

Cambio climático y biodiversidad en los bosques secos del noroccidente peruano

Alejandra Cuentas

Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima

alejandra.cuentasr@puccp.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-5601-9910>

Introducción

El cambio climático no se puede desvincular de los bosques, de sus procesos ni de sus problemas. Según la Fundación M. J. Bustamante De La Fuente (2010), el Perú es uno de los países más vulnerables al cambio climático. Una de las razones es por la riqueza y endemismo de su biodiversidad, al igual que otros países de América Latina (Uribe, 2015). Según el Ministerio del Ambiente (MINAM) (2015), el cambio climático consiste en un gran desafío para los bosques, pues se busca evitar mayores concentraciones de emisiones de los GEI (Gases de Efecto Invernadero) para conservar biodiversidad y apuntar a una sostenibilidad. Los bosques cumplen un rol de reservorios (absorción del carbono de la atmósfera) para la mitigación de los efectos del cambio climático, función que peligra por deforestación y degradación forestal (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación, FAO, 2010).

La biodiversidad de los bosques, caracterizada por su variedad en formas de vida, es fundamental para la adaptación de estos ecosistemas a los efectos del cambio climático, sin embargo, las especies también se ven

afectadas y con ello las posibilidades de resistir a los cambios (FAO, 2010; Vallejo *et al.*, 2013). En el contexto del cambio climático, “la biodiversidad mundial se enfrenta hoy a la mayor extinción registrada en los últimos 65 millones de años producto de los fuertes cambios ambientales asociados al rápido aumento de la población humana” (Maass *et al.*, 2019, p. 9). Es así que se hace necesario que la ciencia haga uso de las bases de la biogeografía, cuya unidad de estudio principal es la distribución de especies sobre la superficie terrestre, y por ello una herramienta en el manejo y conservación de la biodiversidad (Ehrlen y Morris, 2015).

Según el MINAM (2013, citado en la FAO, 2016, p. 26), los bosques secos son uno de los grandes ecosistemas forestales prioritarios vulnerables al cambio climático a nivel nacional. Uno de sus graves efectos es, por ejemplo, la desertificación, que a su vez afectaría a la productividad forestal e incluso a comunidades y poblaciones humanas que co-habitan con el bosque (Llerena *et al.*, 2014). Los bosques secos, además de su importancia ecológica, también tienen un valor socioeconómico: son una fuente de productos y servicios para el sustento de muchas familias campesinas (FAO, 2016), pero aún se tiene poco conocimiento sobre ellos, con vacíos en aspectos físicos y biológicos (Sánchez *et al.*, 2013).

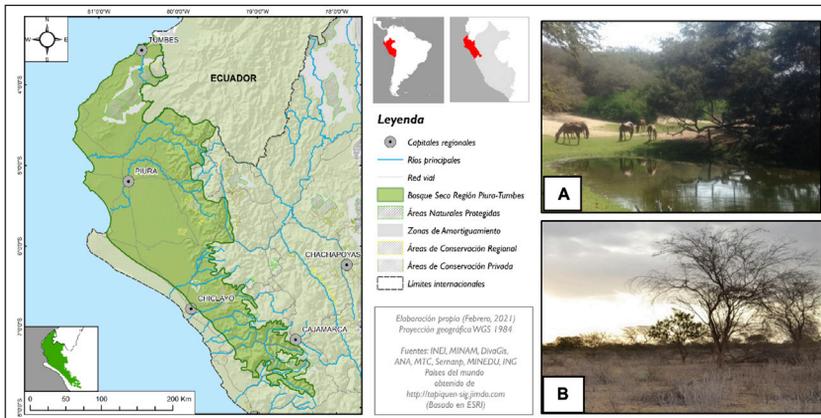
Es así que hay una fuerte vinculación entre las presiones locales con el fenómeno global del cambio climático, pues “la depredación del recurso forestal maderable en bosques secos del norte de nuestro país, provocaría la ruptura del equilibrio natural de este ecosistema, acentuándose más los problemas producidos por el cambio climático (...)” (OSINFOR, 2018, p. 62). Por tanto, el objetivo de este estudio consiste en describir y analizar los efectos del cambio climático en una muestra de la biodiversidad de la ecorregión del bosque seco del noroeste peruano: el bosque seco Tumbes-Piura, que forma parte del bosque seco ecuatorial. Estos resultados se muestran en la potencialidad de distribución presente y futura de cada especie vegetal y animal.

