

**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**DISTRIBUCIÓN DEL CARPINTERITO DE PECHO  
JASPEADO (*Picumnus steindachneri*) BAJO ESCENARIOS  
AMBIENTALES EN EL DEPARTAMENTO DE  
AMAZONAS**

**Autor: Bach. David Celestino Cruz Silva**

**Asesor: Dr. Erick Stevinsonn Arellanos Carrión**

**Ph.D. Jaris Emmanuel Veneros Guevara**

**Registro: .....**

**Chachapoyas – Perú**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por la vida y protección que nos regala día a día.

A mis padres y hermanos que siempre creyeron en mí y por su apoyo incondicional.

A los docentes y colegas por las enseñanzas brindadas, conocimientos y experiencias compartidas, y por su apoyo en el desarrollo de este trabajo.

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

**Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA**

*Rector*

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES**

*Vicerrector Académico*

**Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA**

*Vicerrectora de Investigación*

**Ph.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS**

*Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental*

## VISTO BUENO DE ASESORES



### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (x)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada DISTRIBUCIÓN DEL CARPINTERITO DE PECHO JASPEADO (Picumnus steindachneri) BAJO ESCENARIOS AMBIENTALES EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS; del egresado DAVID CELESTINO CRUZ SILVA de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL 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, 27 de NOVIEMBRE de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

Erick S. Leimona Arellano Carmona



**UNTRM**

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

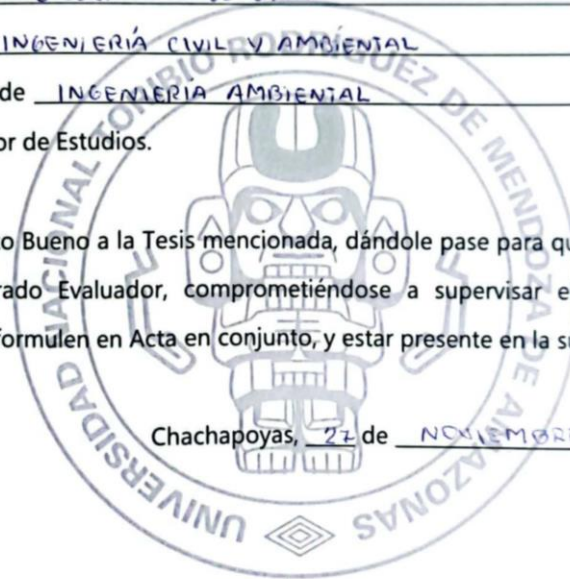
**ANEXO 3-L**

**VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (  )/Profesional externo (  ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada DISTRIBUCIÓN DEL CARPINTERO DE PECHO JASPEADO (*Piumos steindachneri*) BAJO ESCENARIOS AMBIENTALES EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS; del egresado DAVID CELESTINO CRUZ SILVA de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERIA AMBIENTAL 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, 27 de NOVIEMBRE de 2024



Jaris Emmanuel Veneros  
Firma y nombre completo del Asesor

Jaris Emmanuel Veneros Guevara, Ph.D.

**JURADO EVALUADOR**



---

Mg. Rosalynn Yohanna Rivera López

**PRESIDENTE**



---

Mg. Damaris Leiva Tafur

**SECRETARIO**



---

M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



## 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 DEL CARPINTERIO DE PECHO JASPEADO (*Picumnus steindachneri*)  
BAJO ESCENARIOS AMBIENTALES EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS,  
presentada por el estudiante ( )/egresado (x) DAVID CELESTINO CADU SILVA  
de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL  
con correo electrónico institucional 7046445913@untrm.edu.pe

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

- a) La citada Tesis tiene 21 % 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.
- b) 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, 15 de NOVIEMBRE del 2024

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

## REPORTE DE TURNITIN

### DISTRIBUCIÓN DEL CARPINTERITO DE PECHO JASPEADO (Picumnus steindachneri) BAJO ESCENARIOS AMBIENTALES EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.untrm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>OLIVAS TACO JOSHELIN HERBERT. "ITS del Proyecto Optimización de Trazo de Ruta como Mejora Tecnológica en la Línea de Transmisión Carhuaquero - Cajamarca Norte - Cállic - Moyobamba en 220 kV-IGA0003028", R.D. N° 264-2015-MEM/DGAAE, 2020</b> Publicación	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>cdn.www.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>dspace.utpl.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

Rosalynn Rivera L.  
Presidente



# ACTA DE SUSTENTACIÓN



## ANEXO 3-5

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 25 de noviembre del año 2024, siendo las 10:30 horas, el aspirante: Bach. Cruz Silva David Celestino, asesorado por Dr. Erick Stevinsorn Arellanos Corrión defiende en sesión pública Ph.D. Soris Enmanuel Veneros Guevara presencial () / a distancia ( ) la Tesis titulada: "Distribución del Carpintero de Pecho Juspeado (Picumnus steindachneri) bajo escenarios ambientales en el departamento de Amazonas", para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: M.Sc. Rosalynn Johanna Rivera López

Secretario: Mg. Damaris Leiva Tabor

Vocal: M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

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 17:44 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

DEDICATORIA .....	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	iii
VISTO BUENO DE ASESORES .....	iv
JURADO EVALUADOR .....	vi
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD .....	vii
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ix
ÍNDICE GENERAL .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
2.1. Diseño de investigación .....	20
2.2. Materiales, equipos y software .....	20
2.3. Área de estudio .....	21
2.3.1. Unidad de estudio .....	23
2.4. Flujograma metodológico .....	23
2.5. Variables de estudio.....	25
2.6. Técnicas e instrumentos .....	26
2.6.1. Análisis de contenido.....	26
2.7. Métodos.....	27
2.7.1. Determinación de la distribución actual y futura del Carpinterito de pecho jaspeado ( <i>Picumnus steindachneri</i> ) en Amazonas .....	27
2.7.2. Visualización y elaboración de mapas cartointerpretables .....	32
III. RESULTADOS.....	33
3.1. Distribución actual del Carpinterito de pecho jaspeado ( <i>Picumnus steindachneri</i> ) en el departamento de Amazonas.....	33
3.1.1. Elección de variables bioclimáticas de contribución.....	33

3.1.2.	Evaluación del modelo.....	33
3.1.3.	Estimación la distribución potencial actual.....	34
3.2.	Distribución futura del Carpinterito de pecho jaspeado ( <i>Picumnus steindachneri</i> ) en el departamento de Amazonas.....	39
3.2.1.	Distribución futura al 2 050 del <i>Picumnus steindachneri</i> en el departamento de Amazonas.....	39
3.2.2.	Distribución futura al 2 070 del <i>Picumnus steindachneri</i> en el departamento de Amazonas.....	49
3.3.	Sitios prioritarios para conservación del habitat del <i>Picumnus steindachneri</i>	60
3.3.1.	Conservación en el departamento de Amazonas del <i>Picumnus steindachneri</i> .....	60
3.3.2.	Sitios prioritarios de conservación del <i>Picumnus steindachneri</i> en el departamento de Amazonas – Áreas degradadas .....	63
IV.	DISCUSIÓN .....	65
V.	CONCLUSIONES .....	70
VI.	RECOMENDACIONES .....	71
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
	ANEXOS.....	84
	ANEXO 1: Tabla de distribución potencial actual y futura del <i>Picumnus steindachneri</i> por distrito y provincia.....	84
	ANEXO 2: Mapas Auxiliares .....	98
	ANEXO 3: Especies estudiadas sobre SDM .....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales, equipos y softwares .....	21
Tabla 2. Descripción de variables de estudio .....	25
Tabla 3. Registros de presencia del <i>Picumnus steindachneri</i> .....	27
Tabla 4. Diseño de la tabla de presencia de <i>Picumnus steindachneri</i> .....	28
Tabla 5. Categorización del AUC para los modelos de MaxEnt.....	31
Tabla 6. Áreas de distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas .....	35
Tabla 7. Ubicación de la distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas .....	35
Tabla 8. Ecosistemas de la distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas.....	36
Tabla 9. Ecorregiones de la distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas.....	37
Tabla 10. Áreas de distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2 050 en la SSP245 .....	42
Tabla 11. Áreas de distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2 050 en la SSP585 .....	42
Tabla 12. Ubicación de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en la SSP245 .....	43
Tabla 13. Ubicación de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en la SSP585 .....	44
Tabla 14. Ecosistemas de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2 050 .....	45
Tabla 15. Ecorregiones de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 .....	46
Tabla 16. Áreas de distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2 070 en la SSP245 .....	52
Tabla 17. Áreas de distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2 070 en la SSP585 .....	52
Tabla 18. Ubicación de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2 070 en la SSP245.....	52
Tabla 19. Ubicación de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2 070 en la SSP585.....	54

Tabla 20. Ecosistemas de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2 070 .....	55
Tabla 21. Ecorregiones de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2 070 .....	56
Tabla 22. Variación de la distribución potencial del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas presente y futura .....	59
Tabla 23. Superficie conservada en Amazonas .....	60
Tabla 24. Distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> en las áreas de conservación .....	60
Tabla 25. Áreas degradadas en Amazonas .....	63
Tabla 26. Ubicación de la distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas .....	84
Tabla 27. Ubicación de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en la SSP245 .....	87
Tabla 28. Ubicación de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en la SSP585 .....	90
Tabla 29. Ubicación de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2070 en la SSP245 .....	93
Tabla 30. Ubicación de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2070 en la SSP585 .....	96
Tabla 31. Especies estudiadas sobre su distribución espacial en el mundo .....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación .....	22
Figura 2. Carpinterito de pecho jaspeado ( <i>Picumnus steindachneri</i> ) .....	23
Figura 3. Metodología para el modelado de la distribución del <i>Picumnus steindachneri</i> .....	24
Figura 4. Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM Actual .....	33
Figura 5. Datos del área bajo la curva AUC para la distribución actual del <i>Picumnus steindachneri</i> .....	34
Figura 6. Distribución potencial actual de la ocurrencia del <i>Picumnus steindachneri</i> en Amazonas .....	38
Figura 7. Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM al 2 050 – SSP245 .....	39
Figura 8. Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM al 2 050 – SSP585 .....	40
Figura 9. Datos del área bajo la curva AUC para la distribución futura del <i>Picumnus steindachneri</i> al 2 050 – SSP245 .....	40
Figura 10. Datos del área bajo la curva AUC para la distribución futura del <i>Picumnus steindachneri</i> al 2 050 – SSP585 .....	41
Figura 11. Distribución potencial futura de la ocurrencia del <i>Picumnus steindachneri</i> en Amazonas al 2 050 en la SSP245 .....	47
Figura 12. Distribución potencial futura de la ocurrencia del <i>Picumnus steindachneri</i> en Amazonas al 2 050 en la SSP585 .....	48
Figura 13. Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM al 2 070 – SSP245 .....	49
Figura 14. Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM al 2 070 – SSP585 .....	50
Figura 15. Datos del área bajo la curva AUC para la distribución futura del <i>Picumnus steindachneri</i> al 2 070 – SSP245 .....	50
Figura 16. Datos del área bajo la curva AUC para la distribución futura del <i>Picumnus steindachneri</i> al 2 070 – SSP585 .....	51
Figura 17. Distribución potencial futura de la ocurrencia del <i>Picumnus steindachneri</i> en Amazonas al 2 070 en la SSP245 .....	57
Figura 18. Distribución potencial futura de la ocurrencia del <i>Picumnus steindachneri</i> en Amazonas al 2 070 en la SSP585 .....	58

Figura 19. Distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> Áreas de Conservación de Amazonas .....	62
Figura 20. Sitios Prioritarios para Conservación del <i>Picumnus steindachneri</i> en Amazonas .....	64
Figura 21. Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas .....	98
Figura 22. Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP245 .....	99
Figura 23. Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP585 .....	100
Figura 24. Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP245 .....	101
Figura 25. Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP585 .....	102
Figura 26. Ecosistemas de la distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas.....	103
Figura 27. Ecorregiones de la distribución potencial actual del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas.....	104
Figura 28. Ecosistemas de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP245 .....	105
Figura 29. Ecorregiones de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP245 .....	106
Figura 30. Ecosistemas de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP585 .....	107
Figura 31. Ecorregiones de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP585 .....	108
Figura 32. Ecosistemas de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP245 .....	109
Figura 33. Ecorregiones de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP245 .....	110
Figura 34. Ecosistemas de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP585 .....	111
Figura 35. Ecorregiones de la distribución potencial futura del <i>Picumnus steindachneri</i> a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP245 .....	112
Figura 36. Sitios prioritarios para conservación identificados por el SICRE .....	1133

## RESUMEN

Las aves son consideradas como “especies clave” para determinar cambios sobre el clima, debido a su capacidad de ser indicadores ambientales y a su sensibilidad climática ante alteraciones de sus hábitats. Sin embargo, existe un déficit de conocimiento sobre la respuesta de estas frente a cambios climáticos. En contraposición, los Modelos de Distribución de Especies (MDE) son herramientas que determinan la distribución actual y futura de especies, asimismo, ayudan a la conservación e implementación de planes orientadas a la sostenibilidad de los recursos naturales. Por lo tanto, el objetivo de investigación es evaluar la distribución del Carpinterito de pecho jaspeado (*Picumnus steindachneri*) bajo escenarios ambientales en el departamento de Amazonas. Se utilizó el Modelo de Circulación Global HadGEM3-GC31-LL y las trayectorias SSP 245 y 585 para los años 2 050 y 2 070, mediante la integración de los SDM del algoritmo de MaxEnt con variables ambientales y puntos de presencia de la base de datos Global Biodiversity Facility (GBIF). Como resultados se obtuvo que la modelización presentó cambios significativos en el tamaño del área de ocupación de la especie en las diferentes trayectorias SSP; además, el rendimiento del modelo fue excelente con valores por encima de 0,90 del AUC para la distribución actual y futura. Los valores obtenidos para la distribución actual del *Picumnus steindachneri* con la probabilidad alta de presencia abarca un área aproximada de 1 422,759 Km<sup>2</sup>; para la distribución futura al 2 050 con la probabilidad alta de presencia para el SSP245 y 585 fue de 1 300,854 Km<sup>2</sup> y 1 361,747 Km<sup>2</sup> respectivamente. Por otro lado, los resultados para la distribución al 2 070 con la probabilidad alta de presencia para ambas trayectorias fueron de 1 483,852 Km<sup>2</sup> y 1 160,285 Km<sup>2</sup> respectivamente. Estos datos permitirán generar políticas y planes de conservación y manejo de la biodiversidad frente al cambio climático.

Palabras clave: Distribución de especies, *Picumnus steindachneri*, cambio climático, MaxEnt.



## ABSTRACT

Birds are considered “keystone species” to analyze changes in the climate, due to their ability to be environmental indicators and their climatic sensitivity to alterations in their habitats. However, there is a lack of knowledge about their response to climate change. Also, Species Distribution Models (SDM) are tools that determine the current and future distribution of species, and assist in the conservation and implementation of plans aimed at the sustainability of natural resources. Therefore, the research objective is to evaluate the distribution of the Spotted Woodpecker (*Picumnus steindachneri*) under environmental scenarios in the department of Amazonas. The HadGEM3-GC31-LL Global Circulation Model and the SSP trajectories 245 and 585 were used for the years 2050 and 2070, by integrating the SDMs of the MaxEnt algorithm with environmental variables and points of presence from the database. Global Biodiversity Facility (GBIF). As results, it was obtained that the modeling presents significant changes in the size of the species' occupancy area in the different SSP trajectories; Furthermore, the model performance was excellent with AUC values above 0.90 for the current and future distribution. The values obtained for the current distribution of *Picumnus steindachneri* with the high probability of presence cover an approximate area of 1,422,759 km<sup>2</sup>; for the future distribution to 2050 with the high probability of presence for SSP245 and 585 was 1 300.854 Km<sup>2</sup> and 1 361.747 Km<sup>2</sup> respectively. On the other hand, the results for the distribution at 2070 with the high probability of presence for both trajectories were 1 483.852 Km<sup>2</sup> and 1 160.285 Km<sup>2</sup> respectively. This data will make it possible to generate policies and plans for the conservation and management of biodiversity in the face of climate change.

Keywords: Species distribution, *Picumnus steindachneri*, climate change, MaxEnt.

## I. INTRODUCCIÓN

En la era actual se está produciendo el fenómeno denominado la “sexta extinción masiva” donde la actividad antrópica es el mayor incidente en la integridad de la biodiversidad (Pulido et al., 2020; Soto-Cevallos, 2022). Los cambios en el clima generan alteraciones en el comportamiento durante las fases de crecimiento, reproducción, desarrollo, distribución y fisiología de la biodiversidad (Alarcón y Santos, 2023; Osorto, 2023; Uribe, 2015).

Las aves son una especie clave en estudios sobre el clima, debido a su capacidad como indicadores ambientales y su sensibilidad frente a las alteraciones de su hábitat y distribución provocados por el cambio climático (González, 2016; Ramírez-Alán et al., 2015; Reyes y Arenas, 2022; Romero, 2022; BirdLife International, 2018; González, 2012; Rodríguez, 2019).

En Perú, como en otros países, existen estudios donde se destaca la importancia de modelar las distribuciones espaciales potenciales de aves en escenarios climáticos presente y cambiantes (Lee-Yaw, 2022; Arana et al., 2014; Duflot et al., 2018). Sin embargo, en la región andina existe un déficit de conocimiento sobre la respuesta de las aves y mamíferos frente al cambio climático (Alarcón y Santos, 2023). Actualmente, existen artículos de investigación enfocados en la modelación de la distribución espacial de la avifauna que radican desde el siglo XVIII, tomados como base de las investigaciones actuales (Vadillo, 2017; Lee-Yaw, 2022; Rodríguez, 2019; Romero, 2022). Entre ellas destacan especies como la *Amazilia luciae* (Osorto, 2023), *Agriornis albicauda*, *Cinclodes palliatus*, *Microspingus alticola*, *Poospiza rubecula*, *Vultur gryphus* y *Zaratornis stresemanni* (Romero, 2022); *Ibis eremita* (Benítez et al., 2017); *Pistacia chinensis* (Xu et al., 2023); *Geositta peruviana* (Arana et al., 2014); *Lullula arborea* (Duflot et al., 2018); pájaro carpintero negro (*Dryocopus martius*), gran pájaro carpintero manchado (*Dendrocopos major*), nuthatch euroasiático (*Sitta europaea*), pájaro carpintero verde europeo (*Picus viridis*) y carpintero manchado menor (*Dendrocopos minor*) (Moradi et al., 2019), entre otros. Por tanto, hasta donde se conoce, no existe evidencia sobre Modelos de Distribución de Especies (SDM, por sus siglas en inglés) del Carpinterito de Pecho Jaspeado.

Dentro de las razones que dificultan la identificación de las áreas de distribución de especies, es el desconocimiento de la disponibilidad de los hábitats fundamentales a las que las especies pueden ocurrir (Menezes, 2023). Además, Osorto (2022) y Cajahuanca (2023) encontraron que los estudios de distribución potencial de la biota

se concentran en especies de interés económico, lo cual genera la ocurrencia de imprecisión y grandes vacíos de conocimiento sobre el endemismo en el Perú.

Existe una alteración de los hábitats idóneos a nivel de latitud y altitud, donde las especies de aves con la incapacidad de establecerse en nuevos hábitats podrían afrontar una reducción de sus poblaciones o su posterior extinción, siendo las especies endémicas las más vulnerables a dichas alteraciones (Fois et al, 2006; Alarcón y Santos, 2023; Şekercioğlu et al., 2012; Shrestha et al., 2021; Osorto, 2023; Lee-Yaw, 2022). Los efectos de la variación del clima sobre la distribución de especies pueden ser, tanto ecológicos, económicos y sociales, esto debido a la probabilidad de la pérdida de sus servicios ecosistémicos (polinización, dispersión de semillas, contención de la propagación de plagas, reciclaje de restos orgánicos, etc) (Paź-Dyderska et al., 2021; Báez et al., 2016; Rodríguez, 2019; Lee-Yaw, 2022).

Para estudiar los efectos del cambio climático sobre las especies, como su vulnerabilidad y variación de su distribución, se emplean los SDM basados en la teoría del nicho ecológico (Alarcón y Santos, 2023; Elith y Leathwick, 2009; Ávila, 2022). Los SDM determinan la distribución actual y predicen la distribución futura, integrando los puntos de presencia con variables ambientales que determinan la existencia, crecimiento y reproducción de las especies en un espacio de tiempo determinado (Alarcón y Santos, 2023; Elith y Leathwick, 2009, Ávila, 2022).

Actualmente, para la evaluación de las necesidades ecológicas y determinar el futuro ecogeográfico de una especie, varios SDM utilizan algoritmos como el CLIMEX, DOMIN, Algoritmo Genético para la Producción de Reglas (GARP), Modelo Lineal Generalizado (GLM), Modelo Potenciado por Gradiente (GBM), Bosque Aleatorio (RF), Random Forest, MaxNet, Boosted Regression Trees y Máxima Entropía (MaxEnt). Entre estos, el algoritmo que ha demostrado superioridad en precisión y confiabilidad de su capacidad predictiva es MaxEnt (Xu et al., 2023; Ahmadi et al., 2022, Wang et al., 2023; Xing et al., 2023; Osorto, 2023).

Los resultados de este tipo de estudios proporcionan un importante enfoque de integración de los instrumentos de SIG (Sistemas de Información Geográfica) y Maxent, ayudando a resolver los problemas del hábitat de la vida silvestre, conservación, planificación forestal e implementar estrategias orientadas al desarrollo sostenible de los recursos naturales vinculadas al progreso humano frente a las respuestas espaciales de las especies ante la reducción de sus hábitats idóneos

(Vadillo, 2017; Romero, 2022, Alarcón y Santos, 2023; Cárdenas, 2004; Báez et al., 2016; Herzog y Kattan, 2011; Lee-Yaw, 2022 y Ávila, 2022). Asimismo, identificar que especies y áreas serían perturbados por el cambio climático; la priorización de proyectos relacionados al progreso del aviturismo el cual contribuye con el crecimiento económico de comunidades locales (Vadillo, 2017; Lee-Yaw, 2022).

Los fundamentos expuestos evidencian la importancia nacional e internacional de conocer la distribución potencial de la avifauna, para fines de manejo y de conservación para el desarrollo sostenible, y con la utilidad de ecotecnias (Biswas, 2016; Ávila, 2022; Romero, 2022). Por ello, la presente investigación tiene como objetivo general evaluar la distribución del Carpinterito de Pecho Jaspeado (*Picumnus steindachneri*) bajo escenarios ambientales en el departamento de Amazonas. Para ese propósito, se determinó la distribución actual y futura del Carpinterito de Pecho Jaspeado y luego se identificó los sitios prioritarios para la conservación de los hábitats del *Picumnus steindachneri*.

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Diseño de investigación**

El diseño es no experimental y de tipo aplicada, específicamente un estudio descriptivo correlacional y predictivo. Así mismo, por el nivel de investigación es explicativo debido a la correlación de las variables para determinar el impacto de un clima cambiante sobre la distribución de las especies de aves; y por la naturaleza de los datos se enmarca en el enfoque cualitativo. Finalmente, también implica un diseño longitudinal, debido a que los datos recopilados para este estudio son desde 1964 hasta la fecha actual (Cvetkovic et al., 2021; Arnau y Bono, 2008; Hernández et al., 2006).

### **2.2. Materiales, equipos y software**

Se utilizó data cartográfica desarrollada por el Gobierno Peruano y de libre acceso; asimismo, la obtención de información espacial se obtuvo de geoservidores internacionales disponibles y de acceso libre. Para el desarrollo del modelo se empleó los softwares libres MaxEnt, HexSim, OpenModeller, GRASS GIS y RStudio. En la Tabla 1 se enlistan los equipos, softwares y data utilizados para la investigación.

**Tabla 1***Materiales, equipos y softwares*

Categoría	Descripción
Data cartográfica y satelital	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ División política departamental, regional, provincial y distrital del Perú elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)</li> <li>▪ Modelo de Elevación Digital del Terreno (DEM) elaborado con imágenes de ALOS PALSAR de 12.5 metros de resolución espacial, de la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (AJAX)</li> <li>▪ Variables bioclimáticas proporcionada por WorldClim</li> <li>▪ Cartografía de áreas degradadas, ecosistemas y cobertura vegetal del Ministerio del Ambiente (MINAM).</li> </ul>
Softwares	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ QGIS</li> <li>▪ R Studio</li> <li>▪ MaxEnt</li> <li>▪ Microsoft Office 2019</li> </ul>
Equipos y materiales adicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Laptop ASUS TUF Dash F15 Core i7 - 16GB RAM</li> <li>▪ Impresora</li> </ul>

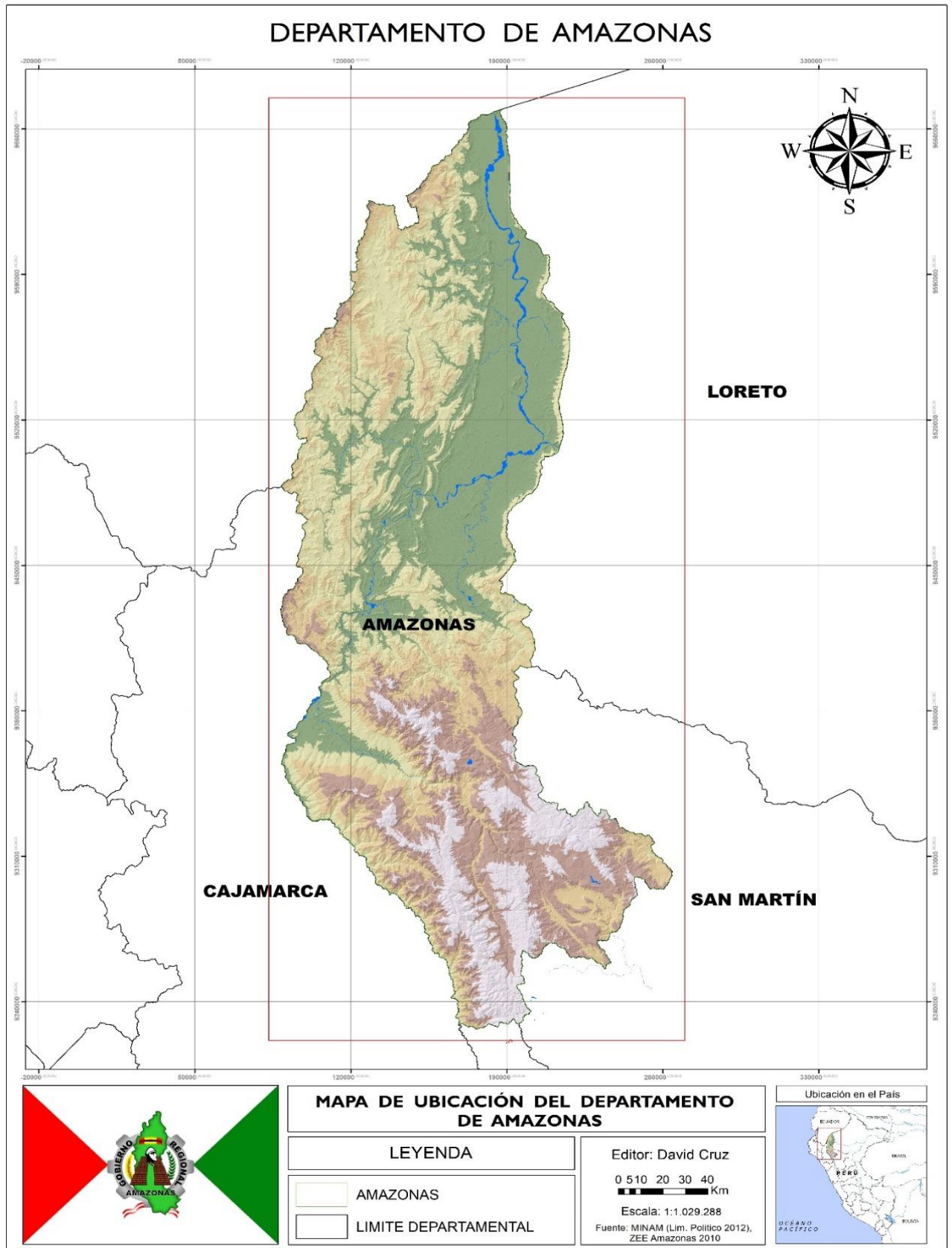
### 2.3. Área de estudio

La investigación se realizó en la región de Amazonas. Está ubicado al norte del país y conformado por 7 provincias y 84 distritos. Abarca 39 249,13 km<sup>2</sup> de superficie y su gradiente altitudinal varía desde valles sobre los 500 m.s.n.m. hasta elevaciones de 4 000 m.s.n.m. (Rodríguez et al, 2010). Su población total es de 379 384 habitantes con una densidad de 9,6 hab/Km<sup>2</sup> según el INEI (2017).

La región de Amazonas cuenta con 21 zonas de vida de los 84 que hay en el Perú (Vargas y Maco, 2010). Según los estudios de evaluación del Estado de Conservación de las Ecorregiones Terrestres de América Latina (Dinerstein et al, 1995), Amazonas está compuesta de seis ecorregiones: Yungas Peruanas (30 %), Bosques Montanos de la Cordillera Real Oriental (26 %), Bosques Húmedos del Río Ucayali (16 %), Bosques Húmedos del Río Napo (14 %), Bosques Secos del Maraón (10 %), y Páramo de la Cordillera Central (4 %) (Vargas y Maco, 2010).

**Figura 1**

*Mapa de ubicación*



### 2.3.1. Unidad de estudio

El Carpinterito de Pecho Jaspeado (*Picumnus steindachneri*) es una especie de ave piciforme que se encuentra categorizada como Vulnerable/Peligro de extinción y detonadora del ACB (Área Clave para la Biodiversidad) PER84 (UICN, 2016; SERFOR, 2018; BirdLife International, 2016; NCI, 2020). Es endémica con hábitat restringido en los Andes al norte del Perú en elevaciones entre los 1 000 y 2 300 msnm. Habita principalmente en bosques montanos y nublados primarios húmedos de tierras bajas y bosques secundarios maduros con enredaderas, epífitas y bambúes (eBird, 2023; INaturalist United Kingdom, 2023; Schulenberg y Sedgwick, 2020).

