes : Papelillo, lagarto caspi

Familia : Lecythidaceae

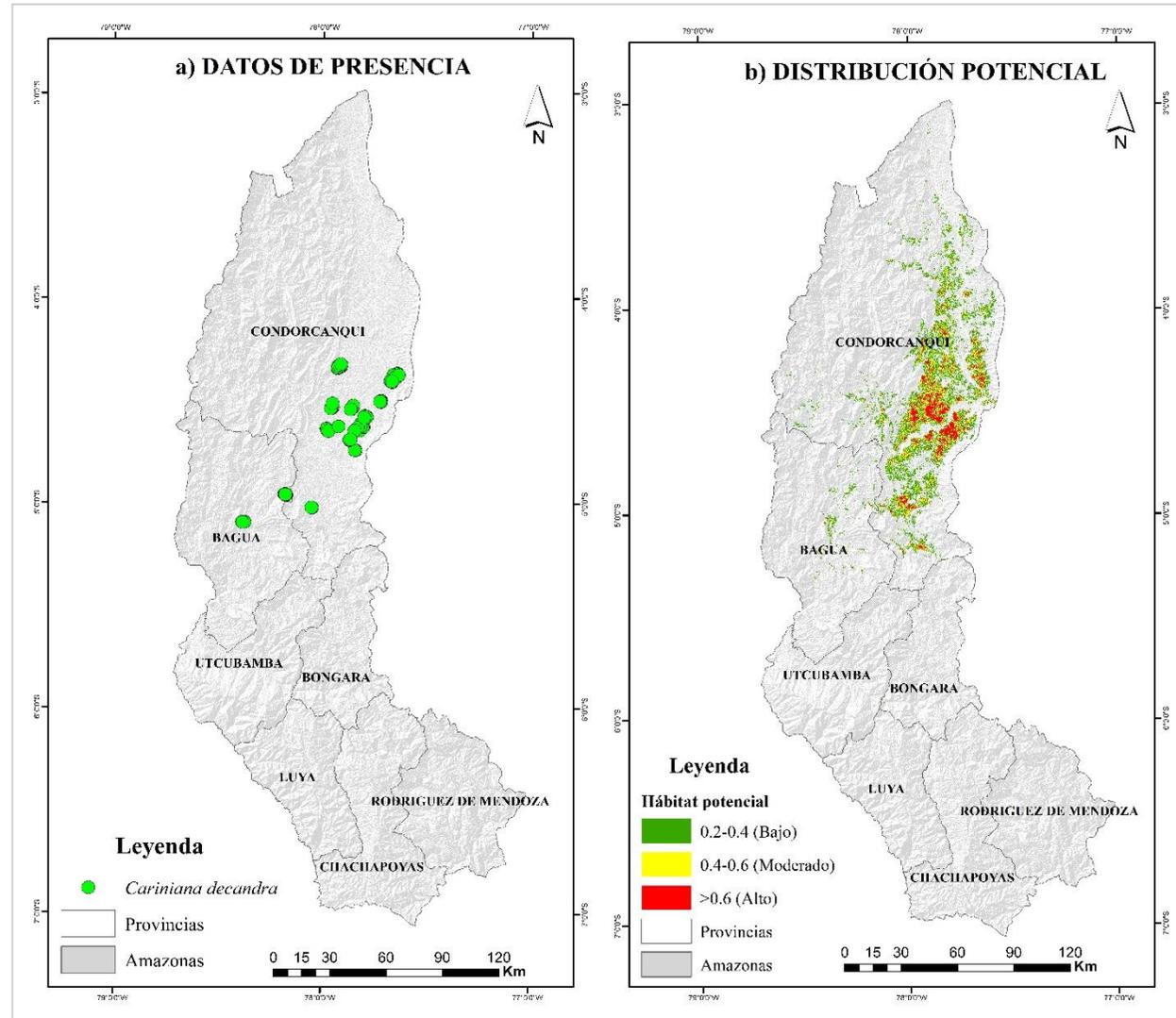
Categoría de amenaza: Preocupación menor (LC)

a) Ejecución y rendimiento del modelo

Los datos de presencia estuvieron constituidos por 110 coordenadas geográficas (Figura 7a), con una distribución potencial principalmente en el ámbito de las provincias de Bagua y Condorcanqui (Figura 7b).

Figura 7

Distribución potencial de Cariniana decandra Ducke.



El modelo de distribución presenta un AUC= 0.970 (Figura 8). Las variables que contribuyeron al modelo fueron: Dem “Altitud” (57.6%), cic “capacidad de intercambio catiónico” (9.4 %) y bio 14 “Precipitación del mes más seco” (4.7 %), contribuyendo en el 71.7% en el proceso del modelado (Figura 9).

Figura 8

Área bajo la curva (AUC)

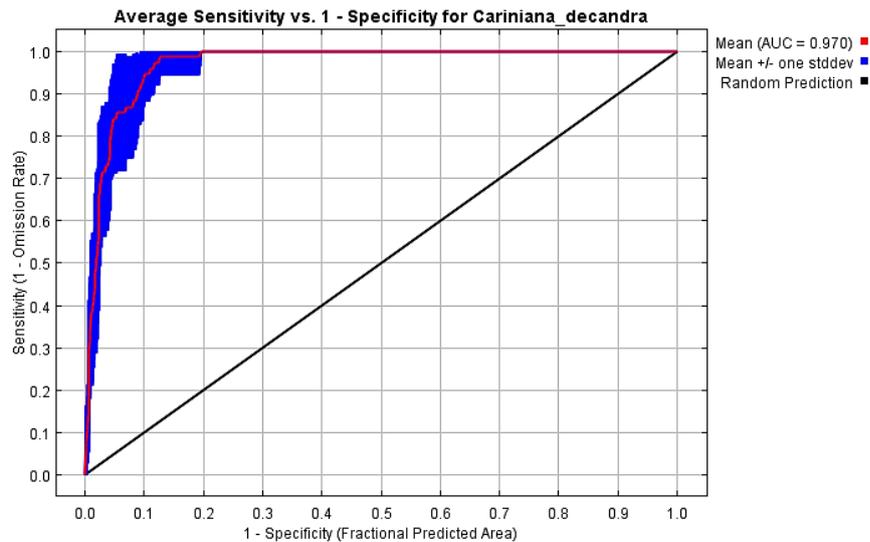
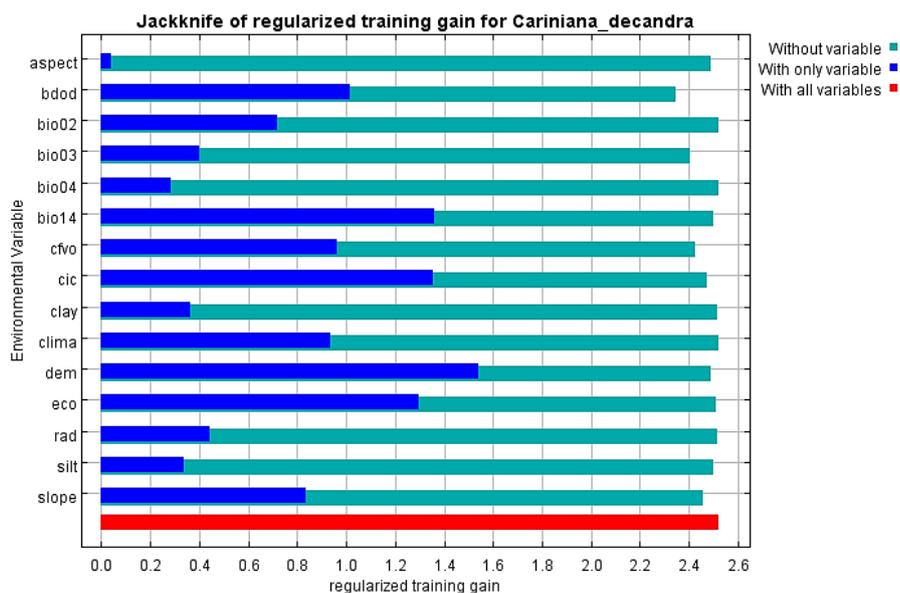


Figura 9

Contribución de variables



b) Distribución potencial

El hábitat potencial de *C. decandra* se categorizó por tres (3) rangos de distribución: bajo, moderado y alto (Figura 7b).

Tabla 6

Distribución potencial de C. decandra

Especie	Rango	Descripción	Área (ha)
<i>Cariniana decandra</i>	0.2-0.4	Bajo	163723,18
	0.4-0.6	Moderado	73411,33
	>0.6	Alto	41498
Total			278632,51

Se registró un total de 278 632.51 ha, distribuidos en los rangos: bajo (163 723.18 ha), moderado (73 411.33 ha) y alto (41 498 ha) (Tabla 6). A nivel provincial *C. decandra*, abarca una distribución alta entre las provincias de Bagua (373.06 ha) y Condorcanqui (41 119.61 ha), con un área total aproximadamente de 41 492.67 ha (Tabla 7). Por lo cual son los lugares en donde la especie tiene una mayor adaptación, de acuerdo a las variables climáticas, edáficas, topográficas y cobertura vegetal.

Tabla 7

Distribución por provincias de C. decandra

Provincias	Rango			Área (ha)
	Bajo	Moderado	Alto	
	0.2-0.4	0.4-0.6	>0.6	
Bagua	7811,99	1487,01	373,06	9672,06
Condorcanqui	155471,20	71904,11	41119,61	268494,92
Total	163283,19	73391,12	41492,67	278166,98

3.2.3. *Cedrela montana* Moritz ex Turcz.

Nombres comunes : Cedro, cedro virgen

Familia : Meliaceae

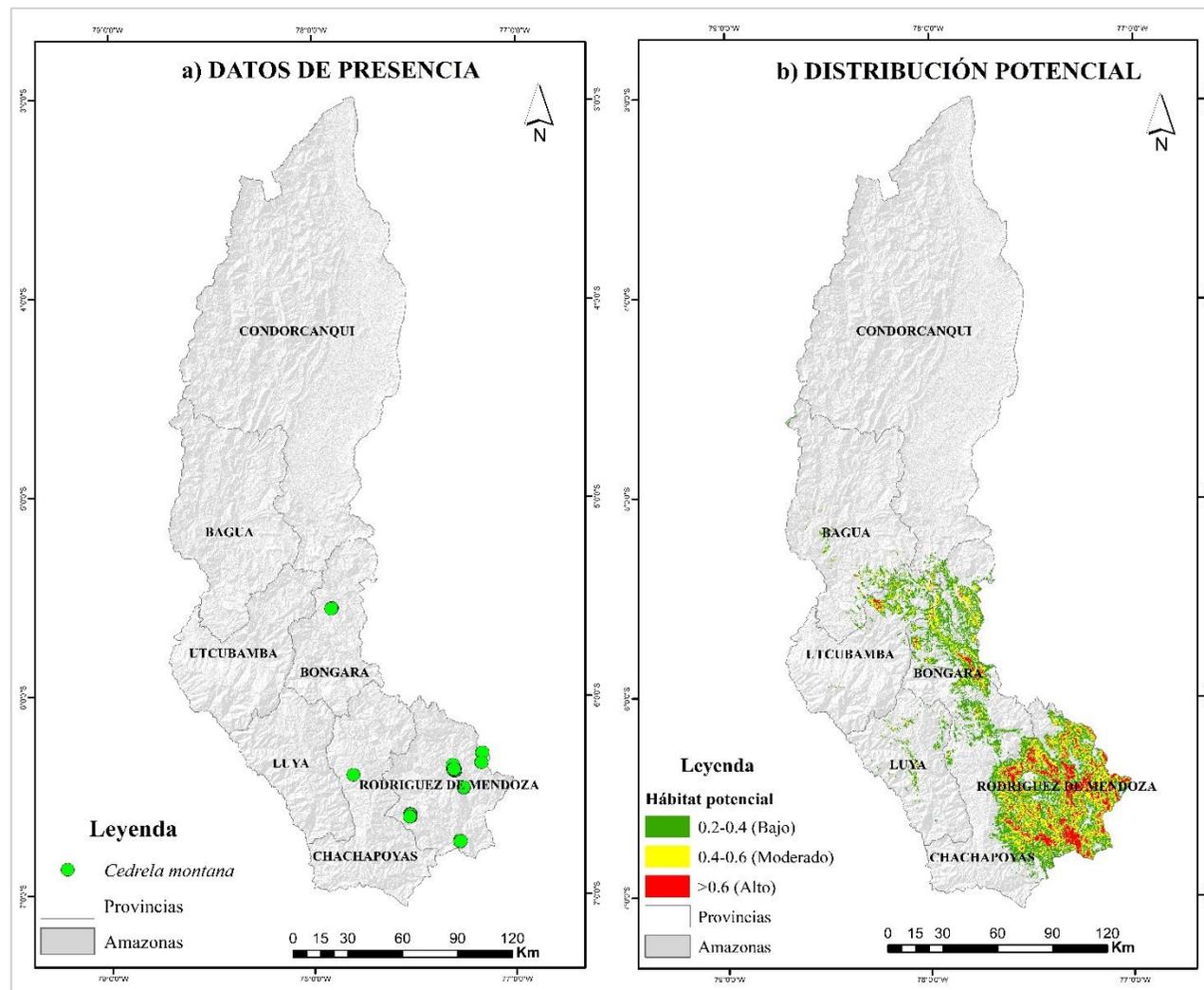
Categoría de amenaza: Vulnerable (VU)

a) Ejecución y rendimiento del modelo

Los datos de presencia estuvieron constituidos por 33 coordenadas geográficas (Figura 10a), con una distribución potencial principalmente en el ámbito de las siete provincias: Bagua, Bongará, Chachapoyas, Condorcanqui, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba (Figura 10b).

Figura 10

Distribución potencial de Cedrela montana Moritz ex Turcz.



El modelo de distribución presenta un AUC= 0.937 (Figura 11). Las variables que contribuyeron al modelo fueron: Clima (45.2 %), Dem “Altitud” (13.9 %) y bio 14 “Precipitación del mes más seco” (9.6 %), contribuyendo en el 68.7 % en el proceso del modelado (Figura 12).