Materiales y métodos

El área de estudio se delimita al bosque seco del noroccidente peruano. De acuerdo con la clasificación de Brack (1986), el Ministerio del Ambiente elaboró el mapa de Ecorregiones del Perú, en el cual se incluye el Bosque Seco Ecuatorial (BSE). En el Perú, el BSE se compone de los bosques secos de la región Tumbes-Piura (bosques secos aledaños al Pacífico), y los bosques secos del Maraón. Los primeros están en el noroccidente peruano (figura 1). Según Conservamos por la Naturaleza (2018), los bosques secos Tumbes-Piura se encuentran entre los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y La Libertad. La particularidad biológica de estos ecosistemas es su alto nivel de endemismo.

Figura 1

Mapa de ubicación de la ecorregión Bosque Seco Piura-Tumbes (noroccidente peruano)



Nota. A. Bosque seco del ACP El Cañoncillo, La Libertad (foto propia). B. Bosque Seco del ACR Huacrupe La Calera, Olmos, Lambayeque (foto: Arturo Salazar, foto publicada con el permiso del autor).

En los últimos años se ha evidenciado amplio interés en la predicción de las condiciones ambientales del hábitat de las especies debido a

diversos fenómenos que le afectan. Por medio de modelos representados cartográficamente, se determina la idoneidad del hábitat para una especie con base en una serie de variables o predictores ambientales (Franklin, 2009). Es así que se han desarrollado técnicas estadísticas aplicadas a la ciencia de la biogeografía (Pliscoff y Fuentes-Castillo, 2011; Scheldemann y van Zonneveld, 2010), las cuales se representan en los Modelos de Distribución de Especies (MDE). Las técnicas de modelamiento se basan en algoritmos, y en este caso, en el algoritmo de MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006). Este software se basa en el principio de máxima entropía (PME) desarrollado por Shannon (1948), es decir la distribución de máxima probabilidad sujeta a la información establecida en forma de restricciones (Torres y Jayast, 2010), siendo estas las variables climáticas.

Se requieren tres insumos: localidades georreferenciadas; variables ambientales; y algoritmo de MaxEnt.

El primero son las localidades con coordenadas de latitud y longitud, que se pueden obtener de diversas bases de datos o incluso de colectas de campo. En este caso se trabajó con la fuente más utilizada y de mayor información a nivel mundial, *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF). Se requirió información con alta precisión de referencia espacial de todas las especies seleccionadas (tabla 1).

El segundo insumo, los predictores ambientales, corresponden a variables bioclimáticas obtenidas de *Worldclim* (Hijmans *et al.*, 2005). Si bien existen otras bases de datos que ofrecen información detallada, *Worldclim* es una de las pocas con información bioclimática estimada a futuro y, por ello, es ampliamente utilizada en estudios de modelamiento. Las variables usadas fueron de resolución espacial de 30 arco-segundos (aproximadamente 900 m x 900 m dependiendo de la latitud). En total son 19 variables bioclimáticas (tabla 1) modeladas para presente y con estimaciones a futuro. Dichas estimaciones varían de acuerdo con los diferentes *Modelos Climáticos Globales* (GCM por sus siglas en inglés) y con base en cuatro escenarios de *Vías de Concentración Representativas* (RCP por sus siglas en inglés), que van desde el escenario más optimista,

donde se lograría una reducción de las emisiones de GEI, hasta el más pesimista, donde se esperan resultados drásticos de las emisiones debido a su incremento (manifestado en unidades de W/m^2) (Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD), 2017). Los cuatro RCP son: 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5 (W/m^2), y en este estudio se ha utilizado los dos más extremos: 2.6 y 8.5. Además, se utilizó el GCM *Community Climate System Model* versión 4 (CCSM4), modelo desarrollado por la *National Science Foundation* (NSF), *Department of Energy* (DOE), *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) y la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), siendo el más utilizado en estudios de modelamiento en Estados Unidos, y cuya información está en Hoffman *et al.* (2006).