### Figura 2

*Carpinterito de pecho jaspeado (Picumnus steindachneri)*



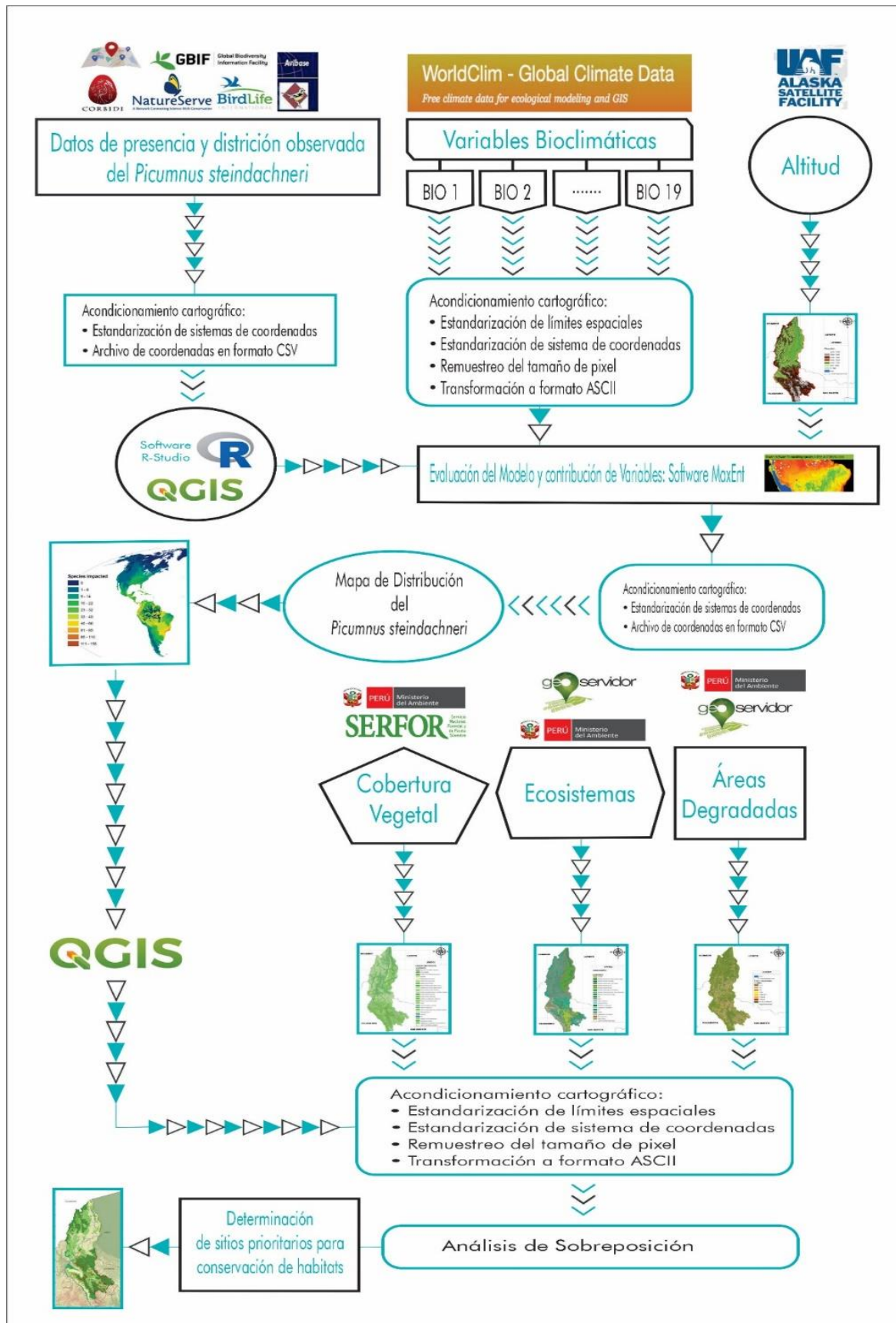
Fuente: eBird.org

### 2.4. Flujograma metodológico

La determinación de la distribución actual (1 970 - 2 000) y potencial (2 050 – 2 070) del *Picumnus steindachneri* se desarrolló mediante la herramienta SDM y el algoritmo MaxEnt, de acuerdo al flujo metodológico de la Figura 2.

**Figura 3**

*Metodología para el modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri**





## 2.5. Variables de estudio

A continuación, se presentan las variables de estudio:

**Tabla 2**

*Descripción de variables de estudio*

Cód.	Nombre	Descripción	Unidad
PPE	Presencia observada de la especie <i>Picumnus steindachneri</i>	Son el registro de avistamiento georreferenciado (GPS) recopiladas de la plataforma GBIF.	Cantidad de puntos georreferenciados
T/Alt.	Topografía/Altitud	Representa el relieve de un territorio, lo cual permite conocer la orografía de la zona.	Valores de altitud 0-4050 m.s.n.m.
CV	Cobertura Vegetal	Se define como una capa con diversos matices de biomasa que tienen rasgos diferenciados geográficos, fisionómicos, climáticos, fisiográficos y ambientales de la vegetación natural que envuelve la corteza superficial de la tierra.	22 tipos de cobertura vegetal de Amazonas
Ecos.	Ecosistemas	Se definen como un conjunto dinámico dentro de la cual interactúan como una unidad funcional las comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio abiótico.	18 tipos de Ecosistemas de Amazonas
AD	Áreas degradadas	Las áreas degradadas se definen como sitios accionados en la reducción o desgaste de tierras por la que han perdido hasta cierto grado su productividad natural debido a procesos inducidos por la actividad humana.	Ocho tipos de degradación de tierras de Amazonas
BIO <sub>1</sub>	BIO <sub>1</sub>	T° media anual	°C
BIO <sub>2</sub>	BIO <sub>2</sub>	Rango medio diario (Media mensual (T° máx - T° mín))	°C
BIO <sub>3</sub>	BIO <sub>3</sub>	Isotermalidad (BIO2 / BIO7) (* 100)	°C
BIO <sub>4</sub>	BIO <sub>4</sub>	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar ×100)	°C
BIO <sub>5</sub>	BIO <sub>5</sub>	T° máx del mes más cálido	°C

BIO <sub>6</sub>	BIO <sub>6</sub>	T° mín del mes más frío	°C
BIO <sub>7</sub>	BIO <sub>7</sub>	Rango de T° anual (BIO5-BIO6)	°C
BIO <sub>8</sub>	BIO <sub>8</sub>	T° media del trimestre más húmedo	°C
BIO <sub>9</sub>	BIO <sub>9</sub>	T° media del trimestre más seco	°C
BIO <sub>10</sub>	BIO <sub>10</sub>	T° media del trimestre más cálido	°C
BIO <sub>11</sub>	BIO <sub>11</sub>	T° media del trimestre más frío	°C
BIO <sub>12</sub>	BIO <sub>12</sub>	Precipitación anual	mm
BIO <sub>13</sub>	BIO <sub>13</sub>	Precipitación del mes más lluvioso	mm
BIO <sub>14</sub>	BIO <sub>14</sub>	Precipitación del mes más seco	mm
BIO <sub>15</sub>	BIO <sub>15</sub>	Estacionalidad de la precipitación (CV)	% mm
BIO <sub>16</sub>	BIO <sub>16</sub>	Precipitación del trimestre más húmedo	mm
BIO <sub>17</sub>	BIO <sub>17</sub>	Precipitación en el trimestre más seco	mm
BIO <sub>18</sub>	BIO <sub>18</sub>	Precipitación en el trimestre más cálido	mm
BIO <sub>19</sub>	BIO <sub>19</sub>	Precipitación en el trimestre más frío	mm
DAF	Distribución actual y futura del <i>Picumnus steindachneri</i>	Es aquel segmento geográfico en el cual una especie habita e interactúa con el ecosistema" (Zunino & Palestini, 1991).	Categorización de idoneidad potencial del hábitat (Alto, Moderado, Bajo, Nula)

Fuente: Elaboración Propia - Fick y Hijmans, 2017

## 2.6. Técnicas e instrumentos

### 2.6.1. Análisis de contenido

La base de datos de presencia del *Picumnus steindachneri* por medio del análisis documental, se consolidó mediante la descarga de datos de registro de avistamiento georreferenciada en hoja de cálculo, de la plataforma Global Biodiversity Information Facility (disponible en <https://www.gbif.org/>) (GBIF.org (29 May 2024) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.ph5afy>).

**Tabla 3***Registros de presencia del *Picumnus steindachneri**

Especie	Nombre común	Nº de registros	Plataforma
<i>Picumnus steindachneri</i>	Carpinterito de pecho jaspeado	1154	GBif

Fuente: GBIF.org (29 May 2024) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.ph5afy>

Seguidamente, se procedió a la filtración de datos de puntos de presencia, donde fueron eliminados los puntos repetidos y sin coordenadas (Beck *et al.*, 2014; Maldonado *et al.*, 2015; Zizka *et al.*, 2019); luego los datos filtrados se convirtieron a formato CSV. Luego, se descargó las variables bioclimáticas y el DEM de elevación de la plataforma WorldClim ver. 1.4 (<https://www.worldclim.org/data/index.html>) con resolución espacial de 30 segundos (~1 km<sup>2</sup>). Posteriormente, se ejecutó el análisis de colinealidad para establecer grado de correlación entre variables con el software RStudio. A continuación, se descargaron las capas de ecosistemas, cobertura vegetal y áreas degradadas en formato shapefile de la plataforma web del MINAM (<https://geoservidor.minam.gob.pe/>). Por último, se acondicionó la cartografía con el software libre Qgis.

## 2.7.Métodos

### 2.7.1. Determinación de la distribución actual y futura del Carpinterito de pecho jaspeado (*Picumnus steindachneri*) en Amazonas

#### 2.7.1.1. Recopilación, limpieza y filtrado de puntos de presencia del *Picumnus steindachneri*

Los puntos de presencia se obtuvieron de la base de datos de la plataforma web GBIF (*GBIF Occurrence Download* <https://doi.org/10.15468/dl.ph5afy>), datos desde el año 1964 hasta la fecha actual. Los datos de presencia del *Picumnus steindachneri* fueron organizados con la hoja de cálculo dispuestos en la Tabla 4, especificando, año del registro, lugar, latitud y longitud de las coordenadas. Estos datos se exportaron en formato delimitado por comas (.CSV), para luego determinar la distribución potencial de la especie en estudio en el software MaxEnt. A partir de coordenadas UTM se ejecutó la proyección geográfica (latitud y longitud) mediante SIG y el Código Abierto Qgis (<https://qgis.org/es/site/>).

**Tabla 4***Diseño de la tabla de presencia de *Picumnus steindachneri**

<b>Campos</b>	<b>Descripción</b>
Adm0	País
Adm1	Primera división administrativa del país
Adm2	Segunda división administrativa del país
Localidad	Tercera división administrativa del país
Situación	Presente o ausente
Latitud	Distancia que hay desde un punto de la superficie terrestre al Ecuador/ contada en grados de meridiano
Longitud	Distancia expresada en grados/ entre el meridiano de un punto y otro tomado como referencia en el Ecuador
Altitud	Distancia vertical de un punto de la tierra respecto al nivel del mar
Fecha de colecta	Día, mes, año
Año de publicación	Fecha de publicación
Cita	Autor, año
Enlace	Enlace de la información

*Fuente: Adaptado de García et al. (2022).*

El filtrado de datos se realizó con el software R. Se eliminaron los puntos incompletos (que no tengan coordenadas) y puntos repetidos, además, las coordenadas se convirtieron en grados decimales en datum WGS 1 984. Como producto final se obtuvo la base de datos validados y estructurados en formato .CSV para ser modelados en MaxEnt (Phillips *et al.*, 2008).

#### **2.7.1.2. Obtención y selección de variables ambientales**

La base de información bioclimática se obtuvo de la plataforma WorldClim que es una base de datos del clima global con una resolución espacial de 30'' ( $\approx 1 \text{ km}^2$ ). Dichas variables, comprenden un rango temporal que va desde el año 1 970 al 2 000, a partir de 9 000 estaciones meteorológicas y 60 000 covariables satelitales (Fick y Hijmans, 2017). (Disponible en [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)). WordClim es una plataforma que brinda datos rasterizados a nivel mundial de 19 variables bioclimáticas (Ver Tabla 2. Descripción de variables de estudio) obtenidas de datos de T° y precipitación de

cada mes para el cálculo de otras variables biológicamente significativas (Fick y Hijmans, 2017). Para el modelado actual y futuro (2 050 y 2 070) se utilizaron los Modelos de Circulación Global (GCM), dentro de los cuales destaca para el modelado de distribución de aves, el Modelo Ambiental Global del Centro Hadley (HadGEM3-GC31-LL) y para las variables bioclimáticas se utilizaron en dos Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): SSP 245 (supone un escenario donde se tomen medidas de protección del clima) y SSP 585 (supone un escenario de emisiones máximas de combustibles fósiles) (O'Neill *et al.*, 2014). Las SSP representan una narrativa de escenarios alternativos de desarrollo socioeconómico integradas con variables cuantitativas socioeconómicas y ambientales, en donde se describen las posibles evoluciones del planeta en los próximos 100 años y como serían afectados por el cambio climático y las políticas climáticas (Arnell *et al.*, 2004; O'Neill *et al.*, 2014; Ebi *et al.*, 2014).

### **2.7.1.3. Acondicionamiento cartográfico de variables bioclimáticas y topográficas**

La información cartográfica con respecto a límites políticos administrativos a nivel distrital, provincial y departamental se descargó del Instituto Geográfico Nacional (IGN), en su plataforma IDEP (Infraestructura de Datos Geoespaciales Fundamentales: <https://www.idep.gob.pe>).

Los factores climáticos y otros que interactúan con las especies biológicas dentro de un ecosistema determinan y condicionan la distribución espacial de las mismas (Stevens, 1989). En este sentido, se definieron 22 variables ambientales dentro de las cuales están 19 variables bioclimáticas, una topográfica, una de ecosistemas y cobertura vegetal.

Para restringir de manera natural la distribución de la especie *Picumnus steindachneri* y obtener resultados confiables y precisos, se integró el modelo con cobertura topográfica de altitud. Esta se generó a partir del Modelo de Elevación Digital (DEM) ALOS PALSAR de 12.5 metros de resolución espacial de la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (AJAX) (Disponible en <https://asf.alaska.edu/>).

El acondicionamiento cartográfico a una resolución espacial de 250 m de las variables bioclimáticas, topográficas, de ecosistemas y de cobertura vegetal se gestionó espacialmente post modelado en el software GIS de código abierto.

#### **2.7.1.4. Evaluación de la Multicolinealidad de variables**

Mediante el software R se calcularon el grado de asociación entre las 19 variables bioclimáticas, la variable topográfica, ecosistémica y de cobertura vegetal. La evaluación de la multicolinealidad entre variables ambientales se realizó mediante el Análisis del factor de inflación de la varianza (VIF) que mide el aumento de la varianza de los coeficientes de regresión debido a la multicolinealidad, donde un valor alto VIF indica que una variable independiente está correlacionada con otras variables en el modelo, lo que puede entorpecer la interpretación de los efectos de cada variable (Moradi et al., 2024; Hernandez et al., 2018; Ferrer-Paris y Sánchez-Mercado, 2021)

#### **2.7.1.5. Ejecución del modelamiento de la distribución actual y futura**

Para desarrollar los modelos de distribución actual (1 970 – 2 000) y futura (2 050 y 2 070) de la especie *Picumnus steindachneri* se empleó el software de código abierto MaxEnt ([https://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)) que ejecuta el algoritmo de aprendizaje automático que aplica el principio de Máxima Entropía (Phillips *et al.*, 2006). Este algoritmo calcula la probabilidad de distribución potencial geográfica de una especie, que al ser integrados con algunos factores ambientales se genera una predicción más exacta y confiable de la distribución potencial (Phillips et al., 2006). En los últimos años, como herramienta de implementar estrategias de conservación de la diversidad biológica global y endémica, manejo de especies categorizadas en peligro de extinción (Bai *et al.*, 2018; Beltramino *et al.*, 2015; Naveda-Rodríguez *et al.*, 2016; Alfonso-Corrado *et al.*, 2019; Qin *et al.*, 2017; Abdelaal *et al.*, 2019), control de especies invasoras y zonificación agrícola y forestal; se ha empleado el software MaxEnt, debido a su superioridad predictiva, al manejo de muestras pequeñas y a su fácil aplicabilidad (Otieno *et al.*, 2019; Kariyawasam *et al.*, 2019; Xu *et al.*, 2018; Antúnez *et al.*, 2018; Frey *et al.*, 2018; Merow *et al.*, 2013).

Para el modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri*, se emplearon el 75% de los datos de presencia para entrenamiento y el 25% restante (seleccionados al azar)

para validación del modelo (Phillips et al., 2006). Por otro lado, el algoritmo se ejecutó con diferentes particiones aleatorias (método de validación cruzada), desarrollando 10 réplicas en 5,000 iteraciones con un umbral de convergencia de 0.00001 y 10,000 puntos de fondo máximos; además, configuraciones de extrapolación, diseño de gráficos, entre otros se mantuvieron por defecto (Otieno et al., 2019).

#### 2.7.1.6. Evaluación e interpretación del modelo

El análisis e interpretación del modelo de la distribución actual y futura del *Picumnus steindachneri* se ejecutó mediante la evaluación del rendimiento y validación de la confiabilidad del modelo de distribución actual y futura de la especie estudiada. El rendimiento y confiabilidad se evaluó con el estadístico llamado AUC (Area Under the Curve) producto de la aplicación de la herramienta Receiver Operating Characteristic (ROC). Esta constituye una curva que permite personalizar la presencia real de la especie con valores de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1, indicarán una predicción más confiable y real (Tabla 5) (Mateo et al., 2011; Hirzel et al., 2006; Phillips y Dudík, 2008; Portilla Cabrera y Selvaraj, 2020).

**Tabla 5**

*Categorización del AUC para los modelos de MaxEnt*

Clasificación	Rangos		
Excelente	AUC		> 0.9
Buena	0.80 >	AUC	> 0.90
Aceptable	0.70 >	AUC	> 0.80
Mala	0.60 >	AUC	> 0.70
No aceptable	0.50 >	AUC	> 0.60

*Fuente: Araújo et al. (2005).*

#### 2.7.1.7. Estimación del sitio adecuado para la distribución actual y futura de la especie

Los sitios potenciales de presencia actual y futura del *Picumnus steindachneri* se identificaron mediante el formato de salida logístico (Phillips y Dudík, 2008), con valores de 0 a 1 de probabilidad continua. Estos describen hábitat potencial 'alto' (> 0.6: Probabilidad Alta - PA), 'moderado' (0.4 - 0.6: Probabilidad Moderada - PM),

'bajo' (0.2 - 0.4: Probabilidad Baja - PB), hasta 'hábitat no potencial' (< 0.2: Probabilidad Nula - PN) para la presencia de la especie.

#### **2.7.1.8. Identificación de sitios prioritarios para la conservación de los hábitats del *Picumnus steindachneri***

La Dirección General de Ordenamiento Territorial, adscrita al MINAM, ejecutó un estudio para definir las áreas degradadas del país, donde encontraron 15 691 913,46 ha de tierras degradadas a nivel nacional (MINAM, 2017). Para las áreas degradadas ubicadas en el territorio del departamento de Amazonas se realizó una sobreposición de capas con las áreas potenciales de distribución del *Picumnus steindachneri* identificadas anteriormente, por el cual se obtuvieron áreas potenciales para la conservación de la especie de estudio en el departamento de Amazonas.

Posteriormente, para conocer el estado de conservación del *Picumnus steindachneri* se ejecutó una segunda sobreposición de capas de las áreas potenciales de distribución la especie estudiada con la capa de áreas de conservación del departamento de Amazonas (Áreas Naturales Protegidas, Zonas de Reserva, Áreas de Conservación Privada y Áreas de Conservación Regional). La base de datos en formato shapefile de Áreas Naturales Protegidas de administración nacional, privada y regional, se obtuvieron del geoservidor del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) disponible en <http://geo.sernanp.gob.pe/geoserver/principal.php>.

El modelado de la distribución potencial del *Picumnus steindachneri* permitirá que se puedan establecer planes de conservación de los hábitats de esta especie, así como la restauración y/o recuperación de ecosistemas degradados enfocados en la restauración de sus funciones ecológicas, servicios ecosistémicos, diversidad de especies, para asegurar la protección y sostener la especie en estudio (Chazdon, 2019).

#### **2.7.2. Visualización y elaboración de mapas cartointerpretables**

Los mapas de distribución potencial actual y futura del *Picumnus steindachneri* y los sitios prioritarios de conservación del hábitat de la especie estudiada se desarrolló mediante los Sistemas de Información Geográfica, específicamente, se utilizó el software libre, para convertir los rásters (ASCII, TIF y TIFF) obtenidos a formato shapefile (shp), para que sea posible el cálculo de superficies (área y perímetro).



### III. RESULTADOS

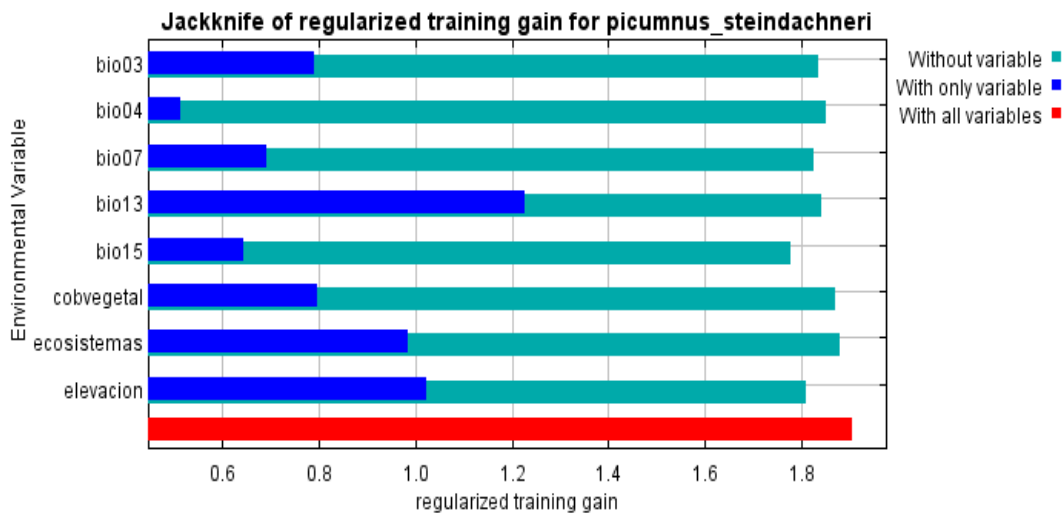
#### 3.1. Distribución actual del Carpinterito de pecho jaspeado (*Picumnus steindachneri*) en el departamento de Amazonas

##### 3.1.1. Elección de variables bioclimáticas de contribución

De la correlación de variables del modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri* se determinó que las variables con mayor contribución son Elevación y bio 13 (Precipitación del mes más húmedo) (Figura 4).

**Figura 4**

*Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM Actual*



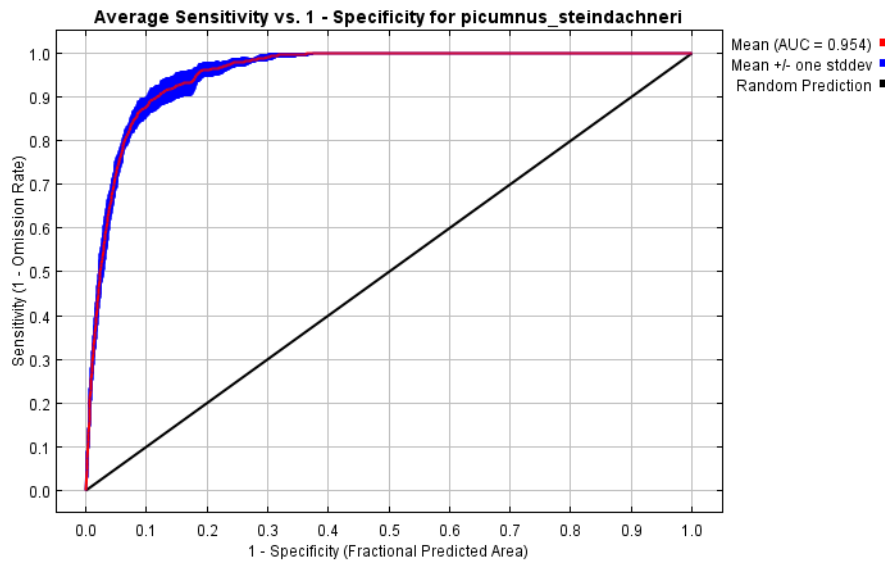
La Figura 4 nos indica la contribución en el SDM de las variables bioclimáticas mediante la prueba del AUC (longitudes de barras). La variable con mayor contribución tenemos al bio 13 (Precipitación del mes más lluvioso), seguido de las variables de elevación, ecosistemas y cobertura vegetal, respectivamente. Por otro lado, las variables de con menor contribución se encuentran la bio 03 (Isothermalidad), bio 07 (Rango anual de temperatura), bio 15 (Estacionalidad de la precipitación) y la bio 04 (Estacionalidad de la temperatura) respectivamente.

##### 3.1.2. Evaluación del modelo

El AUC fue de 0.954 indicando un modelo excelente y preciso.

## Figura 5

Datos del área bajo la curva AUC para la distribución actual del *Picumnus steindachneri*



La Figura 5 representa el desempeño de los valores de sensibilidad verdaderos positivos (el modelo predice coincidencias con las presencias observadas del vector) (eje vertical) y valores de especificidad falso positivos (el modelo predice que el vector estará presente donde no ha sido observada) (eje horizontal).

### 3.1.3. Estimación la distribución potencial actual

Para el modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri* se utilizaron 186 puntos de presencia (Figura 6A).

En la Tabla 6 y Figura 6B, se detallan las áreas geográficas en condiciones actuales para la presencia del *Picumnus steindachneri* en Amazonas (área = 39 306,465 km<sup>2</sup>). En tal sentido, la distribución potencial alta del *Picumnus steindachneri* abarca una extensión total aproximada a 1 422,759 km<sup>2</sup>, seguidamente de una distribución potencial actual moderada con un área de 1 379,914 km<sup>2</sup>, continua una distribución potencial actual baja con un área de 2 399,625 y, por último, la distribución de hábitat no potencial o nula mostró un área de 34 104,167 km<sup>2</sup>.

**Tabla 6***Áreas de distribución potencial actual del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas*

Distribución Potencial Actual	Amazonas (39 306.465 km <sup>2</sup> )	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
< 0.2 (Probabilidad nula – PN)	34 104,167	86,76
0.2 – 0.04 (Probabilidad Baja – PB)	2 399,625	6,10
0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada – PM)	1 379,914	3,51
> 0.6 (Probabilidad alta – PA)	1 422,759	3,62

**Tabla 7***Ubicación de la distribución potencial actual del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas*

Provincia	Distrito	Distribución Potencial Actual (Km <sup>2</sup> )			Área Total (Km <sup>2</sup> )
		(PB)	(PM)	(PA)	
Bagua	Copallín, Bagua, Aramango, Imaza, La Peca	88,289	23,591	13,874	125,754
Bongará	Florida, Valera, Churuja, San Carlos, Jazán, Recta, Cuispes, Shipasbamba, Chisquilla, Jumbilla, Corosha, Yambrasbamba	311,893	382,608	568,08	1 262,581
Chachapoyas	Balsas, Leimebamba, Montevideo, Mariscal Castilla, La Jalca, Magdalena, San Isidro del Maino, Levanto, Cheto, Soloco, San Francisco de Daguas, Chachapoyas, Molinopampa, Sonche, Huancas, Quinjalca, Chiliquin, Asunción, Olleros	187,517	105,472	230,052	523,041
Condorcanqui	El Cenepa	0,377	-	-	0,377
Luya	San Francisco del Yeso, Cocabamba, Santo Tomas, María, San Juan de Lopecancha, Pisuquia, Longuita, Tingo, Providencia, Colcamar, Ocumal, Inguilpata, Lonya Chico, Trita, Ocalli, Luya, Camporredondo, Lamud, San Cristóbal, Luya Viejo, Conila, Santa Catalina, San Jeronimo	744,909	275,62	262,942	1 283,471
Rodríguez de Mendoza	Chirimoto, Totorá, Milpuc, Santa Rosa, Huambo, Limabamba, Omía, San Nicolás, Cochamal, Longar, Mariscal Benavides, Vista Alegre	480,906	204,436	40,606	725,948
Utcubamba	Cumba, Bagua Grande, Cajaruro, Lonya Grande, Yamón, Jamalca, El Milagro	585,734	388,187	307,205	1 281,126
Total		2 399,625	1 379,914	1 422,759	5 202,298

En la Tabla 7 y Anexo 1: Tabla 26, se detallan las extensiones de las áreas de la distribución actual del *Picumnus steindachneri* según distrito y provincia en el

departamento de Amazonas. En tal sentido, la distribución potencial baja abarca las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Condorcanqui, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba con una extensión aproximada de 88,289; 311,893; 187,517; 0,377; 744,909; 480,906 y 585,734 km<sup>2</sup> respectivamente, seguidamente de una distribución potencial actual moderada en las provincias Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba de un área de 23,591; 382,608; 105,472; 275,62; 204,436 y 388,187 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último, la distribución potencial actual alta abarca las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba con un área de 13,874; 568,08; 230,052; 262,942; 40,606 y 307,205 km<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente se tiene que la provincia con mayor extensión de distribución potencial actual a Luya con un área de 1 283,471 km<sup>2</sup>, de seguido se tiene a las provincias de Utcubamba y Bongará con áreas de 1 281,126 km<sup>2</sup> y 1 262,581 km<sup>2</sup> respectivamente; y por último tenemos a las provincias de Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Bagua y Condorcanqui con extensiones de 725,948; 523,041; 125,754 y 0,377 km<sup>2</sup> respectivamente (Anexo 2: Figura 21).

**Tabla 8**

*Ecosistemas de la distribución potencial actual del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas*

Ecosistema	Distribución Actual del <i>Picumnus steindachneri</i>
	Área (km <sup>2</sup> )
Bosque Altimontano (Pluvial) de Yunga	171,497
Bosque Basimontano de Yunga	264,912
Bosque Estacionalmente Seco Interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac)	26,919
Bosque Montano de Yunga	2 594,566
Jalca	0,094
Matorral Andino	101,872
Pastizales/Herbazales	1 122,256
Vegetación Secundaria	914,780
Zona Agrícola	3,928

La Tabla 8 y Anexo 2: Figura 26 nos muestra los tipos de ecosistemas que abarca la distribución actual del *Picumnus steindachneri* donde tenemos que el ecosistema con mayor presencia actual de la especie es el Bosque Montano de Yunga con un área de 2

594,566 km<sup>2</sup>, seguido del ecosistema de Pastizales/Herbazales y Vegetación Secundaria con un área de 1 122,256 y 914,780 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último se tiene a los ecosistemas de Bosque Basimontano de Yunga, Bosque Altimontano (Pluvial) de Yunga, Matorral Andino, Bosque Estacionalmente Seco Interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac), Zona Agrícola y Jalca con áreas de 264,912; 171,497; 101,872; 26,919; 3,928 y 0,094 km<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 9**

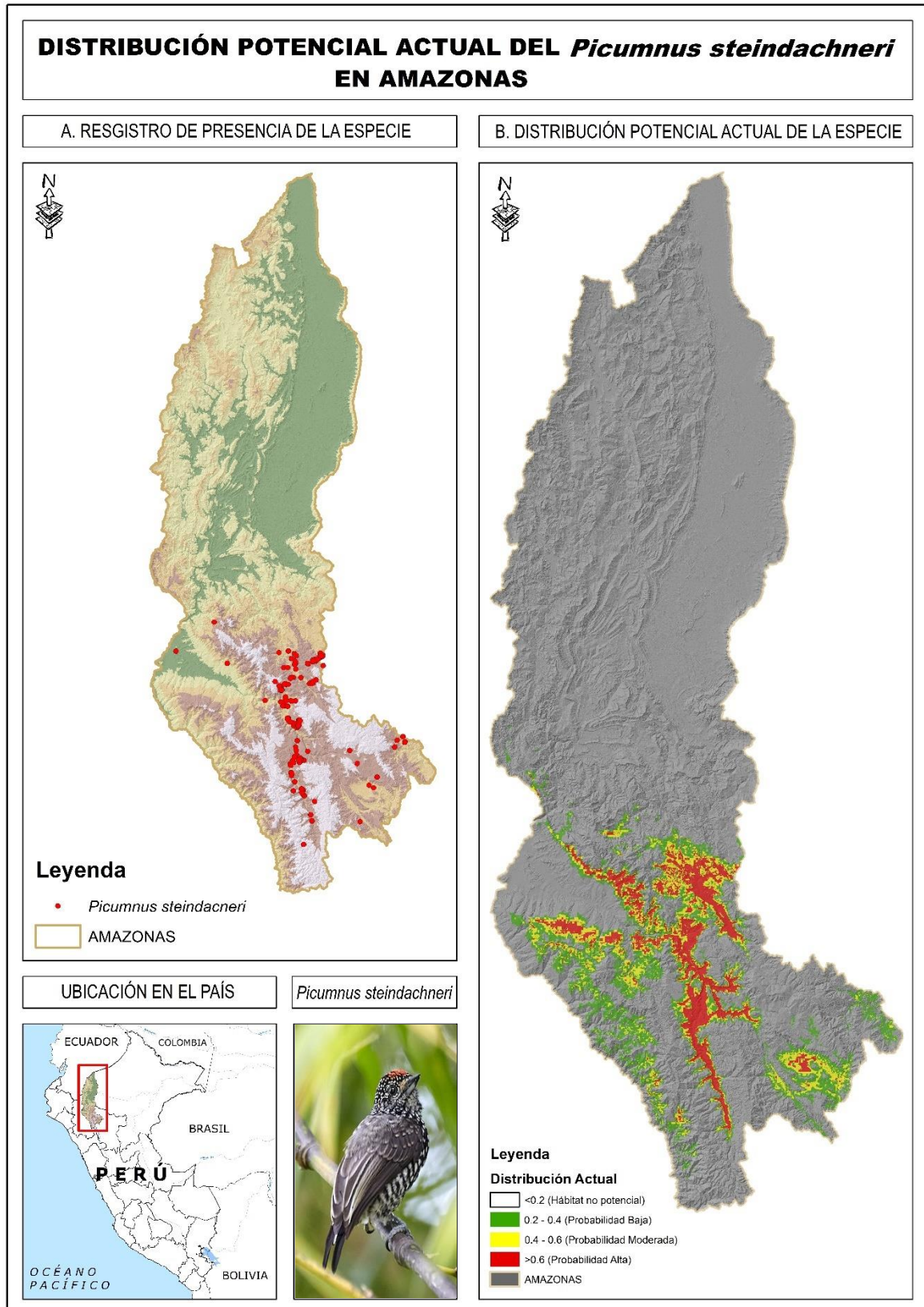
*Ecorregiones de la distribución potencial actual del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas*

Ecosistema	Distribución Actual del <i>Picumnus steindachneri</i>
	Área (km <sup>2</sup> )
Yungas Peruanas	4 027,557
Bosques Secos del Marañón	1 131,662
Bosques Montanos de la Cordillera Real Oriental	43,081

La Tabla 9 y Anexo 2: Figura 27 nos muestra los tipos de ecorregiones que abarca la distribución actual del *Picumnus steindachneri* donde tenemos que la ecorregión con mayor presencia actual en la distribución actual de la especie es Yungas Peruanas con un área de 4 027,557 km<sup>2</sup>, seguido de la ecorregión Bosque Seco del Marañón con un área de 1 131,662 km<sup>2</sup>, y por último se tiene a la ecorregión Bosques Montanos de la Cordillera Real Oriental con un área de 43,081 km<sup>2</sup>.