Figura 11

Área bajo la curva

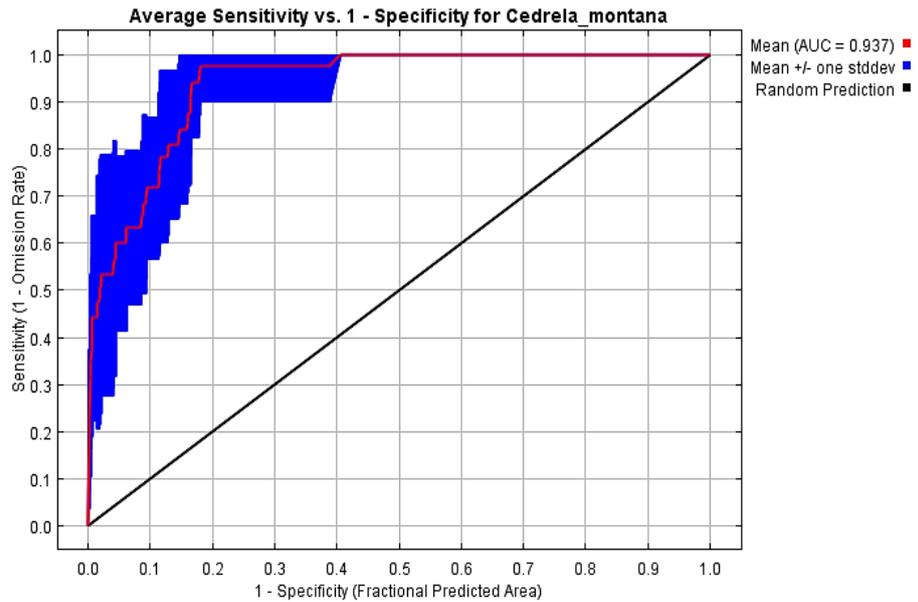
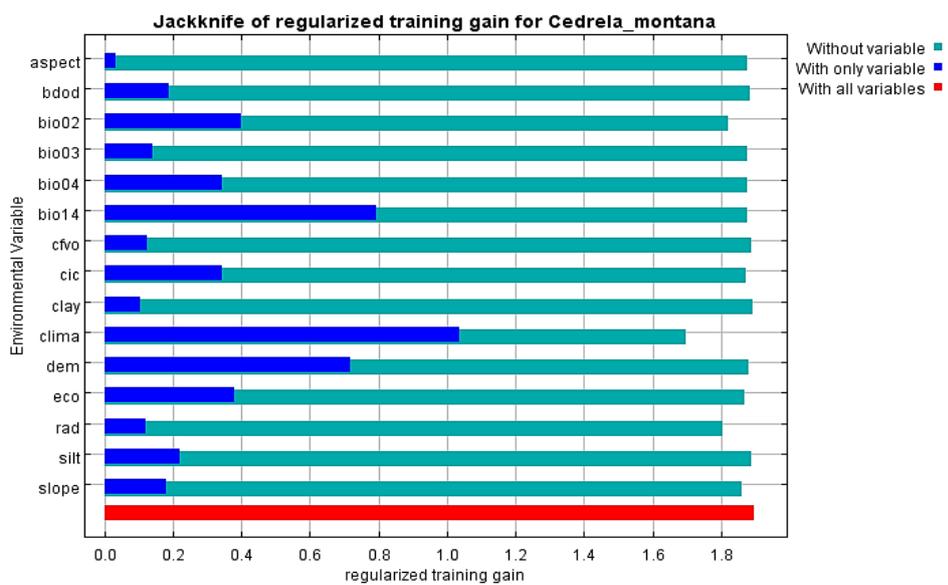


Figura 12

Contribución de variables



b) Distribución potencial

El hábitat potencial de *C. montana* se categorizó por tres (3) rangos de distribución: bajo, moderado y alto (Figura 10b).

Tabla 8

Distribución potencial de C. montana

Especie	Rango	Descripción	Área
<i>Cedrela montana</i>	0.2-0.4	Bajo	313885,92
	0.4-0.6	Moderado	201717,48
	>0.6	Alto	79188,38
Total			594791,78

Se registró un total de 594 791.78 ha, distribuidos en los rangos: bajo (313 885.92 ha), moderado (201 717.48 ha) y alto (79 188.38 ha) (Tabla 8).

A nivel provincial *C. montana*, abarca una distribución alta entre las provincias de Bagua (127.84 ha), Bongará (4 368.91 ha), Chachapoyas (4 335.22 ha), Condorcanqui (0.29 ha) Luya (111.75 ha), Rodríguez de Mendoza (63 253.29) y Utcubamba (1 544.56 ha)), con un área total aproximadamente de 73 741.86 ha (Tabla 9). Por lo cual son los lugares en donde la especie tiene una mayor adaptación, de acuerdo a las variables climáticas, edáficas, topográficas y cobertura vegetal.

Tabla 9

Distribución por provincias de C. montana

Provincias	Rango			Área (ha)
	Bajo 0.2-0.4	Moderado 0.4-0.6	Alto >0.6	
Bagua	9816,67	1773,91	127,84	11718,42
Bongará	71484,95	25466,45	4368,91	101320,31
Chachapoyas	63662,23	22991,99	4335,22	90989,44
Condorcanqui	2372,76	464,62	0,29	2837,67
Luya	8833,02	1223,78	111,75	10168,55
Rodríguez de Mendoza	110972,94	127039,75	63253,29	301265,98
Utcubamba	2521	9297,79	1544,56	36061,9
Total	292362,12	188258,29	73741,86	554362,27

3.2.4. *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke.

Nombres comunes : Tornillo

Familia : Fabaceae

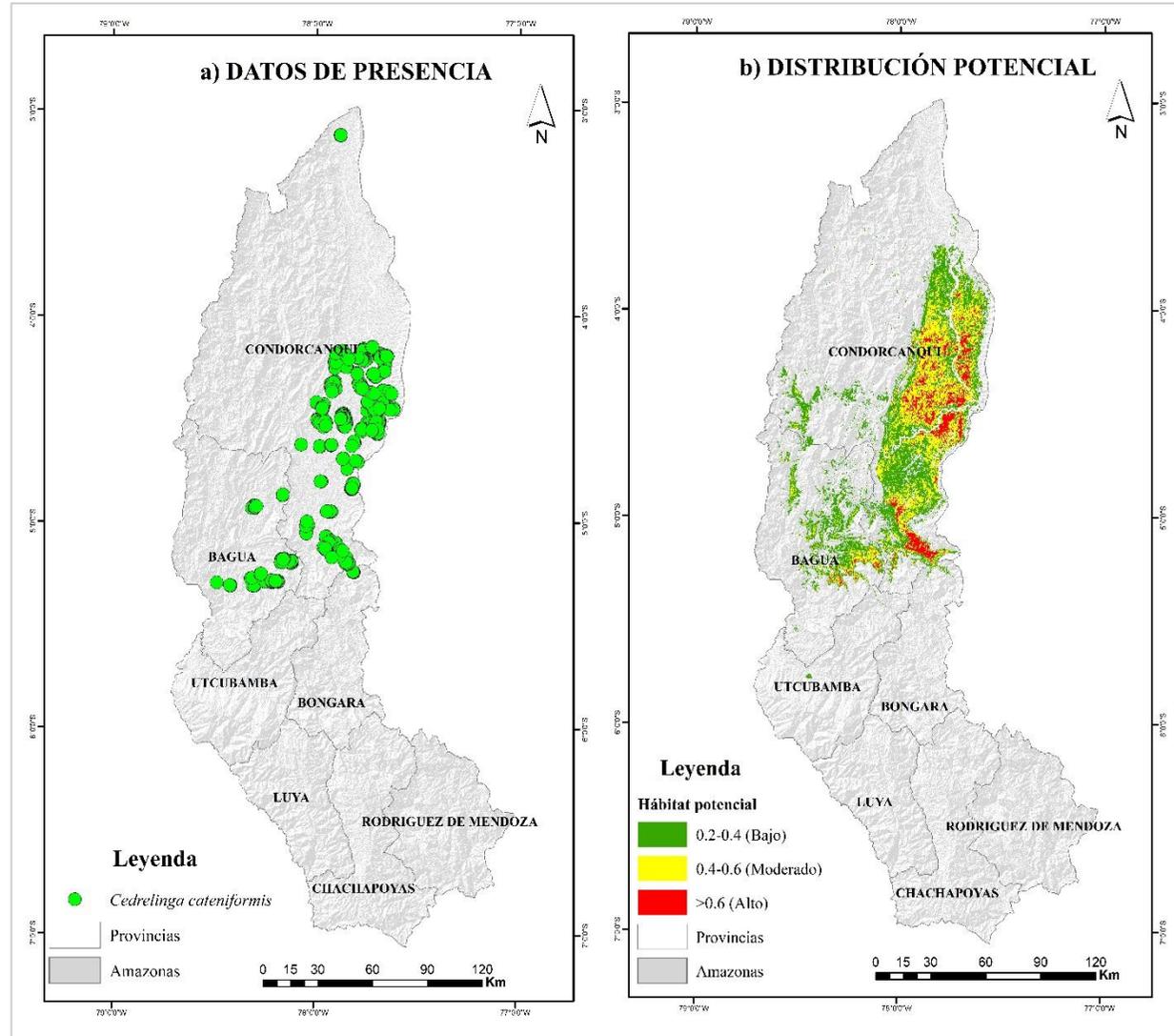
Categoría de amenaza: Preocupación menor (LC)

a) Ejecución y rendimiento del modelo

Los datos de presencia estuvieron constituidos por 662 coordenadas geográficas (Figura 13a), con una distribución potencial principalmente en Bagua, Bongará, Condorcanqui y Utcubamba (Figura 13b).

Figura 13

Distribución potencial de Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke.



El modelo de distribución presenta un AUC= 0.940 (Figura 14).

Las variables que contribuyeron al modelo fueron: Dem “Altitud” (52.8%), Eco “Ecosistema” (13.6%), Clima (8.8 %), contribuyendo en el 75.2 % en el proceso del modelado (Figura 15).

Figura 14

Área bajo la curva (AUC)

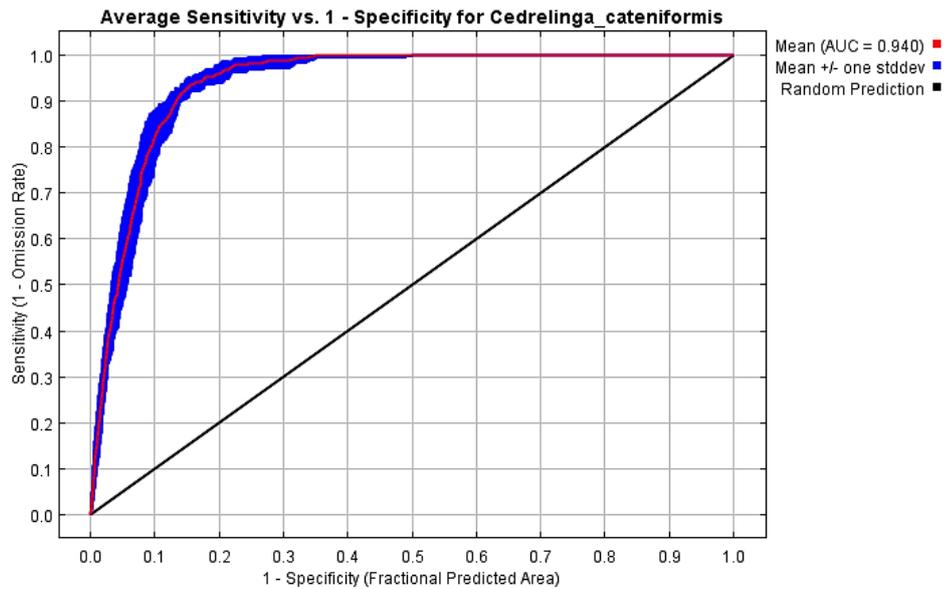
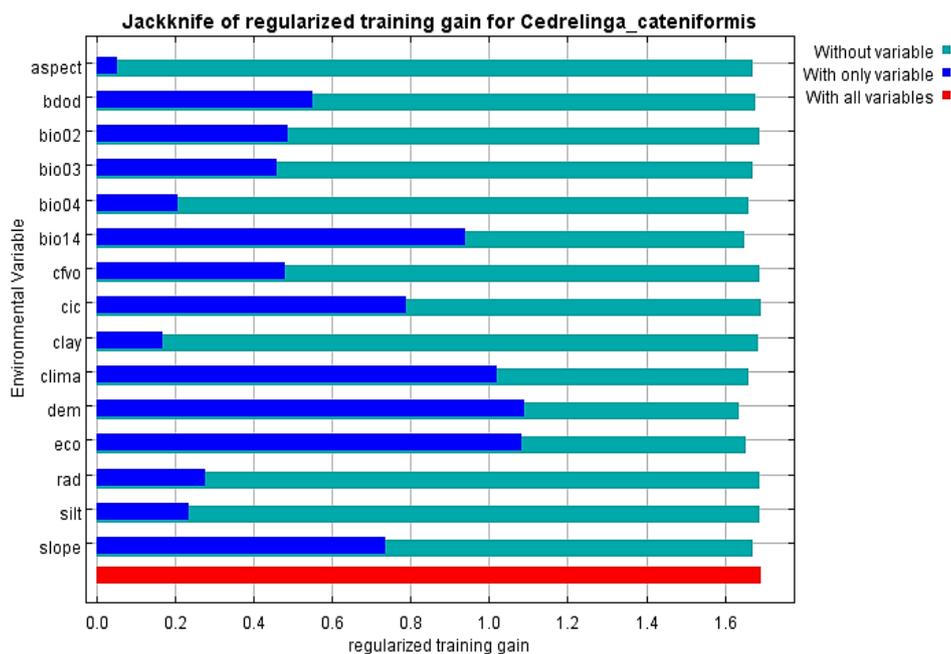


Figura 15

Contribución de variables



b) Distribución potencial

El hábitat potencial de *C. cateniformis* se categorizó por tres (3) rangos de distribución: bajo, moderado y alto (Figura 13b).

Tabla 10

Distribución potencial de C. cateniformis

Especie	Rango	Descripción	Área (ha)
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0.2-0.4	Bajo	330952,16
	0.4-0.6	Moderado	225249,62
	>0.6	Alto	73615,13
Total			629816,91

Se registró un total de 629 816.91 ha, distribuidos en los rangos: bajo (330 952.16 ha), moderado (225 249.62 ha) y alto (73 615.13 ha) (Tabla 10).

A nivel provincial *C. cateniformis*, abarca una distribución alta entre las provincias de Bagua (3 842.15 ha), Bongará (35.72 ha), Condorcanqui (69 726.6 ha) y Utcubamba (5.33 ha), con un área total aproximadamente de 73 609,8 ha (Tabla 11). Por lo cual son los lugares en donde la especie tiene una mayor adaptación, de acuerdo a las variables climáticas, edáficas, topográficas y cobertura vegetal

Tabla 11

Distribución por provincias de C. cateniformis

Provincias	Rango			Área (ha)
	Bajo	Moderado	Alto	
	0.2-0.4	0.4-0.6	>0.6	
Bagua	75620,53	21337,9	3842,15	100800,58
Bongará	2063,25	574,32	35,72	2673,29
Condorcanqui	251872,43	203216,63	69726,6	524815,66
Utcubamba	777,28	53,26	5,33	835,87
Total	330333,49	225182,11	73609,8	629125,4

3.2.5. *Ceiba pentandra* (L). Gaertn.