El último insumo es el algoritmo de MaxEnt, uno de los más aplicados para trabajos de modelamiento, que busca obtener la máxima distribución bajo un rango de probabilidad. En biogeografía es considerado una herramienta de mayor utilidad en la proyección de distribuciones futuras con base en variables ambientales. Este software ejecuta modelos con rangos de probabilidad 0 a 1 de presencia potencial en el espacio analizado, donde más cerca de 1 se refiere a mayor potencialidad. Asimismo, cada modelo cuenta con un umbral, es decir un valor de mínima probabilidad hasta el cual no es posible la presencia de la especie. Por otro lado, los modelos vienen acompañados de otros resultados como el Área bajo la Curva (AUC), un parámetro que es indicador de la eficiencia del modelo, siendo los valores entre 0.7 a 0.8 un nivel aceptable del modelo, entre 0.8 a 0.9 buena, y de 0.9 a más es una interpretación de eficiencia excelente (Scheldeman y van Zonneveld, 2010). Por último, para cada especie se aplicó la correlación de Pearson para eliminar variables con más de 0.8 de correlación. En la tabla 2 se pueden observar las variables seleccionadas por cada especie y el porcentaje de contribución para el modelo final, mientras que en la *figura 2* muestra el flujo metodológico de la investigación.

Tabla 1

*Variables bioclimáticas utilizadas en el modelamiento
(obtenidas de la plataforma Worldclim)*

Variables bioclimáticas		Especies		
		Especie	Nombre común	Estado de conservación
BIO 1	Temperatura promedio mensual	<i>Bursera graveolens</i>	palo santo	LC
BIO 2	Rango medio diario (temp. Máx.-temp. Mín.; promedio mensual)	<i>Cappari cordis crotonoides</i>	vichayo	--
BIO 3	Isotermalidad (BIO1/BIO7)*100	<i>Colicodendron scabridum</i>	sapote	LC
BIO 4	Estacionalidad en temperatura (coeficiente de variación)	<i>Cordia lutea</i>	overo	LC
BIO 5	Temperatura máxima del período más caliente	<i>Loxopterygium huasango</i>	gualtaco	--
BIO 6	Temperatura mínima del período más frío	<i>Parkinsonia aculeata</i>	palo verde	LC
BIO 7	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)	<i>Pithecellobium excelsum</i>	chaquiroy	LC
BIO 8	Temperatura media en el trimestre más lluvioso	<i>Prosopis sp.</i>	algarrobo	--
BIO 9	Temperatura promedio en el trimestre más seco	<i>Schinus molle</i>	molle	LC
BIO 10	Temperatura promedio en el trimestre más caluroso	<i>Vachellia macracantha</i>	faique	LC

Variables bioclimáticas		Especies		
		Especie	Nombre común	Estado de conservación
BIO 11	Temperatura promedio en el trimestre más frío	<i>Vallesia glabra</i>	cuncuno	LC
BIO 12	Precipitación anual	<i>Boa constrictor ortonii</i>	boa constrictora	LC
BIO 13	Precipitación en el período más lluvioso	<i>Burhinus superciliaris</i>	huerequeque	LC
BIO 14	Precipitación en el período más seco	<i>Lycalopex sechurae</i>	zorro costeño	NT
BIO 15	Estacionalidad de la precipitación (Coeficiente de variación)	<i>Ochthoeca piurae</i>	pitajo de Piura	LC
BIO 16	Precipitación en el trimestre más lluvioso	<i>Odocoileus virginus</i>	venado cola blanca	--
BIO 17	Precipitación en el trimestre más seco	<i>Penelope albipennis</i>	pava aliblanca	EN
BIO 18	Precipitación en el trimestre más caluroso	<i>Phytotoma raimondi</i>	cortarrama peruana	VU
BIO 19	Precipitación en el trimestre más frío	<i>Sciurus stramineus</i>	ardilla nuca blanca	--
		<i>Tamandua mexicana</i>	oso hormiguero	LC
		<i>Tremarctos ornatus</i>	oso andino	VU

Nota. Lista de especies seleccionadas y estado de Conservación según la lista roja de la UICN: Preocupación menor (LC); Vulnerable (VU); Casi Amenazada (NT), En peligro (EN).