**Figura 6**

*Distribución potencial actual de la ocurrencia del Picumnus steindachneri en Amazonas*



### 3.2. Distribución futura del Carpinterito de pecho jaspeado (*Picumnus steindachneri*) en el departamento de Amazonas

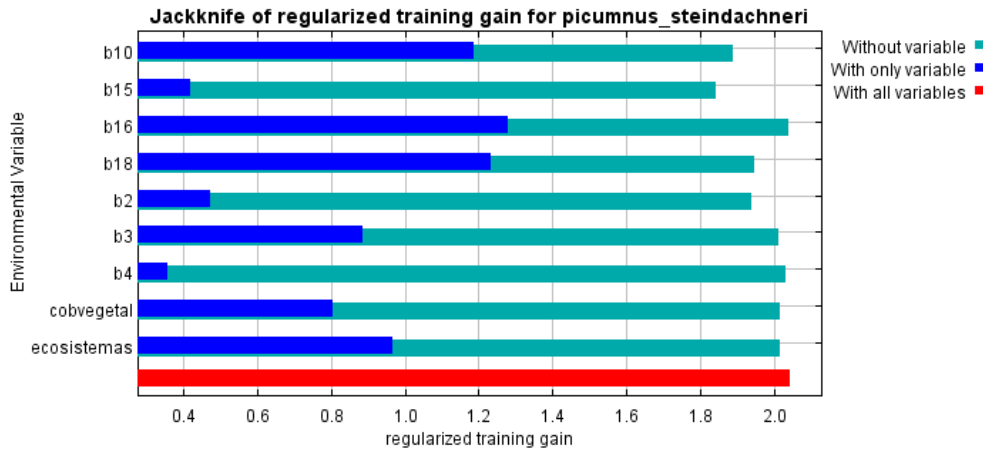
#### 3.2.1. Distribución futura al 2 050 del *Picumnus steindachneri* en el departamento de Amazonas

##### 3.2.1.1. Elección de variables bioclimáticas de importancia

De la correlación de variables del modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri* para el año 2 050 en un escenario SSP245 se determinó las variables con mayor contribución (longitudes de barras) (Figura 7).

**Figura 7**

*Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM al 2 050 – SSP245*



En la Figura 7 se muestra la contribución en el SDM de las variables bioclimáticas. La variable con mayor contribución tenemos al bio 16 (Precipitación en el trimestre más húmedo), seguido de la bio18 (Precipitación en el trimestre más cálido), bio10 (T° media del trimestre más cálido), las variables de ecosistemas y bio03 (Isotermalidad) respectivamente. Por otro lado, las variables con menor contribución se encuentran la variable de cobertura vegetal, bio 02 (Rango medio diario), bio 15 (Estacionalidad de la precipitación) y la bio 04 (Estacionalidad de la temperatura) respectivamente.

En cuanto a la correlación de variables para el año 2 050 en un escenario SSP585 se determinó las variables con mayor contribución (longitudes de barras) (Figura 8).

## Figura 8

Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM al 2 050 – SSP585

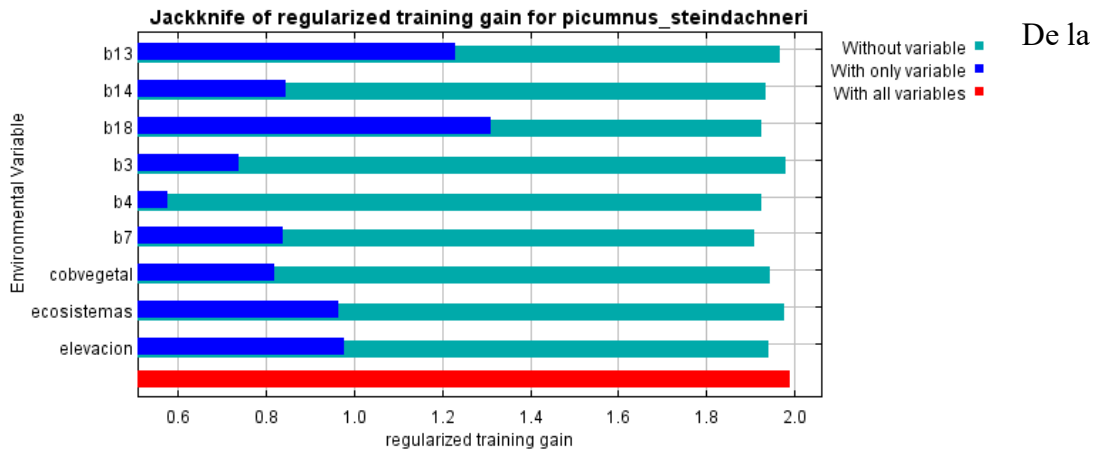


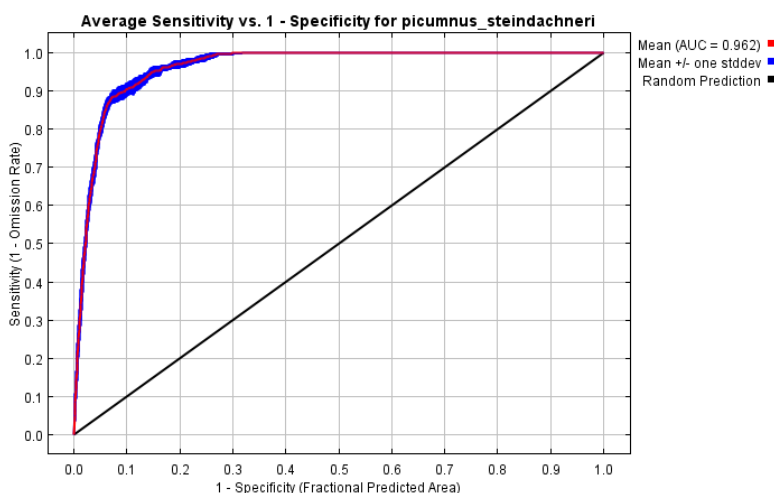
Figura 8 se tiene que las variables con mayores valores son el bio 18 (Precipitación del trimestre más cálido), bio 13 (Precipitación del mes más lluvioso) y las variables ambientales de elevación y ecosistemas. Además, están las variables de menor contribución bio 7 (Rango anual de temperatura), bio 14 (Precipitación del mes más seco), la variable ambiental de cobertura vegetal, bio 03 (Isotermalidad) y bio 04 (Estacionalidad de la temperatura).

### 3.2.1.2. Evaluación del modelo

El AUC para el SDM 2 050 – SSP245 fue de 0,962 indicando un modelo excelente y preciso.

## Figura 9

Datos del área bajo la curva AUC para la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 050 – SSP245



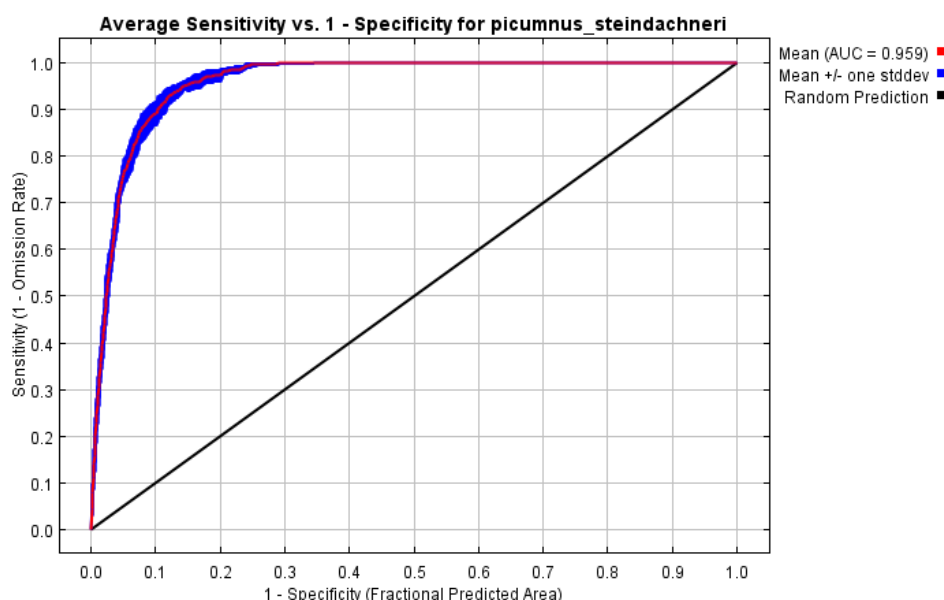


La Figura 9 nos indica el desempeño de los valores de sensibilidad verdaderos positivos (el modelo predice coincidencias con las presencias observadas del vector) (eje vertical) y valores de especificidad falso positivos (el modelo predice que el vector estará presente donde no ha sido observada) (eje horizontal) bajo escenario climático SSP245.

Por otro lado, la prueba del AUC para el SDM 2 050 – SSP585 tiene un valor de 0,959 indicando un modelo excelente.

### Figura 10

*Datos del área bajo la curva AUC para la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 050 – SSP585*



La Figura 10 representa el desempeño de los valores de sensibilidad verdaderos positivos (eje vertical) y valores de especificidad falso positivos (eje horizontal) bajo escenario climático SSP585.

#### 3.2.1.3. Estimación la distribución potencial futura

Para el modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri* se utilizaron 186 puntos de presencia (Figura 11A). Asimismo, en la Tabla 10 y Figura 11B, se detallan las áreas geográficas de presencia en condiciones futuras al 2 050 en el escenario SSP245. En tal sentido, la distribución potencial futura alta para este modelo abarca una extensión total aproximada a 1 300,854 km<sup>2</sup>, seguidamente de una distribución potencial futura moderada con un área de 1 062,189 km<sup>2</sup>, continua una distribución

potencial futura baja con un área de 2 176,515 km<sup>2</sup> y, por último, la distribución de hábitat no potencial o nula mostró un área de 34 766,907 km<sup>2</sup>.

**Tabla 10**

*Áreas de distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 050 en la SSP245*

Distribución Potencial Futura	Amazonas (39 306,465 km <sup>2</sup> )	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
< 0.2 (Probabilidad nula - PN)	34 766,907	88,45
0.2 - 0.04 (Probabilidad Baja - PB)	2 176,515	5,54
0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada - PM)	1 062,189	2,70
> 0.6 (Probabilidad alta - PA)	1 300,854	3,31

Además, para el modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri* en condiciones futuras al 2 050 en el escenario SSP585 se utilizaron 186 puntos de presencia (Figura 12A). La distribución potencial futura alta para este modelo abarca una extensión total aproximada a 1 361,747 km<sup>2</sup>, seguidamente de una distribución potencial futura moderada con un área de 889,584 km<sup>2</sup>, continua una distribución potencial futura baja con un área de 1 898,645 km<sup>2</sup> y, por último, la distribución de hábitat no potencial o nula mostró un área de 35 145,639 km<sup>2</sup> (Tabla 11 y Figura 12B).

**Tabla 11**

*Áreas de distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 050 en la SSP585*

Distribución Potencial Futura	Amazonas (39 306,465 km <sup>2</sup> )	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
< 0.2 (Probabilidad nula - PN)	35156,489	89,44
0.2 - 0.04 (Probabilidad Baja - PB)	1 898,645	4,83
0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada - PM)	889,584	2,26
> 0.6 (Probabilidad alta - PA)	1 361,747	3,46

**Tabla 12**

*Ubicación de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050 en la SSP245*

Provincia	Distrito	Distribución Potencial 2 050			Área Total (Km <sup>2</sup> )
		en la SSP245 (Km <sup>2</sup> )			
		(PB)	(PM)	(PA)	
Bagua	Copallín, Aramango, Imaza, La Peca	48,937	16,965	10,556	76,458
Bongará	Florida, Valera, Churuja, San Carlos, Jazán, Recta, Cuispes, Shipasbamba, Chisquilla, Jumbilla, Corosha, Yambrasbamba	322,906	284,03	712,105	1 319,041
Chachapoyas	Chuquibamba, Balsas, Leimebamba, Montevideo, Mariscal Castilla, La Jalca, Magdalena, San Isidro del Maino, Levanto, Cheto, Soloco, San Francisco de Daguas, Chachapoyas, Molinopampa, Sonche, Huancas, Granada, Quinjalca, Chilibuquin, Asunción, Olleros	271,204	116,235	199,422	586,861
Luya	San Francisco del Yeso, Cocabamba, Santo Tomas, María, San Juan de Lopeancha, Pisuquia, Longuita, Tingo, Providencia, Colcamar, Ocumal, Inguilpata, Lonya Chico, Trita, Ocalli, Luya, Camporredondo, Lamud, San Cristóbal, Luya Viejo, Conila, Santa Catalina, San Jeronimo	489,261	241,504	245,222	975,987
Rodríguez de Mendoza	Chirimoto, Totorá, Milpuc, Santa Rosa, Huambo, Limabamba, Omía, San Nicolás, Cochamal, Longar, Mariscal Benavides, Vista Alegre	489,538	103,89	-	593,428
Utcubamba	Cumba, Bagua Grande, Cajaruro, Lonya Grande, Yamón, Jamalca, El Milagro	554,664	299,568	133,552	987,784
Total		2 176,515	1 062,189	1 300,854	4 539,558

En la Tabla 12 y Anexo 1: Tabla 27, se detallan las extensiones de las áreas de la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2050 en la SSP245 según distrito y provincia en el departamento de Amazonas. En tal sentido, la distribución potencial baja abarca las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba con una extensión aproximada de 48,937; 322,906; 271,204; 489,261; 489,538 y 554,664 km<sup>2</sup> respectivamente; seguidamente de una distribución potencial actual moderada en las provincias Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba de un área de 16,965; 284,03; 116,235; 241,504; 103,89 y 299,568 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último la distribución potencial actual alta abarca las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya y Utcubamba con un área de 10,556;

712,105; 199,422; 245,222 y 133,552 km<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente se tiene que la provincia con mayor extensión de distribución potencial futura al 2050 – SSP245 corresponde a Bongará con un área de 1 319,041 km<sup>2</sup>, de seguido se tiene a las provincias de Utcubamba con un área de 987,784 km<sup>2</sup> y a Luya con un área de 975,987 km<sup>2</sup>; y por último tenemos a las provincias de Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas y Bagua con extensiones de 593,428; 586,861 y 76,458 km<sup>2</sup> respectivamente (Anexo 2: Figura 22).

**Tabla 13**

*Ubicación de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050 en la SSP585*

Provincia	Distrito	Distribución Potencial Actual al 2050 en la SSP585 (Km <sup>2</sup> )			Área Total (Km <sup>2</sup> )
		(PB)	(PM)	(PA)	
Bagua	Copallín, Bagua, Aramango, La Peca	58,213	10,742	8,358	77,313
Bongará	Florida, Valera, Churuja, San Carlos, Jazán, Recta, Cuispes, Shipasbamba, Chisquilla, Jumbilla, Corosha, Yambrasbamba	452,422	306,032	803,625	1 562,079
Chachapoyas	Chuquibamba, Balsas, Leimebamba, Montevideo, Mariscal Castilla, La Jalca, Magdalena, San Isidro del Maino, Levanto, Cheto, Soloco, San Francisco de Daguas, Chachapoyas, Molinopampa, Sonche, Huancas, Chilibiquin, Asunción, Olleros	152,368	80,402	191,976	424,746
Luya	San Francisco del Yeso, Cocabamba, Santo Tomas, María, San Juan de Lopecancha, Pisuquia, Longuita, Tingo, Providencia, Colcamar, Ocumal, Inguilpata, Lonya Chico, Trita, Ocalli, Luya, Camporredondo, Lamud, San Cristóbal, Luya Viejo, Conila, Santa Catalina, San Jeronimo	343,565	153,816	238,391	735,772
Rodríguez de Mendoza	Chirimoto, Totora, Milpuc, Santa Rosa, Huambo, Limabamba, Omia, San Nicolas, Cochamal, Longar, Mariscal Benavides, Vista Alegre	390,822	147,896	55,184	593,902
Utcubamba	Cumba, Bagua Grande, Cajaruro, Lonya Grande, Yamón, Jamalca, El Milagro	501,255	190,696	64,213	756,164
Total		1 898,645	889,584	1 361,747	4 149,976

En la Tabla 13 y Anexo 1: Tabla 28, se detallan las extensiones de las áreas de la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2050 en la SSP585 según distrito y provincia en el departamento de Amazonas. En tal sentido, la distribución potencial baja abarca las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y

Utcubamba con una extensión aproximada de 58,213; 454,422; 152,368; 343,565; 390,822 y 501,255 km<sup>2</sup> respectivamente; seguidamente de una distribución potencial actual moderada en las provincias Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba de un área de 10,742; 306,032; 80,402; 153,816; 147,896 y 190,696 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último la distribución potencial actual alta abarca las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba con un área de 8,358; 803,625; 191,976; 238,391, 55,184 y 64,213 km<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente se tiene que la provincia con mayor extensión de distribución potencial futura al 2050 – SSP585 corresponde a Bongará con un área de 1 562,079 km<sup>2</sup>, de seguido se tiene a las provincias de Utcubamba con un área de 756,164 km<sup>2</sup> y a Luya con un área de 735,772 km<sup>2</sup>; y por último tenemos a las provincias de Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas y Bagua con extensiones de 593,902; 424,746 y 77,313 km<sup>2</sup> respectivamente (Anexo 2: Figura 23).

**Tabla 14**

*Ecosistemas de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 050*

Ecosistema	Distribución Futura	Distribución Futura
	al 2 050 – SSP245	al 2 050 – SSP585
	Área (km <sup>2</sup> )	
Bosque Altimontano (Pluvial) de Yunga	108,536	159,534
Bosque Basimontano de Yunga	186,780	225,220
Bosque Estacionalmente Seco Interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac)	5,659	4,323
Bosque Montano de Yunga	2 432,180	2 129,250
Jalca	0,146	0,018
Matorral Andino	43,516	3,281
Pastizales/Herbazales	1 053,456	994,382
Vegetación Secundaria	698,919	624,818
Zona Agrícola	5,591	4,069

La Tabla 14 y Anexo 2: Figura 28 nos muestra los tipos de ecosistemas que abarca la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 050 en el SSP245 donde el ecosistema con mayor presencia en la distribución futura de la especie es el Bosques Montanos de

Yunga con un área de 2 432,180 km<sup>2</sup>, seguido de Pastizales/Herbazales y Vegetación Secundaria con un área de 1 053,456 y 698,919 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último se tiene a Bosques Basimontano de Yunga, Bosques Altimontano (Pluvial) de Yunga, Matorral Andino, Bosque Estacionalmente Seco Interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac), Zona Agrícola y Jalca con áreas de 186,780; 108,536; 43,516; 5,659; 5,591 y 0,146 km<sup>2</sup> respectivamente. Por otro lado, para los ecosistemas que abarcan la distribución futura al 2 050 en el SSP585 se tiene a los Bosques Montanos de Yunga una extensión de 2 129,250 km<sup>2</sup>, seguido del ecosistema de Pastizales/Herbazales y Vegetación Secundaria con un área de 994,382 y 624,818 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último se tiene a los ecosistemas de Bosque Basimontano de Yunga, Bosque Altimontano (Pluvial) de Yunga, Bosque Estacionalmente Seco Interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac), Zona Agrícola, Matorral Andino y Jalca con áreas de 225,220; 159,534; 4,323; 4,069; 3,281 y 0,018 km<sup>2</sup> respectivamente (Tabla 14 y Anexo 2: Figura 29).

**Tabla 15**

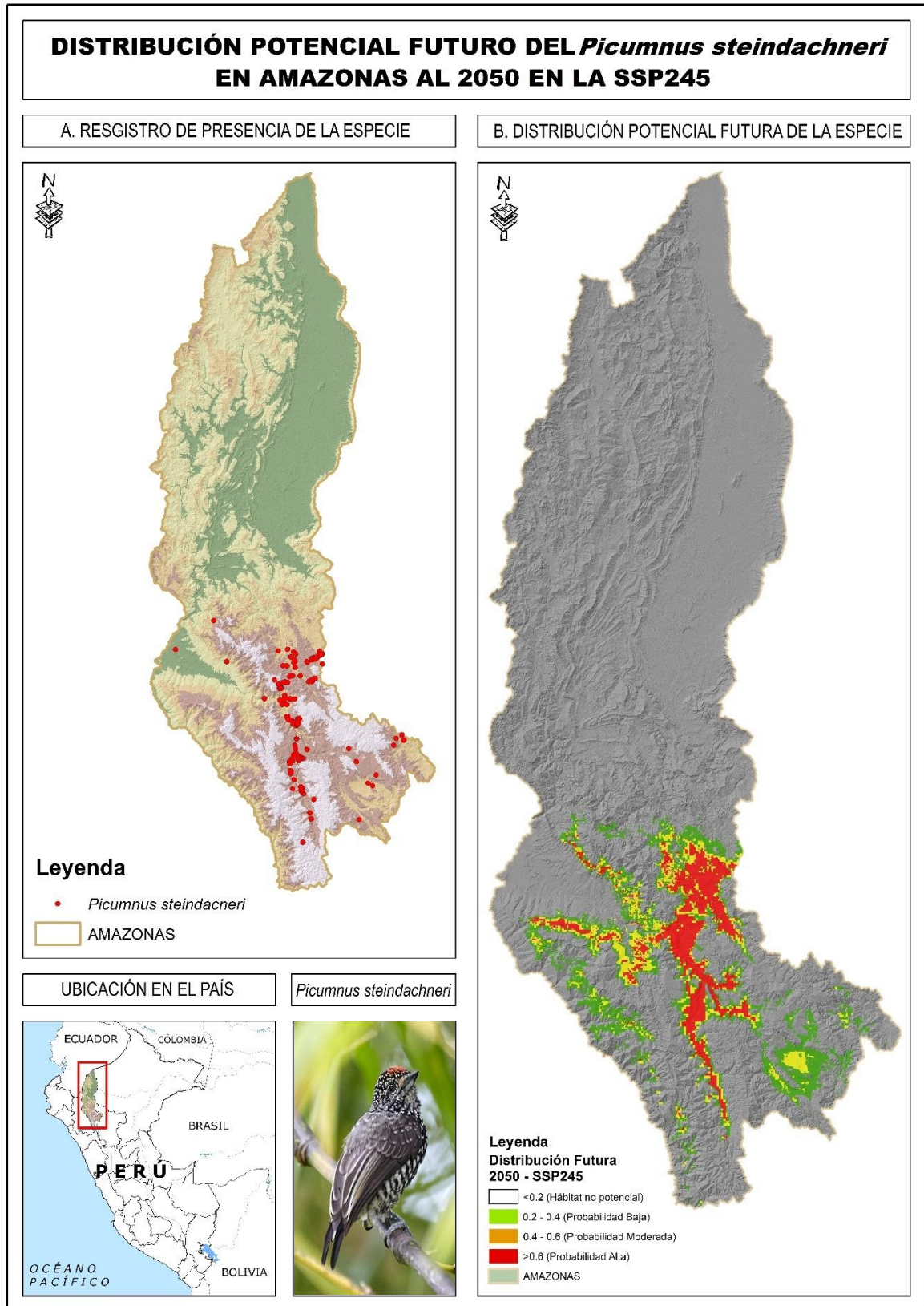
*Ecorregiones de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050*

Ecorregión	Distribución Futura al	Distribución Futura al
	2 050 – SSP245	2 050 – SSP585
Área (km <sup>2</sup> )		
Yungas Peruanas	3 574,675	3 247,608
Bosques Secos del Marañón	964,885	902,370

La Tabla 15 y Anexo 2: Figura 30 nos muestra los tipos de ecorregiones que abarca la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 050 en el SSP245 donde la ecorregión que mayor abarca la distribución futura de la especie es Yungas Peruanas con un área de 3 574,675 km<sup>2</sup>, seguido de la ecorregión Bosque Seco del Marañón con un área de 964,885 km<sup>2</sup>. Asimismo, para la distribución futura al 2 050 en el SSP585 se tiene que la ecorregión Yungas Peruanas presenta mayor extensión con un área de 3 247,608 km<sup>2</sup>; seguido de la ecorregión Bosques Secos del Marañón con un área de 902,370 km<sup>2</sup> (Tabla 15 y Anexo 2: Figura 31).

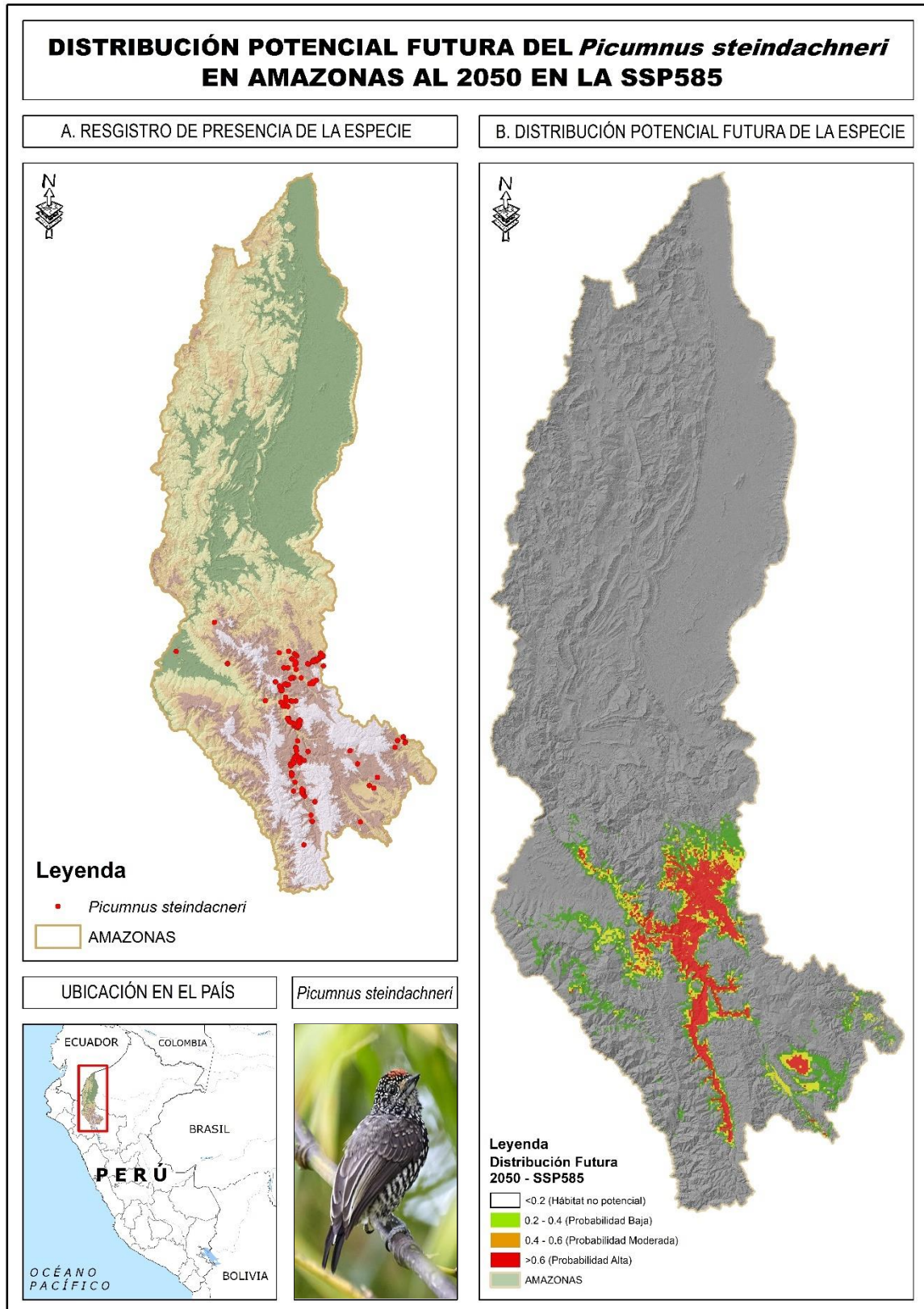
**Figura 11**

*Distribución potencial futura de la ocurrencia del **Picumnus steindachneri** en Amazonas al 2050 en la SSP245*



**Figura 12**

*Distribución potencial futura de la ocurrencia del **Picumnus steindachneri** en Amazonas al 2 050 en la SSP585*





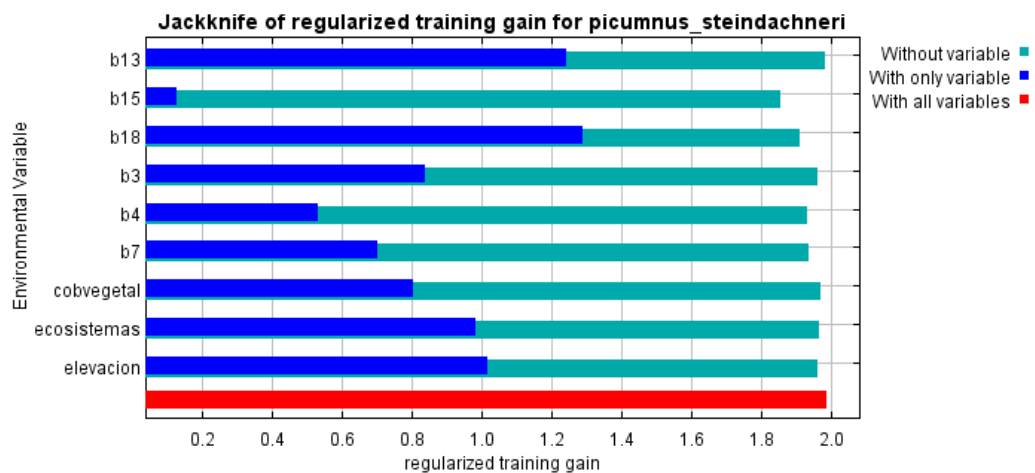
### 3.2.2. Distribución futura al 2 070 del *Picumnus steindachneri* en el departamento de Amazonas

#### 3.2.2.1. Elección de variables bioclimáticas de importancia

Para la correlación de variables del modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri* para el año 2 070 en un escenario SSP245 se determinó las variables con mayor contribución (longitudes de barras) (Figura 13).