Nombres comunes : Lupuna, ceiba

Familia : Malvaceae

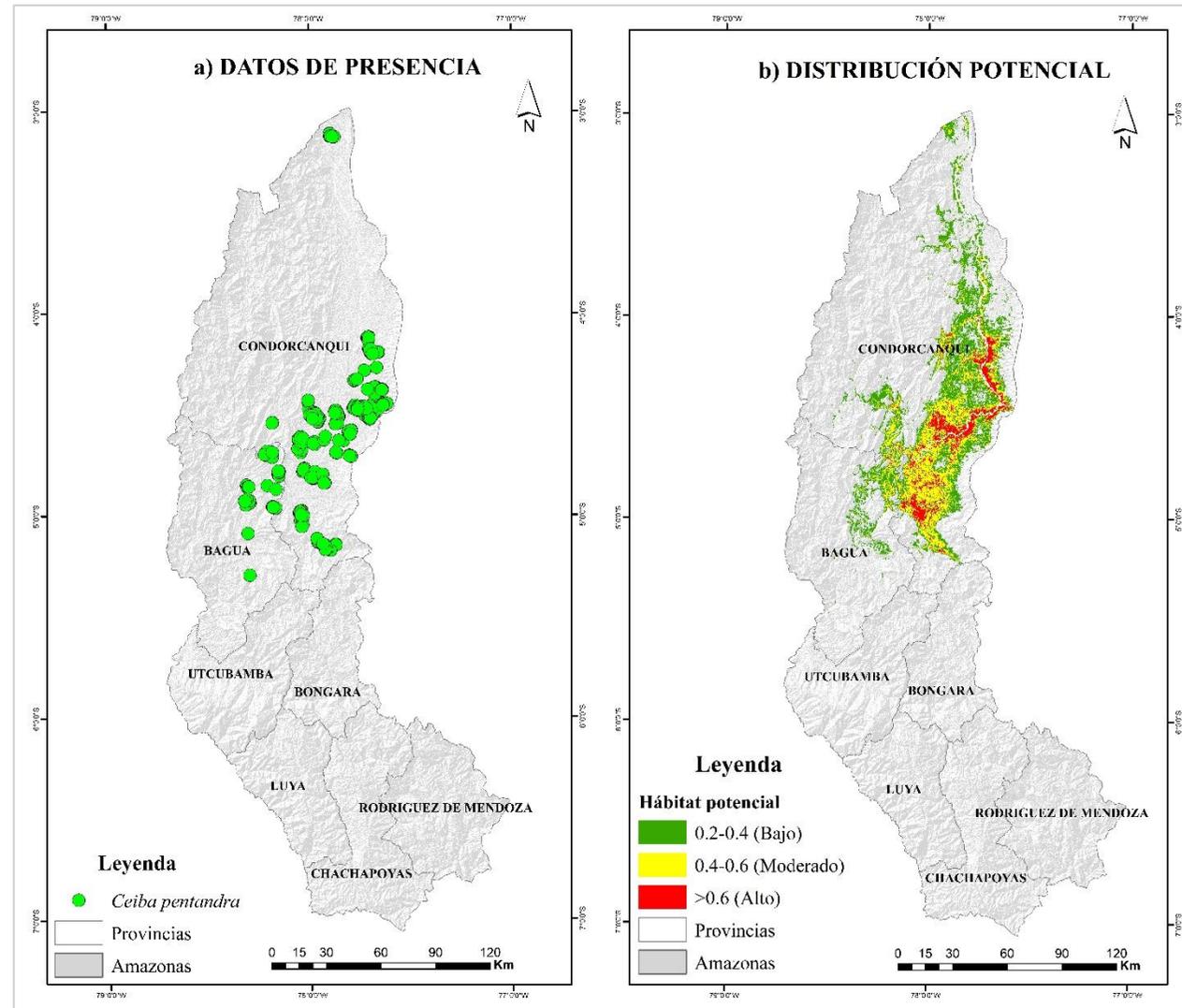
Categoría de amenaza: Preocupación menor (LC)

a) Ejecución y validación del modelo

Los datos de presencia estuvieron constituidos por 304 coordenadas geográficas (Figura 16a), con una distribución potencial principalmente en las provincias de Bagua y Condorcanqui (Figura 16b).

Figura 16

Distribución potencial de Ceiba pentandra (L). Gaertn.



El modelo de distribución presenta un AUC= 0.949 (Figura 17).

Las variables que contribuyeron al modelo fueron: Dem “Altitud” (68.6 %), Clima (5.6 %), bio 14 “Precipitación del mes más seco” (5 %) contribuyendo en el 79.2 % en el proceso del modelado (Figura 18).

Figura 17

Área bajo la curva (AUC)

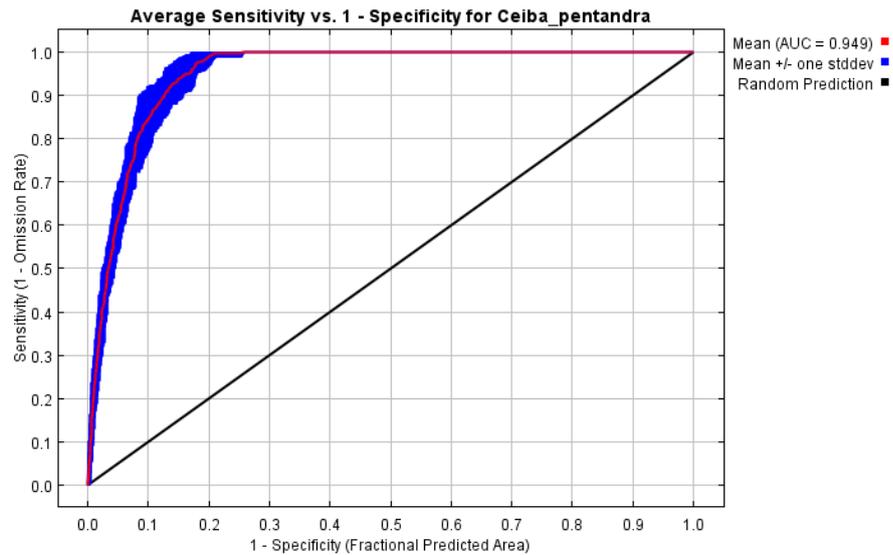
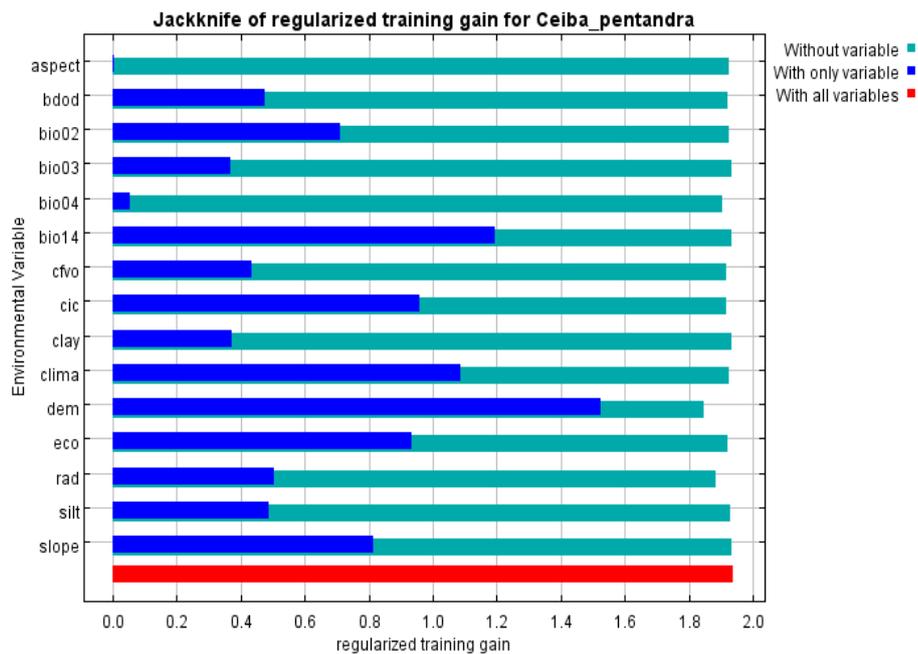


Figura 18

Contribución de variables



b) Distribución potencial

El hábitat potencial de *C. pentandra* se categorizó por tres (3) rangos de distribución: bajo, moderado y alto (16 b).

Tabla 12

Distribución potencial de C. pentandra

Especie	Rango	Descripción	Área (ha)
<i>Ceiba pentandra</i>	0.2-0.4	Bajo	270509,79
	0.4-0.6	Moderado	179376,7
	>0.6	Alto	69870,05
Total			519756,54

Se registró un total de 519 756.54 ha, distribuidos en los rangos: bajo (270 509.79 ha), moderado (179 376.7 ha) y alto (69 870.05 ha) (Tabla 12).

A nivel provincial *C. pentandra*, abarca una distribución alta entre las provincias de Bagua (1 234.02 ha) y Condorcanqui (68 424.29 ha), con un área total aproximadamente de 69 658.31 ha (Tabla 13). Por lo cual son los lugares en donde la especie tiene una mayor adaptación, de acuerdo a las variables climáticas, edáficas, topográficas y cobertura vegetal

Tabla 13

Distribución por provincias de C. pentandra

Provincias	Rango			Área (ha)
	Bajo 0.2-0.4	Moderado 0.4-0.6	Alto >0.6	
Bagua	39994,23	13214,34	1234,02	54442,58
Condorcanqui	228443,59	165942,46	68424,29	462810,35
Total	268437,82	179156,80	69658,31	517252,93

3.2.6. Coexistencia de especies forestales

Coexistencia de las cinco especies forestales, que presentaron un rango alto de distribución potencial en la región Amazonas (Tabla 14).

Tabla 14

Distribución de especies forestales coexistentes

Número de especies coexistentes	Área (ha)	%
1	207381,81	79,17
2	39098,19	14,93
3	12986,7	4,96
4	2471,51	0,94
Total	261938,21	100,00

Nota. 1= coexistencia de una especie; 2= coexistencia de dos especies; 3=coexistencia de tres especies; 4=coexistencia de cuatro especies.

La tabla 14 muestra el porcentaje de distribución de las especies maderables coexistentes, teniendo un total aproximadamente de 261 938.21 ha, equivalente al 100%. Se observa un alto porcentaje de coexistencia en las cinco especies abarcando un área de 207 381.81 has, que equivale al 79.17%

Tabla 15

Coexistencia de las especies forestales

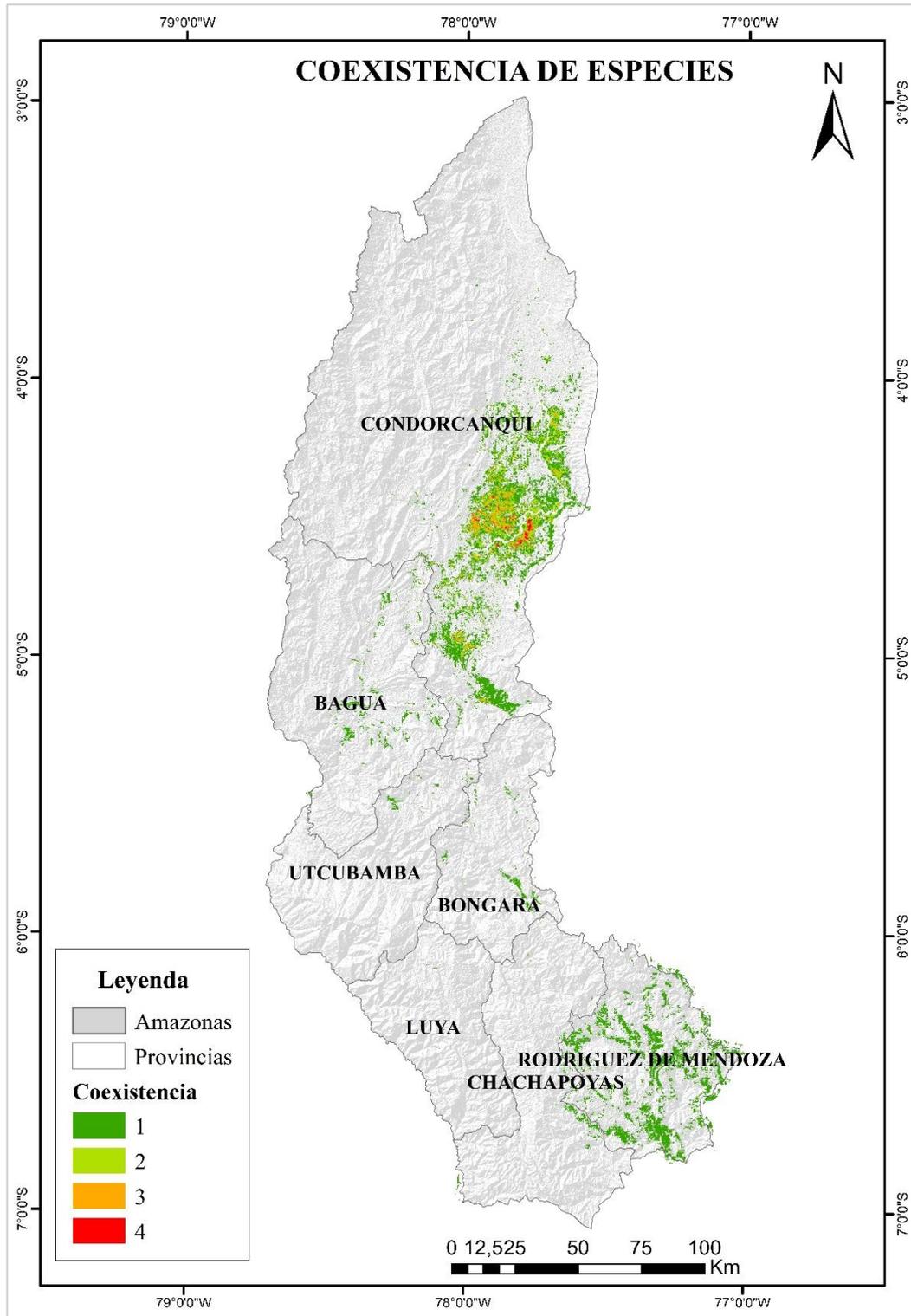
N° de especies coexistentes	Especies forestales maderables	
1	<i>Apuleia leiocarpa</i>	
	<i>Cariniana decandra</i>	
	<i>Cedrela montana</i>	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	
	<i>Ceiba pentandra</i>	
2	<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Ceiba pentandra</i>
		<i>Cedrelinga cateniformis</i>
		<i>Cariniana decandra</i>
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Ceiba pentandra</i>
		<i>Cariniana decandra</i>
3	<i>Cariniana decandra</i>	<i>Ceiba pentandra</i>
		<i>Cedrelinga cateniformis</i>
		<i>Ceiba pentandra</i>
	<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>
		<i>Ceiba pentandra</i>
	<i>Cariniana decandra</i>	

		<i>Cariniana decandra</i>		
	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Cariniana decandra</i>		
4	<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	<i>Cariniana decandra</i>	<i>Ceiba pentandra</i>

La Tabla 15 muestra la coexistencia desde una especie hasta cuatro especies forestales maderables que pueden coexistir. Se observa que *C. montana*, tiene una alta adaptación sin coexistir con las otras especies forestales.

Figura 19

Mapa de coexistencia de las cinco especies forestales amenazadas



3.3. Cuantificación y distribución de las 5 especies forestales en el SICRE

La especie *A. leiocarpa* tiene una distribución potencial dentro del sistema de conservación regional (SICRE), que abarca dentro de las Áreas naturales Protegidas (ANP) (Figura 20a) a la Reserva comunal (RC) Tuntanain con un área de 6 273.63 ha, Zona Reservada (ZR) Santiago Comaina con un área de 3894.34 ha y la Zona de Amortiguamiento (ZA) (Figura 20b) que comprende la Reserva Comunal Tuntanain y la Zona Reservada Santiago Comaina, con un área total aproximadamente de 86 812.09 ha. (Tabla 16). Además, la especie forestal se encuentra dentro de la concesión de conservación (CC) Dase Nain, abarcando 23 435.55 ha (Figura 20c).