Resultados y análisis

Según la tabla 2 se puede observar que las variables de mayor contribución para especies vegetales son BIO15, BIO16, BIO19, BIO6 y BIO7, es decir que la mayoría se podría ver afectada por cambios en patrones de precipitación. En el caso de especies animales, hay mayor dispersión de la contribución de las variables, pero también se puede hablar de una fuerte influencia de BIO7, BIO15, BIO16 y BIO19.

Según los resultados, dos de las 11 especies vegetales y cinco de las 10 especies animales presentan un potencial aumento en su área de distribución espacial, mientras que la mayoría de las otras especies, entre vegetales y animales, presentan una disminución potencial, es decir, podrían verse afectadas negativamente por el cambio climático. Aquellas con un aumento potencial de su área de distribución, así como idoneidad de hábitat medianos o muy altos, serían las especies *B. graveolens* y *Prosopis sp.* Estas se caracterizan porque su aumento potencial a futuro sería más alto que el escenario presente —particularmente *B. graveolens*— indicando que podría haber un efecto positivo de la variabilidad climática en ellas. La única especie animal que muestra un alto aumento de área potencial e idoneidad de hábitat es *B. c. ortonii*, mientras que *B. superciliaris* y *P. raimondi* muestran un potencial aumento moderado. Dos de los mamíferos estudiados *T. mexicana* y —*T. ornatus*— si bien muestran también un crecimiento en su área potencial e idoneidad de hábitat, no es tan amplio como en las especies anteriores, sino más bien se trata de un cambio mínimo. Es importante recalcar que este análisis se basa únicamente en el área potencial obtenida con valores de idoneidad de 0.7 a 1, es decir usando un umbral alto. Si se tienen en cuenta los datos de toda el área potencial usando el umbral de percentil 10 (obtenido por MaxEnt), es decir como resultados binarios (solo presencia-ausencia), se puede observar que varias de las especies mencionadas disminuyen su área potencial de distribución.

El resto de especies presentan una disminución potencial de su área de distribución, y con ello una disminución de su idoneidad de hábitat. En este caso se puede diferenciar a las especies en dos grupos: 1) aquellas que presentan una disminución de área y de idoneidad de hábitat, pero aún hay un considerable porcentaje de ocupación de área, a pesar de que algunos casos muestran una drástica reducción. Las especies más resaltantes de este grupo son: *C. scabridum*, *L. huasango*, *P. aculeata*, *S. molle*, *V. macracantha*, *V. glabra*, *L. sechurae* y *P. Raimondi*. 2) Especies que a futuro tendrían muy poco porcentaje de ocupación de área (> 5%), que podrían ser de mayor preocupación de acuerdo con los resultados de los modelos, y en varios casos con una idoneidad de hábitat a futuro casi nula. Estas especies son: *C. crotonoides*, *C. lutea*, *P. excelsum*, *O. piurae*, *P. albipennis* y *S. stramineus*. En el caso de la especie *O. virginicus*, si bien presenta un área potencial de distribución para el escenario presente y futuro, su idoneidad no alcanza los valores del umbral utilizado (0.7), por lo cual se considera que no ha tenido aumento o disminución. Los resultados se presentan en mapas de distribución potencial y una tabla con los datos cuantitativos en hectáreas y porcentajes. Los mapas por cada especie se muestran en tres divisiones: a) distribución potencial presente, b) distribución potencial futura según RCP 2.6, y c) distribución potencial futura según RCP 8.5 (figura 2). Asimismo, cada especie cuenta con información básica y, sobre todo, con las observaciones más importantes de los modelos, además de las fuentes de los datos.

Tabla 2
Variables ambientales seleccionadas por cada especie
(basado en el porcentaje de contribución y en la correlación de Pearson)