**Figura 13**

*Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM al 2 070 – SSP245*



En la Figura 13 se muestra la contribución en el SDM de las variables bioclimáticas. Las variables con mayores contribuciones tenemos al bio 18 (Precipitación en el trimestre más cálido), seguido de la bio13 (Precipitación del mes más lluvioso), las variables ambientales de elevación, ecosistemas y cobertura vegetal, además, del bio03 (Isotermalidad) respectivamente. Por otro lado, las variables con menor contribución se encuentran la variable bio07 (Rango anual de temperatura), bio04 (Estacionalidad de la temperatura) y la bio15 (Estacionalidad de la precipitación) respectivamente.

De la misma manera, se determinó las variables con mayor contribución como producto de la correlación de variables del modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri* para el año 2 070 en un escenario SSP585 (longitudes de barras) (Figura 14).

## Figura 14

Correlación de variables que determina la contribución de las variables ambientales en el SDM al 2 070 – SSP585

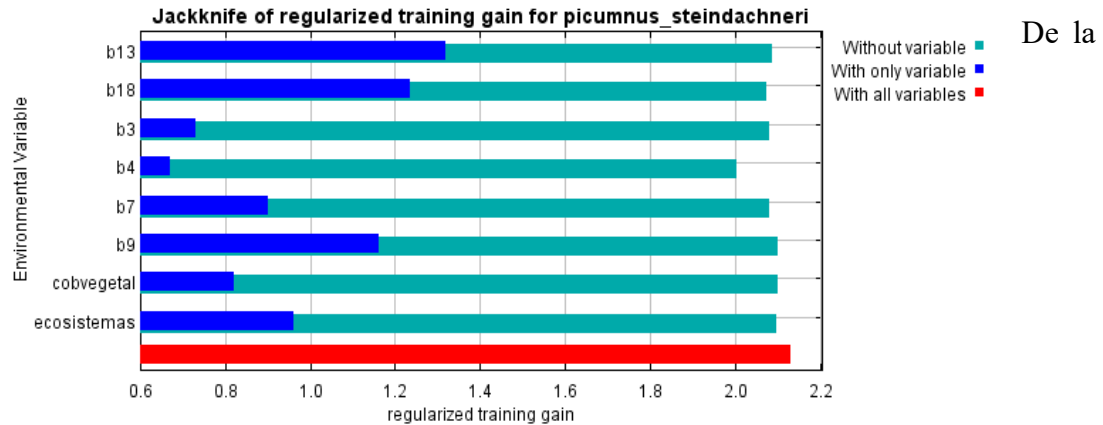


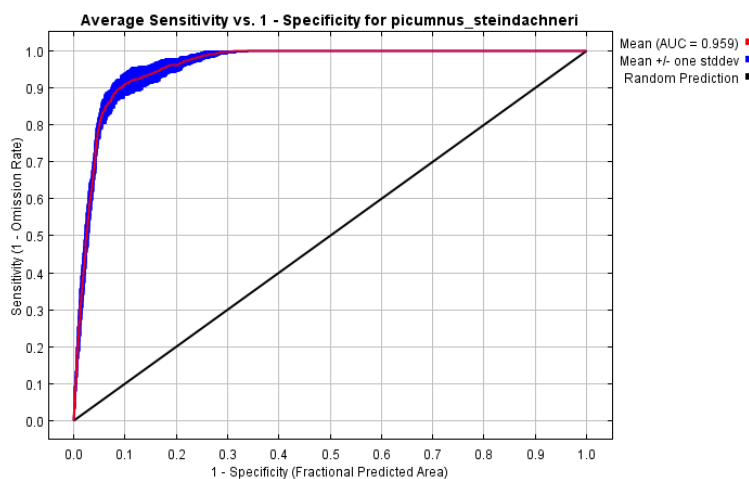
Figura 14 se deduce la contribución en el SDM de las variables bioclimáticas. Las variables con mayores contribuciones tenemos al bio 13 (Precipitación del mes más lluvioso), seguido de la bio18 (Precipitación del trimestre más cálido), bio09 (T° media del trimestre más seco) y a la variable ambiental de ecosistemas respectivamente. Por otro lado, las variables con menor contribución se encuentran la variable bio07 (Rango anual de T°), la variable ambiental de cobertura vegetal, bio03 (Isotermalidad) y la bio04 (Estacionalidad de la T°) respectivamente.

### 3.2.2.2. Evaluación del modelo

El AUC para el SDM 2 070 – SSP245 fue de 0,959 indicando un modelo excelente y preciso.

## Figura 15

Datos del área bajo la curva AUC para la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 070 – SSP245

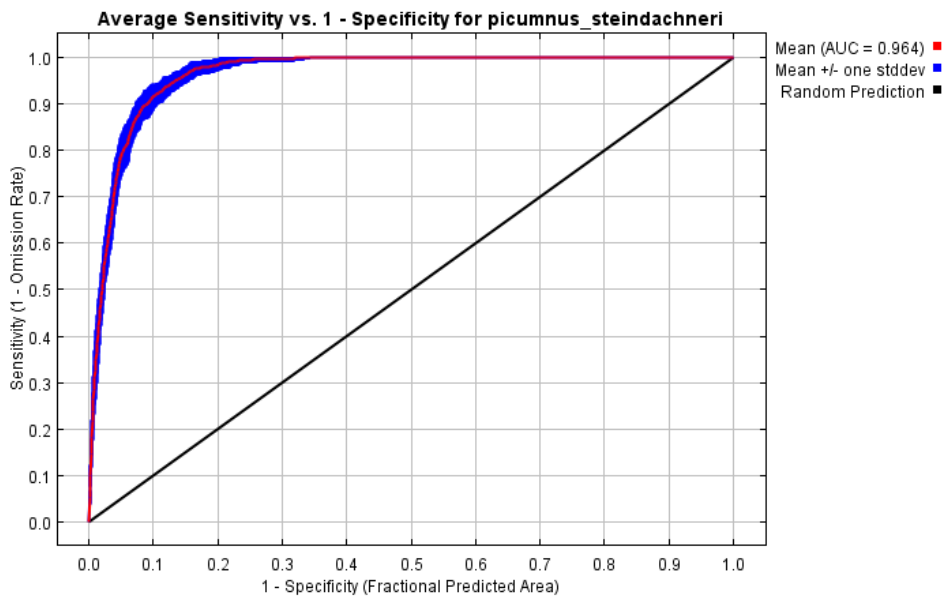


La Figura 15 representa el desempeño de los valores de sensibilidad verdaderos positivos (eje vertical) y valores de especificidad falso positivos (eje horizontal) bajo escenario climático SSP585.

Asimismo, para el SDM 2 070 – SSP585 el AUC tiene un valor de 0,964 indicando un modelo excelente.

### Figura 16

Datos del área bajo la curva AUC para la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 070 – SSP585



La Figura 16 nos indica el desempeño bajo el escenario climático SSP585 de los valores de sensibilidad verdaderos positivos (el modelo predice coincidencias con las presencias observadas del vector) (eje vertical) y valores de especificidad falso positivos (el modelo predice que el vector estará presente donde no ha sido observada) (eje horizontal).

### 3.2.2.3. Estimación la distribución potencial futura

Para el modelado al 2 050 en el escenario SSP245 de la distribución del *Picumnus steindachneri* se utilizaron 186 puntos de presencia (Figura 17A). Asimismo, en la Tabla 16 y Figura 17B, la distribución potencial futura alta abarca una extensión total aproximada de 1 483,852 km<sup>2</sup>, seguidamente de una distribución potencial futura moderada de 926,603 km<sup>2</sup>, continua una distribución potencial futura baja con un área de 1 912,435 km<sup>2</sup> y, por último, la distribución de hábitat no potencial o nula mostró un área de 34 983,575 km<sup>2</sup>.

**Tabla 16**

*Áreas de distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 070 en la SSP245*

Distribución Potencial Futura	Amazonas (39 306,465 km <sup>2</sup> )	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
< 0.2 (Probabilidad nula - PN)	34 983,575	89,00
0.2 - 0.04 (Probabilidad Baja - PB)	1 912,435	4,87
0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada - PM)	926,603	2,36
> 0.6 (Probabilidad alta - PA)	1 483,852	3,78

De la misma manera, para el modelado de la distribución del *Picumnus steindachneri* en condiciones futuras al 2 070 en el escenario SSP585 se utilizaron 186 puntos de presencia (Figura 18A). La distribución potencial futura alta para este modelo abarca una extensión total aproximada a 1 160,285 km<sup>2</sup>, seguidamente de una distribución potencial futura moderada con un área de 977,837 km<sup>2</sup>, continua una distribución potencial futura baja con un área de 1 713,187 km<sup>2</sup> y, por último, la distribución de hábitat no potencial o nula mostró un área de 35 145.639 km<sup>2</sup> (Tabla 17 y Figura 18B).

**Tabla 17**

*Áreas de distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 070 en la SSP585*

Distribución Potencial Futura	Amazonas (39 306,465 km <sup>2</sup> )	
	Área (km <sup>2</sup> )	%
< 0.2 (Probabilidad nula - PN)	35 455,156	90,20
0.2 - 0.04 (Probabilidad Baja - PB)	1 713,187	4,36
0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada - PM)	977,837	2,49
> 0.6 (Probabilidad alta - PA)	1 160,285	2,95

**Tabla 18**

*Ubicación de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 070 en la SSP245*

Provincia	Distrito	Distribución Potencial Actual al 2 070 en la SSP245 (Km <sup>2</sup> )			Área Total (Km <sup>2</sup> )
		(PB)	(PM)	(PA)	
Bagua	Copallín, Bagua, Aramango, La Peca	6,46	5,514	0,486	12,46

Bongará	Florida, Valera, Churuja, San Carlos, Jazán, Recta, Cuispes, Shipasbamba, Chisquilla, Jumbilla, Corosha, Yambrasbamba	325,863	297,468	767,718	1 391,049
Chachapoyas	Chuquibamba, Balsas, Leimebamba, Montevideo, Mariscal Castilla, La Jalca, Magdalena, San Isidro del Maino, Levanto, Cheto, Soloco, San Francisco de Daguanas, Chachapoyas, Molinopampa, Sonche, Huancas, Granada, Quinjalca, Chilibiquin, Asunción, Olleros	201,708	129,904	223,526	555,138
Luya	San Francisco del Yeso, Cocabamba, Santo Tomas, María, San Juan de Lopecancha, Pisuquia, Longuita, Tingo, Providencia, Colcamar, Ocumal, Inguilpata, Lonya Chico, Trita, Ocalli, Luya, Camporredondo, Lamud, San Cristóbal, Luya Viejo, Conila, Santa Catalina, San Jeronimo	419,914	191,5	277,722	889,136
Rodríguez de Mendoza	Chirimoto, Totorá, Milpuc, Santa Rosa, Huambo, Limabamba, Omia, San Nicolas, Cochamal, Longar, Mariscal Benavides, Vista Alegre	435,159	123,212	40,318	598,689
Utcubamba	Cumba, Bagua Grande, Cajaruro, Lonya Grande, Yamón, Jamalca, El Milagro	487,399	177,176	174,082	838,657
Total		1 912,435	926,603	1 483,852	4 322,89

En la Tabla 18 y Anexo 1: Tabla 29, se detallan las extensiones de las áreas de la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 070 en la SSP245 según distrito y provincia en el departamento de Amazonas. En tal sentido, la distribución potencial baja abarca las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba con una extensión aproximada de 6,46; 325,863; 201,708; 419,914; 435,159 y 487,399 km<sup>2</sup> respectivamente; seguidamente de una distribución potencial futura al 2 070 en la SSP245 moderada en las provincias Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba de un área de 5,514; 297,468; 129,904; 191,5; 123,212 y 177,176 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último la distribución potencial alta abarca las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba con un área de 0,486; 767,718; 223,526; 277,722, 40,318 y 174,082 km<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente se tiene que la provincia con mayor extensión de distribución potencial futura al 2070 – SSP245 corresponde a Bongará con un área de 1 391,049 km<sup>2</sup>, de seguido se tiene a las provincias de Luya con un área de 889,136 km<sup>2</sup> y a Utcubamba con un área de 838,657 km<sup>2</sup>; y por último tenemos a las provincias de Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas y Bagua con extensiones de 598,689; 555,138 y 12,46 km<sup>2</sup> respectivamente (Anexo 2: Figura 24).

**Tabla 19**

*Ubicación de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 070 en la SSP585*

Provincia	Distrito	Distribución Potencial Actual al 2 070 en la SSP585 (Km <sup>2</sup> )			Área Total (Km <sup>2</sup> )
		(PB)	(PM)	(PA)	
Bagua	Copallín, La Peca	1,731	-	-	1,731
Bongará	Florida, Valera, Churuja, San Carlos, Jazán, Recta, Cuispes, Shipasbamba, Chisquilla, Jumbilla, Corosha, Yambrasbamba	429,883	367,423	724,964	1 522,27
Chachapoyas	Chuquibamba, Balsas, Leimebamba, Montevideo, Mariscal Castilla, La Jalca, Magdalena, San Isidro del Maino, Levanto, Cheto, Soloco, San Francisco de Daguas, Chachapoyas, Molinopampa, Sonche, Huancas, Chilibiquin, Asunción, Olleros	220,379	110,837	142,235	473,451
Luya	San Francisco del Yeso, Cocabamba, Santo Tomas, María, San Juan de Lopecancha, Pisuquia, Longuita, Tingo, Providencia, Colcamar, Ocumal, Inguilpata, Lonya Chico, Trita, Ocalli, Luya, Camporredondo, Lamud, San Cristóbal, Luya Viejo, Conila, Santa Catalina, San Jeronimo	388,689	236,156	228,34	853,185
Rodríguez de Mendoza	Chirimoto, Totora, Milpuc, Huambo, Limabamba, San Nicolas, Cochamal, Longar, Mariscal Benavides, Vista Alegre	370,25	116,284	25,407	511,941
Utcubamba	Cumba, Bagua Grande, Cajaruro, Lonya Grande, Yamón, Jamalca	302,255	147,137	39,339	488,731
Total		1 713,187	977,837	1 160,285	3851,309

En la Tabla 19 y Anexo 1: Tabla 30, se detallan las extensiones de las áreas de la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 070 en la SSP585 según distrito y provincia en el departamento de Amazonas. En tal sentido, la distribución potencial baja abarca las provincias de Bagua, Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba con una extensión aproximada de 1,731; 429,883; 220,379; 388,689; 370,25 y 302,255 km<sup>2</sup> respectivamente; seguidamente de una distribución potencial futura moderada en las provincias Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba de un área de 367,423; 110,837; 236,156; 116,284 y 147,137 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último la distribución potencial futura alta abarca las provincias de Bongará, Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza y Utcubamba con un área de 724,964; 142,235; 228,34, 25,407 y 39,339 km<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente se tiene que

la provincia con mayor extensión de distribución potencial futura al 2 070 – SSP585 corresponde a Bongará con un área de 1 522,27 km<sup>2</sup>, de seguido se tiene a las provincias de Luya con un área de 853,185 km<sup>2</sup> y a Rodríguez de Mendoza con un área de 511,941 km<sup>2</sup>; y por último tenemos a las provincias de Utcubamba, Chachapoyas y Bagua con extensiones de 488,731; 473,451 y 1,731 km<sup>2</sup> respectivamente (Anexo 2: Figura 25).

**Tabla 20**

*Ecosistemas de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 070*

Ecosistema	Distribución Futura	Distribución Futura
	al 2 070 – SSP245	al 2 070 – SSP585
	Área (km <sup>2</sup> )	
Bosque Altimontano (Pluvial) de Yunga	181,818	185,211
Bosque Basimontano de Yunga	199,215	188,934
Bosque Estacionalmente Seco Interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac)	27,513	33,079
Bosque Montano de Yunga	2 129,231	1 900,817
Jalca	1,489	0,518
Matorral Andino	29,729	21,083
Pastizales/Herbazales	1 106,727	1 017,539
Vegetación Secundaria	640,582	492,756
Zona Agrícola	1,413	6,709

La Tabla 20 y Anexo 2: Figura 32 nos muestra los tipos de ecosistemas que abarca la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 070 en el SSP245 donde tenemos que el ecosistema con mayor extensión en la distribución futura es el Bosques Montanos de Yunga con un área de 2 129,231 km<sup>2</sup>, seguido de Pastizales/Herbazales y Vegetación Secundaria con un área de 1 106,727 y 640,582 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último se tiene a los ecosistemas de Bosques Basimontano de Yunga, Bosques Altimontano (Pluvial) de Yunga, Matorral Andino, Bosques Estacionalmente Secos Interandinos (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac), Jalca y Zona Agrícola con áreas de 199,215; 181,818; 29,729; 27,513; 1,489 y 1,413 km<sup>2</sup> respectivamente. Por otro lado, para los ecosistemas que abarcan la distribución futura al 2 070 en el SSP585 se tiene al ecosistema Bosques Montanos de Yunga con mayor presencia futura de la especie con un

área de 1 900,817 km<sup>2</sup>, seguido de Pastizales/Herbazales y Vegetación Secundaria con un área de 1 017,539 y 492,756 km<sup>2</sup> respectivamente, y por último se tiene a los ecosistemas de Bosque Basimontano de Yunga, Bosque Altimontano (Pluvial) de Yunga, Bosque Estacionalmente Seco Interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac), Matorral Andino, Zona Agrícola, y Jalca con áreas de 188,934; 185,211; 33,079; 21,083; 6,709 y 0,518 km<sup>2</sup> respectivamente (Tabla 20 y Anexo 2: Figura 33).

**Tabla 21**

*Ecorregiones de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 070*

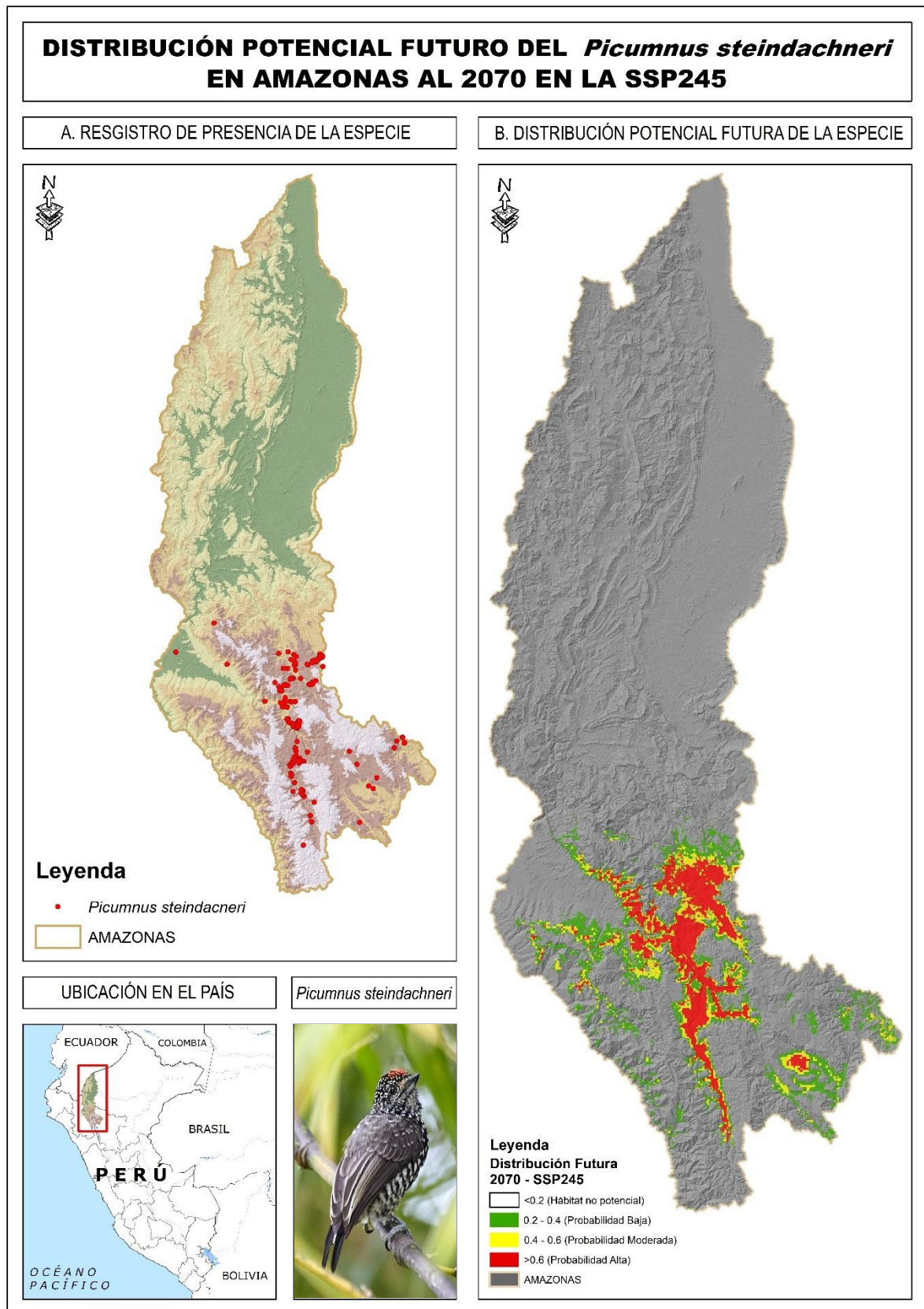
Ecorregión	Distribución Futura al	Distribución Futura al
	2 070 – SSP245	2 070 – SSP585
Área (km <sup>2</sup> )		
Yungas Peruanas	3 516,743	3 041,511
Bosques Secos del Marañón	806,013	809,636
Bosques Húmedos del Ucayali	0,135	-
Páramo de la Cordillera Central	-	0,163

La Tabla 21 y Anexo 2: Figura 34 nos muestra los tipos de ecorregiones que abarca la distribución futura del *Picumnus steindachneri* al 2 070 en el SSP245 donde la ecorregión con mayor extensión es Yungas Peruanas con un área de 3 516,743 km<sup>2</sup>, seguido de Bosques Secos del Marañón con un área de 806,013 km<sup>2</sup>, y por último los Bosques Húmedos del Ucayali con un área de 0,135 km<sup>2</sup>. Asimismo, para las ecorregiones que abarcan la distribución futura al 2 070 en el SSP585 se tiene que la ecorregión Yungas Peruanas presenta mayor extensión con un área de 3 041,511 km<sup>2</sup>; seguido de los Bosques Secos del Marañón con un área de 809,636 km<sup>2</sup> y finalmente, los Bosques Húmedos del Ucayali con un área de 0,163 km<sup>2</sup> (Tabla 21 y Anexo 2: Figura 35).



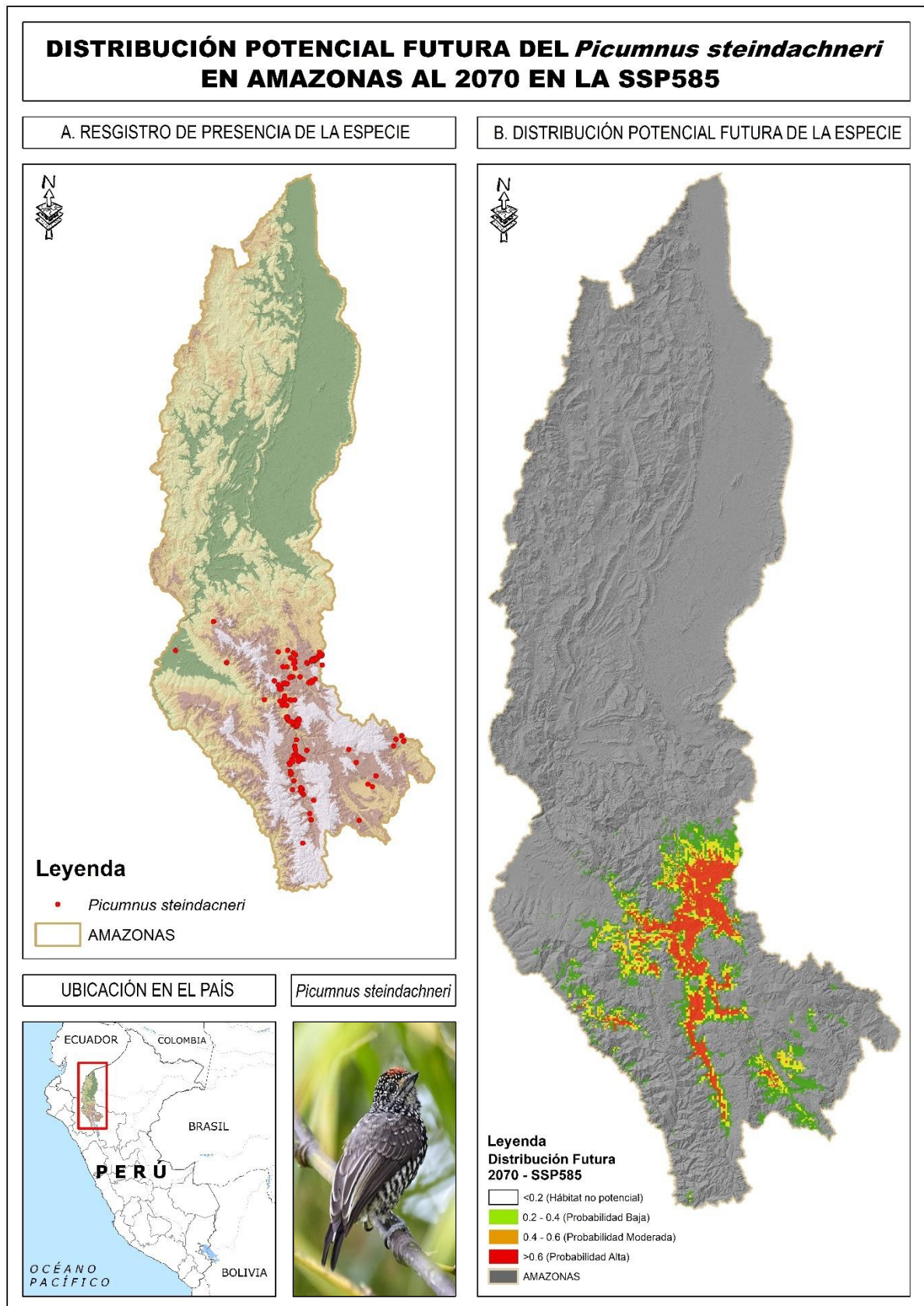
**Figura 17**

*Distribución potencial futura de la ocurrencia del **Picumnus steindachneri** en Amazonas al 2070 en la SSP245*



**Figura 18**

*Distribución potencial futura de la ocurrencia del **Picumnus steindachneri** en Amazonas al 2070 en la SSP585*



**Tabla 22**

*Variación de la distribución potencial del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas presente y futura*

Distribución potencial	Área (km <sup>2</sup> )				
	Distribución Actual	Distribución al 2 050 – SSP245	Distribución al 2 050 – SSP585	Distribución al 2 070 – SSP245	Distribución al 2 070 – SSP585
0.2 - 0.04 (PB)	2 399,625	2 176,515	1 898,645	1 912,435	1 713,187
0.4 – 0.6 (PM)	1 379,914	1 062,189	889,584	926,603	977,837
> 0.6 (PA)	1 422,759	1 300,854	1 361,747	1 483,852	1 160,285
Total	5 202,298	4 539,558	4 149,976	4 322,89	3 851,309
Variación de Distribución Actual a 2 050 – SSP245		-662,74			
Variación de Distribución Actual a 2 050 – SSP585			-1 052,322		
Variación de Distribución Actual a 2 070 – SSP245				-879,408	
Variación de Distribución Actual a 2 070 – SSP585					- 1 350,989

En la Tabla 22 se muestra la variación de las áreas de la distribución del *Picumnus steindachneri* con base a la extensión de la distribución potencial actual de 5 202,298 km<sup>2</sup>. En tal sentido, la variación de la distribución al 2 050 en un escenario climático SSP245 que supone un escenario donde se tomen medidas de protección del clima, se tiene una disminución de 662,74 km<sup>2</sup>; por otro lado, la variación de la distribución al 2 050 en un escenario climático SSP585 que supone un escenario de emisiones máximas de combustibles fósiles se tiene una disminución de 1 052,322 km<sup>2</sup>. Y, por último, se tiene una disminución de 879,408 km<sup>2</sup> al 2 070 en la SSP245 y una disminución de 1 350,989 km<sup>2</sup> en la SSP585.

### 3.3. Sitios prioritarios para conservación del hábitad del *Picumnus steindachneri*

#### 3.3.1. Conservación en el departamento de Amazonas del *Picumnus steindachneri*

Actualmente la región Amazonas cuenta con áreas de conservación (AC) tanto de administración privada, nacional y regional, dentro de ellas tenemos: Áreas Naturales Protegidas por el Estado (ANP), Zonas de Reserva (ZR), Áreas de Conservación Privada (ACP) Áreas de Conservación Regional (ACR), y Concesiones de Conservación, ocupando un 16.17 % del territorio (Tabla 23, Figura 19C).

**Tabla 23**

*Superficie conservada en Amazonas*

Áreas de Conservación	Cantidad	Área Km <sup>2</sup>	% Superficie
Área Natural Protegida	5	2 243,121	6,31
Concesiones para Conservación	7	898,276	2,29
Área de Conservación Privada	18	957,193	2,44
Zona de Reserva	2	1 391,571	3,54
Área de Conservación Regional	2	628,799	1,60
Total	34	6 355,147	16,17

**Tabla 24**

*Distribución potencial actual del *Picumnus steindachneri* en las áreas de conservación*

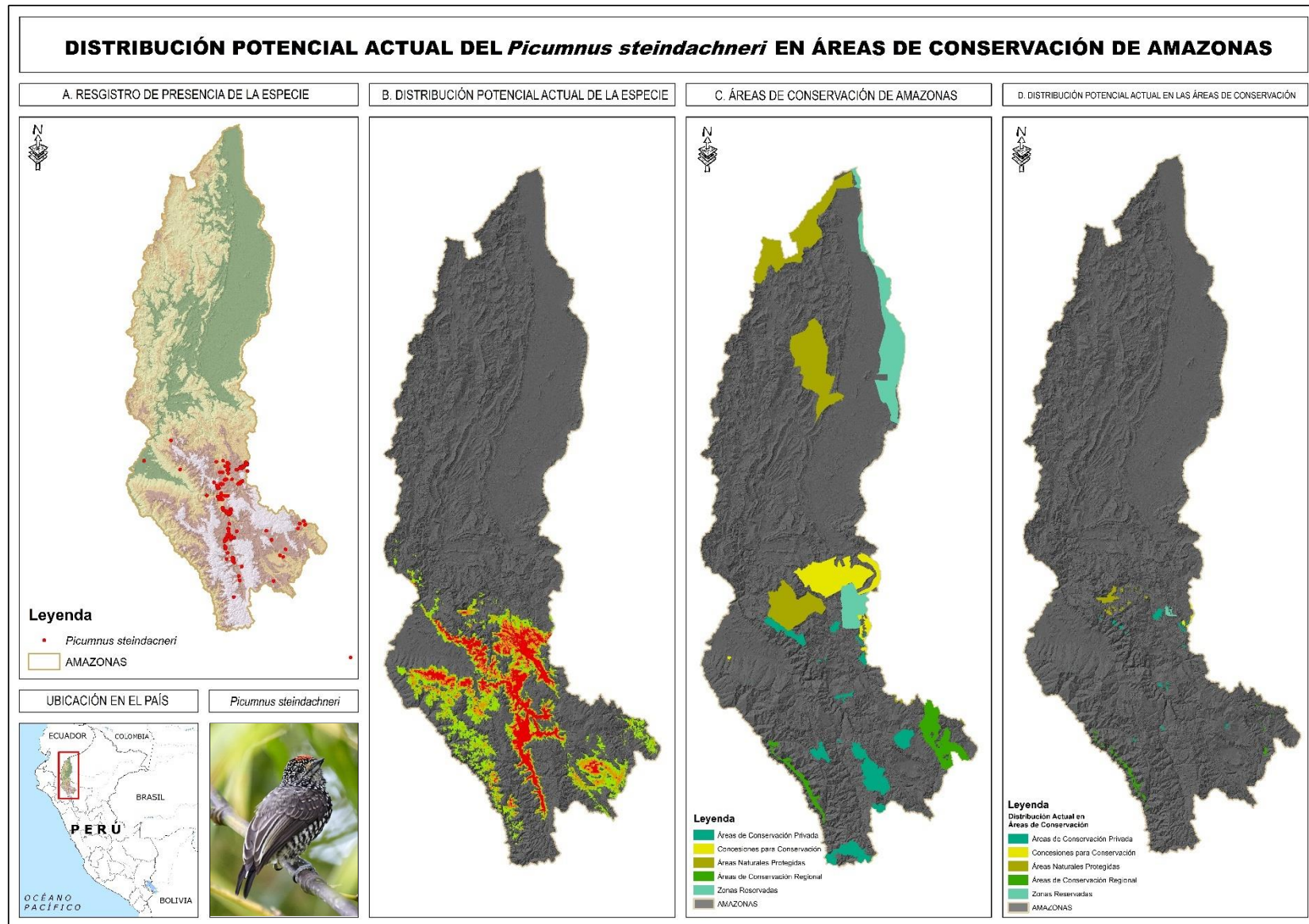
Áreas de Conservación	Distribución potencial actual (Km <sup>2</sup> )			Área Total Km <sup>2</sup>	% Superficie
	(PB)	(PM)	(PA)		
Área Natural Protegida	51,147	27,191	4,637	82,975	0,19
Concesiones para Conservación	8,658	4,340	1,567	14,565	0,21
Área de Conservación Privada	35,277	21,718	18,268	76,263	0,21
Zona de Reserva	16,034	4,188	0,584	20,805	0,04
Área de Conservación Regional	68,111	13,448	1,175	82,734	0,05
Total	179,226	71,885	26,231	277,342	0,71

La especie Carpinterito de pecho jaspeado (*Picumnus steindachneri*) a nivel regional en las diferentes categorías de conservación (ANP, ZR, ACP, CC, ACR) presenta un área de probabilidad baja de presencia de la especie de 179,226 Km<sup>2</sup>, probabilidad moderada de presencia de la especie con un área de 71,885 Km<sup>2</sup> y con una probabilidad alta de presencia de la especie presenta un área de 21,231 Km<sup>2</sup> (Tabla 24, Figura 19D).