Tabla 16

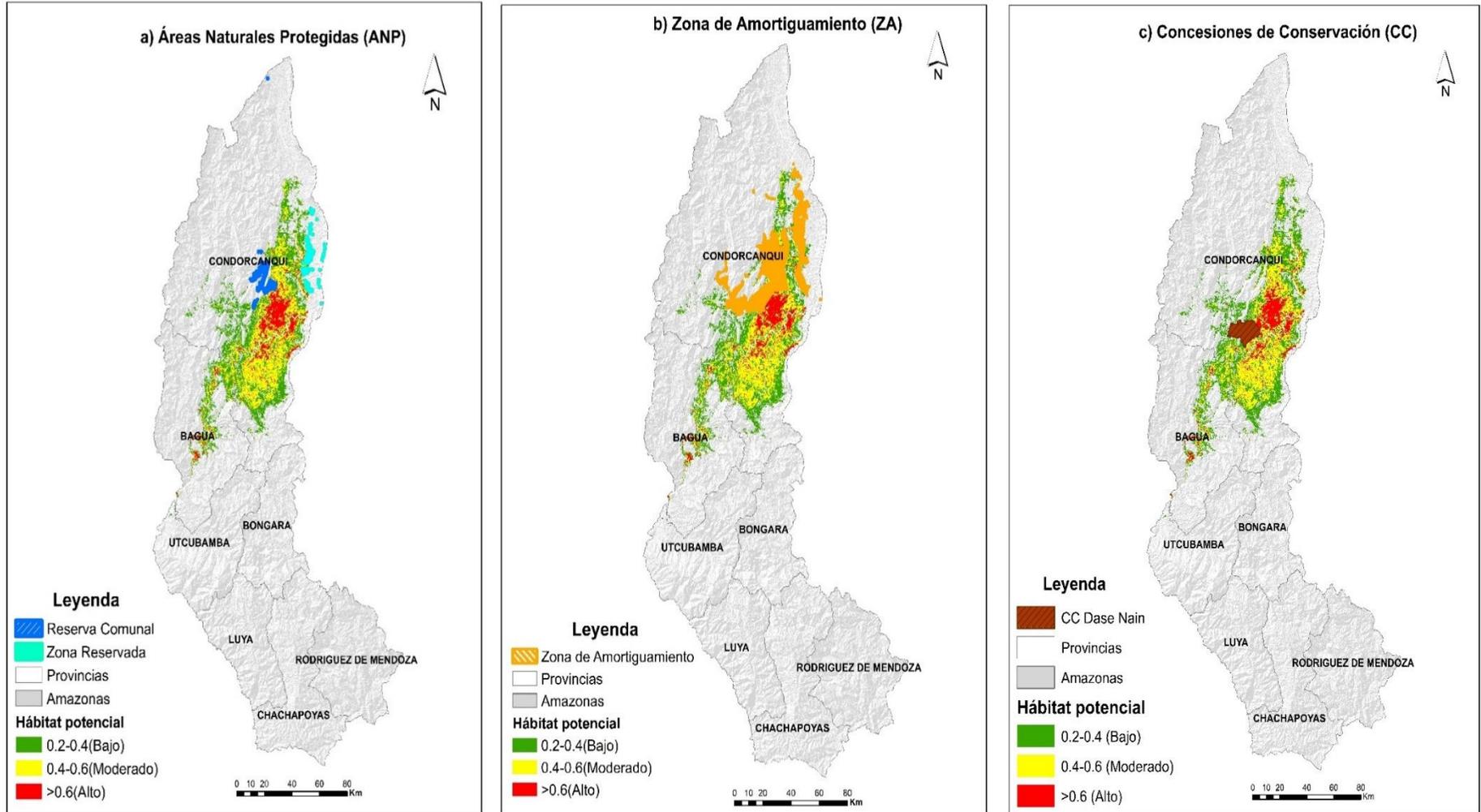
Distribución potencial de A. leiocarpa dentro del SICRE

SICRE	Rango			Área (ha)
	Bajo 0.2-0.4	Moderado 0.4-0.6	Alto >0.6	
Reserva comunal	4105,15	1882,27	286,21	6273,63
Zona Reservada	3008,05	636,58	249,72	3894,34
Zona de amortiguamiento	42267,80	35828,14	8716,15	86812,09
Total	49381,00	38347,00	9252,07	96980,07

La tabla 16, muestra la distribución dentro del SICRE. El rango alto, representa las áreas RC, ZR y ZA, con mejores condiciones de adaptabilidad para la especie, teniendo un total de área de 9 252.07 ha.

Figura 20

Distribución de Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macbr. dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas



La especie *C. decandra* tiene una distribución potencial dentro del SICRE, que abarca dentro de las Áreas Naturales Protegidas (Figura 21a) a la Reserva comunal Tuntanain con un área de 3 439.25 ha, Parque Nacional Ichigkat Muja-Cordillera del Cóndor con un área de 26.73 ha, Zona Reservada Santiago Comaina con un área de 16 914.69 ha y la Zona de Amortiguamiento (Figura 21b), que comprende la Reserva Comunal Tuntanain y la Zona Reservada Santiago Comaina y el Parque Nacional Ichigkat Muja-Cordillera del Cóndor con un área total aproximadamente de 58 616.29 ha. (Tabla 17).

Además, la especie forestal se encuentra dentro de la concesión de conservación (CC) Dase Nain, abarcando 23 435.55 ha (Figura 21c).

Tabla 17

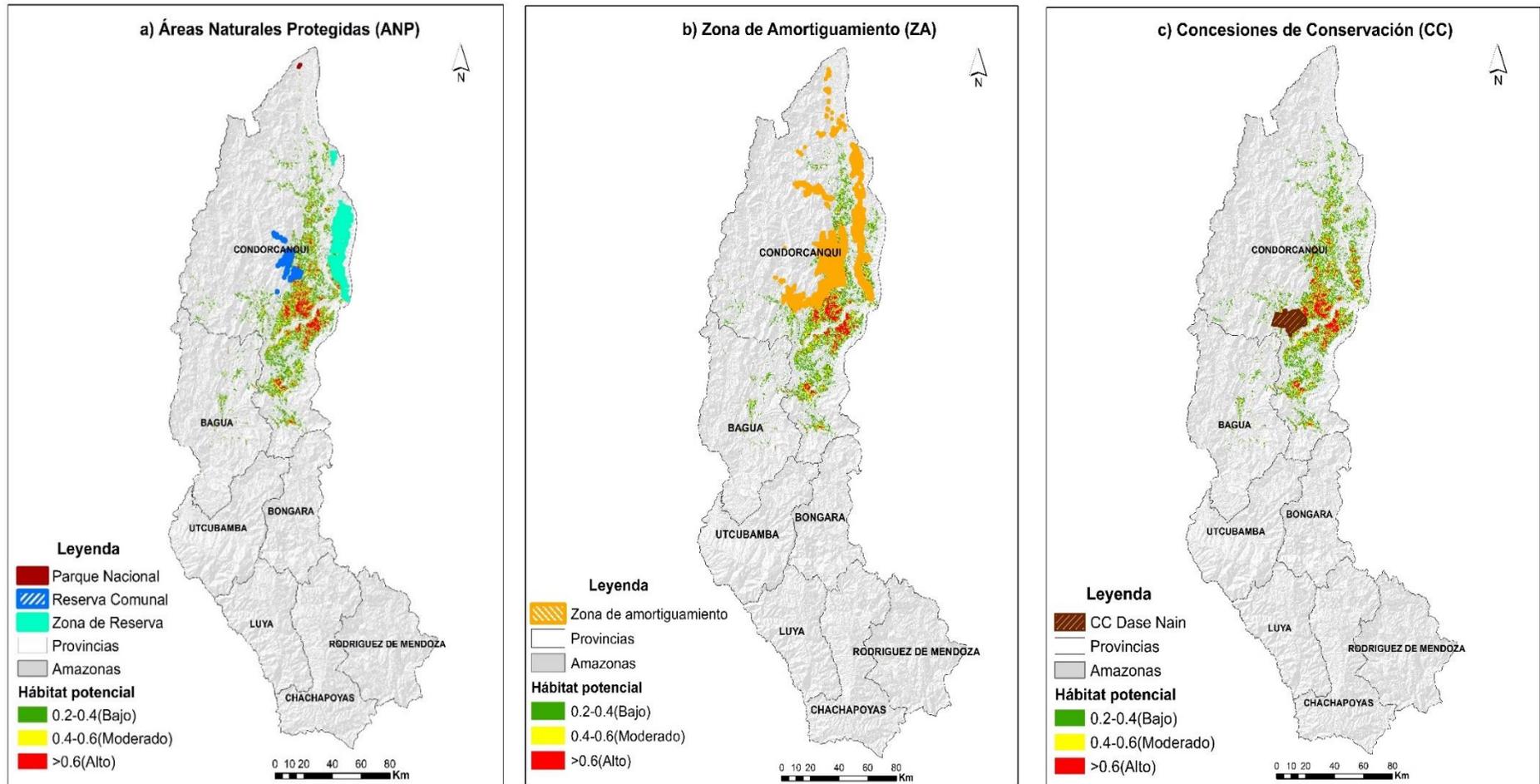
Distribución potencial de C. decandra dentro del SICRE

SICRE	Rango			Área (ha)
	Bajo	Moderado	Alto	
	0.2-0.4	0.4-0.6	>0.6	
Reserva Comunal	2374,63	822,68	241,94	3439,25
Parque Nacional	26,73			26,73
Zona Reservada	10658,13	4447,40	1809,16	16914,69
Zona de Amortiguamiento	36298,81	15558,73	6758,75	58616,29
Total	49358,31	20828,80	8809,85	78996,96

La tabla 17, muestra la distribución dentro del SICRE. El rango alto, representa el área RC, ZR y ZA con mejores condiciones de adaptabilidad para la especie, teniendo un total de área de 8 809.85 ha.

Figura 21

Distribución potencial de Cariniana decandra Ducke dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas



La especie *C. montana* tiene una distribución potencial dentro del SICRE, que abarca dentro de las Áreas Naturales Protegidas (Figura 22a) a la Reserva comunal Chayu Nain con un área de 9 866.99 ha, Santuario Nacional Cordillera de Colán con un área de 14 271.17 ha, Zona Reservada Río Nieva con un área de 17 598.14, Área de Conservación Regional (Figura 22b) con un área de 30 794.24 ha, Área de Conservación Privada (Figura 22c) con un área 86 535.38 ha y la Zona de Amortiguamiento (Figura 23c) con un área de 114 908.03 ha (Tabla 18).

Además, la especie forestal se encuentra dentro de la concesión de conservación (CC) Asociación de productores agropecuarios la Flor del Café con 26 064.75 ha, Asociación para la conservación Chorrera Blanca con 10 310.10 ha y la Asociación mancomunidad Pamau Nain abarcando 47 977.39 ha (Figura 23c).

Tabla 18

Distribución potencial de C. montana dentro del SICRE

SICRE	Rango			Área (ha)
	Bajo 0.2-0.4	Moderado 0.4-0.6	Alto >0.6	
Reserva Comunal	6459,10	2732,05	675,85	9866,99
Santuario Nacional	10243,83	3459,38	567,96	14271,17
Zona Reservada	12168,35	4918,37	511,42	17598,14
Área de Conservación Regional	13530,86	11636,43	5626,95	30794,24
Área de Conservación Privada	30430,35	28471,53	27633,50	86535,38
Zona de Amortiguamiento	67155,16	33348,49	14404,38	114908,03
Total	139987,65	84566,23	49420,06	273973,94

La tabla 18, muestra la distribución dentro del SICRE. El rango alto, representa el área RC, SN, ZR, ACR, ACP y ZA con mejores condiciones de adaptabilidad para la especie, teniendo un total de área de 49 420.06 ha.

Figura 22

Distribución potencial de Cedrela montana Moritz ex Turcz dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas

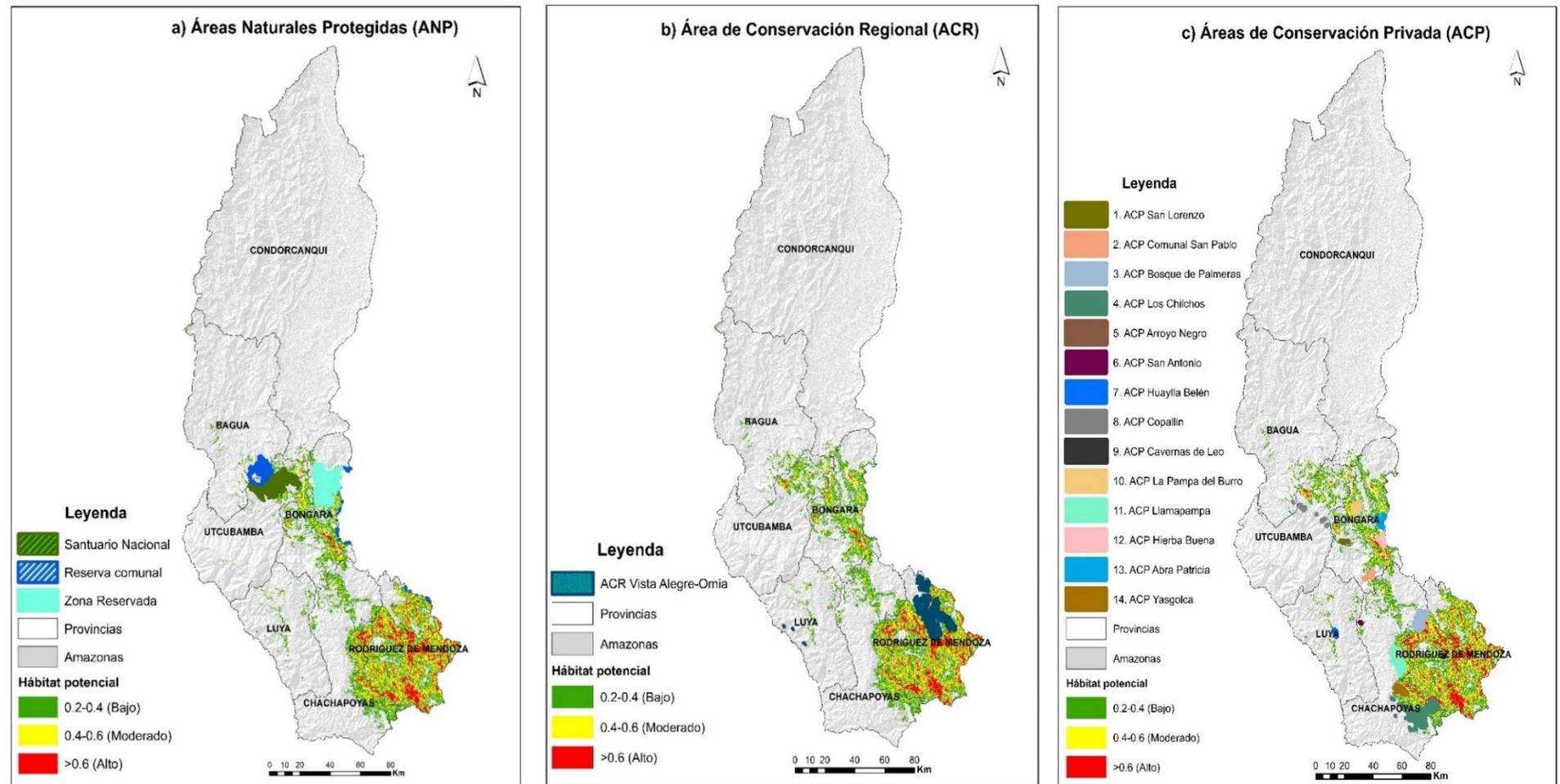
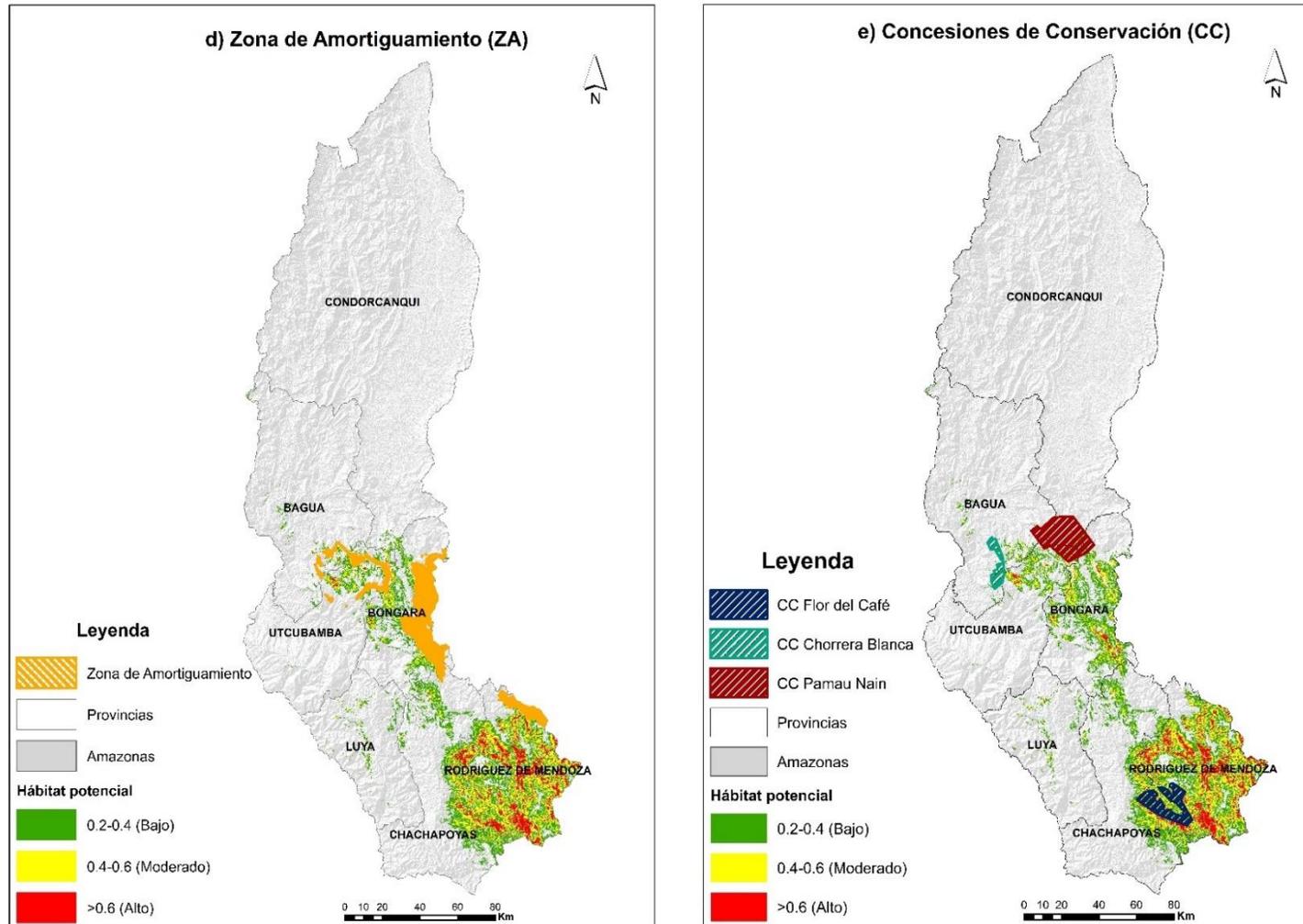