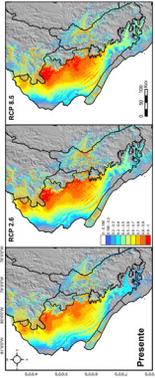
Especie	B. graveolens	C. crotonoides	C. scabridum	C. lutea	L. huasango	P. aculeata	P. excelsum	Prosopis sp.	S. molle	V. macracantha	V. glabra
BIO 1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1.3 %	--
BIO 2	--	--	--	--	--	16.4 %	--	--	--	3.2 %	2.9 %
BIO 3	16.8 %	0.7 %	7.7 %	1.9 %	1.3 %	0.2 %	3.6 %	3.8 %	2.5 %	37.3 %	1.8 %
BIO 4	10.9 %	--	--	--	--	27.6 %	--	--	--	6.2 %	10.4 %
BIO 5	--	--	--	0.6 %	--	--	--	--	4.4 %	--	--
BIO 6	16.5 %	--	--	--	--	--	--	33.0 %	80.4 %	--	--
BIO 7	--	38.2 %	29.3 %	37.5 %	27.1 %	--	39.8 %	7.8 %	4.5 %	--	--
BIO 8	--	4.7 %	5.4 %	--	1.7 %	20.2 %	2.3 %	--	--	--	15.9 %
BIO 9	--	2.8 %	3.8 %	--	4.2 %	--	1.8 %	--	--	--	6.2 %
BIO 10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
BIO 11	--	--	--	--	--	0.4 %	--	--	--	--	--
BIO 12	--	--	--	--	8.7 %	--	10.0 %	--	--	--	17.6 %

Especie	<i>B. graveolens</i>	<i>C. crotonoides</i>	<i>C. scabridum</i>	<i>C. lutea</i>	<i>L. huasango</i>	<i>P. aculeata</i>	<i>P. excelsum</i>	<i>Prosopis sp.</i>	<i>S. molle</i>	<i>V. macracantha</i>	<i>V. glabra</i>
BIO 13	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
BIO 14	8.8 %	--	--	--	2.7 %	--	0.5 %	3.2 %	--	7.5 %	--
BIO 15	8.3 %	16.4 %	12.3 %	21.8 %	43.2 %	0.3 %	16.0 %	--	0.4 %	0.4 %	15.0 %
BIO 16	34.8 %	18.7 %	30.8 %	12.9 %	--	33.6 %	--	29 %	7.7 %	26.8 %	--
BIO 17	--	--	2.3 %	--	--	--	--	--	--	--	--
BIO 18	2.9 %	1.4 %	0.2 %	--	0.5 %	1.3 %	1.7 %	0.7 %	--	0.6 %	4.4 %
BIO 19	1.0 %	17.1 %	8.1 %	21.7 %	10.7 %	--	24.3 %	22.4 %	--	16.8 %	25.7 %
Especie	<i>B. c. ortonii</i>	<i>B. superciliaris</i>	<i>L. sechurae</i>	<i>O. piurae</i>	<i>O. virginaus</i>	<i>P. albipennis</i>	<i>P. raimondi</i>	<i>S. stramineus</i>	<i>T. mexicana</i>	<i>T. ornatus</i>	
BIO 1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
BIO 2	24.4 %	--	--	--	--	--	--	--	1.4 %	2.6 %	
BIO 3	--	--	0.2 %	41.5 %	--	7.8 %	--	2.5 %	66.6 %	2.6 %	
BIO 4	4.3 %	--	--	--	--	--	--	--	--	40.1 %	
BIO 5	--	1.1 %	--	--	--	--	--	0.1 %	0.1 %	--	
BIO 6	--	--	--	25.2 %	--	--	--	4.9 %	5.9 %	--	

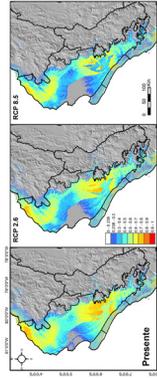
Especie	<i>B. graveolens</i>	<i>C. crotonoides</i>	<i>C. scabridum</i>	<i>C. lutea</i>	<i>L. huasango</i>	<i>P. aculeata</i>	<i>P. excelsum</i>	<i>Prosopis sp.</i>	<i>S. molle</i>	<i>V. macracantha</i>	<i>V. glabra</i>
BIO 7	--	14.4 %	16.9 %	3.0 %	53.5 %	14.9 %	10.6 %	33.9 %	--	--	
BIO 8	13.6 %	--	5.9 %	--	13.5 %	7.3 %	18.5 %	--	--	--	
BIO 9	1.0 %	7.8 %	1.4 %	--	2.0 %	4.7 %	0.2 %	--	--	--	
BIO 10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	50.5 %	
BIO 11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
BIO 12	--	--	24.2 %	--	--	12.2 %	--	26.7 %	--	--	
BIO 13	14.7 %	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
BIO 14	--	--	--	--	20.0 %	--	--	--	13.3 %	0.2 %	
BIO 15	33.2 %	1.3 %	35.3 %	13.3 %	1.2 %	42.6 %	--	6.4 %	--	2.6 %	
BIO 16	--	74.8 %	--	2.5 %	0.4 %	--	70.1 %	--	4.6 %	--	
BIO 17	--	--	--	--	--	--	--	0.1 %	--	--	
BIO 18	1.3 %	--	1.6 %	0.9 %	0.5 %	--	--	3.6 %	6.7 %	1.2 %	
BIO 19	7.5 %	0.6 %	14.6 %	13.5 %	8.9 %	10.4 %	0.7 %	21.9 %	1.3 %	0.3 %	