Luego de realizada la sobreposición de la distribución potencial actual (Figura 19B) con las ANP en sus diferentes categorías, se obtuvo que en un total de 277,342 km<sup>2</sup> (0,71 % del territorio departamental), existe la probabilidad de presencia de la especie *Picumnus steindachneri* dentro de las áreas de conservación distribuidas de la siguiente manera: Áreas Naturales Protegidas por el Estado se conserva 82,975 Km<sup>2</sup> del hábitad de la especie, en las Áreas de Conservación Privada se conservan 76,263 Km<sup>2</sup>, seguidamente, de las Concesiones para Conservación con un área de 14,565 Km<sup>2</sup>, Zonas Reservadas con un área de 20,805 Km<sup>2</sup> y por último en las Áreas de Conservación Regional se conserva un total de 82,734 Km<sup>2</sup> (Tabla 24, Figura 19D).

**Figura 19**

*Distribución potencial actual del Picumnus steindachneri Áreas de Conservación de Amazonas*



### 3.3.2. Sitios prioritarios de conservación del *Picumnus steindachneri* en el departamento de Amazonas – Áreas degradadas

Según el MINAM (2022), en el Perú se identificaron 15 691 913,46 ha de tierras degradadas, de las cuales 11 165,102 km<sup>2</sup> se encuentran en el departamento de Amazonas en sus diferentes categorías (Tabla 14).

**Tabla 25**

*Áreas degradadas en Amazonas*

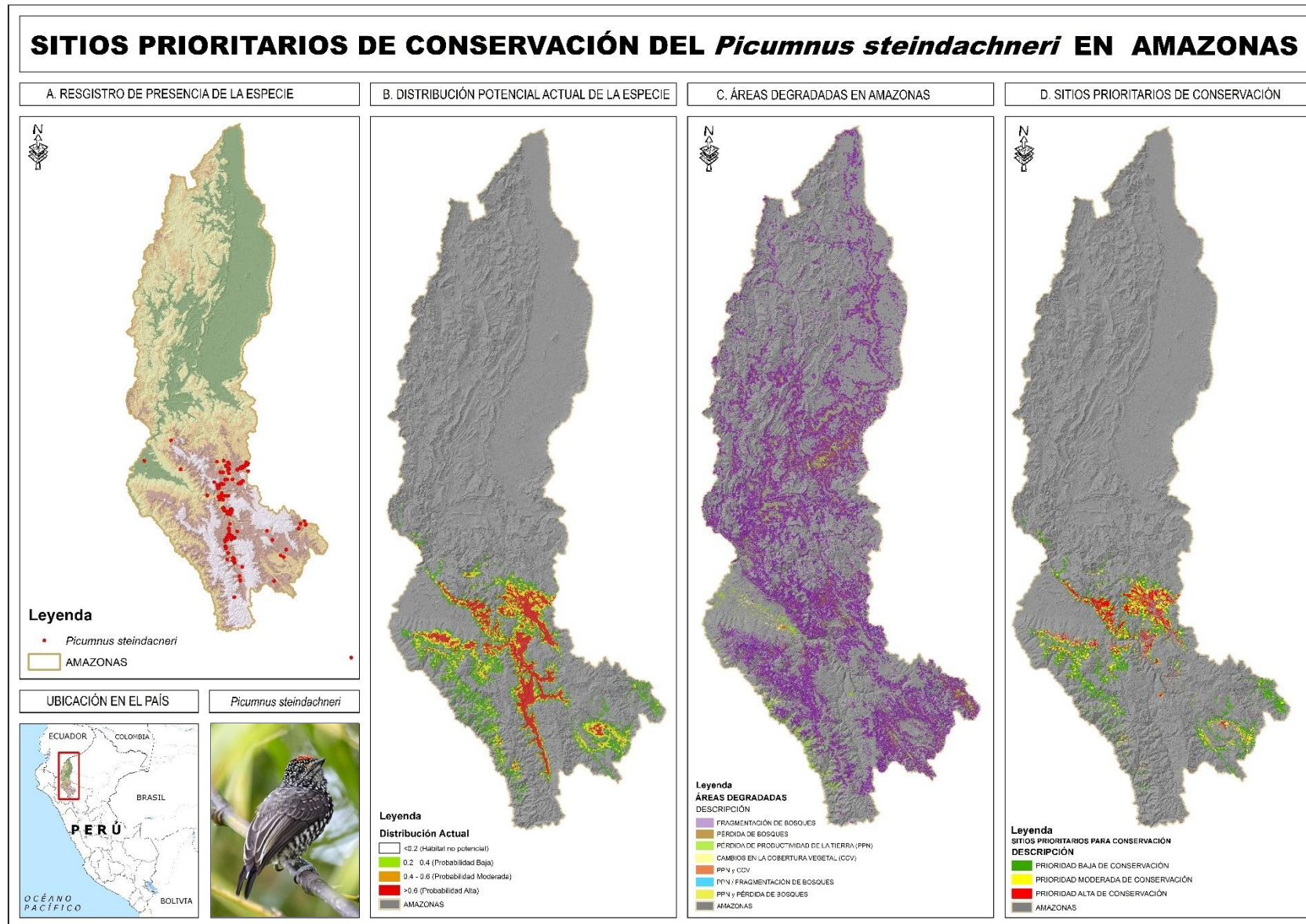
Clase	Área km <sup>2</sup>	Distribución potencial actual		
		PB	PM	PA
Fragmentación de bosques	9479,855	807,392	454,411	360,842
Pérdida de bosques	1 024,021	113,190	62,464	50,900
Pérdida de Productividad de tierras (PPN)	387,438	41,246	22,858	17,9019
Cambios en la Cobertura Vegetal (CCV)	69,9761	1,040	0,187	-
PPN / CCV	16,599	0,955	0,096	-
PPN / Fragmentación de bosques	115,497	16,572	7,782	6,328
PPN / Pérdida de bosques	71,716	12,318	5,380	3,675
Total	11 165,102	992,713	553,178	439,647

Por lo cual, como resultado de la intersección de la distribución potencial actual (Figura 20B) y las áreas degradadas (Figura 20C) se obtuvo las áreas con potencial para recuperación y/o conservación de los hábitats del *Picumnus steindachneri*, abarcando un área aproximada total de 11 165,102 km<sup>2</sup> y según la probabilidad de presencia de hábitats potenciales se determina la prioridad de conservación de los sitios identificados (Figura 20D, Tabla 26).

Los sitios prioritarios para conservación con distribución con PA de presencia y prioridad alta para conservación abarcan una extensión de 439,647 km<sup>2</sup>, para PM de ocurrencia y por lo tanto con prioridad moderada de conservación se encontró un área aproximada de 553,178 km<sup>2</sup> y, por último, para la probabilidad baja de presencia de la especie y prioridad baja de conservación se encontró 992,713 km<sup>2</sup> (Tabla 26).

Figura 20

Sitios Prioritarios para Conservación del *Picumnus steindachneri* en Amazonas





#### IV. DISCUSIÓN

En la región andina del Perú existen un amplio conocimiento y estudios en biodiversidad y cambio climático basado en especies vegetales; no obstante, la información y conocimiento de las aves y mamíferos aun es deficiente (Báez et al., 2016). En del departamento de Amazonas existen diversas especies de aves endémicas, muchas de ellas categorizadas en peligro de extinción o casi amenazadas (UICN, 2024) debido a la pérdida de sus hábitats y a los efectos del cambio climático (Alarcón y Santos, 2023; Osorto, 2023; Uribe, 2015). Sin embargo, a la actualidad estas especies son pocos estudiadas en cuanto a su distribución y la incidencia del cambio climático en sus hábitats. Los estudios más resaltantes se tienen en el Anexo 3: Tabla 31 (Gaitán y Losada, 2020; Pollack, Saldaña y Vallejos, 2023; Plasencia et al, 2014; Varela, 2019; Osorto, 2023; Romero, 2022; Benitez, 2017; Arana et al, 2014; Dufлот et al, 2018; Moradi et al, 2019; Quezada, 2020; Buzzi, Quezada y Vilchis, 2022).

Por tanto, en el presente estudio se analizó la distribución potencial actual y futura del *Picumnus steindachneri*, especie que, según la UICN, 2024 se encuentra casi amenaza en el Perú y es endémica, restringida a una pequeña región de los Andes del norte de Perú. El carpinterito de pecho jaspeado ocupa el bosque montano húmedo, bosque con epífitas y crecimiento secundario alto (Parker y Parker, 1982; Parker et al., 1996; Schulenberg et al., 2007; Gorman y Sharpe, 2015). Hasta donde se tiene conocimiento ningún estudio precedente a abordado la distribución de esta especie.

Para el desarrollo de los modelos de distribución de especies se encuentran diferente software de modelado como MaxEnt, Modelos Lineales Generalizados (GLM), Maxnet, Random Forest (RF), Artificial Neural Network (ANN) y Boosted Regression Trees (BRT), BIOCLIM, Modelos Aditivos Generalizados, entre otros (Becerra-López et al., 2016; Xu et al., 2023; Ahmadi et al., 2022; Wang et al., 2023; Xing et al., 2023; Osorto, 2023). A diferencia de los estudios mencionados, en este estudio se modelo con el software libre basado en el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt), desarrollado por Phillips *et al.*, (2004) y Phillips *et al.*, (2006). Este algoritmo se destaca en precisión y confiabilidad de su capacidad predictiva con datos de presencia en modelos de distribución de especies de aves distintas al *Picumnus steindachneri* (Xu *et al.*, 2023; Ahmadi *et al.*, 2022, Wang *et al.*, 2023; Xing *et al.*, 2023; Osorto, 2023; Gill *et al.*, 2020; Gaitán y Losada, 2020; Pollack, Saldaña y

Vallejos, 2023; Plasencia *et al.*, 2014; Varela, 2019; Romero, 2022; Benitez *et al.*, 2017; Arana *et al.*, 2014; Dufлот *et al.*, 2018; Moradi *et al.*, 2019; Quezada, 2020; Buzzi, Quezada y Vilchis. 2022; Naoki *et al.*, 2006).

Para el modelado del presente estudio se integraron 186 puntos de presencia del *Picumnus steindachneri* con 19 variables bioclimáticas, variables topográficas, variables de ecosistemas y de cobertura vegetal desarrollados en el software MaxEnt. Sin embargo, a diferencia de estas proyecciones, existen modelos que toman en cuenta diversas variables y procesos como el caso de estudio de Dufлот *et al.* (2018) que emplearon 118 puntos de presencia, 19 variables bioclimáticas, variables topográficas, variables de geología, vegetación y de proximidad; asimismo los estudios realizados por Gaitán y Losada (2020); Pollack, Saldaña y Vallejos (2023); Varela (2019) y Quezada (2020) utilizaron solamente puntos de presencia de la especie estudiada y las 19 variables bioclimáticas. Por otro lado; Buzzi, Quezada y Vilchis (2022); Plasencia *et al.* (2014); Osorto-Nuñez (2023) y Romero (2022) para la ejecución de sus modelos emplearon la combinación de las variables de puntos de presencia, variables bioclimáticas con otras variables como topográficas, de ecosistemas, índices de vegetación, desertificación, entre otras generando así resultados predictivos más precisos.

En el Perú y el mundo, se han desarrollado estudios de modelado de las distribuciones espaciales potenciales de aves con variables bioclimáticas y ambientales cambiantes, que representa una base trascendental para el establecimiento de estrategias de manejo de los recursos naturales (Lee-Yaw *et al.*, 2022; Arana *et al.*, 2014; Dufлот *et al.*, 2018; Godsoe *et al.*, 2017). Dentro de los estudios de modelos de distribución de aves a nivel del mundo se muestran en el Anexo 3: Tabla 32 (Benítez *et al.*, 2017; Dufлот *et al.*, 2018; Moradi *et al.*, 2019; Osorto, 2023; Plasencia-Vázquez *et al.*, 2014; Gaitán y Losada, 2020; Varela, 2019; Buzzi; Quezada y Vilchis, 2022; Arana *et al.*, 2014; Quezada, 2020; Pollack; Saldaña y Vallejos, 2023). Por otro lado, en la región de los Andes Peruanos no se han desarrollado muchos estudios sobre la incidencia del cambio climático en las aves y mamíferos (Alarcón y Santos, 2023); así tenemos a Romero, (2022) que analizó la distribución espacial de 6 especies de aves en la Región Andina y el presente estudio desarrollado en el departamento de Amazonas que estudia la ecogeografía presente y futura del *Picumnus steindachneri*.

La evaluación del SDM actual del *Picumnus steindachneri* mediante el estadístico AUC mostro valores de 0,954; este estadístico forma una curva que permite categorizar con valores de 0 a 1 la presencia real de la especie, donde los valores más cercanos a 1, indican una predicción más confiable y real (Mateo et al., 2011; Hirzel et al., 2006; Phillips y Dudík, 2008; Portilla Cabrera y Selvaraj, 2020). Asimismo, existen estudios sobre SDM de aves con AUC por encima de 0,8 y más cercanos a 1 que demostraron modelos de predicción buenos y excelentes (Gaitán y Losada, 2020; Pollack; Saldaña y Vallejos, 2023; Plasencia *et al* 2014; Osorto, 2023; Romero, 2022; Arana *et al.*, 2014; Duflot *et al.*, 2018).

El Carpinterito de pecho jaspeado es una especie de ave que habita ecosistemas de bosque montano húmedo, además, es endémico del Perú, específicamente de los departamentos de Amazonas y San Martín. En los últimos años ha sido registrado en el valle central del Huallaga y Utcubamba y su distribución abarca un área entre 5 000 y 7 100 km<sup>2</sup> (Gorman y Sharpe, 2015). Sin embargo, en el presente estudio el SDM desarrollado determino que la distribución actual del *Picumnus steindachneri* abarca un área total aproximada de 5 202,298 km<sup>2</sup>, donde 2 399,625 km<sup>2</sup> presenta probabilidad baja de ocurrencia, 1 379,914 km<sup>2</sup> con probabilidad moderada y 1422,759 km<sup>2</sup> con probabilidad alta de ocurrencia; además, en el Anexo 1: Tabla 26 se muestra la distribución por distritos y provincias. Del mismo modo, la distribución actual del *Picumnus steindachneri* abarca los ecosistemas Bosque Altimontano (Pluvial) de Yunga, Bosque Basimontano de Yunga, Bosque Estacionalmente Seco Interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac), Bosque Montano de Yunga, Jalca, Matorral Andino, Pastizales/Herbazales, Vegetación Secundaria y Zona Agrícola; y las ecorregiones de Bosque Seco del Marañón, Bosques Montanos de la Cordillera Real Oriental y Yungas Peruanas del departamento de Amazonas.

En la evaluación de la distribución potencial futura al 2 050 y 2 070 en las trayectorias SSP245 y SSP585 del *Picumnus steindachneri* los SDM mostraron AUC promedio de 0,96 que según la clasificación de Phillips y Dudík, (2008) se categoriza como un modelo predictivo excelente; así como el caso de estudio de Romero (2022) que obtuvo modelos muy buenos con AUC mayores a 0,90. Por otro lado, la variación de las áreas con respecto a la distribución actual se tiene que existe una disminución de 662,74 y 1 052,332 km<sup>2</sup> al 2050 en las trayectorias SSP245 y SSP585 respectivamente. Asimismo, al 2070 la variación del área de distribución será de

879,408 y 1 350,989 km<sup>2</sup> en ambas trayectorias respectivamente. En este sentido, a nivel distrital para los años 2 050 y 2 070 la distribución de la especie se extinguirá de dos distritos de la provincia de Condorcanqui; de cinco distritos de la provincia de Chachapoyas; de doce distritos de la provincia de Rodríguez de Mendoza y del distrito El milagro en la provincia de Utcubamba (Anexo 1: Tablas 27, 28, 29 y 30 respectivamente), además, para los años futuros evaluados se prevé que la distribución también abarcará áreas de los distritos de Chuquibamba y Granada. En cuanto al componente ecosistémico no existe una variación en base a la distribución actual y para las ecorregiones se tiene que para el 2050 la distribución se extinguirá de la ecorregión Bosques Montanos de la Cordillera Real Oriental, del mismo modo, para el 2070 en la SSP245 también estará presente en la ecorregión Bosques Húmedos del Ucayali y para la SSP585 también abarcará la ecorregión Páramo de la Cordillera Central.

En el Perú, actualmente existen 248 áreas protegidas que abarcan 29 732 039,34 Ha que representa el 23,13 % del territorio nacional detonados por la conservación de hábitats de especies de flora y fauna endémicas y ecosistemas particulares como el oso anteojos, mono choro de cola amarilla, *puya raimondii*, bosques tropicales estacionalmente secos, manglares, etc (SERNANP, 2024). Se prevé el cambio climático como el detonante principal en los cambios de distribución de especies además de la alteración de diversos factores que afectan el componente ambiental en su totalidad (Rodríguez-Eraso *et al.*,2010) generando el movimiento de especies hacia altitudes superiores como forma de adaptarse a posibles efectos de las variaciones climáticas globales (Şekercioglu *et al.*, 2012). En tal sentido, del presente estudio se tiene que un área de 277,352 km<sup>2</sup> (0,71% del territorio departamental) conserva el hábitat del *Picumnus steindachneri* en las áreas protegidas existentes, distribuidas en las diferentes categorías de conservación. Asimismo, de la distribución obtenida de la especie estudiada se tiene un área de 4929,956 km<sup>2</sup> no conservada, por lo cual, se prevé pérdida de hábitat a causa del cambio climático, cambio de cobertura, la caza y la falta de planes de conservación y manejo de los recursos naturales y biodiversidad (Rodríguez-Eraso *et al.*,2010)

En el Perú, el MINAM (2022) identificó 15 691 913,46 ha de áreas degradadas, de las cuales 11 165,102 km<sup>2</sup> se encuentran en el departamento de Amazonas en sus diferentes tipos de degradación. En este sentido, se definió los sitios prioritarios para

conservación del hábitat del *Picumnus steindachneri*, identificando 992,713 km<sup>2</sup> con prioridad baja de conservación; 553,178 km<sup>2</sup> con prioridad moderada y 439,647 km<sup>2</sup> con prioridad alta de conservación de la especie. Además; Romo, Leo y Epiquién, (2009) como parte del Sistema de Conservación Regional – Amazonas (SICRE - A) identificaron 8 sitios prioritarios para conservación definidos como lugares que albergan valores ambientales, de biodiversidad o endemismo, valores culturales y valores de belleza paisajística, además de representar las unidades de zonas de vida del departamento (Anexo 2: Figura 36C). La distribución del *Picumnus steindachneri* esta albergada dentro de 7 zonas de las 8 identificadas por el SICRE - A, comprendiendo una extensión aproximada de 532,497 km<sup>2</sup> distribuidas en las zonas prioritarias de Bosque montano de Vista Alegre, Bosque caducifolio del distrito de Aramango, Bosques secos del Marañón Balsas, Bosque seco entre Bagua y Bagua Grande, la Cordillera Lajasbamba – Yasgolga, la divisoria del río Marañón y Utcubamba y las nacientes del río Nieva (Anexo 2: Figura 36D). La avifauna representa un papel clave para la identificación de las variaciones climáticas en base a las alteraciones de su hábitat y distribución (González, 2016; Reyes y Arenas, 2022; Romero, 2022; Rodríguez, 2019). Además, cumplen funciones fundamentales en la dinámica ambiental y social como polinización, dispersión de semillas, contención de la propagación de plagas, reciclaje de restos orgánicos, etc (Paź-Dyderska *et al.*, 2021; Báez *et al.*, 2016; Lee-Yaw *et al.*, 2022). Del mismo modo, la priorización de conservación de la especie estudiada radica en el endemismo y que actualmente está categorizada como Vulnerable/Peligro de extinción (UICN, 2024; SERFOR, 2018) y es una especie detonadora del ACB PER84 (NCI, 2020).

Por consiguiente, la distribución actual del *Picumnus steindachneri* puede tener repercusión en la elaboración de planes de manejo y conservación, proyectos ambientales y diseño de políticas mediante las normativas aplicables: Resolución Legislativa N° 2618: “Convenio sobre Diversidad Biológica adoptado en Rio de Janeiro”, Decreto Supremo N° 068-2001-PCM, Ley N° 29763: Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 26839: Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica. Asimismo, la determinación específica de Puntos Calientes de Biodiversidad basada en los límites biogeográficos (ecosistemas y ecorregiones) con la integración de estudios similares de Modelos de distribución de distintas especies; para la creación de nuevas áreas protegidas y toma de decisiones más acertadas en cuanto al ordenamiento territorial y manejo sostenible de los recursos naturales.

De igual manera, para la distribución futura (2 050 y 2 070) del *Picumnus steindachneri* para los escenarios (SSP245 y SSP585) se pueden identificar áreas para priorizar estrategias de prevención y mitigación de la reducción de población o su extinción inminente de las especies, esto mediante la creación de áreas de conservación (Ley N° 26834: Ley de Áreas Naturales Protegidas), corredores biológicos que contribuyen al desarrollo económico comunitario a través del aviturismo y demás prácticas ecoturísticas. Además, por medio de la Ley No. 30754: Ley Marco sobre Cambio Climático se pueden diseñar políticas y planes de desarrollo que integren la conservación como una de las formas de contrarrestar y mitigar los efectos del cambio climático a todos los niveles de gobierno.

## V. CONCLUSIONES

La distribución potencial actual del *Picumnus steindachneri* en el departamento de Amazonas abarca un total de 5 202,298 km<sup>2</sup> que representa el 13,23% del territorio departamental de las cuales 2 399,625 km<sup>2</sup> presenta una distribución potencial baja, 1 379,914 km<sup>2</sup> con distribución moderada y 1 422,759 km<sup>2</sup> presenta una distribución actual potencial alta; distribuidas en 88 distritos en las siete provincias del departamento. Además, la distribución potencial actual abarca ocho ecosistemas de los 16 que existen en el departamento, asimismo, la distribución actual abarca tres ecorregiones de las seis que se presentan en el departamento.

La distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* en el departamento de Amazonas para los años 2 050 y 2 070 en las trayectorias climáticas SSP245 y SSP585 obtuvieron valores de AUC promedio de 0,96 que representa un modelo excelente. Para la distribución al 2 050 en las trayectorias evaluadas SSP245 y SSP585 existe una reducción de 662,74 km<sup>2</sup> y 1 052,332 km<sup>2</sup> respectivamente en base al área de distribución actual; y para el 2 070 la reducción fue de 879,408 y 1 350,989 km<sup>2</sup> respectivamente; además, la ocurrencia de la especie se verá extinguida en 21 distritos de las 88 de la distribución actual y presentándose como nuevas locaciones con presencia de la especie los distritos de Chuquibamba y Granada. Por último, la distribución futura en los dos escenarios estudiados abarca nueve ecosistemas de las 16 que están presentes en Amazonas y dos ecorregiones para el escenario SSP245 y tres para la SSP585.

Los sitios prioritarios para la conservación del hábitat del *Picumnus steindachneri* identificados a base de las áreas degradadas se tiene 992,713 km<sup>2</sup> con prioridad alta de

conservación, 553,178 km<sup>2</sup> con prioridad moderada y 439,647 km<sup>2</sup> con prioridad alta de conservación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Promover los estudios de distribución presente y futura enfocados en especies endémicas como parte del compromiso de adaptación al cambio climático y del desarrollo de planes y políticas de conservación de la biodiversidad y ecosistemas fundamentales.

Analizar este tipo de estudio por categorías biogeográficas.

Para las investigaciones futuras de especies de aves, actualizar la base de datos de la ecología de las especies presentes en el departamento de Amazonas, asimismo, brindar la importancia necesaria y requerida a las especies poco estudiadas como el caso de este estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelaal, M., Fois, M., Fenu, G., y Bacchetta, G. (2019). Using MaxEnt modeling to predict the potential distribution of the endemic plant *Rosa arabica* Crép. in Egypt. *Ecological informatics*, 50, 68-75. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.01.003>
- Ahmadi, M., Hemami, M., Kaboli, M., y Shabani, F. (2022). MaxEnt brings comparable results when the input data is being completed; model parameterization and background manipulation of four species distribution models. *Authorea* (Authorea). <https://doi.org/10.22541/au.166358351.13231963/v1>
- Alarcón, D., Santos, D., y Arroyo, M. T. (2023). Population-Based Evidence of Climate Change Adaptation in an Endangered Plant Endemic to a Biodiversity Hotspot. *Plants*, 12(10), 2017.
- Alfonso-Corrado, C., Naranjo-Luna, F., Clark-Tapia, R., Campos, J., Rojas-Soto, O., Luna-Krauletz, M., ... y Pacheco-Cruz, N. (2017). Effects of environmental changes on the occurrence of *Oreomunnea mexicana* (Juglandaceae) in a biodiversity hotspot cloud forest. *Forests*, 8(8), 261. <https://doi.org/10.3390/f8080261>
- Antúnez, P., Suárez-Mota, M., Valenzuela-Encinas, C., y Ruiz-Aquino, F. (2018). The Potential Distribution of Tree Species in Three Periods of Time under a Climate Change Scenario. *Forests*, 9(10), 628. <https://doi.org/10.3390/f9100628>
- Arana, Cesar y Salinas, Letty y Arana, Alejandra. (2014). Análisis de la distribución actual y futura de *Geositta peruviana* Lafresnaye, 1847 (Aves: Furnariidae) una especie endémica típica del desierto costero del Perú. 10.13140/2.1.3320.5121.
- Ariel, Soto-Cevallos. (2022). El cambio climático y su efecto en la biodiversidad. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*. 5. 8-13. 10.56124/allpa.v5i10.0051.
- Arnau, J., y Bono, R. (2008). Estudios longitudinales. modelos de diseño y análisis. [longitudinal studies. desing and analysis models.]. *Escritos de Psicología*, 2, 32-41.
- Arnell, N.W., M.J. Livermore, S. Kovats, P.E. Levy, R. Nicholls, M.L. Parry y S.R. Gaffin (2004), "Climate and socio-economic scenarios for global-scale climate change impacts assessments: Characterising the SRES storylines", *Global Environmental Change* , vol. 14, núm. 1, pp. 3-20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2003.10.004>
- Ávila Bernal, C. T. (2022). Uso de modelos de distribución de especies para evaluar el estado de conservación de murciélagos amenazados de la región Tumbesina (Bachelor's thesis).