Figura 23

Distribución potencial de Cedrela montana Moritz ex Turcz dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas



La especie *C. cateniformis* tiene una distribución potencial dentro del SICRE, que abarca dentro de las Áreas Naturales Protegidas (Figura 24 a), la Reserva comunal Tuntanain con un área de 6 469.92 ha, Reserva comunal Chayu Nain con un área de 59.56 ha, Zona Reservada Santo Comaina con un área de 45 416.38 ha y la Zona de Amortiguamiento con un área de 298 023.90 ha (Tabla 19).

Además, la especie forestal se encuentra dentro de la concesión de conservación (Figura 23c), Asociación Mancomunidad Dase Nain abarcando 23 435.55 ha, Asociación Mancomunidad Pamau Nain con 47 977.39 ha y la Asociación Mancomunidad Tijae Nain con 37 036.74 ha.

Tabla 19

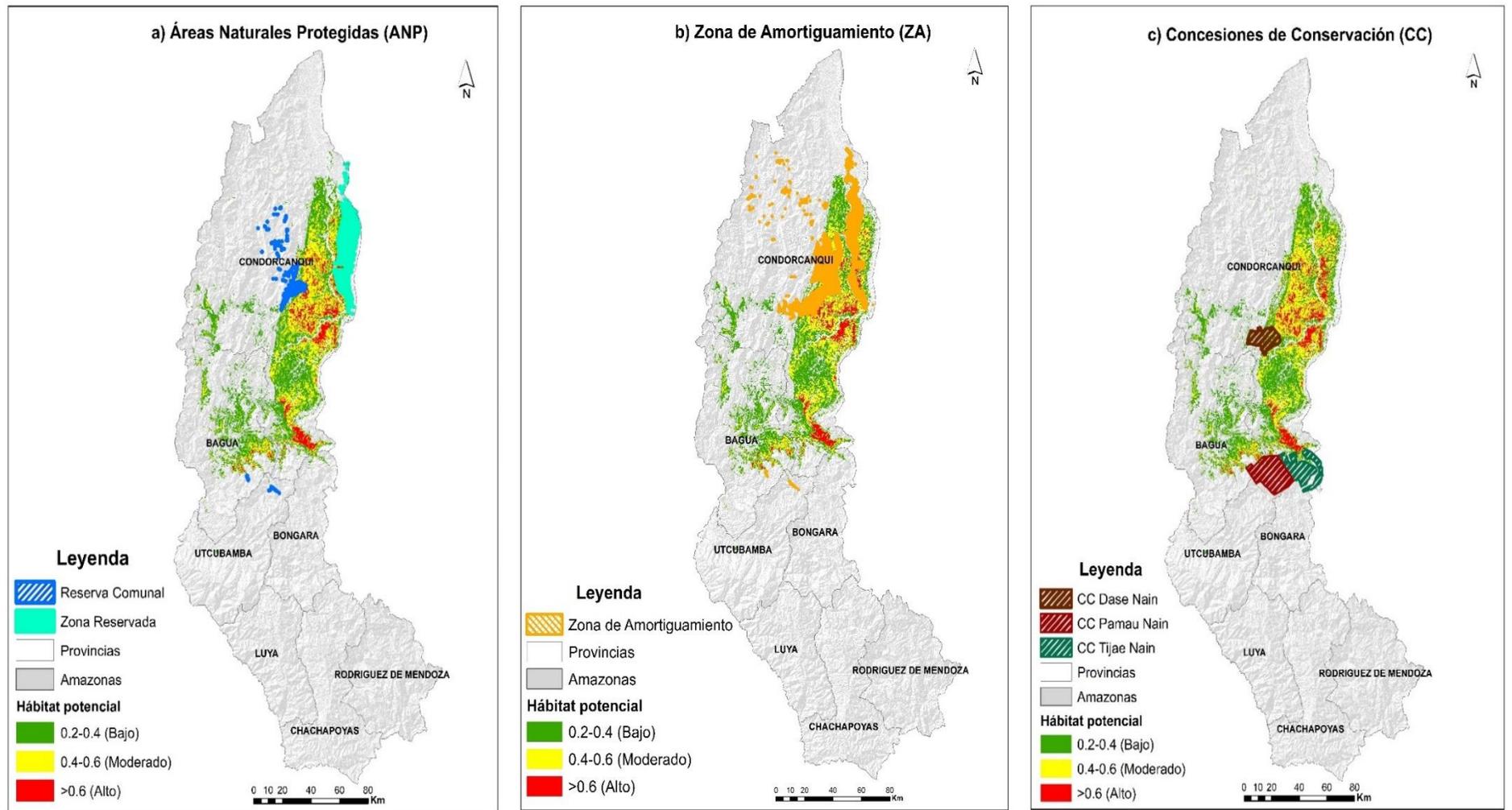
Distribución potencial de C. cateniformis dentro del SICRE

SICRE	Rango			Área (ha)
	Bajo	Moderado	Alto	
	0.2-0.4	0.4-0.6	>0.6	
Reserva Comunal Tuntanain	4472,87	1839,64	157,40	6469,92
Reserva Comunal Chayu Nain	59,56			59,56
Zona Reservada	21603,22	17822,52	5990,64	45416,38
Zona de Amortiguamiento	101300,18	94982,88	49794,98	246078,05
Total	127435,83	114645,05	55943,02	298023,90

La tabla 19, muestra la distribución dentro del SICRE. El rango alto, representa las áreas de RC, ZR y ZA con mejores condiciones de adaptabilidad para la especie, teniendo un total de área de 55 943.02 ha.

Figura 24

Distribución potencial de Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas



La especie *C. pentandra* tiene una distribución potencial dentro del SICRE, que abarca dentro de las Áreas naturales Protegidas (Figura 25a) a la Reserva comunal Tuntanain con un área de 4 192.42 ha, Parque Nacional Ichigkat Muja – Cordillera del Cóndor con un área de 4 338.21 ha, Zona Reservada Santo Comaina con un área de 19 982.36 ha y la Zona de Amortiguamiento (Figura 25b) (PN Ichigkat Muja – Cordillera del Cóndor, RC Tuntanain, ZR Santiago Comaina), con un área de 1 489 399.57 ha (Tabla 20).

Además, la especie forestal se encuentra dentro de la concesión de conservación (CC) Dase Nain, abarcando 23 435.55 ha (Figura 25c).

Tabla 20

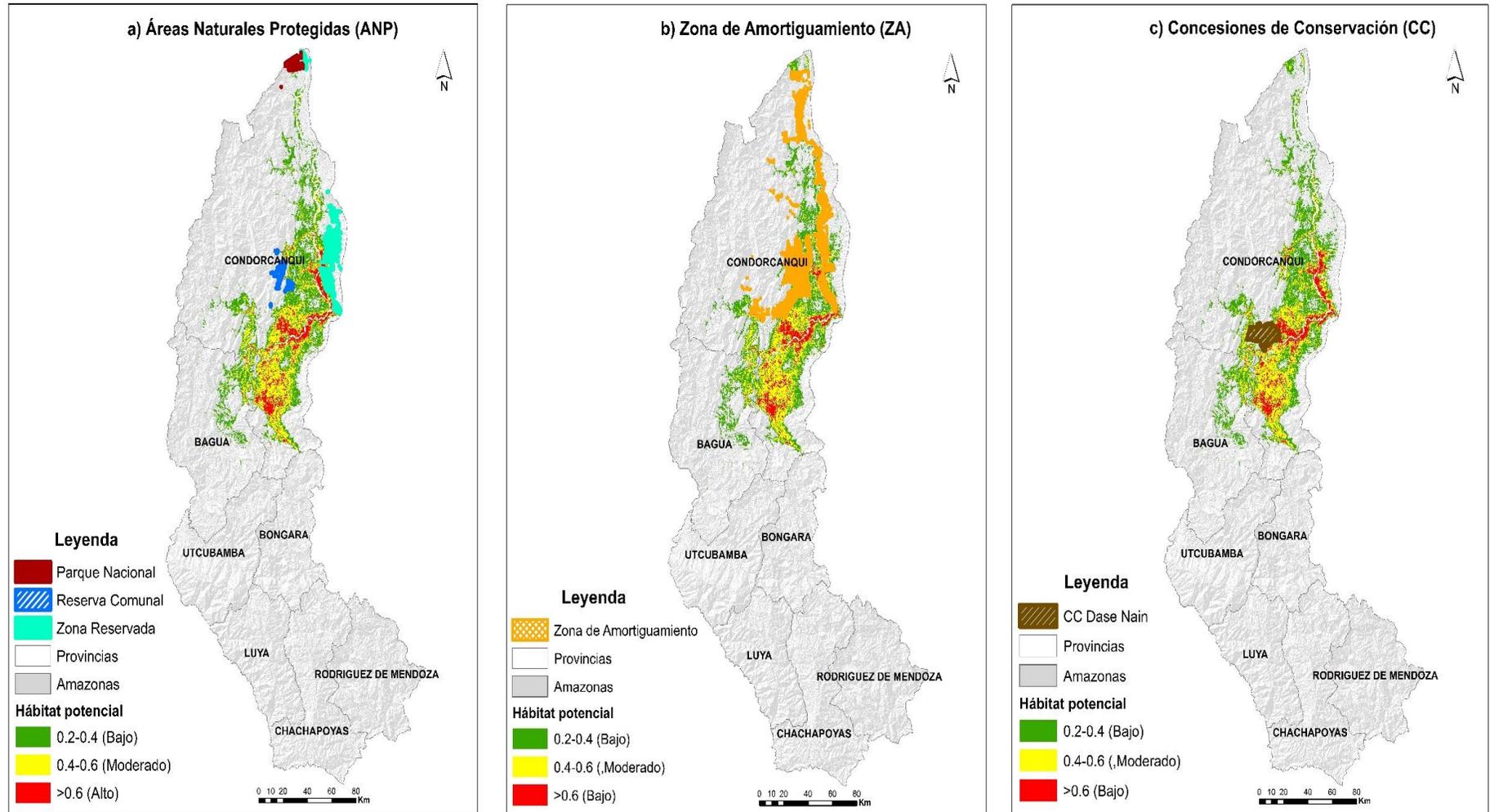
Distribución potencial de C. pentandra dentro del SICRE

SICRE	Rango			Área (ha)
	Bajo 0.2-0.4	Moderado 0.4-0.6	Alto >0.6	
Reserva comunal	2846,58	1140,93	204,91	4192,42
Parque Nacional	3646,03	692,18		4338,21
Zona Reservada	12628,45	5449,10	1904,81	19982,36
Zona de Amortiguamiento	811529,38	538130,09	139740,10	1489399,57
Total	830650,44	545412,29	141849,83	1517912,56

La tabla 20, muestra la distribución dentro del SICRE. El rango alto, representa las áreas de RC, PN, ZR y ZA con mejores condiciones de adaptabilidad para la especie, teniendo un total de área de 141 849.83 ha

Figura 25

Distribución potencial de Ceiba pentandra (L). Gaertn dentro Sistema de Conservación Regional de Amazonas



IV. DISCUSIÓN

El aprovechamiento forestal se define como la agrupación de actividades vinculado a la tala, trozado, arrastre y extracción de los recursos forestales, para luego ser transportado el producto forestal a los centros de transformación, por ende se debe tener en cuenta la planeación y seguimiento de las actividades para obtener un aprovechamiento sostenible (Sánchez-Vidaña et al., 2018). Es por ello que desde la entrada en vigencia de la Ley 29763, señala que, en el artículo 56 del reglamento para la gestión forestal se determinaron diferentes modalidades para el acceso a los recursos, dentro de ello se tiene a los planes de manejo: Plan de Manejo Forestal Intermedio (PFMI) y Declaración de Manejo (DEMA), siendo este último el que tiene mayor incidencia en las comunidades nativas, campesinas y predios privados en la región Amazonas (Sears et al., 2018). En función a la revisión de los planes de manejo se identificaron a las cinco especies forestales maderables, de acuerdo al número de datos de presencia (puntos georreferenciados) y volumen (Tabla 3), en la que se utilizaron 1241 puntos, los cuales fueron verificados previamente al aprovechamiento o conservación (semilleros) de los mismos, teniendo en cuenta los lineamientos de inspecciones oculares previas a la aprobación de los planes de manejo (SERFOR, 2016) y el diámetro mínimo de corta (INRENA, 2002).

La determinación de las especies de flora y fauna en estado de amenaza, es de vital importancia, ya que de esta manera se puede tomar medidas que ayuden a la preservación de las especies (Squeo et al., 2010). En este estudio se realizó la sistematización de acuerdo al estado de amenaza de las cinco especies forestales maderables: *Apuleia leiocarpa* (Vogel) F. Macbr., comúnmente conocido como “ana caspi”, actualmente en estado preocupación menor (LC), sin embargo Haygert-Lencina et al., (2017), hacen referencia a la especie forestal, que se encuentra en un riesgo de extinción debido a la industria maderera. *Cariniana decandra* Ducke conocido como “papelillo o lagarto caspi”, de igual manera en estado preocupación menor (LC), coincidiendo con estudios realizados por Rivera-Martin et al., (2013), mencionan que, la especie se encuentra en LC, de acuerdo a la IUCN. *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., de nombre común “cedro o cedro virgen” en estado vulnerable (VU), concordando con los estudios realizados por Grignola et al., (2014) y Lombardi Indacochea et al., (2014). Además, cabe mencionar que, en el año 2020 incluyeron a la especie forestal en el apéndice II de CITES (SERFOR, 2020).

Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke., como “tornillo” en estado preocupación menor (LC), pactando con la investigación realizada de Cruz et al., (2020) en los departamentos de Ucayali, Loreto, Puno, Madre de Dios y San Martín. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn de nombre común “lupuna, ceiba” en estado de preocupación menor (LC) concordando con las investigaciones realizadas por los autores Domínguez et al., (2023), Sampedro et al., (2014) y Serna González & Jiménez, (2021).

La distribución de las cinco especies forestales comprende siete provincias de la región de Amazonas, abarcando la zona norte y sur, coincidiendo con estudios realizados por Lozano, (2020) y Rojas et al., (2020), ubicando a las especies *A. leiocarpa* (69 961 has), *C. decandra* (41 119.61 has) y *C. pentandra* (69,658 .31 has) en las provincias de Bagua y Condorcanqui, con un área de 180 738.32 has, *C. cateniformis* en las provincias de Bagua, Bongará, Condorcanqui y Utcubamba abarcando un área de 73 609. 8 has. Dichas especies se encuentran dentro los 100 a 1080 msnm, coincidiendo con estudios realizados por Reynel & Pennington, (2003), que mencionan, que las especies se encuentran entre 0 a 1000 msnm, con precipitaciones entre los 1000 a 2000 mm y temperaturas de hasta 38°C, además se encuentran en bosques primarios, zonas de pluviosidad alta o en estación seca (Baluarte-Vásquez & Aróstegui-Vargas, 2006; OSINFOR, 2017). Sin embargo *C. pentandra* se puede encontrar en bosques primarios, secundarios y bosques ribereños (Dávila et al., 2012). *Cedrela montana* se encuentra en las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Condorcanqui, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba, con un área de 73 741.86 has, distribuido entre los rangos altitudinales 1080-2190 msnm. Cuya distribución es de acorde a los estudios realizados por Cotrina et al., (2020), Lombardi et al., (2014) y SERFOR, (2020a), donde mencionan que la especie se encuentra en bosques montanos y su rango altitudinal varía entre 1500 a 2000 msnm.

El área bajo la curva (AUC), para las especies forestales es mayor a 0.9 (*A. leiocarpa* =0.957, *C. decandra* =0.970, *C. montana* =0.937, *C. cateniformis*= 0.940 y *C. pentandra* = 0.949), indicaron que el modelamiento es considerado como excelente de acuerdo a Araújo et al., (2005) y Peña, (2020). Coincidiendo con estudios realizados por OSINFOR, (2016), encontrando *A. leiocarpa* con un AUC = 0.979. De igual manera *C. cateniformis* con un AUC= 0.986, *C. montana* con un AUC =0.995

(Lozano , 2020) y *C. pentandra* con un AUC =0.914 (OSINFOR, 2021). Además Cavalcante et al., (2023), mencionan que los valores del AUC próximo a 1, significa un rendimiento excelente. Las variables que contribuyeron significativamente con el modelo son: Altitud, Bio 14 y clima obteniendo una contribución de 88.63% en el proceso del modelado, concordando con los estudios realizados por Cotrina et al., (2021) y Lozano, (2020), obteniendo como resultado que, la altitud y Bio 14 fue la variable que contribuyó mejor al modelo

El Sistema de Conservación Regional (SICRE), garantiza la protección de los recursos naturales y la recuperación de los ecosistemas (Romo et al., 2009), además la identificación de zonas adecuadas para la conservación de la riqueza que posee la región (Leo, 2007). Por otra parte, la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE), permite distinguir las potencialidades y las limitaciones que puedan influir en el desarrollo sostenible del territorio. Además a través de la ZEE se puede conocer los escenarios socioeconómicos, biofísicos, zonas ecológicas y económicas (ZEE, 2010). Las cinco especies forestales se localizan dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), Zonas de Amortiguamiento (ZA) y Concesiones de Conservación (CC), por lo tanto, la distribución potencial y superposición con el SICRE, abarca las siguientes categorías: Reserva comunal (1 566.31 has), Santuario Nacional (567.96 has), Zona Reservada (10 465.75 has), Área de conservación Regional (5 626.95 has), Áreas de conservación privada (27 633.5 ha) y Zonas de amortiguamiento (219 414.36 has). Cabe resaltar que *C. montana*, es la única especie forestal que se encuentra dentro de las Áreas de Conservación Regional (ACR) y Áreas de Conservación Privada (ACP) (Figura 22, Figura 23).

La coexistencia de las cinco especies forestales, permite coexistir a más de una especie en un área, en la que presentan similares características edafológicas, climáticas y cobertura vegetal (Guo et al., 2020; Wen et al., 2022). Mediante la distribución potencial de rango alto (Figura 19), que viene hacer las áreas óptimas para el desarrollo de las especies forestales, *A. leiocarpa*, *C. decandra*, *C. cateniformis* y *C. pentandra* pueden coexistir unas con otras, a diferencia de *C. montana* que presenta una alta adaptación sin coexistir con las otras especies forestales. Coincidiendo con Cotrina et al., (2021) en la que obtuvo como resultado que las áreas de hábitat potencial “alto” y “moderado”, son las que tienen mejores condiciones de adaptación para las especies de flora. En el Bosque de Protección del

Alto Mayo, reforestaron áreas degradadas con especies forestales *C. cateniformis*, *C. fissilis* y *Aniba sp*, asociados con frutales (Llallahui, 2019). En la región de Amazonas se han realizado diversos proyectos con el fin de recuperar las áreas forestales, con *Cedrela sp.* (cedro), *inga feullei* (Guaba), *Ocotea sp* (Ishpingo), *Juglans neotropica* (Nogal), *C. cateniformis* (tornillo), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Guazuma sp.* (Bolina) (IIAP, 2014).

V. CONCLUSIONES

Se identificó cinco especies forestales maderables con mayor volumen autorizado para su aprovechamiento (2016 – 2021) en el departamento de Amazonas, considerando su categoría de amenaza para las mismas, estas especies fueron: *Apuleia leiocarpa* (Vogel) F. Macbr., comúnmente conocido como “ana caspi”, en estado preocupación menor (LC). *Cariniana decandra* Ducke, “Papelillo o Lagarto Caspi”, categorizada como LC, al igual que *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke o “Tornillo” y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn conocida como “Lupuna”. Sin embargo, la especie *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., “Cedro o Cedro Virgen”, considerada en estado vulnerable (VU).

El modelamiento de distribución potencial para: *A. leiocarpa* (269 653.85 ha). *C. decandra* (114 883.79 ha). *C. cateniformis* (298 791.99 ha) y *C. pentandra* (248 815.11 ha), abarcan principalmente, Bagua, Condorcanqui y Utcubamba. Asimismo, la especie *C. montana* (262 000.15 ha), comprende una distribución principalmente entre Rodríguez de Mendoza y Bongará.

Las especies modeladas se encuentran distribuidas dentro del ámbito del Sistema de Conservación Regional de Amazonas (SICRE), abarcando las siguientes categorías: Reserva comunal (1 566.31 has), Santuario Nacional (567.96 has), Zona Reservada (10 465.75 has), Área de conservación Regional (5 626.95 has), Áreas de conservación privada (27 633.5 ha), Zonas de amortiguamiento (219 414.36 has) y Concesiones de Conservación (216 108.57 ha).

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios de distribución potencial de flora y fauna a nivel nacional, para conocer las áreas óptimas para las especies forestales maderables y contribuir con la conservación.

Se recomienda utilizar otras variables bioclimáticas, edáficas y cobertura vegetal.

Complementar la base de datos de los registros con información actual y revisión de datos de biodiversidad a nivel mundial.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ahmadi, K., Mahmoodi, S., Pal, S. C., Saha, A., Chowdhuri, I., Nguyen, T. T., Jarvie, S., Szostak, M., Socha, J., & Thai, V. N. (2023). Improving species distribution models for dominant trees in climate data-poor forests using high-resolution remote sensing. *Ecological Modelling*, 475, 110190. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2022.110190>
- Alberdi, I., Nunes, L., Kovac, M., Bonheme, I., Cañellas, I., Rego, F. C., Dias, S., Duarte, I., Notarangelo, M., Rizzo, M., & Gasparini, P. (2019). The conservation status assessment of Natura 2000 forest habitats in Europe: capabilities, potentials and challenges of national forest inventories data. *Annals of Forest Science*, 76(2). <https://doi.org/10.1007/S13595-019-0820-4>
- Alkiske, A. A., Peterson, A. T., & Samy, A. M. (2017). Climate change influences on the potential geographic distribution of the disease vector tick *Ixodes ricinus*. *PLOS ONE*, 12(12), e0189092. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0189092>
- Alvarez-Montalván, C. E., Manrique-León, S., Fonseca, M. V.-D., Cardozo-Soarez, J., Callo-Ccorcca, J., Bravo-Camara, P., Castañeda-Tinco, I., Alvarez-Orellana, J., Alvarez-Montalván, C. E., Manrique-León, S., Fonseca, M. V.-D., Cardozo-Soarez, J., Callo-Ccorcca, J., Bravo-Camara, P., Castañeda-Tinco, I., & Alvarez-Orellana, J. (2021). Composición florística, estructura y diversidad arbórea de un bosque amazónico en Perú. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 73–82. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2021.009>
- Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., & Erhard, M. (2005). Validation of species–climate impact models under climate change. *Global Change Biology*.
- Baluart-Vásquez, J. R., & Aróstegui-Vargas, A. (2006). Identificación y descripción de diecinueve especies forestales del bosque húmedo tropical (bH-t) colonia angamos (rio yavari) y jenaro herrera. *Folia Amazónica*, 2(1–2), 37.
- Barrera Zuñiga, R. A., & Garcia Orduña, D. (2015). *Procesamiento, interpretación y análisis de imágenes satelitales en la banda de los 400 a 700 nanómetros para aplicaciones de percepción remota*.
- Bax, V., Castro-Nunez, A., & Francesconi, W. (2021). Assessment of potential climate change impacts on montane forests in the peruvian andes: Implications for

- conservation prioritization. *Forests*, 12(3), 1–15. <https://doi.org/10.3390/f12030375>
- Bezerra de Menezes, A., & Figueiredo, S. M. de M. (2021). Species distribution modeling in forest planning of annual production units in the southwest amazonia. *Revista Arvore*, 45, 1–12. <https://doi.org/10.1590/1806-908820210000031>
- Blanco-Sacristán, J., Johansen, K., Duarte, C. M., Daffonchio, D., Hoteit, I., & McCabe, M. F. (2022). Mangrove distribution and afforestation potential in the Red Sea. *Science of The Total Environment*, 843, 157098. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.157098>
- Boria, R. A., Olson, L. E., Goodman, S. M., & Anderson, R. P. (2014). Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. *Ecological Modelling*, 275, 73–77. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.12.012>
- Castillo, L., Satalaya, C., Paredes, U., Encalada, M., & Rodríguez, J. (2023). Las Áreas Naturales Protegidas en el Perú: Fortalecimiento de la gobernanza en el marco de la Agenda 2030 y los ODS. *Documento de Política En Control Gubernamental*, 59.
- Cavalcante, A. M. B., César, A., Sampaio, P., Duarte, A. S., Aurélio, M., & Santos, F. Dos. (2023). Impacts of climate change on the potential distribution of epiphytic cacti in the Caatinga biome, Brazil. *An Acad Bras Cienc*, 95(2), 20200904. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202320200904>
- Cerrillo, R. M. N., Rumbaó, I. C., Vidaña, A. L., Pérez, J. L. Q., & Duque-Lazo, J. (2016). Integración de datos de inventario y modelos de hábitat para predecir la regeneración de especies leñosas mediterráneas en repoblaciones forestales. *Ecosistemas*, 25(3), 6–21. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-3.02>
- Cotrina Sánchez, A., Rojas Briceño, N. B., Bandopadhyay, S., Ghosh, S., Torres Guzmán, C., Oliva, M., Guzman, B. K., & Salas López, R. (2021). Biogeographic distribution of *Cedrela* spp. Genus in Peru using maxent modeling: A conservation and restoration approach. *Diversity*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/d13060261>
- Cotrina Sánchez, Dany A., Castillo, E. B., Rojas Briceño, N. B., Oliva, M., Guzman, C. T., Amasifuen Guerra, C. A., & Bandopadhyay, S. (2020). Distribution models of timber species for forest conservation and restoration in the Andean-Amazonian landscape, North of Peru. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/SU12197945>

- Cotrina Sánchez, Dany Alexander. (2020). *Modelamiento biogeográfico de especies forestales maderables nativas para la recuperación de bosques degradados en Amazonas, Perú* [Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].
[http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/2156/Cotrina Sánchez Dany Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/2156/Cotrina_Sánchez_Dany_Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cruz, W., Saldaña, C., Ramos, H., Baselly, R., Loli, J. C., & Cuellar, E. (2020). Genetic structure of natural populations of *Cedrelinga Cateniformis* “tornillo” from the oriental region of Peru. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 521–528.
<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.04.07>
- Dávila, N., Honorio, E., Baker, T., Ramírez, J., Salazar, A., Vásquez, H., Irarica, J., Saavedra, N., & Tello, A. (2012). *Fichas de identificación de especies maderables de la Amazonia Peruana*. <https://es.slideshare.net/DianitaTorres1/especies-maderables-de-la-selva-peruana>
- Decreto supremo N° 043-2006-AG. (2006, July 13). *Aprueban categorización de especies ame-nazadas de flora silvestre*. Diario Oficial El Peruano.
<https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2016/03/D.S.-N-043-2006-AG-Aprueban-Categorizacin-de-Especies-Amenazadas-de-Flora-Silvestre.pdf>
- Domínguez, L. M., Jiménez Pineda, D. M., & Tovar Rúa, D. C. (2023). Caracterización de la fauna silvestre y la flora arbórea del Municipio de San Benito Abad- Sucre, como estrategia que contribuya a su conservación a través de procesos de Investigación Formativa en la Institución Educativa María Inmaculada. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 4420–4435.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5660
- Elith, J., H. Graham, C., P. Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., J. Hijmans, R., Huettmann, F., R. Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., G. Lohmann, L., A. Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., McC. M. Overton, J., Townsend Peterson, A., ... E. Zimmermann, N. (2006). Novel methods improve prediction of species’ distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2), 129–151. <https://doi.org/10.1111/J.2006.0906-7590.04596.X>