Figura 2
Mapas de modelamiento de Distribución de cada especie

Especie	<i>Bursaria graveolens</i>	Nombre común	palo santo	AUC	0.967	Umbral	0.186	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
<i>Información básica</i>								Presente	Futuro 2050 (RCP 2.6)	Futuro 2050 (RCP 8.5)			
Crece en los bordes de quebradas y en montañas bajas y medias de las costas de Ecuador y Perú. Su uso tradicional es el medicinal, y su madera seca se utiliza para producir objetos a mano y en fragancias.								Hectáreas	Hectáreas (%)	Hectáreas (%)			
Observaciones importantes								1 433 264.24	27.71	1 748 833.59	33.81	1 834 701.81	35.47
La especie <i>Bursaria graveolens</i> presentaría un notable aumento potencial al 2050. Se observa que dicho aumento de idoneidad de hábitat se podría dar en toda la ecorregión del bosque seco Plura - Tumbes, teniendo una mayor intensidad en la zona de Piura y al norte de Lambayeque. Si bien está bajo amenaza por factores antrópicos como cambio de uso de suelo y deforestación, el factor climático podría ser positivo para su distribución futura.								Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.h6xsk6 Manzano (2009)					
Especie	<i>Cappariacordis crotomoides</i>	Nombre común	vichayo	AUC	0.990	Umbral	0.236	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
<i>Información básica</i>								Presente	Futuro 2050 (RCP 2.6)	Futuro 2050 (RCP 8.5)			
Se utiliza localmente como leña y tiene potencial ornamental para jardinería. Tiene poca demanda de agua. Endémica del sur de Ecuador y norte de Perú (Amazonas, Cajamarca, La Libertad y Lambayeque).								Hectáreas	Hectáreas (%)	Hectáreas (%)			
Observaciones importantes								376 480.69	7.28	1 74 660.25	3.38	78096.11	1.51
La especie <i>Cappariacordis crotomoides</i> presenta una posible pérdida de área de distribución a futuro. El área de mayor idoneidad (0.7 a 1) no es muy alta en el escenario presente, y prácticamente se pierde gran parte para los dos escenarios futuros. Para el escenario más pesimista (RCP 8.5), se observan posibles cambios drásticos en el norte, centro y sur de la ecorregión del bosque seco.								Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.aw6pf8 Marcelo-Peña et al. (2010)					

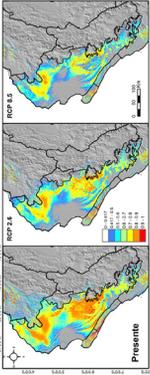
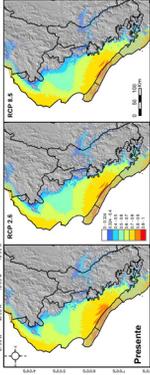


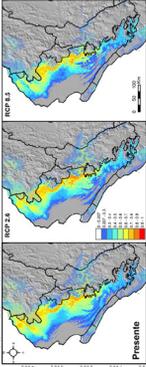
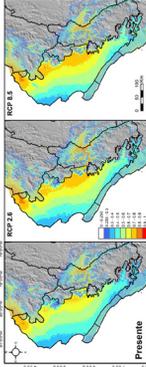
Área total presente = 4 504 274.18 ha /
 RCP 2.6 = 4 609 004.16 ha
 RCP 8.5 = 4 622 049.12 ha