- Báez, S., Jaramillo, L., Cuesta, F. y Donoso, D.A., 2016. Effects of climate change on Andean biodiversity: a synthesis of studies published until 2015. *Neotropical Biodiversity*, 2(1):181-194. <https://doi.org/10.1080/23766808.2016.1248710>
- Bai, Y., Wei, X., y Li, X. (2018). Distributional dynamics of a vulnerable species in response to past and future climate change: a window for conservation prospects. *PeerJ*, 6, e4287. <https://doi.org/10.7717/peerj.4287>
- Becerra - López, J. L., Méndez, U. R., Bautista, A. R., & López, J. S. B. (2016). Revisión de las técnicas para el modelado de la distribución de las especies. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 4(1), 176-187.
- Beck, J., Böller, M., Erhardt, A., & Schwanghart, W. (2014). Spatial bias in the GBIF database and its effect on modeling species' geographic distributions. *Ecological Informatics*, 19, 10-15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2013.11.002>
- Beltramino, A. A., Vogler, R. E., Gregoric, D. E. G., y Rumi, A. (2015). Impact of climate change on the distribution of a giant land snail from South America: predicting future trends for setting conservation priorities on native malacofauna. *Climatic Change*, 131(4), 621-633. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1405-3>
- Benítez, I., Muñoz Gallego, A. R., Chamorro, D., y Real, R. (2017). Modelos de distribución como herramientas para la conservación de especies: el caso del ibis eremita.
- BirdLife International (BirdLife International). (2016). IUCN Red List of Threatened Species: *Picumnus steindachneri*. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/es/species/22680733/92875031>
- BirdLife International, 2018. El Estado de conservación de las aves del mundo: tomando el pulso de nuestro planeta. Cambridge, Reino Unido: BirdLife International. ISBN 978-1-912086-69-6 [http://datazone.birdlife.org/userfiles/docs/SOWB2018\\_es.pdf](http://datazone.birdlife.org/userfiles/docs/SOWB2018_es.pdf)
- Biswas, A. y Roy, M. (2016). Un estudio de la disposición de los consumidores a pagar por productos ecológicos. *Revista de Ciencias de Gestión Avanzada*, 4 (3).
- Brack-Egg, E. (1986). Las ecorregiones del Perú. *boletín de Lima*, 44, 57-70.
- Buzzi, M. A., Quezada, M. L., y Vilchis, L. F. R. (2022). Distribución potencial de aves amenazadas en Patagonia Argentina como herramienta para las políticas públicas. *Revista CoPala*, Número 14(14), 40-50. <https://doi.org/10.35600/25008870.2022.14.0220>

- Cajahuanca, T. Q. (2023). Modelamiento predictivo y endemismo de *Bachia intermedia*, *Phyllodactylus internadinus* y *Stenocercus huancabambae* en escenarios de cambio climático en el Perú al año 2050. *Ciencia latina*, 7(3), 2008-2036. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i3.6326](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6326)
- Cárdenas, G., Harvey, C. A., Ibrahim, M. A., y Finegan, B. (2003). Diversidad y riqueza de aves Carpinterito Perlado - eBird. (s/f). Ebird.org. Recuperado el 25 de agosto de 2023, de <https://ebird.org/species/spcpic1?siteLanguage=es>
- Chazdon, R. L. (2019). Towards more effective integration of tropical forest restoration and conservation. *Biotropica*, 51(4), 463-472. <https://doi.org/10.1111/btp.12678>
- Cvetkovic Vega, A., Maguiña, J. L., Soto, A., Lama Valdivia, J., y López, L. E. C. (2021). Estudios transversales. *Revista de la facultad de medicina humana*, 21(1), 179-185.
- Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Webster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder, M. P., y Ledec, G. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe. Washington, DC, USA: Banco Mundial.
- Duflot, R., Avon, C., Roche, P., y Bergès, L. (2018). Combining habitat suitability models and spatial graphs for more effective landscape conservation planning: An applied methodological framework and a species case study. *Journal for nature conservation*, 46, 38-47.
- Ebi, K.L., S. Hallegatte, T. Kram, N.W. Arnell, T.R. Carter, J. Edmonds, ... T. Zwickel (2014), "A new scenario framework for climate change research: Background, process, and future directions", *Climatic Change*, vol. 122, núm. 3, pp. 363-372. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0912-3>
- Elith, J., H. Graham, C., P. Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., ... y Li, J. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2), 129-151.
- Elith, J., y Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 40, 677-697.
- Feria, T., Sánchez-Rojas, G., Ortiz-Pulido, R., Bravo-Cadena, J., Calixto, E., Dale, J., Duberstein, J., Illoldi-Rangel, P., Lara, C. y Valencia-Herverth, J., 2013. Estudio del cambio climático y

- su efecto en las aves en México: enfoques actuales y perspectivas futuras. *Huitzil*, 14(1): 47-55. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2013.14.1.173>
- Ferrer-Paris, J. R., & Sánchez-Mercado, A. (2021). Contributions of distribution modelling to the ecological study of Psittaciformes. *Diversity*, 13(12), 611.
- Fick, S. E., y Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 37(12), 4302-4315.
- Fois, M., Cuenca-Lombraña, A., Fenu, G., Cogoni, D., y Bacchetta, G. (2018). Does a correlation exist between environmental suitability models and plant population parameters? An experimental approach to measure the influence of disturbances and environmental changes. *Ecological Indicators*, 86, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.009>
- Frey, G., West, T., Hickler, T., Rausch, L., Gibbs, H., y Börner, J. (2018). Simulated Impacts of Soy and Infrastructure Expansion in the Brazilian Amazon: A Maximum Entropy Approach. *Forests*, 9(10), 600. <https://doi.org/10.3390/f9100600>
- Gaitán García, C. D., y Losada Prado, S. (2020). Modelamiento de la distribución potencial de *Corapipo leucorrhoea* (Pipridae) en el valle alto del Magdalena, Tolima, Colombia. *Biota colombiana*, 21(1). <https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a08>
- Gill, K., Fovargue, R. & Neeson, T., 2020. Hotspots of species loss do not vary across future climate scenarios in a drought-prone river basin. *Ecology and Evolution*, 10(17): 9200-9213. <https://doi.org/10.1002/ece3.6597>
- Godsoe, W., Franklin, J., y Blanchet, FG (2017). Los efectos de las interacciones bióticas en la distribución de las especies modeladas pueden verse enmascarados por los gradientes ambientales. *Ecología y evolución*, 7 (2), 654-664.
- González, M., 2012. Ecología y Conservación de aves en el Bosque Montano de Huánuco. Informe final. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. <https://cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/aves-como-indicadores.pdf>
- González, O., 2016. ¿Son las aves indicadoras de cambio climático en los Andes tropicales de Huánuco, Perú? Conference Paper. Memoria del Primer Encuentro de Investigadores Ambientales 12-13 de diciembre de 2012 (Iquitos, Perú). <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/510?show=full>

- Gorman, G., y Sharpe, C. (2015). Speckle-chested Piculet *Picumnus steindachneri*. *Neotropical Birding*, 16, 18-21.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4, pp. 310-386). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, O. G. (2018). Guisan, A., Thuiller, W., Zimmermann, NE, 2017. Habitat Suitability and Distribution Models. With Applications in R. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. ISBN: 9781108505512. 478 páginas. Pirineos, 173, rb006-rb006.
- Herzog, S. y Kattan, G. 2011. Patterns of diversity and endemism in the birds of the tropical Andes. In: Herzog, S., Martínez, R., Jørgensen, P. & Tiessen, H., Eds. *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*, 245–259 pp. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), Paris. <https://doi.org/10.13140/2.1.3718.4969>
- Hirzel, A., Le Lay, G., Helfer, V., Randin, C., y Guisan, A. (2006). Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological Modelling*, 199(2), 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.05.017>
- INEI. (2018). Amazonas. Resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017. INEI: Lima.
- IPCC. (2007). Cambio climático 2007. Informe de Síntesis. Suecia.
- Kariyawasam, C. S., Kumar, L., y Ratnayake, S. S. (2019). Invasive Plant Species Establishment and Range Dynamics in Sri Lanka under Climate Change. *Entropy*, 21(6), 571. <https://doi.org/10.3390/e21060571>
- Kodali, T. (28 de diciembre de 2015). R-bloggers. Obtenido de K significa agrupamiento en R: <https://www.r-bloggers.com/k-means-clustering-in-r/>
- Kriegler, E., B. O'Neill, S. Hallegatte, T. Kram, R. Lempert, R. Moss y T. Wilbanks (2010), “Socio-economic scenario development for climate change analysis”, CIRED Working Paper, núm. DT/WP2010-23, Lieja International Conference on Electricity Distribution. Disponible en: <http://www.centre-cired.fr/IMG/pdf/CIREDWP-201023.pdf>
- Lee-Yaw, J., L. McCune, J., Pironon, S., y N. Sheth, S. (2022). Species distribution models rarely predict the biology of real populations. *Ecography*, 2022(6), e05877.

- Liu, B., Gao, X., Ma, J., Jiao, Z., Xiao, J., Hayat, M., y Wang, H. (2019). Modeling the present and future distribution of arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* under climate change scenarios in Mainland China. *Science of the Total Environment*, 664, 203–214. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.301>
- MacQueen, J. 1967. “Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations.” In *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, Volume 1: Statistics, 281–97. Berkeley, Calif.: University of California Press.
- Maldonado, C., Molina, C. I., Zizka, A., Persson, C., Taylor, C. M., Albán, J., Chilquillo, E., et al. (2015). Estimación de la diversidad y distribución de especies en la era del Big Data: Hasta qué punto podemos confiar en las bases de datos públicas. *Glob Ecol Biogeogr*, 24(8), 973-984
- Martínez, R., Montoya, A., Calderón, M., y Camacho, N. (2003). La cobertura vegetal en la cuenca del canal de Panamá.
- Mateo, R. G., Felicísimo, Á. M., y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, 84(2), 217-240.
- Menezes, J. F. S. (2023). Comparando las estimaciones de selección de hábitat mediante modelos de distribución de especies y step selection functions. *Ecosistemas*, 32(2), 2455. <https://doi.org/10.7818/ecos.2455>
- Merow, C., Smith, M. J., y Silander Jr, J. A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36(10), 1058-1069. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>
- MINAM (2016). Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/conoce-el-nuevo-mapa-nacional-de-cobertura-vegetal-presentado-por-el-ministerio-del-ambiente/>
- MINAM (2016). Paisajes Productivos Sostenibles en la Amazonía Peruana. Ministerio del Ambiente del Perú. 16p. [https://www.pe.undp.org/content/dam/peru/docs/Publicaciones%20medio%20ambiente/Folleto%20PPS\\_30Nov%202018final.pdf](https://www.pe.undp.org/content/dam/peru/docs/Publicaciones%20medio%20ambiente/Folleto%20PPS_30Nov%202018final.pdf)
- MINAM. (2017). Estudio para la Identificación de Áreas Degradadas y Propuesta de Monitoreo. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental -MINAM. 44

<http://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/Estudio-Identificaci%C3%B3n-de-%C3%81reas-Degradadas.pdf>

MINAM. (2019). Mapa nacional de ecosistemas del Perú: Memoria descriptiva.

Ministerio del Ambiente. (2015). Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva.

Moradi, M., Ashrafzadeh, M. R., & Naghipour, A. A. (2024). Comparison of Bioclim, MaxNet and MaxEnt algorithms in predicting the distribution of Caspian snowcock (*Tetraogallus caspius*) in Iran. *Journal of Natural Environment*, 77(Ecology and Biodiversity Management), 163-174.

Moradi, S., Ilanloo, S. S., Kafash, A., y Yousefi, M. (2019). Identifying high-priority conservation areas for avian biodiversity using species distribution modeling. *Ecological indicators*, 97, 159-164.

Moreno, R., Zamora, R., Molina, J. R., Vasquez, A., y Herrera, M. Á. (2011). Predictive modeling of microhabitats for endemic birds in South Chilean temperate forests using Maximum entropy (Maxent). *Ecological Informatics*, 6(6), 364-370.

Naoki, K., Gómez, M. I., López, R. P., Meneses, R. I., & Vargas, J. (2006). Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(1), 65-78.

Naturaleza y Cultura Internacional - NCI, (2020). Guía de campo: Fauna & Flora del Área Clave para la Biodiversidad Río Utcubamba.

Naveda-Rodríguez, A., Vargas, F. H., Kohn, S., y Zapata-Ríos, G. (2016). Andean condor (*Vultur gryphus*) in Ecuador: Geographic distribution, population size and extinction risk. *PloS one*, 11(3), e0151827. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151827>

O'Neill, B.C., E. Kriegler, K. L. Ebi, E. Kemp-Benedict, K. Riahi, D. S. Rothman, ... W. Solecki (2014), "The roads ahead: Narratives for Shared Socioeconomic Pathways describing world futures in the 21st century", *Global Environmental Change*, vol. 42 pp.169-180. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378015000060>

Osorto Nuñez, M. (2022). Los modelos de cambio climático futuro como predictores de la reducción del área de distribución de dos especies de cíclidos endémicos de Honduras. *Biología acuática*, 38 (en curso), e028. <https://doi.org/10.24215/16684869e028>

- Osorto-Nuñez, M. (2023). Evaluación de hábitat del colibrí esmeralda hondureño *Amazilia luciae* (Trochilidae) mediante modelos de distribución de especies. *Ceiba*, 56(1), 3-15.
- Otieno, B. A., Nahrung, H. F., y Steinbauer, M. J. (2019). Where Did You Come From? Where Did You Go? Investigating the Origin of Invasive *Leptocybe* Species Using Distribution Modelling. *Forests*, 10(2), 115. <https://doi.org/10.3390/f10020115>
- Paitán, H. Ñ., Mejía, E. M., Ramírez, E. N., y Paucar, A. V. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U.
- Parker, T. A. y Parker, S. A. (1982) Behavioural and distributional notes on some unusual birds of a lower montane cloud forest in Peru. *Bull. Brit. Orn. Club* 102: 63–70.
- Parker, T. A., Stotz, D. F. y Fitzpatrick, J. W. (1996) Ecological and distributional databases. In Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T. A. & Moskovits, D. K. *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Paż-Dyderska, S., Jagodziński, A. y Dyderski, M., 2021. Possible changes in spatial distribution of walnut (*Juglans regia* L.) in Europe under warming climate. *Regional Environmental Change*, 21(1): 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01745-z>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., y Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Phillips, S. J., Dudík, M., y Schapire, R. E. (2004). A maximum entropy approach to species distribution modeling. In *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning* (p. 83).
- Phillips, S., y Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2), 161–175. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>
- Plasencia-Vázquez, A. H., Escalona-Segura, G., y Esparza-Olguín, L. G. (2014). Modelación de la distribución geográfica potencial de dos especies de psitácidos neotropicales utilizando variables climáticas y topográficas. *Acta zoologica mexicana*, 30(3), 471–490. <https://doi.org/10.21829/azm.2014.30372>
- Pollack Velasquez, Luis E.; Saldaña Ugaz, Irwing S. y Vallejos Bardales, Luis M. Revisión de la distribución de cuatro especies de aves endémicas en la región La

- Libertad. *Arnaldoa* [online]. 2023, vol.30, n.3, pp.351-363. Epub Dec 31, 2023. ISSN 1815-8242. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.303.30305>.
- Portilla Cabrera, C. V., y Selvaraj, J. J. (2020). Geographic shifts in the bioclimatic suitability for *Aedes aegypti* under climate change scenarios in Colombia. *Heliyon*, 6(1), e03101. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03101>
- Praeli, Y. S. (2 de agosto de 2018). MONGABAY. Obtenido de Perú: primer diagnóstico sobre fauna amenazada muestra 64 especies en peligro crítico: <https://es.mongabay.com/2018/08/peru-libro-rojo-fauna-amenazada/>
- Pulido, V., Olivera, E., Farías, E., Chirinos, A., Reynaga, A. y Ruiz, R., 2020. Conservación de las aves amenazadas que habitan en los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 7(2): 87-97. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2020v7n2.009>
- Qin, A., Liu, B., Guo, Q., Bussmann, R. W., Ma, F., Jian, Z., ... y Pei, S. (2017). Maxent modeling for predicting impacts of climate change on the potential distribution of *Thuja sutchuenensis* Franch., an extremely endangered conifer from southwestern China. *Global Ecology and Conservation*, 10, 139-146. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.02.004>
- Quezada Figueroa, A. W. (2020). *Definición de áreas prioritarias de conservación en base al modelamiento de hábitat de aves endémicas amenazadas de la Región Tumbesina* (Bachelor's thesis).
- Ramírez-Alán, O., Vargas-Masís, R. y Cordero, R., 2015. Cambios en la distribución altitudinal de las aves de Río Macho, Cartago, Costa Rica. *Hornero*, 30: 55-61. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S007334072015000200002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S007334072015000200002&lng=es&nrm=iso)
- Reyes, V. R. O., y Arenas, M. A. (2022). Sexto informe de evaluación del IPCC: cambio climático 2022 (impactos, adaptación y vulnerabilidad).
- Rodríguez, F., Escoto, D., Mejía-Ordóñez, T. M., Ferrufino-Acosta, L., Cruz, S. Y., Duchamp, J. E., y Larkin, J. L. (2019). Influence of microhabitat on Honduran Emerald (*Amazilia luciae*) abundance in tropical dry forest remnants. *Avian Conservation & Ecology*, 14(1).
- Rodríguez-Eraso, N., Pabón-Caicedo, J., Bernal-Suárez, N. & Martínez-Collantes, J., 2010. Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos. Instituto de



Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.  
<http://hdl.handle.net/20.500.11761/31370>

Romero, M. A. C. (2022). Analysis of climate change incidence on threatened bird species in the Peruvian Andes: distribution models and connectivity proposals.

Romo, M., Leo, M., & Epiquién, M. (2009). Propuesta de sistema de conservación regional-Sierrita-Amazonas. *Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (Apeco)*. Lima, Perú.

Schulenberg, T. S., Stolz, D. F., Lane, D. F., O'Neill, J. P. y Parker, T. A. (2007) *Birds of Peru*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Schulenberg, Thomas y Sedgwick, Carolyn. (2020). Speckle-chested Piculet (*Picumnus steindachneri*). Birds of the World. 10.2173/bow.spcpic1.01.

Şekercioğlu, Ç., Primack, R. y Wormworth, J., 2012. The effects of climate change on tropical birds. *Biological Conservation*, 148(1): 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.019>

SERFOR (2018). Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre Experiencias de restauración en el Perú. Lecciones aprendidas. Bioersity - Perú, ICRAF. Lima, Perú.  
[https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2018/11/Experiencias-deRestauraci%C3%B3n-SERFOR\\_23NOV.pdf](https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2018/11/Experiencias-deRestauraci%C3%B3n-SERFOR_23NOV.pdf)

SERFOR, S. (2018). Libro rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú.

Shrestha, B., Tsiftsis, S., Chapagain, D., Khadka, C., Bhattarai, P., Kayastha Shrestha, N., Kolanowska, M. y Kindlmann, P., 2021. Suitability of habitats in Nepal for *Dactylorhiza hatagirea* now and under predicted future changes in climate. *Plants*, 10(3): 467. <https://doi.org/10.3390/plants10030467>

Speckle-chested piculet (*Picumnus steindachneri*). (s/f). INaturalist United Kingdom. Recuperado el 25 de agosto de 2023, de <https://uk.inaturalist.org/taxa/17825-Picumnus-steindachneri>

Steven J. Phillips, Miroslav Dudík, Robert E. Schapire. [Internet] Software Maxent para modelar nichos de especies y distribuciones (Versión 3.4.1). Disponible en url: [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/). Accedido en <https://www.gbif.org/tool/81279/maxent>.

- UICN 2024. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2024-1. <<https://www.iucnredlist.org>>
- Uribe Botero, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina.
- Vadillo, F. V. (2017). Modelamiento Espacial Aplicado al Desarrollo del Ecoturismo y la Conservación de la Avifauna en la Vertiente Occidental del Perú. Lima.
- Varela Largo, S. (2019). *Modelos de Distribución Potencial y Escenarios de Cambio Climático para cinco Especies de Aves Amenazadas en Ecuador*. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/14777>
- Wang, Z., Xu, D., Liao, W., Xu, Y., y Zhuo, Z. (2023). Predicting the Current and Future Distributions of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) Based on the MaxEnt Species Distribution Model. *Insects*, 14(5), 458.
- Xing, Y., Shi, J., De, K., Wang, X., Wang, W., Ma, Y., Zhang, H., He, M. y Liu, Q. (2023). The Current Distribution of *Carex alatauensis* in the Qinghai–Tibet Plateau Estimated by MaxEnt. *Agronomy*, 13(2), 564.
- Xu, C., Zhang, L., Zhang, K., y Tao, J. (2023). MaxEnt Modeling and the Impact of Climate Change on *Pistacia chinensis* Bunge Habitat Suitability Variations in China. *Forests*, 14(8), 1579. <https://doi.org/10.3390/f14081579>
- Xu, X., Zhang, H., Yue, J., Xie, T., Xu, Y., y Tian, Y. (2018). Predicting shifts in the suitable climatic distribution of walnut (*Juglans regia* L.) in China: maximum entropy model paves the way to forest management. *Forests*, 9(3), 103. <https://doi.org/10.3390/f9030103>
- Young, B. E. 2007. Distribución de las especies endémicas en la Vertiente Oriental de los Andes en Perú y Bolivia. NatureServe, Arlington, Virginia, EE UU. : [www.natureserve.org/AndesAmazon](http://www.natureserve.org/AndesAmazon)
- Young, B. E., I. Franke, P. A. Hernandez, S. K. Herzog, L. Paniagua, C. Tovar y T. Valqui.. 2009. Using spatial models to predict areas of endemism and gaps in the protection of Andean slope birds. *The Auk* 126(3):554-565
- Young, B. E., S. Beck, J. Córdova, D. Embert, I. Franke, P. Hernandez, S. Herzog, V. Pacheco, M. Timaná, C. Tovar, y J. Vargas. 2007. Digital distribution maps of species endemic to the east slope of the Andes in Peru and Bolivia. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.

Zizka A, Silvestro D, Andermann T, Azevedo J, Duarte Ritter C, Edler D, Farooq H, Herdean A, Ariza M, Scharn R, Svanteson S, Wengström N, Zizka V y Antonelli A (2019) CoordinateCleaner: limpieza estandarizada de registros de ocurrencia de bases de datos de colecciones biológicas. *Métodos en ecología y evolución*. Wiley. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13152>.

Rodríguez, A. F., Limachi, H. L., Reátegui, R. F., Escobedo, T. R., Ramírez, B. J., Encarnación, C. F., ... y Martínez, D. P. (2010). Zonificación ecológica y económica (ZEE) del departamento de Amazonas. 199p. <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/IIAP/294>

## ANEXOS

### ANEXO 1: Tabla de distribución potencial actual y futura del *Picumnus steindachneri* por distrito y provincia

**Tabla 26**

*Ubicación de la distribución potencial actual del Picumnus steindachneri a nivel de Amazonas*

Distrito / Provincia	Área (Km <sup>2</sup> )			Área Total (Km <sup>2</sup> )
	0.2 - 0.04 (Probabilidad Baja)	0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada)	> 0.6 (Probabilidad alta)	
<b>Provincia Bagua</b>				
Copallín	5,386	4,499	4,985	14,870
Bagua	3,038	1,143	-	4,181
Aramango	55,094	8,340	1,931	65,365
Imaza	9,499	-	-	9,499
La Peca	15,272	9,609	6,958	31,839
	88,289	23,591	13,874	125,754
<b>Provincia Bongará</b>				
Florida	56,886	57,742	57,461	172,089
Valera	7,130	8,826	35,546	51,502
Churuja	4,029	3,993	10,522	18,544
San Carlos	8,963	4,671	16,565	30,199
Jazán	12,300	16,624	36,467	65,391
Recta	3,406	6,189	10,444	20,039
Cuispes	7,964	10,325	47,830	66,119
Shipasbamba	32,488	38,297	25,001	95,786
Chisquilla	16,492	7,317	14,881	38,69
Jumbilla	19,863	13,454	26,341	59,658
Corosha	9,155	8,901	21,976	40,032
Yambrasbamba	133,217	206,269	265,046	604,532
	311,893	382,608	568,08	1 262,581
<b>Provincia Chachapoyas</b>				
Balsas	29,257	2,152	-	31,409
Leimebamba	14,053	4,220	4,770	23,043
Montevideo	3,076	2,666	5,336	11,078
Mariscal Castilla	2,652	2,610	8,122	13,384
La Jalca	6,093	4,326	10,860	21,279
Magdalena	5,561	6,726	25,259	37,546
San Isidro del Maino	5,699	2,619	5,639	13,957
Levanto	6,484	4,665	13,969	25,118
Cheto	5,781	2,478	1,107	9,366
Soloco	1,190	0,131	0,233	1,554
San Francisco de Daguas	9,498	7,868	12,169	29,535

Chachapoyas	21,928	19,186	64,377	105,491
Molinopampa	16,208	5,153	3,589	24,95
Sonche	17,540	13,384	34,487	65,411
Huancas	10,816	7,586	22,356	40,758
Quinjalca	2,045	0,070	-	2,115
Chiliquin	19,638	14,843	16,987	51,468
Asunción	5,072	2,515	0,579	8,166
Olleros	4,926	2,274	0,213	7,413
	187,517	105,472	230,052	523,041
Provincia Condorcanqui				
El Cenepa	0,377	-	-	0,377
	0,377	-	-	0,377
Provincia Luya				
San Francisco del Yeso	8,356	6,332	8,535	23,223
Cocabamba	72,777	31,569	7,551	111,897
Santo Tomas	4,260	2,879	4,208	11,347
María	1,537	0,321	-	1,858
San Juan de Lopecancho	14,112	8,361	18,531	41,004
Pisuquia	58,790	32,164	5,9187	96,873
Longuita	1,785	0,782	0,359	2,926
Tingo	15,404	8,250	24,711	48,365
Providencia	27,573	2,470	-	30,043
Colcamar	5,601	8,422	13,864	27,887
Ocumal	134,749	22,790	0,759	158,298
Inguilpata	13,603	4,412	15,731	33,746
Lonya Chico	11,146	8,461	19,678	39,285
Trita	4,050	1,455	0,713	6,218
Ocalli	77,145	6,496	0,165	83,806
Luya	7,109	7,657	40,759	55,525
Camporredondo	70,113	7,759	0,124	77,996
Lamud	12,381	12,811	24,721	49,913
San Cristóbal	7,929	5,644	14,004	27,577
Luya Viejo	11,910	6,902	2,472	21,284
Conila	66,639	29,926	4,169	100,734
Santa Catalina	70,584	20,464	0,492	91,54
San Jeronimo	47,356	39,293	55,477	142,126
	744,909	275,62	262,942	1 283,471
Provincia Rodríguez de Mendoza				
Chirimoto	53,759	16,717	0,859	71,335
Totora	9,296	8,528	-	17,824
Milpuc	29,698	8,904	0,739	39,341
Santa Rosa	10,047	6,736	-	16,783
Huambo	18,858	27,900	23,508	70,266
Limabamba	102,172	45,593	2,010	149,775
Omia	53,935	31,001	0,954	85,89
San Nicolas	19,471	17,912	4,536	41,919

Cochamal	18,514	11,036	0,445	29,995
Longar	13,577	14,740	5,403	33,72
Mariscal Benavides	34,118	4,497	2,152	40,767
Vista Alegre	117,461	10,872	-	128,333
	480,906	204,436	40,606	725,948
Provincia Utcubamba				
Cumba	44,841	20,946	1,620	67,407
Bagua Grande	96,151	106,752	82,272	285,175
Cajaruro	217,370	153,296	169,807	540,473
Lonya Grande	117,064	39,161	4,632	160,857
Yamón	21,186	12,721	4,009	37,916
Jamalca	76,967	54,815	44,865	176,647
El Milagro	12,155	0,496	-	12,651
	585,734	388,187	307,205	1 281,126
Total	2 399,625	1 379,914	1 422,759	5 202,298

**Tabla 27**

*Ubicación de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050 en la SSP245*

Distrito / Provincia	Área (Km <sup>2</sup> )			Área Total (Km <sup>2</sup> )
	0.2 - 0.04 (Probabilidad Baja)	0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada)	> 0.6 (Probabilidad alta)	
<b>Provincia Bagua</b>				
Copallín	5,946	5,001	4,691	15,638
Aramango	35,521	6,729	2,107	44,357
Imaza	0,042	-	-	0,042
La Peca	7,428	5,235	3,758	16,421
	48,937	16,965	10,556	76,458
<b>Provincia Bongará</b>				
Florida	26,537	36,717	103,303	166,557
Valera	7,651	5,733	38,016	51,4
Churuja	0,632	3,360	12,908	16,9
San Carlos	9,637	4,696	18,549	32,882
Jazán	5,489	8,280	51,844	65,613
Recta	2,040	7,239	11,339	20,618
Cuispes	8,157	6,178	55,465	69,8
Shipasbamba	28,628	27,174	32,120	87,922
Chisquilla	11,377	11,868	14,720	37,965
Jumbilla	16,157	8,932	31,545	56,634
Corosha	7,335	4,450	30,523	42,308
Yambrasbamba	199,266	159,403	311,773	670,442
	322,906	284,03	712,105	1319,041
<b>Provincia Chachapoyas</b>				
Chuquibamba	5,038	0,988	-	6,026
Balsas	27,469	2,718	-	30,187
Leimebamba	10,756	3,888	1,414	16,058
Montevideo	3,584	2,305	2,610	8,499
Mariscal Castilla	3,933	2,971	6,724	13,628
La Jalca	6,052	8,562	9,134	23,748
Magdalena	10,332	6,869	18,880	36,081
San Isidro del Maino	4,989	3,663	2,115	10,767
Levanto	6,189	6,697	10,563	23,449
Cheto	13,039	4,546	1,473	19,058
Soloco	3,629	1,087	0,161	4,877
San Francisco de Daguas	11,020	6,194	16,555	33,769
Chachapoyas	31,692	19,994	50,599	102,285
Molinopampa	54,830	9,554	3,973	68,357
Sonche	22,824	15,103	33,263	71,19
Huancas	8,196	2,120	24,952	35,268
Granada	1,385	-	-	1,385

Quinjalca	4,461	0,584	-	5,045
Chiliquin	27,912	10,661	16,050	54,623
Asunción	6,703	4,197	0,622	11,522
Olleros	7,171	3,534	0,334	11,039
	271,204	116,235	199,422	586,861
Provincia Luya				
San Francisco del Yeso	9,216	4,639	4,627	18,482
Cocabamba	30,183	14,666	3,672	48,521
Santo Tomas	6,858	7,663	2,464	16,985
María	-	0,740	-	0,74
San Juan de Lopecancho	13,594	8,286	13,479	35,359
Pisuquia	19,075	7,148	0,405	26,628
Longuita	-	0,064	-	0,064
Tingo	9,253	7,552	15,784	32,589
Providencia	36,162	2,128	0,040	38,33
Colcamar	7,692	5,311	12,514	25,517
Ocumal	79,286	16,307	3,109	98,702
Inguilpata	7,210	3,856	11,580	22,646
Lonya Chico	15,433	5,892	11,634	32,959
Trita	2,299	0,164	0,228	2,691
Ocalli	67,453	10,338	1,420	79,211
Luya	10,922	8,292	31,271	50,485
Camporredondo	72,734	9,903	0,040	82,677
Lamud	13,166	10,228	22,451	45,845
San Cristóbal	6,677	6,005	11,953	24,635
Luya Viejo	5,107	7,622	5,061	17,79
Conila	14,069	29,833	11,581	55,483
Santa Catalina	31,006	35,555	16,064	82,625
San Jeronimo	31,866	39,312	65,845	137,023
	489,261	241,504	245,222	975,987
Provincia Rodríguez de Mendoza				
Chirimoto	25,457	0,046	-	25,503
Totora	15,353	-	-	15,353
Milpuc	2,152	-	-	2,152
Santa Rosa	17,800	-	-	17,8
Huambo	28,452	46,737	-	75,189
Limabamba	129,461	24,129	-	153,59
Omia	50,246	0,102	-	50,348
San Nicolas	42,215	1,964	-	44,179
Cochamal	29,914	5,452	-	35,366
Longar	24,286	11,237	-	35,523
Mariscal Benavides	65,516	3,454	-	68,97
Vista Alegre	58,686	10,769	-	69,455
	489,538	103,89	-	593,428
Provincia Utcubamba				
Cumba	36,810	16,847	1,913	55,57
Bagua Grande	96,756	64,676	58,210	219,642
Cajaruro	254,401	123,581	50,630	428,612
Lonya Grande	72,807	9,789	0,578	83,174



Yamón	27,045	4,411	0,146	31,602
Jamalca	66,126	80,264	22,075	168,465
El Milagro	0,719	-	-	0,719
	554,664	299,568	133,552	987,784
Total	2176,515	1062,189	1300,854	4539,558

**Tabla 28**

*Ubicación de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050 en la SSP585*

Distrito / Provincia	Área (Km <sup>2</sup> )			Área Total (Km <sup>2</sup> )
	0.2 - 0.04 (Probabilidad Baja)	0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada)	> 0.6 (Probabilidad alta)	
<b>Provincia Bagua</b>				
Copallín	14,492	7,897	7,606	29,995
Bagua	0,735	-	-	0,735
Aramango	21,297	0,432	-	21,729
La Peca	21,689	2,413	0,752	24,854
	58,213	10,742	8,358	77,313
<b>Provincia Bongará</b>				
Florida	20,64	29,099	128,707	178,446
Valera	7,523	3,904	40,226	51,653
Churuja	4,201	1,661	14,88	20,742
San Carlos	8,523	4,624	19,289	32,436
Jazán	5,906	10,232	51,383	67,521
Recta	3,141	6,41	10,969	20,52
Cuispes	11,031	11,33	57,51	79,871
Shipasbamba	12,169	17,242	66,532	95,943
Chisquilla	16,657	10,113	15,912	42,682
Jumbilla	24,715	15,87	34,034	74,619
Corosha	14,586	5,564	29,842	49,992
Yambrasbamba	323,33	189,983	334,341	847,654
	452,422	306,032	803,625	1562,079
<b>Provincia Chachapoyas</b>				
Chuquibamba	0,042	-	-	0,042
Balsas	0,784	-	-	0,784
Leimebamba	16,851	11,381	15,117	43,349
Montevideo	5,449	1,798	6,385	13,632
Mariscal Castilla	6,747	1,178	10,693	18,618
La Jalca	11,093	3,518	11,489	26,1
Magdalena	8,273	5,883	20,7	34,856
San Isidro del Maino	2,785	3,166	2,807	8,758
Levanto	6,071	3,731	10,852	20,654
Cheto	4,981	0,096	-	5,077
Soloco	0,268	0,19	-	0,458
San Francisco de Daguas	6,408	4,911	8,86	20,179
Chachapoyas	28,168	17,698	45,733	91,599
Molinopampa	6,603	1,337	0,57	8,51
Sonche	12,277	10,103	26,541	48,921
Huancas	11,624	3,66	23,299	38,583
Granada	-	-	-	-