- Fagundes, F. F. A., Reis, F. Y. da S., & Martins, F. B. (2021). A model for predicting the initial development of two native forest species under current and future climates. *Environmental and Experimental Botany*, *192*, 104662. <https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2021.104662>
- Fernando, A. (2008). *SICRE - Conservación de la Diversidad Biológica*. http://www.regionamazonas.gob.pe/sicre/objetivos_p.php
- Franciscon, C. H., & Miranda, I. de S. (2018). Distribution and conservation of *Aniba Aubl.* (Lauraceae Jussieu) species in Brazil. *Biota Neotropica*, *18*(3). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0362>
- Fuente Peña, C. E. (2020). *Modelación de la distribución ecológica potencial del Anuro *Pristimantis simonsii* (Boulenger, 1900) en el departamento de Cajamarca, Perú* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4548/fuentes-peña-cesar-eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gamarra Torres, Ó. A., Barrena Gurbillón, M. A., Ordinola Ramirez, C., Barboza Castillo, E., Leiva Tafur, D., Rascón Barrios, J., & Taramona Ruiz, L. A. (2018). Calidad del bosque de ribera en la cuenca del río Utcubamba, Amazonas, Perú. *Arnaldoa*, *25*(2), 653–678. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25218>
- Garcia, K., Lasco, R., Ines, A., Lyon, B., & Pulhin, F. (2013). Predicting geographic distribution and habitat suitability due to climate change of selected threatened forest tree species in the Philippines. *Applied Geography*, *44*, 12–22. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2013.07.005>
- Ghosh, B. G., Garai, S., Rahaman, S. M., Khatun, M., Mohammad, N., Mishra, Y., Ranjan, A., & Tiwari, S. (2021). Assessing potential habitat distribution range of the endangered tree species *Pterocarpus marsupium* Roxb. Under the climate change scenario in India. *Trees, Forests and People*, *6*, 100124. <https://doi.org/10.1016/J.TFP.2021.100124>
- González, I., Hebel, I., Jaña, R., González, I., Hebel, I., & Jaña, R. (2019). Distribución potencial de *Sanionia* spp. en dos momentos del Holoceno en península Fildes isla Rey Jorge Antártica. *Anales Del Instituto de La Patagonia*, *47*(2), 7–17.
- Grignola, J., Acreche, M., Di Rienzo, J., Gatto, M., & Fornes, L. (2014). Potencialidad

- de especies y procedencias de Cedrela para el establecimiento de plantaciones sustentables en diferentes ambientes del Noroeste Argentino. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 40(3), 260–268.
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84930971786&partnerID=tZOtx3y1>
- Guo, Y., Zhao, P., Zhou, Z., Yi, J., Chai, Y., & Yue, M. (2020). Coexistence of three common species in a temperate mixed forest: Linking seedling microhabitats and functional traits. *Forest Ecology and Management*, 465(March), 118057.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118057>
- Guzman, B. K., García-Bravo, A., Salazar, E. E. A., Mejía, I. A., Guzmán, C. T., & Oliva, M. (2021). Endemism of woody flora and tetrapod fauna, and conservation status of the inter-Andean Seasonally Dry Tropical Forest of the Marañón valley. *Global Ecology and Conservation*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01639>
- Haygert-Lencina, K., Antônio-Bisognin, D., Kielse, P., & Pimentel, N. (2017). *rooting and acclimatization of Apuleia leiocarpa*.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n8/1405-3195-agro-51-08-909-es.pdf>
- Hernández Ramos, J., Roberto Reynoso, S., Hernández Ramos, A., García, G., Hernández-Máximo, E., Cob Uicab, J. V., & Sumano López, D. (2018). Historical, current and future distribution of Cedrela odorata, Mexico. *Acta Botánica Mexicana*.
https://abm.ojs.incol.mx/index.php/abm/article/view/1305/pdf_1
- IIAP. (2014). *Documento técnico de oferta y demanda de germoplasma y plántones de especies forestales maderables en la región Amazonas*.
- INRENA. (20 C.E.). *Diámetros mínimo de corta*.
- Lan, X. H., Wang, J. L., Fu, C., Li, L. M., Yuan, M. Q., Tan, T. T., & Du, F. G. (2022). *Prediction of Suitable Distribution Area of Magnolia sieboldii in China Based on the Optimized MaxEnt Mode*.
- Leo, M. (2007). *Representatividad de paisajes en amazonas – breve análisis y propuesta metodológica Índice*. 1–12.
- Liu, P., Wang, W., Bai, Z., Guo, Z., Ren, W., Huang, J., Xu, Y., Yao, J., Ding, Y., & Zang, R. (2021). Nutrient loads and ratios both explain the coexistence of dominant

- tree species in a boreal forest in Xinjiang, Northwest China. *Forest Ecology and Management*, 491(February), 119198. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119198>
- Llallahui Chiara, J. R. (2019). Evaluación de la efectividad de un mecanismo de conservación orientado a la reforestación del Bosque de Protección Alto Mayo. *Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur*.
- Lombardi Indacochea, I., Barena Arroyo, V., Vargas Salas, C., Huerta Sánchez, P., Garnica Philipps, C., Pacheco Gamarra, A., Ortiz Bonett, H., Febres Huamán, G., Elera Gonzáles, D., Masías Camino, V., & Abad Yncio, A. (2014). Las poblaciones del género *Cedrela* en el Perú. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 179. <https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/CEDRELA.pdf><https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/CEDRELA.pdf>
- Lozano Delgado, M. E. (2020). “Modelamiento espacial de nichos ecológicos para evaluación de presencia de *Cedrela odorata*, *Cedrela montana* y *Cedrelinga cateniformis* - Amazonas.” *Universidad Nacional de Cajamarca*, 113. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3766/Tesis%287%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maciel Mata, C. A., Manríquez Morán, N., Octavio Aguilar, P., & Sánchez Rojas, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta Universitaria*, 25(2), 03–19. <https://doi.org/10.15174/AU.2015.690>
- Manzanilla-Quijada, G. E., Treviño-Garza, E. J., Aguirre-Calderón, O. A., Yerena-Yamallel, J. I., & Manzanilla-Quñones, U. (2020). Current and future potential distribution and identification of suitable areas for the conservation of *Cedrela odorata* L. in the Yucatan Peninsula. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 26(3), 391–408. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2019.10.075>
- Mateo, R. G., Felicísimo, Á. M., & Muñoz, J. (2011). Species distributions models: A synthetic revision. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84(2), 217–240. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>
- Narouei-Khandan, H. A., Harmon, C. L., Harmon, P., Olmstead, J., Zelenev, V. V., van der Werf, W., Worner, S. P., Senay, S. D., & van Bruggen, A. H. C. (2017). Potential global and regional geographic distribution of *Phomopsis vaccinii* on *Vaccinium*

- species projected by two species distribution models. *European Journal of Plant Pathology*, 148(4), 919–930.
- Navarrete Macedo, C. E. (2019). *Distribución potencial de especies forestales amenazadas y endémicas rara mediante modelos de nicho ecológico* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4038/navarrete-macedo-corina-erika.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Navarro Gómez, R., Salazar Rojas, M., Alvarez Romero, E., Peñaloza Macha, D. O., Riquelme Ciriaco, I., Blas Jaimes, D., Candía Dipaz, C. R., & Janampa Felices, J. K. (2013). Modelamiento espacial de nichos ecológicos para la evaluación de presencia de especies forestales maderables en la Amazonía Peruana. *Serie Técnica N° 4*, 82. http://www.osinfor.gob.pe/portal/data/destacado/adjunto/modelamiento_nichos_ecologicos.pdf
- Navarro Guzmán, M. A., Jove Chipana, C. A., & Ignacio Apaza, J. M. (2020). Modelamiento de nichos ecológicos de flora amenazada para escenarios de cambio climático en el departamento de Tacna - Perú. *Colombia Forestal*. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/14866/15440>
- OSINFOR. (2016). *Modelamiento de la distribución potencial de 18 especies forestales en el departamento de Loreto*. <https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/modelamiento-de-18-especies-21-JUNIO.pdf>
- OSINFOR. (2017). Fichas de Identificación de Especies Forestales Maderables y Silvicultura Tropical. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*, 30–31. <https://www.osinfor.gob.pe/publicaciones/page/2/>
- OSINFOR. (2021). *Estudio ecológico de la estructura vertical de las principales especies forestales maderables en la amazonía peruana*. <https://www.gob.pe/institucion/osinfor/informes-publicaciones/2059520-estudio-ecologico-de-la-estructura-vertical-de-las-principales-especies-forestales-maderables-en-la-amazonia-peruana>
- Pang, S. E. H., De Alban, J. D. T., & Webb, E. L. (2021). Effects of climate change and land cover on the distributions of a critical tree family in the Philippines. *Scientific*

- Reports 2021 11:1, 11(1)*, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79491-9>
- Perea, R., López-Sánchez, A., Pallarés, J., Gordaliza, G. G., González-Doncel, I., Gil, L., & Rodríguez-Calcerrada, J. (2020). Tree recruitment in a drought- and herbivory-stressed oak-beech forest: Implications for future species coexistence. *Forest Ecology and Management*, 477(August), 118489. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118489>
- Phillips, S. B., Aneja, V. P., Kang, D., & Arya, S. P. (2006a). Modelling and analysis of the atmospheric nitrogen deposition in North Carolina. *International Journal of Global Environmental Issues*, 6(2–3), 231–252. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2005.03.026>
- Phillips, S. B., Aneja, V. P., Kang, D., & Arya, S. P. (2006b). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3–4), 231–259. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2005.03.026>
- Quesada-Quirós, M., Acosta-Vargas, L. G., Arias-Aguilar, D., & Rodríguez-González, A. (2016). Modelación de nichos ecológicos basado en tres escenarios de cambio climático para cinco especies de plantas en zonas altas de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(34), 01. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i34.2991>
- Quispe Rojas, W. R. (2022). *Modelamiento de los efectos del cambio climático en la distribución potencial de seis especies del género Polylepis en los Andes Peruanos* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8305/T010_47661879_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reátegui Reátegui, Francisco Martínez Dávila, P. (2010). Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Amazonas. Informe temático-Forestal. *Gobierno Regional de Amazonas*, 1–26.
- Reynel R, C., & Pennington R, T. (2003). Miradas botánicas y miradas forestales a los árboles y madera en la Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, 11(1), 113–114. <https://doi.org/10.15381/rpb.v11i1.2443>
- Rivera-Martin, L. E., Peñuela-Mora, M. C., Jiménez Rojas, E. M., & Vargas Jaramillo, M. del P. (2013). *Ecología y silvicultura de especies útiles amazónicas: Abarco*

- (*Cariniana micrantha* Ducke), *Quinilla* (*Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev.) y *Violeta* (*Peltogyne paniculata* Benth.).
<http://www.bdigital.unal.edu.co/36632/6/9789587616347.pdf>
- Rodríguez Achung, F., Limavhi Huallpa, L., Reátegui Reátegui, F., Escobedo Torres, R., Ramírez Barco, J., Encarnación Cajañaupa, F., Maco García, J., Guzman Castillo, W., Castro Medina, W., Fachín Malaverri, L. M., Martínez Dávila, P., Bendayan Acosta, L., & Zárate Gómez, R. (2010). *Zonificación ecológica y económica del departamento de Amazonas*.
<https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/294>
- Rojas Briceño, N. B., Cotrina Sánchez, D. A., Barboza Castillo, E., Barrena Gurbillón, M. ángel, Sarmiento, F. O., Sotomayor, D. A., Oliva, M., & Salas López, R. (2020a). Current and Future Distribution of Five Timber Forest Species in Amazonas, Northeast Peru: Contributions towards a Restoration Strategy. *Diversity 2020, Vol. 12, Page 305, 12(8)*, 305. <https://doi.org/10.3390/D12080305>
- Rojas Briceño, N. B., Cotrina Sánchez, D. A., Barboza Castillo, E., Barrena Gurbillón, M. ángel, Sarmiento, F. O., Sotomayor, D. A., Oliva, M., & Salas López, R. (2020b). Current and Future Distribution of Five Timber Forest Species in Amazonas, Northeast Peru: Contributions towards a Restoration Strategy. *Diversity 2020, Vol. 12, Page 305, 12(8)*, 305. <https://doi.org/10.3390/D12080305>
- Romero-Sanchez, M. E., Perez-Miranda, R., Gonzalez-Hernandez, A., Velasco-Garcia, M. V., Velasco-Bautista, E., & Flores, A. (2018). Current and Potential Spatial Distribution of Six Endangered Pine Species of Mexico: Towards a Conservation Strategy. *Forests 2018, Vol. 9, Page 767, 9(12)*, 767. <https://doi.org/10.3390/F9120767>
- Romo, M., Leo, M., & Epiquién, M. (2009). *Propuesta de sistema de conservación regional-SICRE-Amazonas*.
http://www.regionamazonas.gob.pe/sicre/propuesta_tecnica/PROPUESTASICRE_9_SICRE.pdf
- Salazar Rojas, M., Alvarez Romero, D., Riquelme Ciriaco, I., Valle Terrazas, R., Rivero Fonseca, F., Candia Dipaz, C. R., Janampa Felices, J. K., & Navarro Gómez, R. (2016). *Modelamiento de la distribución potencial de 18 especies forestales en el*

- departamento*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1016262/1026- Informes_y_Publicaciones_04_05-modelamiento-de-18-especies-21- JUNIO20200716-31706-117mk5y.pdf
- Sallmannshofer, M., Chakraborty, D., Vacik, H., Illés, G., Löw, M., Rechenmacher, A., Lapin, K., Ette, S., Stojanović, D., Kobler, A., & Schueler, S. (2021). Continent-wide tree species distribution models may mislead regional management decisions: A case study in the transboundary biosphere reserve mura-drava-danube. *Forests*, *12*(3), 1–25. <https://doi.org/10.3390/f12030330>
- SAMPEDRO, A., GÓMEZ, H., & BALLUT, G. (2014). Estado de la vegetación en localidades abandonadas por “desplazamiento”, en los Montes de Maria Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, *6*(1), 184. <https://doi.org/10.24188/recia.v6.n1.2014.258>
- Sánchez-Vidaña, D. L., Valtierra-Pacheco, E., González-Guillén, M. de J., León-Merino, A., Sánchez-Vidaña, D. L., Valtierra-Pacheco, E., González-Guillén, M. de J., & León-Merino, A. (2018). Capital humano e innovación en el proceso de integración del aprovechamiento forestal maderable en el ejido Gómez Tepeteno, Tlatlauquitepec, Puebla. *Madera y Bosques*, *24*(3). <https://doi.org/10.21829/MYB.2018.2431654>
- Sears, R. R., Cronkleton, P., Polo Villanueva, F., Miranda Ruiz, M., & Pérez-Ojeda del Arco, M. (2018). Farm-forestry in the Peruvian Amazon and the feasibility of its regulation through forest policy reform. *Forest Policy and Economics*, *87*, 49–58. <https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2017.11.004>
- SERFOR. (2016). *Lineamientos técnicos para la ejecución de inspecciones oculares previas a la aprobación de planes de manejo forestal para el aprovechamiento con fines maderables*. [https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2017/10/RDE N 190-2016-SERFOR-DE](https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2017/10/RDE_N_190-2016-SERFOR-DE)
- SERFOR. (2020a). *Estado situacional del género Cedrela en el Perú PROYECTO REGIONAL PARA LA GESTIÓN, MONITOREO Y CONTROL DE ESPECIES DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES AMENAZADAS POR EL COMERCIO*. 55–66. http://otca.org/wp-content/uploads/2021/01/INFORME-CEDRELA_FINAL.pdf

- SERFOR. (2020b). *RDE N° D000067-2020-MINAGRI-SERFOR-DE*. 27–29.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1274463/RDE-67-2020-MINAGRI-SERFOR-DE.pdf>
- Serna González, M., & Jiménez, E. M. (2021). *Diversidad, estructura y riesgo de los árboles*.
- Squeo, F. A., Estades, C., Bahamonde, N., Cavieres, L. A., Rojas, G., Benoit, I., Parada, E., Fuentes, A., Avilés, R., Palma, A., Solís, R., Guerrero, S., Montenegro, G., & Torres-Mura, J. C. (2010). Review of the species classification in categories of threat in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83(4), 511–529.
<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2010000400006>
- UICN. (2021). *Lista Roja de especies amenazadas*.
<https://www.iucnredlist.org/species/32289/9687283>
- Vivanco Gutierrez, G. B. (2019). *Modelamiento espacial en la distribución potencial de Cedrelinga cateniformis Ducke (Tornillo) Y Cunuria spruceana Baillon (Higuerilla) en los bsoques de producción permanente, distrito La Morada, Huánuco* [Universidad Agraria de la Selva].
http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1604/GBVG_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Wen, Y., Chen, C., He, B., & Lu, X. (2022). CSR Ecological Strategies and Functional Traits of the Co-Existing Species along the Succession in the Tropical Lowland Rain Forest. *Forests*, 13(8), 1272. <https://doi.org/10.3390/F13081272/S1>
- ZEE. (2010). Zonificación Ecológica Y Económica Del Zonificación Ecológica Y Económica Del Departamento De Amazonas Departamento De Amazonas. *Instituto de Investigaciones de La Amazonía Peruana (IIAP)*, 52–57.