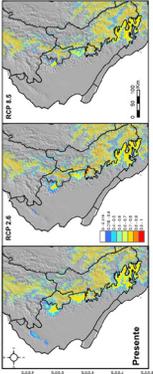
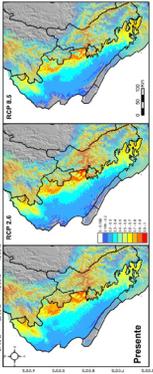


Área total presente = 4 203 320.21 ha /
 RCP 2.6 = 3 991 424.99 ha
 RCP 8.5 = 3 875 543.84 ha

Especie	<i>Colicodendron scabridum</i>	Nombre común	sapote	AUC	0.987	Umbral	0.368	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
								Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)			
								Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)		
								1 819 981.19	35.19	1 129 948.27	21.85	583 736.87	11.29
								<i>Observaciones importantes</i>					
								La especie <i>Colicodendron scabridum</i> presenta una disminución en su idoneidad de hábitat, siendo mucho más drástica en el escenario RCP 8.5. Principalmente se puede observar los cambios en el norte de la ecorregión (Tumbes) y en la zona centro (entre Piura y Lambayeque), siendo el porcentaje de pérdida casi de un 15% para el escenario más optimista y más del 20% para el escenario pesimista.					
								Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/d1e2sp4q Marcelo-Peña <i>et al.</i> (2010)					
Especie	<i>Cordia lutea</i>	Nombre común	overo	AUC	0.983	Umbral	0.199	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
								Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)			
								Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)		
								264 535.88	5.11	144 959.37	2.80	110 634.96	2.14
								<i>Observaciones importantes</i>					
								La especie <i>Cordia lutea</i> presenta una disminución principalmente en la zona centro y en la zona norte de la ecorregión (particularmente en el norte de Tumbes), y donde también disminuye la idoneidad de hábitat más alta. A pesar que las principales amenazas las constituyen actividades forestales y ganaderas, el cambio climático podría ser un determinante moderado en su distribución futura.					
								Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/d1j9ye9s Marcelo-Peña <i>et al.</i> (2010)					
								Se cultiva como planta ornamental y se le emplea como leña. Sus hojas y flores se usan localmente como medicinales para hepatitis y males de hígado, tifoidea y fiebre amarilla. Se distribuye en Colombia, Ecuador y Perú (Amazonas, Ancash, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Piura y Tumbes).					
								Área total presente = 4 367 894.85 ha / RCP 2.6 = 3 902 174.65 ha RCP 8.5 = 3 355 162.81 ha					
								Área total presente = 4 732 591.01 ha / RCP 2.6 = 4 628 717.83 ha RCP 8.5 = 4 515 587.92 ha					