Quinjalca	-	-	-	-
Chiliquin	14,532	8,868	8,421	31,821
Asunción	5,047	1,269	0,464	6,78
Olleros	4,365	1,615	0,045	6,025
	152,368	80,402	191,976	424,746
Provincia Luya				
San Francisco del Yeso	13,457	6,904	16,014	36,375
Cocabamba	13,576	0,127	-	13,703
Santo Tomas	16,237	2,248	5,977	24,462
María	0,81	-	-	0,81
San Juan de Lopecancho	12,964	6,44	13,24	32,644
Pisuquia	5,534	-	-	5,534
Longuita	0,374	0,064	-	0,438
Tingo	8,777	3,489	18,845	31,111
Providencia	6,985	0,062	-	7,047
Colcamar	9,948	1,662	11,127	22,737
Ocumal	13,789	0,04	-	13,829
Inguilpata	6,485	4,738	9,961	21,184
Lonya Chico	9,512	5,915	8,463	23,89
Trita	0,211	0,256	0,228	0,695
Ocalli	39,258	5,682	-	44,94
Luya	11,256	5,993	28,683	45,932
Camporredondo	55,708	1,283	0,04	57,031
Lamud	16,916	12,852	15,603	45,371
San Cristóbal	8,619	3,683	12,564	24,866
Luya Viejo	9,237	4,146	0,971	14,354
Conila	22,424	8,651	1,815	32,89
Santa Catalina	30,458	44,196	14,916	89,57
San Jeronimo	31,03	35,385	79,944	146,359
	343,565	153,816	238,391	735,772
Provincia Rodríguez de Mendoza				
Chirimoto	38,173	5,779	0,005	43,957
Totora	9,911	6,137	-	16,048
Milpuc	30,594	1,006	-	31,6
Santa Rosa	12,392	-	-	12,392
Huambo	14,839	15,347	36,678	66,864
Limabamba	90,709	60,428	5,788	156,925
Omia	37,673	0,119	-	37,792
San Nicolas	31,296	2,367	0,065	33,728
Cochamal	16,02	11,634	3,54	31,194
Longar	11,67	12,465	7,501	31,636
Mariscal Benavides	13,51	5,319	-	18,829
Vista Alegre	84,035	27,295	1,607	112,937
	390,822	147,896	55,184	593,902
Provincia Utcubamba				
Cumba	23,516	0,991	-	24,507
Bagua Grande	116,222	16,003	-	132,225
Cajaruro	177,314	113,143	44,157	334,614
Lonya Grande	74,283	6,586	2,156	83,025

Yamón	23,515	-	-	23,515
Jamalca	84,109	53,415	17,9	155,424
El Milagro	2,296	0,558	-	2,854
	501,255	190,696	64,213	756,164
Total	1898,645	889,584	1361,747	4149,976

**Tabla 29**

*Ubicación de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2070 en la SSP245*

Distrito / Provincia	Área (Km <sup>2</sup> )			Área Total (Km <sup>2</sup> )
	0.2 - 0.04 (Probabilidad Baja)	0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada)	> 0.6 (Probabilidad alta)	
<b>Provincia Bagua</b>				
Copallín	6,46	5,514	0,486	12,46
Bagua	0,247	-	-	0,247
Aramango	16,42	-	-	16,42
La Peca	19,265	1,829	-	21,094
	42,392	7,343	0,486	50,221
<b>Provincia Bongará</b>				
Florida	12,77	49,832	113,815	176,417
Valera	7,51	7,135	40,152	54,797
Churuja	10,204	3,426	13,128	26,758
San Carlos	12,328	4,734	22,584	39,646
Jazán	7,61	10,025	51,157	68,792
Recta	2,914	9,116	9,688	21,718
Cuispes	4,656	7,321	58,253	70,23
Shipasbamba	13,238	25,582	61,796	100,616
Chisquilla	15,741	17,323	15,038	48,102
Jumbilla	30,206	23,924	30,152	84,282
Corosha	5,955	7,724	27,074	40,753
Yambrasbamba	202,731	131,326	324,881	658,938
	325,863	297,468	767,718	1391,049
<b>Provincia Chachapoyas</b>				
Chuquibamba	0,842	-	-	0,842
Balsas	0,836	-	-	0,836
Leimebamba	12,62	7,625	9,748	29,993
Montevideo	4,526	2,698	3,236	10,46
Mariscal Castilla	3,663	2,474	7,705	13,842
La Jalca	7,314	6,238	10,281	23,833
Magdalena	8,146	8,326	20,374	36,846
San Isidro del Maino	3,805	4,199	2,569	10,573
Levanto	5,729	6,32	11,952	24,001
Cheto	4,753	1,698	0,305	6,756
Soloco	0,977	0,244	0,101	1,322
San Francisco de Daguas	8,833	6,949	11,987	27,769
Chachapoyas	22,459	20,744	60,191	103,394
Molinopampa	22,893	5,009	2,427	30,329
Sonche	24,076	12,432	35,888	72,396
Huancas	13,218	7,039	26,013	46,27
Granada	1,374	-	-	1,374

Quinjalca	4,967	-	-	4,967
Chiliquin	38,899	26,107	19,278	84,284
Asunción	4,722	7,616	0,539	12,877
Olleros	7,056	4,186	0,932	12,174
	201,708	129,904	223,526	555,138
Provincia Luya				
San Francisco del Yeso	8,185	4,774	8,257	21,216
Cocabamba	38,976	2,247	-	41,223
Santo Tomas	12,414	4,391	2,94	19,745
María	1,871	0,64	0,36	2,871
San Juan de Lopecancho	21,213	10,341	14,886	46,44
Pisuquia	38,838	3,828	-	42,666
Longuita	1,469	0,147	0,018	1,634
Tingo	17,202	9,785	19,413	46,4
Providencia	11,845	-	-	11,845
Colcamar	5,589	7,64	14,301	27,53
Ocumal	27,292	2,222	-	29,514
Inguilpata	12,05	5,498	15,213	32,761
Lonya Chico	11,783	8,317	18,412	38,512
Trita	2,843	0,24	0,575	3,658
Ocalli	37,666	4,629	0,289	42,584
Luya	4,916	9,963	37,431	52,31
Camporredondo	32,756	11,696	5,152	49,604
Lamud	17,443	7,948	31,452	56,843
San Cristóbal	6,512	5,062	16,036	27,61
Luya Viejo	12,834	2,405	1,254	16,493
Conila	25,237	2,725	0,115	28,077
Santa Catalina	43,245	47,967	6,996	98,208
San Jeronimo	27,735	39,035	84,622	151,392
	419,914	191,5	277,722	889,136
Provincia Rodríguez de Mendoza				
Chirimoto	36,359	4,778	-	41,137
Totora	13,556	1,248	-	14,804
Milpuc	19,355	1,869	0,124	21,348
Santa Rosa	10,462	0,741	-	11,203
Huambo	16,011	22,956	23,914	62,881
Limabamba	102,186	30,201	-	132,387
Omia	34,127	4,547	-	38,674
San Nicolas	24,427	5,507	1,068	31,002
Cochamal	6,946	8,446	1,46	16,852
Longar	9,125	6,31	10,475	25,91
Mariscal Benavides	29,596	4,951	1,044	35,591
Vista Alegre	133,009	31,658	2,233	166,9
	435,159	123,212	40,318	598,689
Provincia Utcubamba				
Cumba	24,037	9,281	3,912	37,23
Bagua Grande	135,45	35,995	10,811	182,256
Cajaruro	145,465	78,359	118,383	342,207
Lonya Grande	56,329	18,695	5,71	80,734

---

Yamón	18,506	4,217	2,644	25,367
Jamalca	104,67	30,625	32,622	167,917
El Milagro	2,942	0,004	-	2,946
	487,399	177,176	174,082	838,657
Total	1912,435	926,603	1483,852	4322,89

---

**Tabla 30**

*Ubicación de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2070 en la SSP585*

Distrito / Provincia	Área (Km <sup>2</sup> )			Área Total (Km <sup>2</sup> )
	0.2 - 0.04 (Probabilidad Baja)	0.4 – 0.6 (Probabilidad moderada)	> 0.6 (Probabilidad alta)	
<b>Provincia Bagua</b>				
Copallín	1,693			1,693
La Peca	0,038			0,038
	1,731	0	0	1,731
<b>Provincia Bongará</b>				
Florida	15,847	33,297	120,424	169,568
Valera	10,098	14,498	35,112	59,708
Churuja	11,027	4,447	12,678	28,152
San Carlos	11,489	5,7	21,472	38,661
Jazán	12,664	22,137	33,127	67,928
Recta	2,819	8,285	8,646	19,75
Cuispes	9,18	10,285	58,628	78,093
Shipasbamba	16,483	18,658	60,712	95,853
Chisquilla	15,54	8,804	16,371	40,715
Jumbilla	24,898	20,06	42,35	87,308
Corosha	11,187	4,715	30,422	46,324
Yambrasbamba	288,651	216,537	285,022	790,21
	429,883	367,423	724,964	1522,27
<b>Provincia Chachapoyas</b>				
Chuquibamba	7,718	1,449		9,167
Balsas	1,182	0,031		1,213
Leimebamba	12,38	2,003		14,383
Montevideo	17,022	4,677	2,05	23,749
Mariscal Castilla	8,053	8,249	4,095	20,397
La Jalca	10,222	6,459	10,08	26,761
Magdalena	14,132	6,326	21,462	41,92
San Isidro del Maino	4,639	1,885	3,364	9,888
Levanto	8,139	1,61	9,87	19,619
Cheto	2,833			2,833
Soloco	4,174	0,056		4,23
San Francisco de Daguas	11,115	6,811	6,645	24,571
Chachapoyas	39,775	28,234	44,045	112,054
Molinopampa	9,213	0,973		10,186
Sonche	20,036	12,902	21,648	54,586
Huancas	17,509	13,026	13,448	43,983
Chiliquin	22,919	14,127	5,512	42,558
Asunción	4,738	1,521	0,016	6,275
Olleros	4,58	0,498		5,078

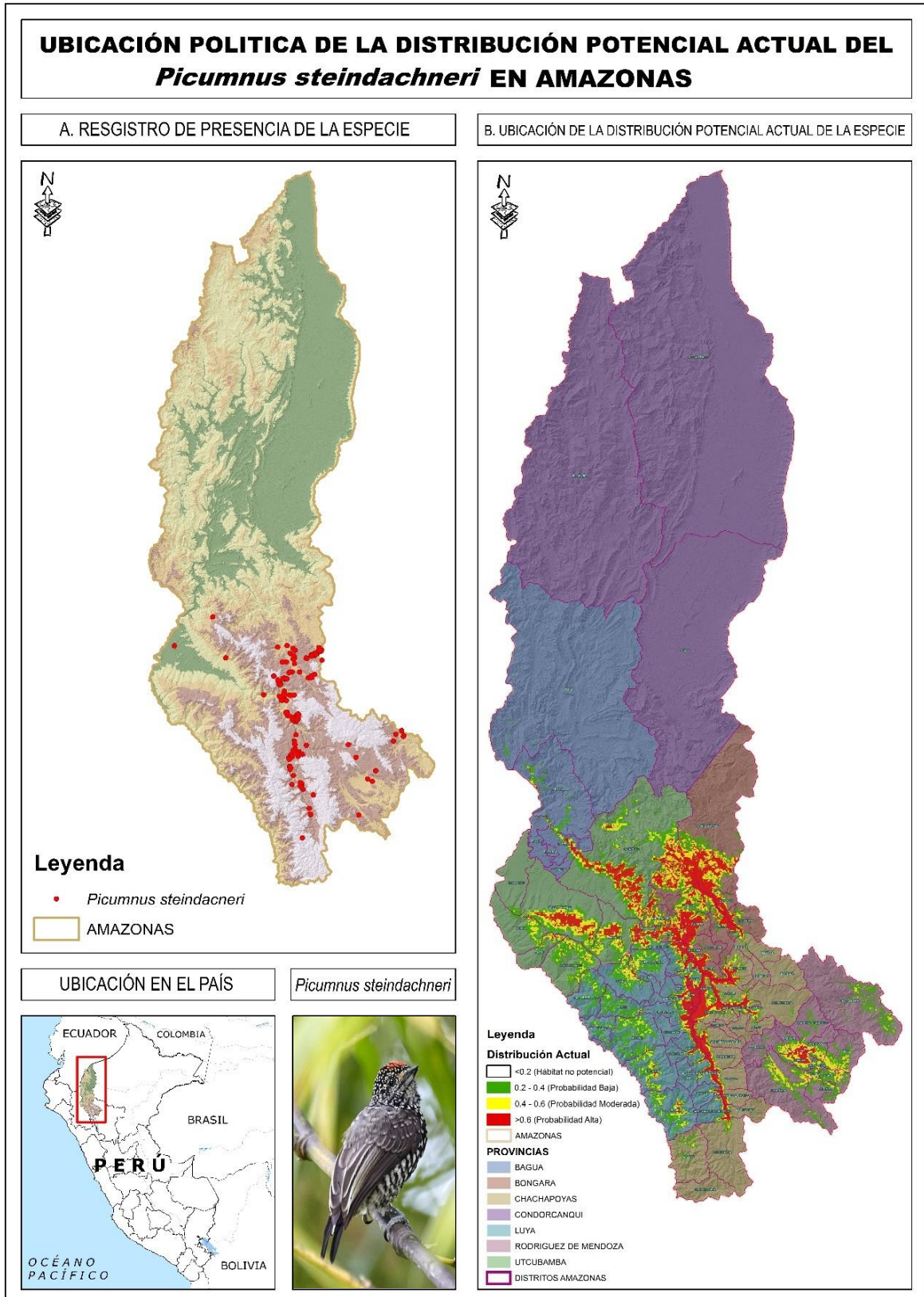


	220,379	110,837	142,235	473,451
Provincia Luya				
San Francisco del Yeso	10,835	6,788	3,904	21,527
Cocabamba	2,287	0,009		2,296
Santo Tomas	10,213	3,46	1,908	15,581
María	0,74			0,74
San Juan de LopecanCHA	19,063	7,275	11,224	37,562
Pisuquia	10,151	0,804	0,185	11,14
Longuita	0,81		0,064	0,874
Tingo	12,112	2,677	18,533	33,322
Providencia	19,143	5,992	3,446	28,581
Colcamar	7,782	2,481	9,956	20,219
Ocumal	27,185	11,086	6,657	44,928
Inguilpata	13,346	5,558	7,553	26,457
Lonya Chico	15,246	4,174	6,006	25,426
Trita	2,053	0,209		2,262
Ocalli	37,462	23,331	17,397	78,19
Luya	12,535	6,539	28,331	47,405
Camporredondo	48,359	31,312	5,831	85,502
Lamud	22,226	12,589	8,299	43,114
San Cristóbal	10,002	3,49	13,344	26,836
Luya Viejo	11,988	4,496	0,703	17,187
Conila	26,552	12,535	2,264	41,351
Santa Catalina	30,214	41,48	24,601	96,295
San Jeronimo	38,385	49,871	58,134	146,39
	388,689	236,156	228,34	853,185
Provincia Rodríguez de Mendoza				
Chirimoto	11,721			11,721
Totora	8,537			8,537
Milpuc	2,85			2,85
Huambo	18,326	27,567	1,983	47,876
Limabamba	216,698	54,749	21,486	292,933
San Nicolas	0,513			0,513
Cochamal	36,273	24,477	1,938	62,688
Longar	22,429	6,162		28,591
Mariscal Benavides	38,135	3,329		41,464
Vista Alegre	14,768			14,768
	370,25	116,284	25,407	511,941
Provincia Utcubamba				
Cumba	2,862			2,862
Bagua Grande	45,887	5,211	0,15	51,248
Cajaruro	126,182	55,194	19,665	201,041
Lonya Grande	58,375	5,64		64,015
Yamón	3,911			3,911
Jamalca	65,038	81,092	19,524	165,654
	302,255	147,137	39,339	488,731
Total	1713,187	977,837	1160,285	3851,309

**ANEXO 2: Mapas Auxiliares**

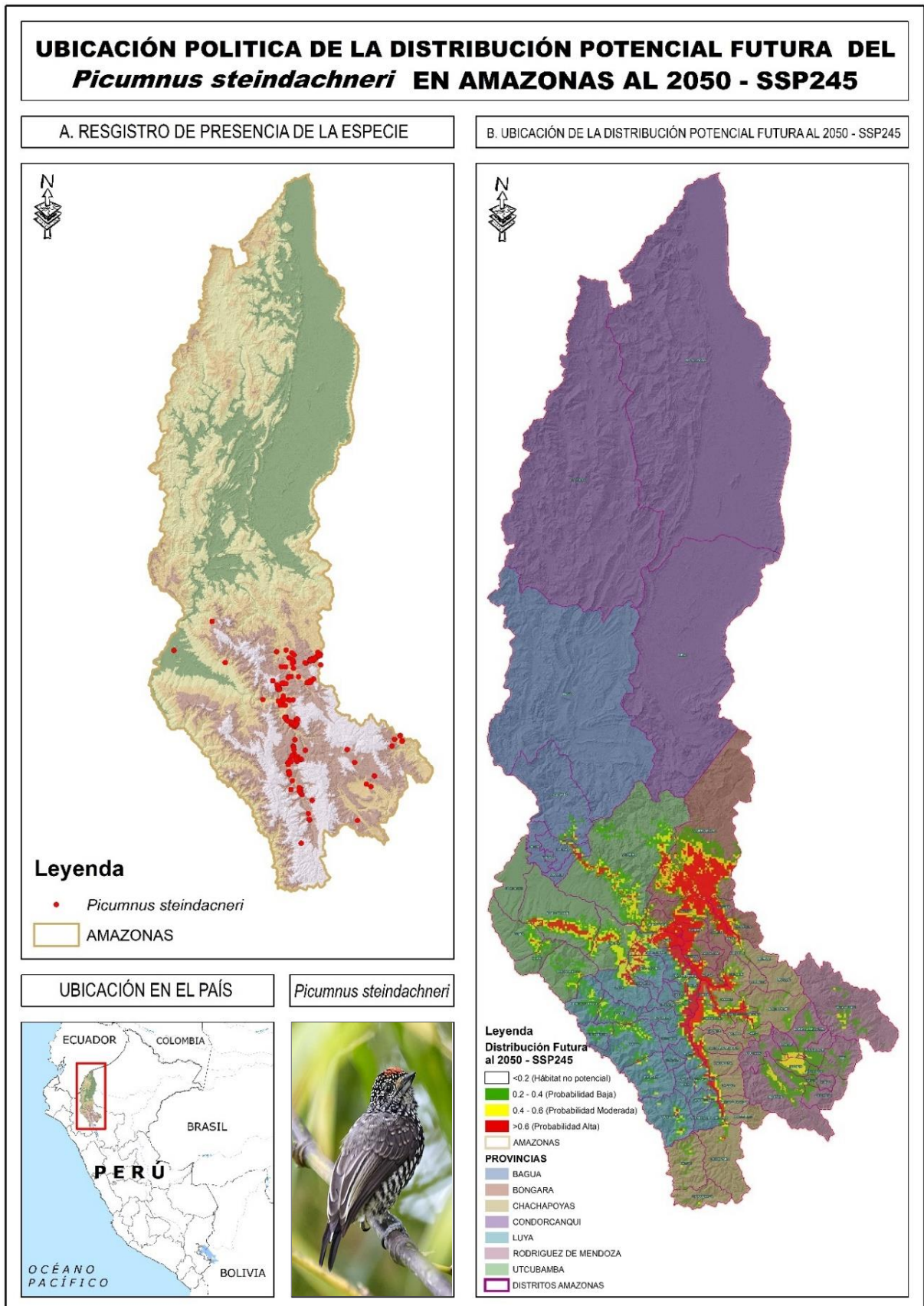
**Figura 21**

*Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial actual del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas*



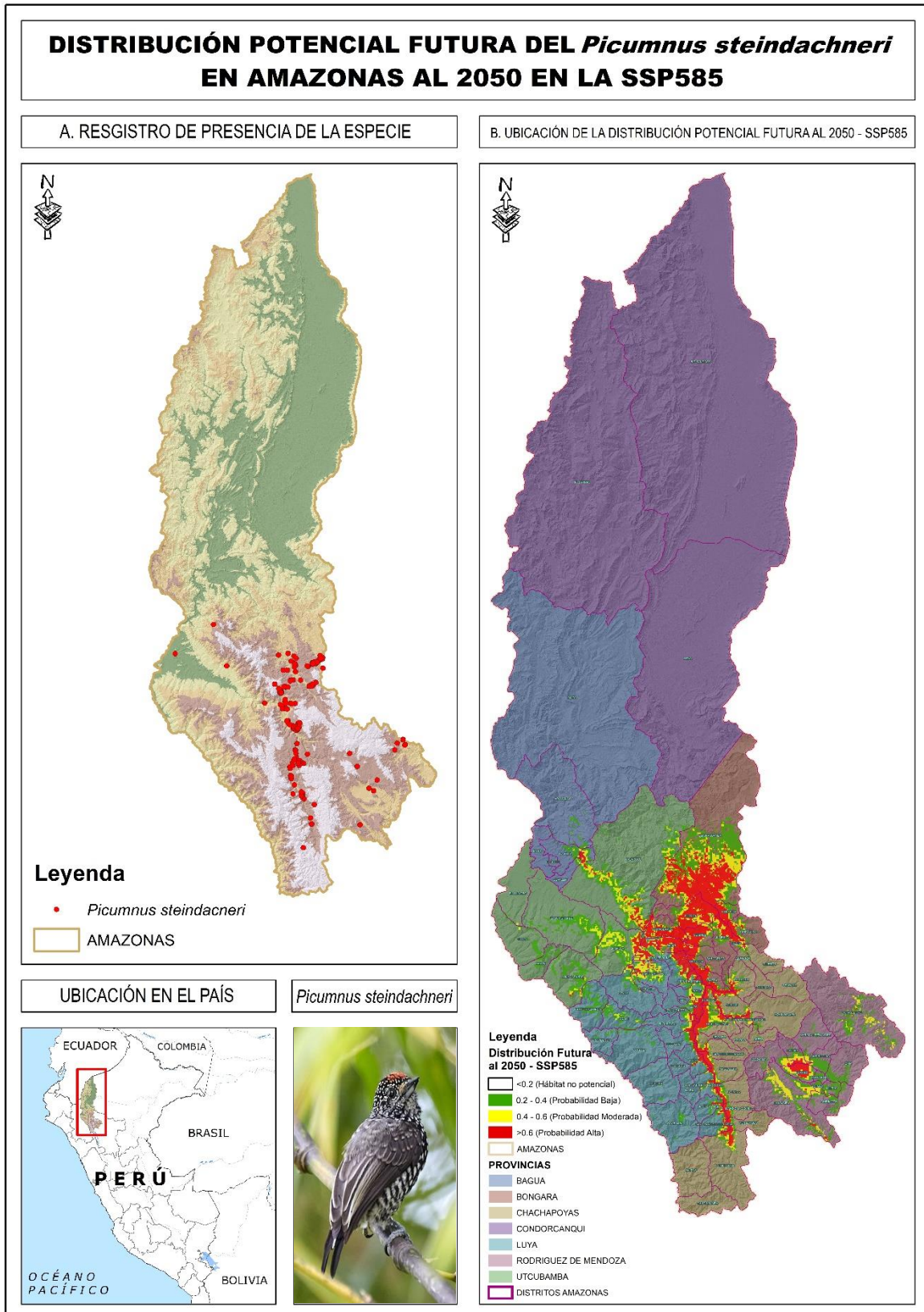
**Figura 22**

Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP245



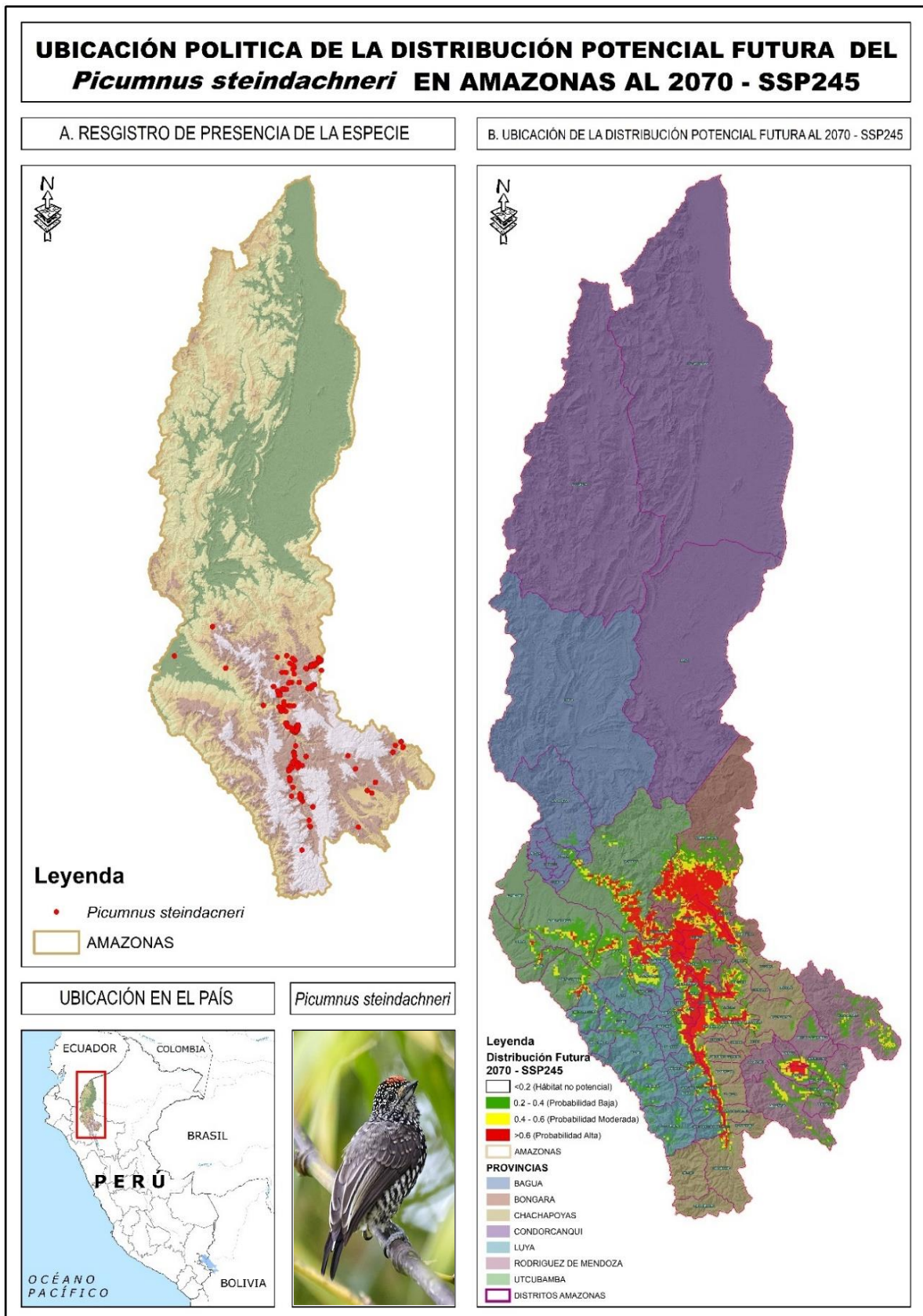
**Figura 23**

*Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP585*



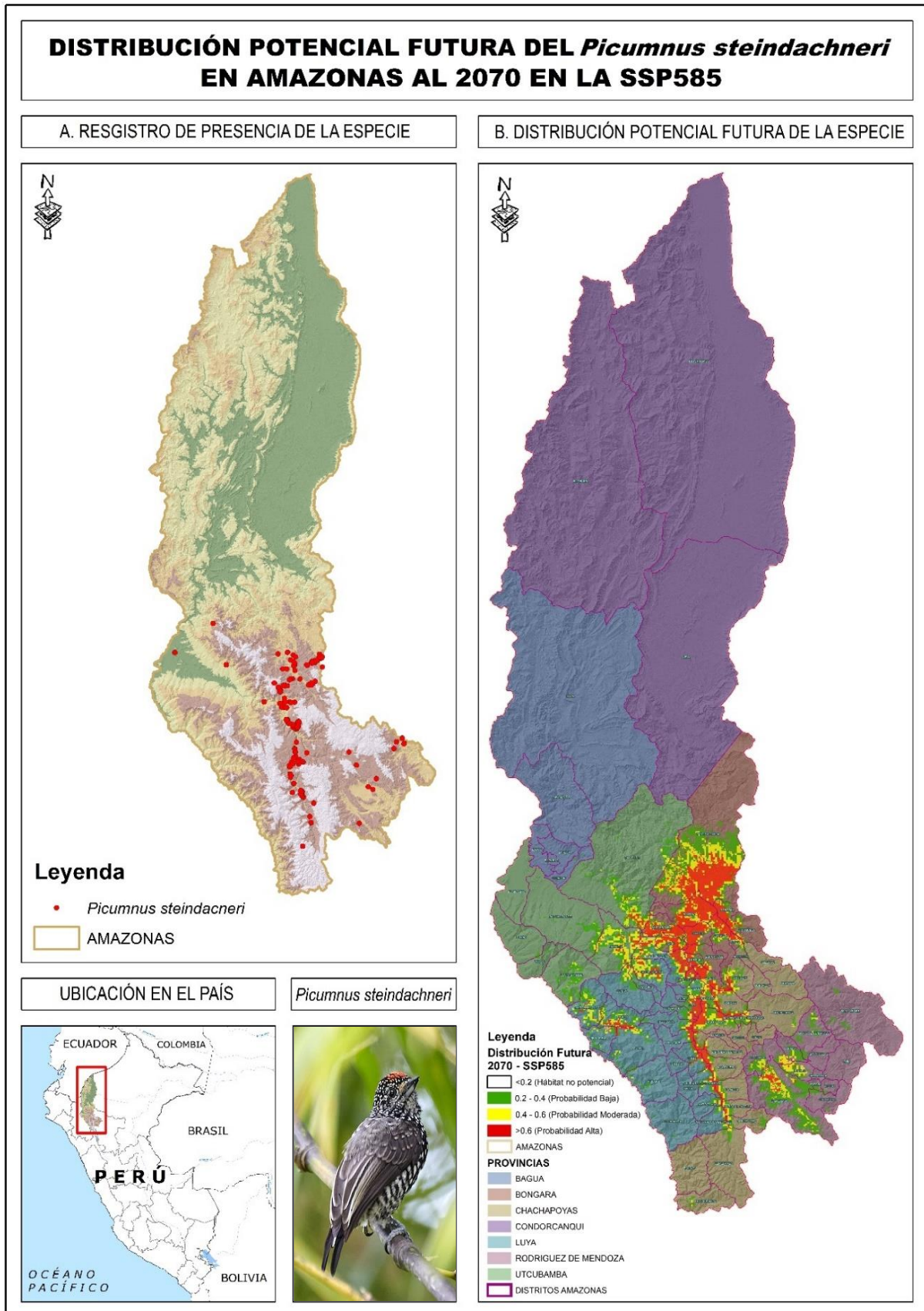
**Figura 24**

*Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP245*



**Figura 25**

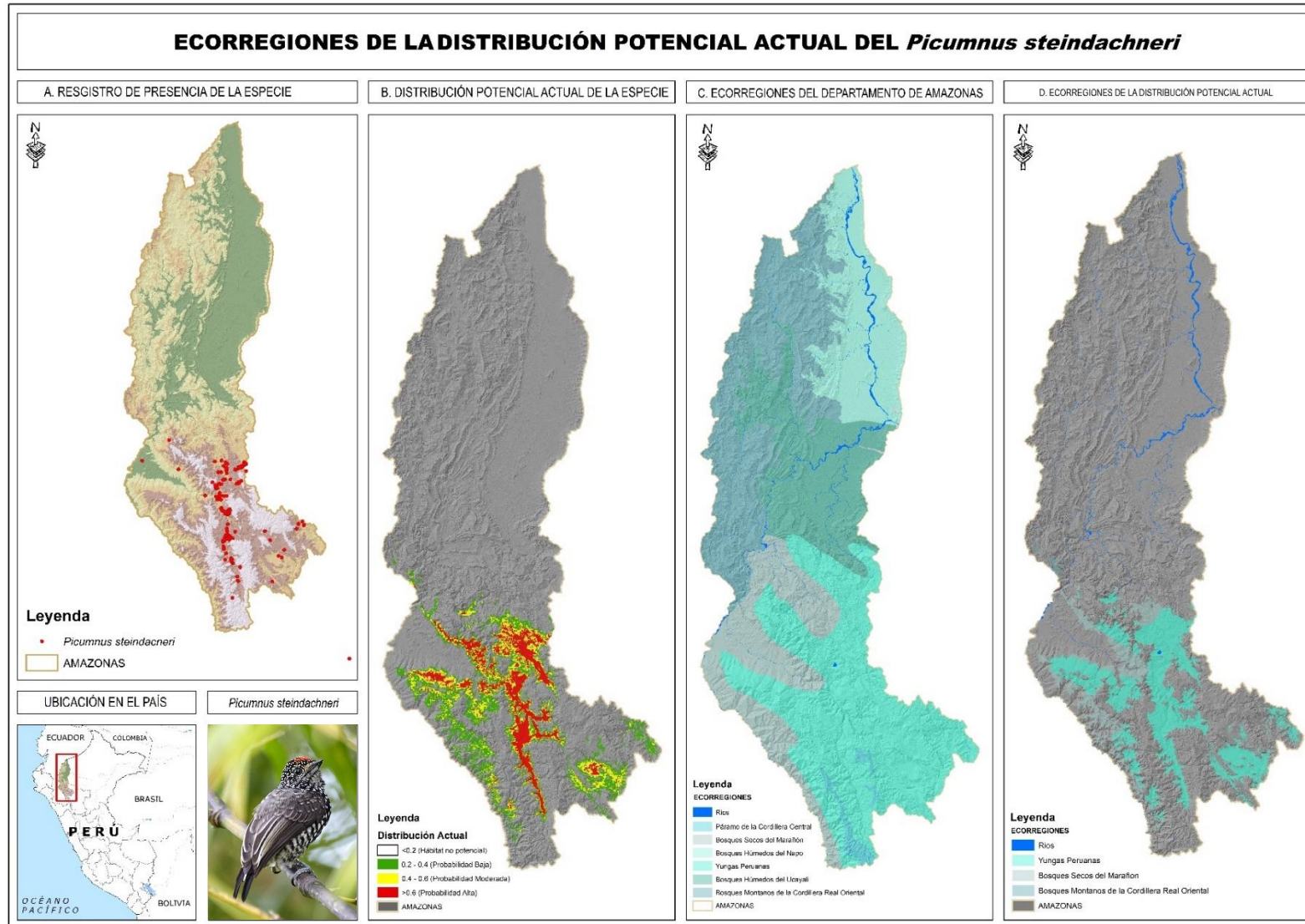
*Ubicación provincial y distrital de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP585*