ANEXOS

Figura 26

Información brindada por Autoridad Regional Ambiental (ARA)



GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS

AUTORIDAD REGIONAL AMAZONAS

Dirección Ejecutiva de Gestión de Bosque y de Fauna Silvestre

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

INFORME N°-09- 2022 -G.R. AMAZONAS/P. MSSICGA/JACO

PARA : Ing. JUAN CUZCO ALCANTARA
Director Ejecutivo
Dirección Ejecutiva de Gestión de Bosques y Fauna Silvestre

DE : Ing. Javiel Chasquero Ocaña
Profesional en Manejo y Control Forestal

ASUNTO : Remitir información solicitada.

REF : Solicitud S/N de Yhomara Thairs Maslucan Mori.

FECHA : Chachapoyas 22 de setiembre de 2022



Tengo en honor de dirigirme al despacho de su digno cargo, para expresarle mi cordial saludo, al mismo tiempo remitir la información solicitada pasando a detallar lo siguiente:

Se adjunta una base de datos de árboles en formato .xlsx, detallando año, ubicación, datos georreferenciados, nombre común, nombre científico, datos dasométricas; los mismos que fueron obtenidos de los planes de manejo (DEMA Y PFMI) de los títulos habilitantes otorgados por la Dirección Ejecutiva de Gestión de Bosques y Fauna silvestre en el periodo 2016 - 2021.

Se remite la información solicitada para los fines que la persona interesada considere, por consiguiente.

Es todo cuanto informo para su conocimiento y fines que estime conveniente.

Atentamente;



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
Autoridad Regional Ambiental

Javiel Chasquero Ocaña
Ingeniero Forestal

PROFESIONAL EN MANEJO Y CONTROL FORESTAL.

PROYECTO "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN, CONSERVACIÓN Y DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA AUTORIDAD REGIONAL AMBIENTAL DE LA REGIÓN AMAZONAS"

Adjunto: 01 CD

DOC. N° 02880729

EXP. N° 02198015

Folios: 02

Av. Angela Sabarbein 00109 AA.HH Santa Rosa

De Luya Urco - Chachapoyas Ruta 02

Telf. (041)-479082

02

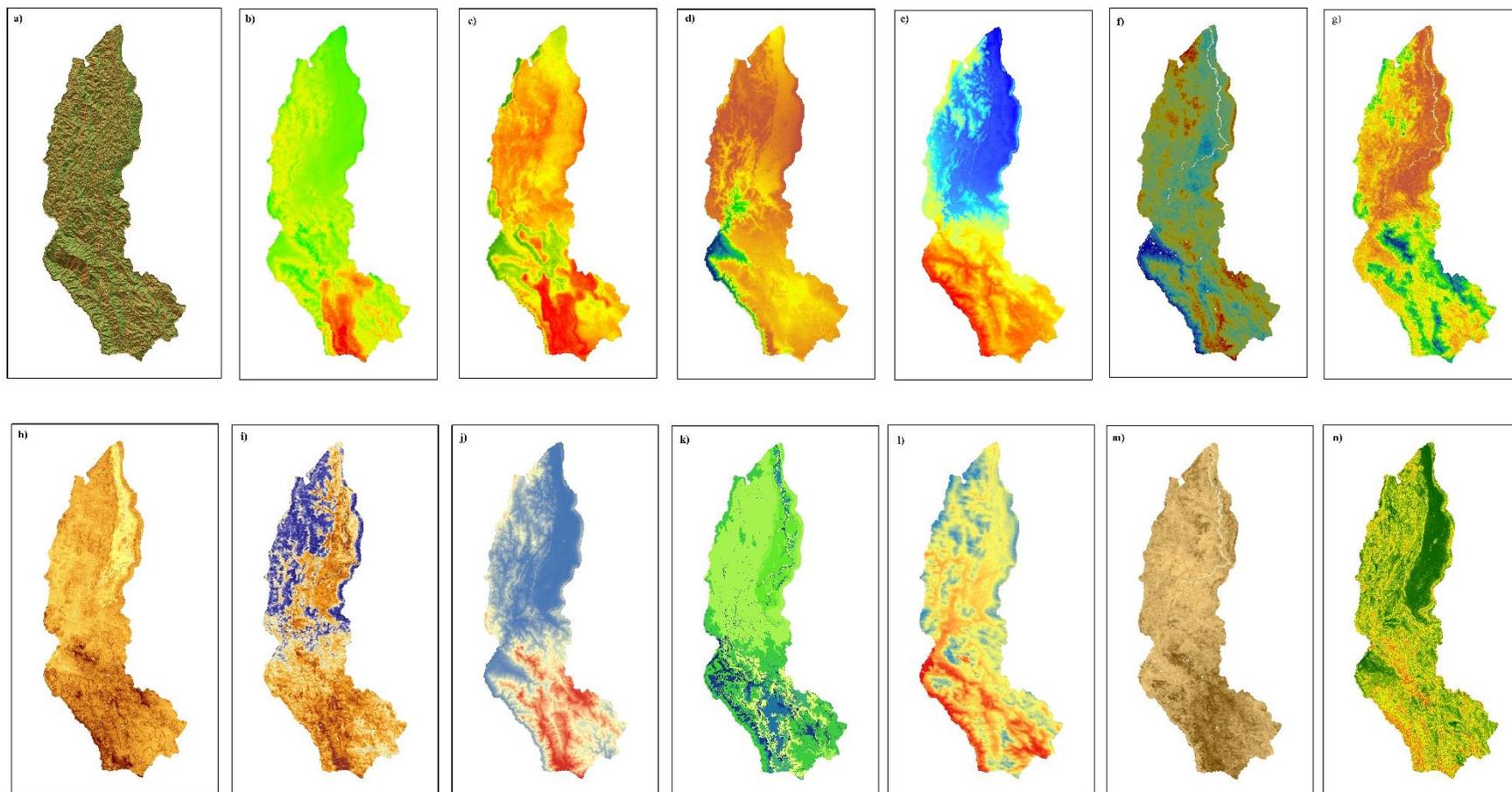
Figura 27

Correlación de Pearson

Variables	clima	silt	Clay	Sand	Bio14	Bio15	Bio13	Cic	Rhm	Bio12	Cfvo	Rad	Bio11	Cec	Ph	Asc	Bio19	Nitrogen	Bio01	Bio02	Bio03	Bio04	Bio05	Bio06	Bdod	Bio09	Bio18	Eco	Aspect	Bio08	Bio17	Dem	Bio7	Bio16	Cot	Soc	
Silt	-0,37	1,00																																			
Clay	0,43	-0,35	1,00																																		
Sand	-0,17	-0,36	-0,75	1,00																																	
Bio14	0,68	-0,52	0,31	0,05	1,00																																
Bio15	-0,55	0,49	-0,44	0,09	-0,84	1,00																															
Bio13	0,65	-0,36	0,23	0,02	0,91	-0,60	1,00																														
Cic	-0,43	0,53	-0,16	-0,21	-0,60	0,40	-0,50	1,00																													
Rhm	0,72	-0,41	0,41	-0,12	0,85	-0,67	0,84	-0,51	1,00																												
Bio12	0,71	-0,45	0,32	0,00	0,98	-0,77	0,97	-0,55	0,87	1,00																											
Cfvo	-0,31	0,49	-0,23	-0,12	-0,59	0,53	-0,48	0,59	-0,50	-0,54	1,00																										
Rad	-0,37	-0,02	-0,43	0,44	-0,40	0,52	-0,42	-0,19	-0,45	-0,46	0,05	1,00																									
Bio11	0,59	-0,67	0,35	0,12	0,77	-0,64	0,60	-0,83	0,68	0,70	-0,66	-0,01	1,00																								
Cec	-0,52	0,59	-0,19	-0,22	-0,75	0,50	-0,70	0,75	-0,66	-0,73	0,60	-0,02	-0,81	1,00																							
Ph	-0,40	0,32	-0,28	0,05	-0,73	0,66	-0,70	0,45	-0,64	-0,74	0,53	0,44	-0,47	0,51	1,00																						
Asc	0,58	-0,67	0,34	0,14	0,76	-0,62	0,58	-0,83	0,66	0,68	-0,66	0,02	1,00	-0,81	-0,44	1,00																					
Bio19	0,73	-0,49	0,46	-0,11	0,95	-0,79	0,92	-0,55	0,89	0,96	-0,55	-0,50	0,75	-0,72	-0,69	0,73	1,00																				
Nitrogen	-0,11	0,46	0,15	-0,47	-0,28	0,10	-0,17	0,71	-0,17	-0,20	0,46	-0,61	-0,61	0,59	0,11	-0,63	-0,17	1,00																			
Bio01	0,58	-0,67	0,34	0,13	0,76	-0,63	0,59	-0,83	0,67	0,69	-0,66	0,01	1,00	-0,81	-0,45	1,00	0,74	-0,62	1,00																		
Bio02	-0,40	0,41	-0,28	-0,01	-0,51	0,58	-0,34	0,32	-0,48	-0,45	0,36	0,26	-0,57	0,39	0,34	-0,56	-0,53	0,18	-0,57	1,00																	
Bio03	-0,01	0,15	-0,03	-0,07	0,09	0,08	0,24	0,06	0,05	0,16	0,08	-0,07	-0,17	-0,06	-0,19	-0,19	0,05	0,12	-0,18	0,56	1,00																
Bio04	-0,33	0,05	-0,39	0,35	-0,44	0,47	-0,42	0,05	-0,51	-0,48	0,17	0,58	-0,15	0,20	0,58	-0,10	-0,46	-0,25	-0,12	0,16	-0,41	1,00															
Bio05	0,58	-0,67	0,34	0,14	0,75	-0,61	0,58	-0,84	0,66	0,67	-0,66	0,03	1,00	-0,81	-0,43	1,00	0,72	-0,63	1,00	-0,51	-0,17	-0,10	1,00														
Bio06	0,60	-0,67	0,36	0,12	0,78	-0,65	0,60	-0,81	0,69	0,70	-0,66	-0,03	1,00	-0,81	-0,47	1,00	0,76	-0,60	1,00	-0,62	-0,19	-0,15	0,99	1,00													
Bdod	-0,02	-0,29	-0,20	0,41	-0,05	0,11	-0,21	-0,49	-0,13	-0,16	-0,20	0,66	0,42	-0,30	0,26	0,45	-0,13	-0,72	0,44	-0,18	-0,37	0,49	0,45	0,42	1,00												
Bio09	0,61	-0,67	0,37	0,11	0,78	-0,65	0,61	-0,82	0,70	0,71	-0,66	-0,03	1,00	-0,82	-0,47	1,00	0,77	-0,59	1,00	-0,57	-0,17	-0,16	1,00	1,00	0,40	1,00											
Bio18	0,64	-0,42	0,19	0,11	0,94	-0,69	0,96	-0,54	0,77	0,97	-0,52	-0,36	0,64	-0,72	-0,70	0,63	0,89	-0,24	0,64	-0,34	0,24	-0,37	0,62	0,65	-0,13	0,65	1,00										
Eco	-0,31	0,27	-0,32	0,12	-0,47	0,44	-0,43	0,17	-0,41	-0,46	0,26	0,30	-0,31	0,32	0,43	-0,29	-0,47	0,02	-0,30	0,19	-0,18	0,33	-0,29	-0,31	0,21	-0,32	-0,44	1,00									
Aspect	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,03	-0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	-0,01	0,03	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	-0,01	1,00								
Bio08	0,57	-0,68	0,33	0,14	0,75	-0,62	0,57	-0,83	0,65	0,67	-0,65	0,03	1,00	-0,80	-0,43	1,00	0,72	-0,63	1,00	-0,56	-0,19	-0,10	1,00	1,00	0,46	1,00	0,62	-0,29	0,02	1,00							
Bio17	0,70	-0,51	0,34	0,02	1,00	-0,85	0,90	-0,59	0,85	0,98	-0,58	-0,43	0,77	-0,74	-0,73	0,75	0,95	-0,26	0,76	-0,53	0,09	-0,45	0,74	0,77	-0,07	0,78	0,94	-0,47	0,00	0,74	1,00						
Dem	-0,56	0,67	-0,31	-0,17	-0,74	0,61	-0,56	0,83	-0,63	-0,66	0,64	-0,04	-0,99	0,80	0,42	-0,99	-0,71	0,64	-0,99	0,57	0,22	0,07	-0,99	-0,99	-0,48	-0,99	-0,61	0,28	0,00	-0,99	-0,73	1,00					
Bio7	-0,46	0,42	-0,31	0,01	-0,64	0,64	-0,50	0,35	-0,59	-0,60	0,39	0,34	-0,59	0,47	0,48	-0,58	-0,64	0,16	-0,58	0,94	0,25	0,36	-0,53	-0,64	-0,06	-0,59	-0,50	0,30	0,02	-0,57	-0,65	0,57	1,00				
Bio16	0,69	-0,43	0,29	0,01	0,95	-0,68	0,99	-0,55	0,86	0,99	-0,53	-0,42	0,68	-0,74	-0,71	0,66	0,95	-0,21	0,67	-0,40	0,19	-0,42	0,65	0,68	-0,15	0,69	0,97	-0,45	-0,01	0,65	0,95	-0,64	-0,54	1,00			
Cot	-0,30	0,48	-0,13	-0,20	-0,40	0,25	-0,28	0,81	-0,36	-0,33	0,49	-0,31	-0,75	0,63	0,19	-0,76	-0,36	0,73	-0,76	0,24	0,13	-0,09	-0,77	-0,74	-0,60	-0,74	-0,32	0,07	-0,01	-0,76	-0,39	0,76	0,22	-0,34	1,00		
Soc	0,12	0,33	0,31	-0,54	0,03	-0,20	0,09	0,53	0,09	0,10	0,28	-0,75	-0,37	0,41	-0,14	-0,40	0,11	0,84	-0,39	-0,01	0,16	-0,42	-0,41	-0,36	-0,76	-0,36	0,04	-0,16	0,00	-0,40	0,06	0,42	-0,08	0,07	0,62	1,00	
Slope	-0,25	0,28	0,05	-0,25	-0,44	0,34	-0,39	0,40	-0,37	-0,41	0,45	0,02	-0,42	0,38	0,30	-0,43	-0,38	0,36	-0,43	0,25	0,10	-0,02	-0,42	-0,42	-0,23	-0,42	-0,42	0,07	0,00	-0,42	-0,43	0,43	0,25	-0,41	0,33	0,22	1,00

Figura 28

Variables utilizadas para el modelamiento de las especies forestales



Nota: a) Aspect, b) Bio02, c) Bio03, d) Bio04, e) Bio14, f) Btod, g) CIC, h) Cfvo, i) Clay, j) Dem, k) Eco, l) Rad, m) Silt, n) Slope.

Figura 29

Especies forestales maderables



Nota: a) Apuleia leiocarpa, b) Cariniana decandra, c) Cedrela montana, d) Cedrelinga cateniformis, e) Ceiba pentandra.