**Figura 27**

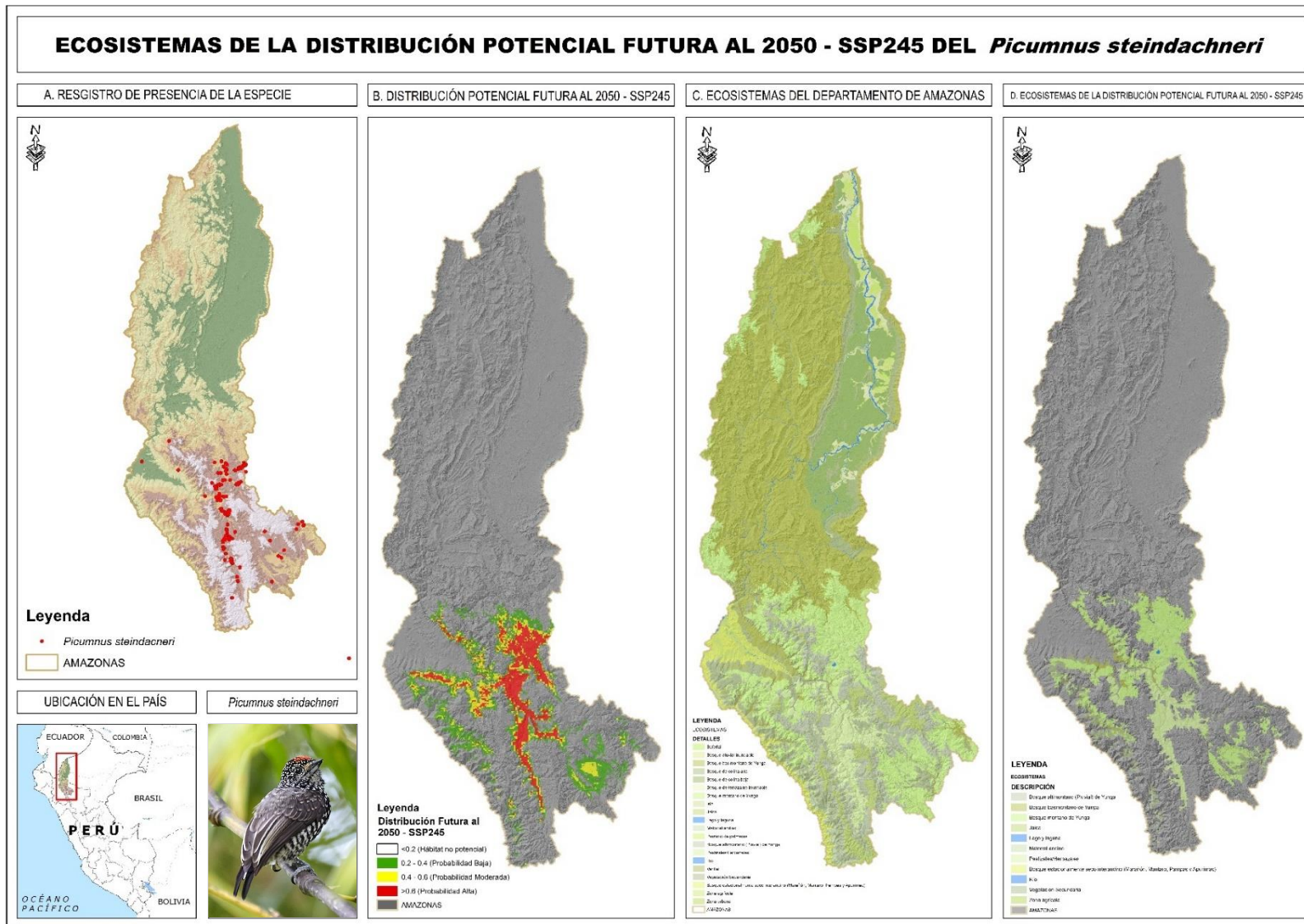
*Ecorregiones de la distribución potencial actual del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas*





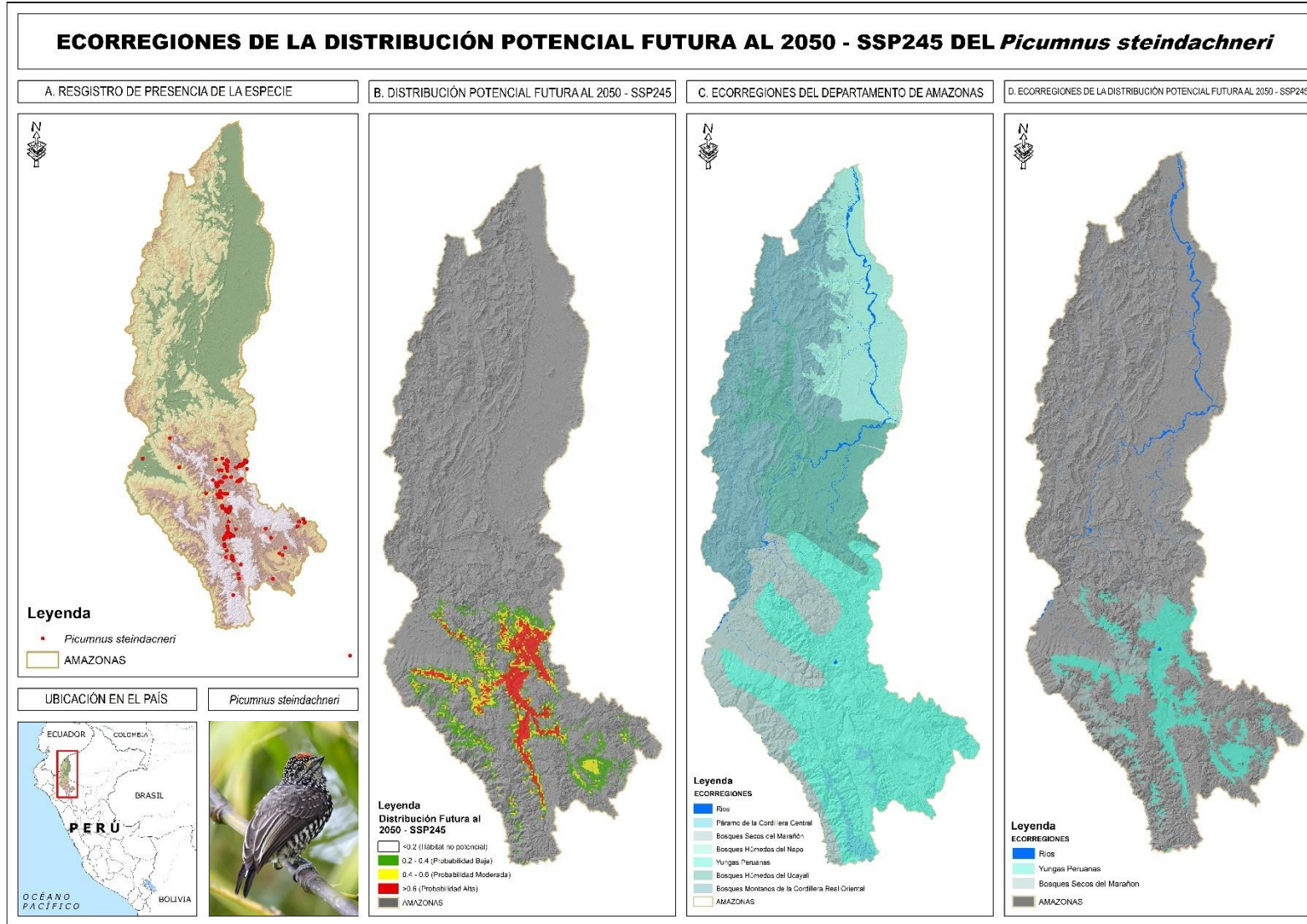
**Figura 28**

*Ecosistemas de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP245*



**Figura 29**

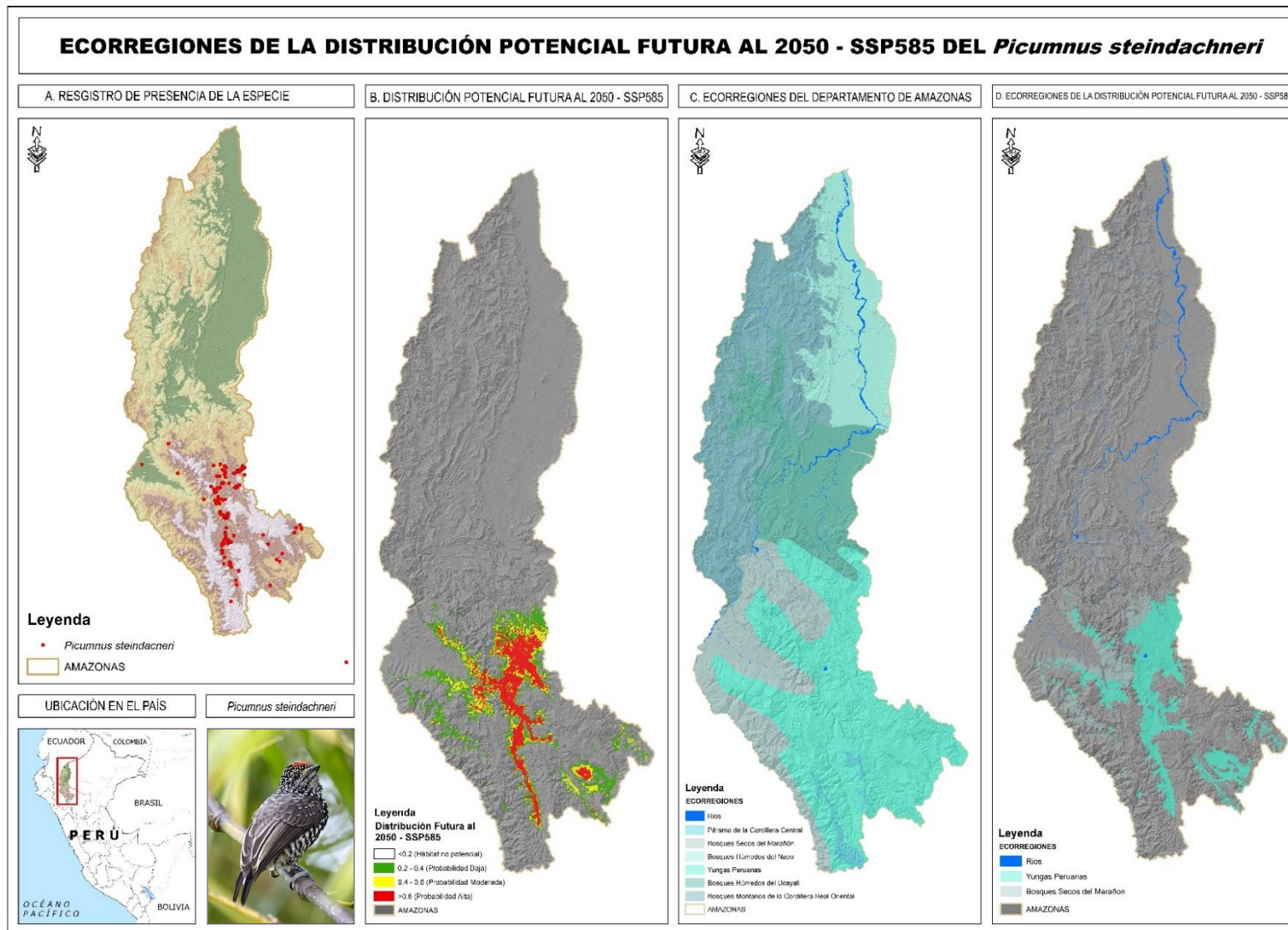
*Ecorregiones de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP245*





**Figura 31**

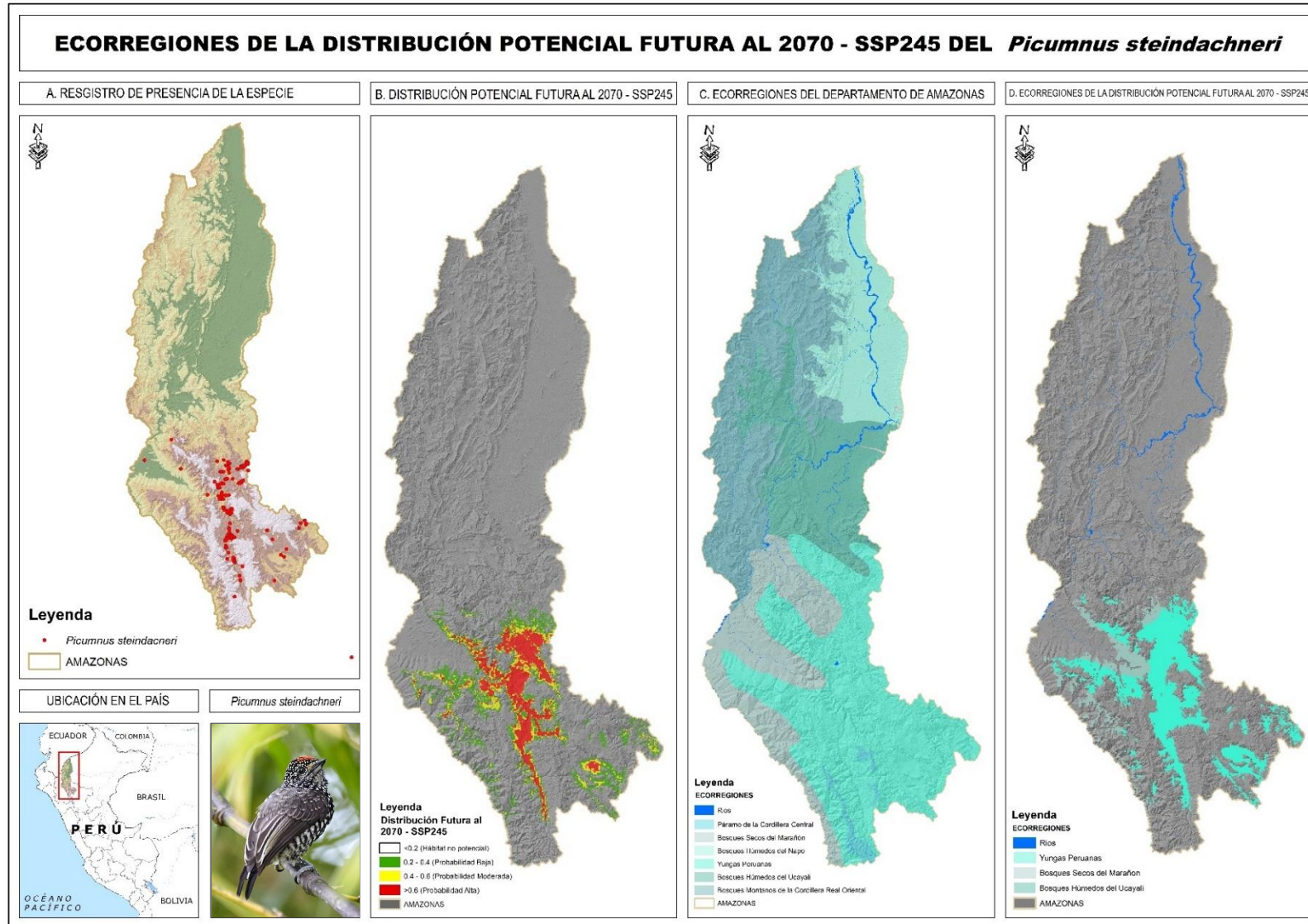
*Ecorregiones de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2050 en el SSP585*





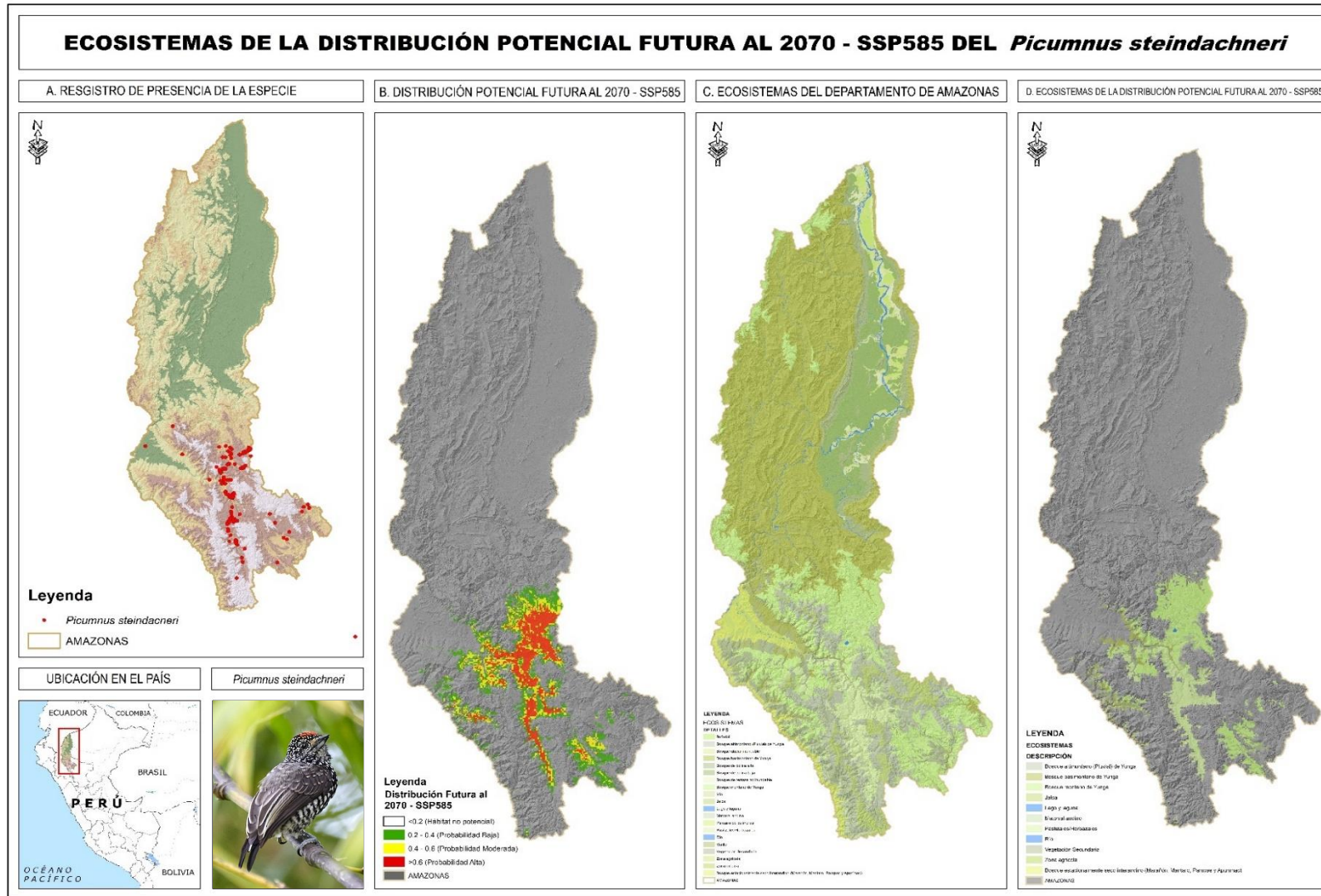
**Figura 33**

*Ecorregiones de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP245*



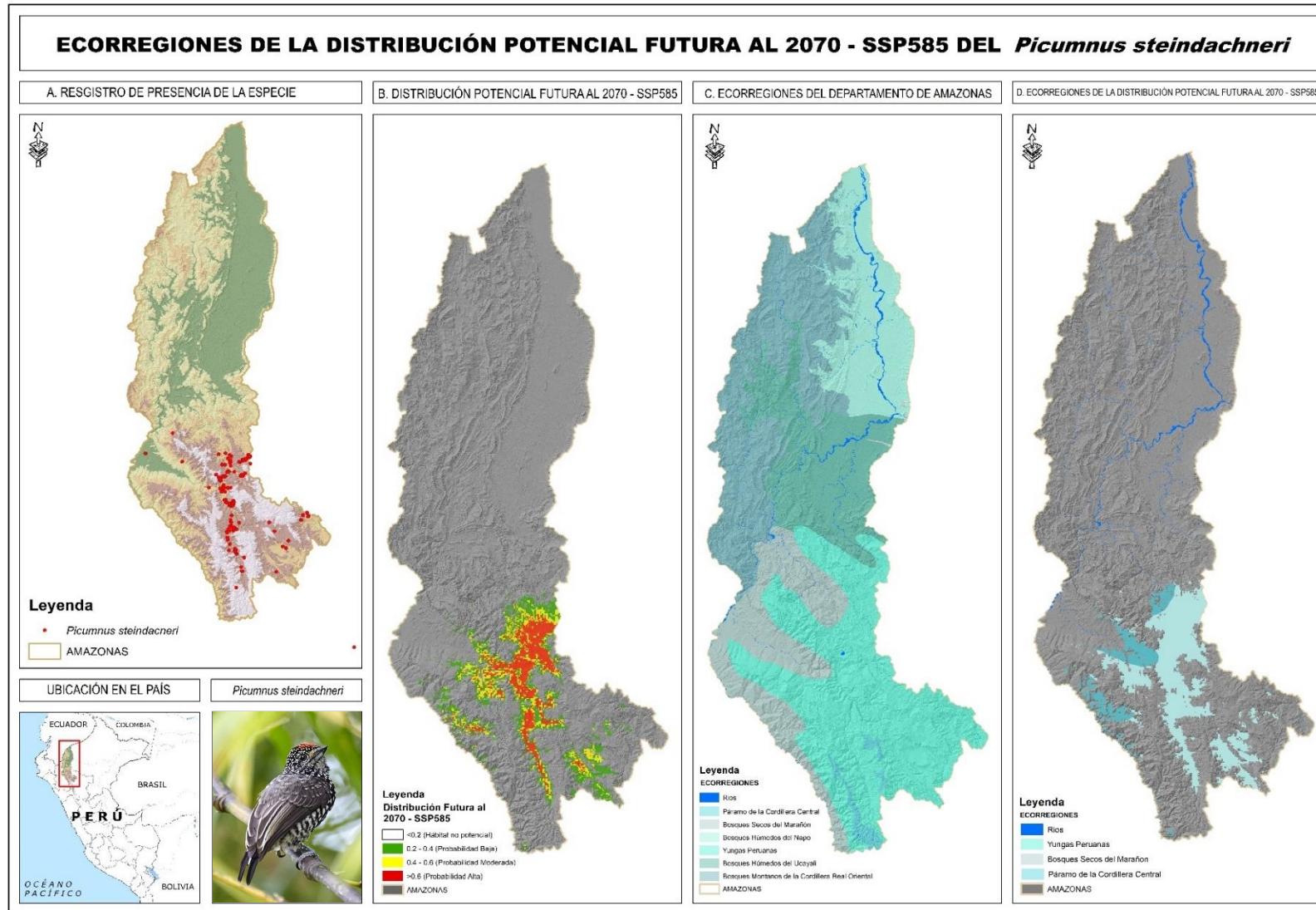
**Figura 34**

*Ecosistemas de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2070 en el SSP585*



**Figura 35**

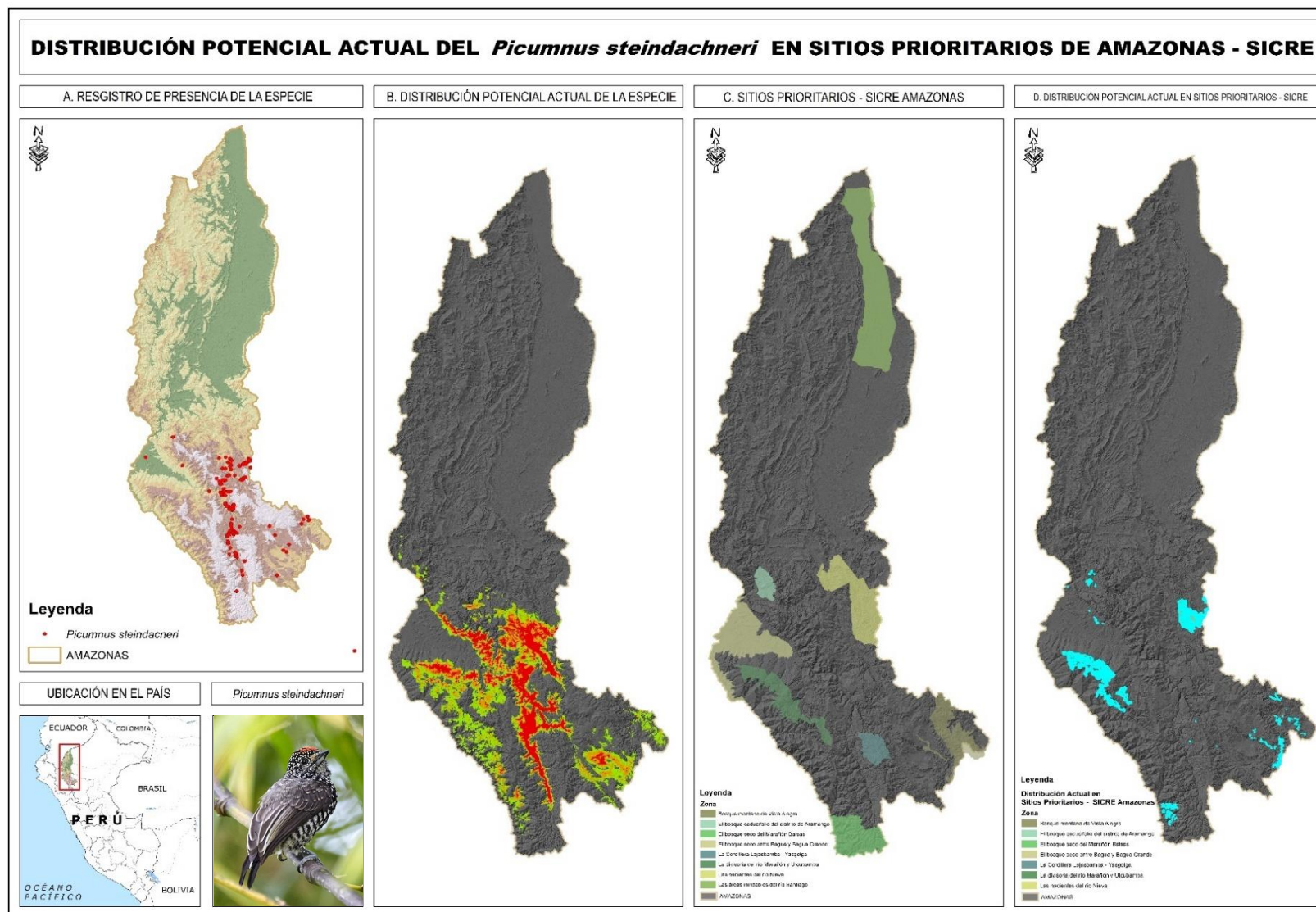
*Ecorregiones de la distribución potencial futura del *Picumnus steindachneri* a nivel de Amazonas al 2 070 en el SSP585*





**Figura 36**

*Sitios prioritarios para conservación identificados por el SICRE*



### ANEXO 3: Especies estudiadas sobre SDM

**Tabla 31**

#### Especies estudiadas sobre su distribución espacial en el mundo

Hallazgo			Año	Ciudad/País	Autor (es)
Loro yucateco ( <i>A. xantholora</i> )	Loro cabeza amarilla ( <i>A. oratrix</i> )		2014	México	Plasencia-Vázquez et al
<i>Geositta peruviana</i>			2014	Perú	Aranat et al
<i>Ibis eremita</i>			2017	Málaga	Benítez-Barrios et al
Alondra totovía ( <i>Lullula arborea</i> )			2018	Francia	Duflot et al
<i>Andigena laminirostris</i>	<i>Cephalopterus penduliger</i>	<i>Ramphastos ambiguus</i>	2019	Ecuador	Varela Largo, S.
<i>Campephilus gayaquilensis</i>	<i>Pyrrhura albipectus</i>				
<i>Dryocopus martius</i>	<i>Sitta europaea</i>	<i>Dendrocopos minor</i>	2019	Irán	Moradi et al
<i>Dendrocopos major</i>	<i>Picus viridis</i>				
<i>Campephilus gayaquilensis</i>	<i>Atilla torridus</i>	<i>Pyrrhura orcesi</i>	2020	Loja/Ecuador	Quezada Figueroa, A. W.
<i>Psittacara erythrogenys</i>	<i>Crypturellus transfasciatus</i>	<i>Hylocryptus erythrocephalus</i>			
<i>Brotogeris pyrrhoptera</i>	<i>Chaetocercus berlepschi</i>	<i>Carduelis siemiradzki</i>			
<i>Ortalis erythroptera</i>	<i>Pseudastur occidentalis</i>	<i>Leptotila ochraceiventris</i>			
<i>Synallaxis tithys</i>	<i>Chaetocercus bombus</i>	<i>Onychorhynchus occidentalis</i>			
Saltarín gorgiblanco ( <i>Corapipo leucorrhoea</i> )			2020	Colombia	Gaitán y Losada
<i>Aulacorhynchus huallagae</i>	<i>Asthenes dorbignyi</i>		2020	La Libertad, Perú	Pollack, Saldaña y Vallejos
	<i>huancavelicae</i>				

---

<i>Aglaeactis aliciae</i>	<i>Scytalopus unicolor</i>				
<i>Chloephaga picta</i>	<i>Cyanoliseus patagonus</i>	<i>Vultur gryphus</i>	2022	Argentina	Buzzi, Quezada y Vilchis
<i>Chloephaga policephala</i>	<i>Speculanas specularis</i>				
<i>Pluvianellus socialis</i>	<i>Podiceps gallardoi</i>				
<i>Agriornis albicauda</i>	<i>Microspingus alticola</i>	<i>Vultur gryphus</i>	2022	Perú	Romero, M. A. C.
<i>Cinclodes palliatus</i>	<i>Poospiza rubecula</i>	<i>Zaratornis stresemanni</i>			
<i>Amazilia luciae</i>			2023	Honduras	Osorto-Nuñez, M.

---