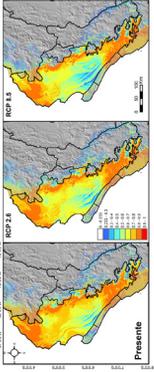
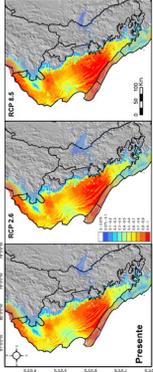
Especie	Nombre común	gualtaco	AUC	0.995	Umbral	0.417	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
<i>Loxopterygium huasango</i>		 <p> Área total presente = 4 123 054,51 ha / RCP 2.6 = 3 565 905,60 ha RCP 8.5 = 3 085 316,05 ha </p>	<p><i>Información básica</i></p> <p>Es una especie cuya madera es aprovechada por su valor comercial para la fabricación de muebles, entre otros productos. Es muy vulnerable a las largas sequías, ya que afecta a su floración. Tiene importantes propiedades medicinales, y es utilizado también para incienso y combustión.</p>				Presente	Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)		
							Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
							2 163 238,21	41.83	1 348 006,82,61	26,06	826 078,51	15,97
							<p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Loxopterygium huasango</i> presenta una notoria disminución según los modelos. En el escenario presente se encuentra potencialmente en gran parte del área de la ecorregión de bosque seco, con una idoneidad de hábitat alta (más del 40%). Sin embargo, para ambos escenarios futuros, pierde gran porcentaje de idoneidad debido al cambio climático, llegando incluso a disminuir en casi un 25 %.</p>					
							<p>Fuentes: GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.154668/dl.fvqvqf Cerrón <i>et al.</i> (2019) MAE & FAO (2014)</p>					
<i>Parkinsonia aculeata</i>		palo verde	AUC	0.887	Umbral	0.324	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
		 <p> Área total presente = 4 204 041,37 ha / RCP 2.6 = 4 223 060,27 ha RCP 8.5 = 4 187 532,23 ha </p>	<p><i>Información básica</i></p> <p>Sus hojas y flores son consumidas por ganado vacuno y caprino. Tiene alto potencial para jardinería y no demanda mucha agua. Su distribución se da en México, Paraguay, Ecuador y norte del Perú (Amazonas, Cajamarca, Lambayeque y Piura). Se desarrolla en zonas muy secas y en altitudes bajas.</p>				Presente	Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)		
							Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
							1 441 660,54	27,87	1 286 399,43	24,87	1 320 162,98	25,52
							<p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>Si bien el área potencial de distribución de la especie <i>Parkinsonia aculeata</i> no varía mucho en general, sí hay una disminución en su idoneidad más alta, ubicada en la zona centro-este de la ecorregión, en la región de Lambayeque. Se estima una mayor pérdida en el escenario optimista (RCP 2.6) que en el pesimista (RCP 8.5).</p>					
							<p>Fuentes: GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.154668/dl.179xbz, Marcelo-Peña <i>et al.</i> (2010)</p>					

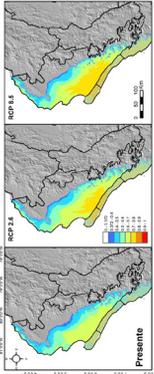
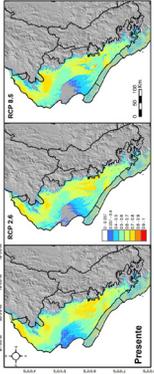
Especie	Nombre común	chaquiro	AUC	0.992	Umbral	0.207	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)				
<i>Pithecellobium excelsum</i>		 <p> Área total presente = 3 824 399,76 ha / RCP 2,6 = 3 427 843,30 ha RCP 8,5 = 3 265 565,76 ha </p>	<p><i>Información básica</i></p> <p>Es un arbusto caducifolio que mide entre 2 a 5 metros de altura. Su madera se usa para leña, carbón y para cercos vivos. Sus hojas y frutos son forraje para el ganado vacuno y caprino.</p>	<p>Presente</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>344 603,80 6,66</p>	<p>Futuro 2050 (RCP 2,6)</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>336 215,75 6,50</p>	<p>Futuro 2050 (RCP 8,5)</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>244 590,42 4,73</p>	<p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Pithecellobium excelsum</i> presenta una leve disminución de su idoneidad de hábitat para el escenario optimista (RCP 2,6), y una disminución moderada para el escenario pesimista (RCP 8,5). La zona de mayor reducción de idoneidad es en el norte de la ecorregión. En términos de superficie, podría haber una disminución mínima del área potencial de distribución.</p>				
<p>Fuentes: GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.59srwr Aguirre (2012)</p>							<p>Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)</p>				
<i>Prosopis sp.</i>		 <p> Área total presente = 4 787 309,13 ha / RCP 2,6 = 4 835 320,84 ha RCP 8,5 = 4 815 678,56 ha </p>	<p><i>Información básica</i></p> <p>Árboles muy apreciados por su leña y carbón. Crece en los ecosistemas de bosque secos, en ocasiones cerca de las riberas de cursos de agua. Distribución: entre 450 a 1 200 msnm. Puede sobrevivir de las aguas subterráneas por sus amplias raíces.</p>	<p>Presente</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>315 822,94 6,11</p>	<p>Futuro 2050 (RCP 2,6)</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>737 643,37 14,26</p>	<p>Futuro 2050 (RCP 8,5)</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>823 052,88 15,91</p>	<p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>En el caso de las especies de <i>Prosopis</i> (<i>P. pallida</i> y <i>P. juliflora</i>) muestran un potencial aumento a futuro de su área de distribución y de su idoneidad de hábitat, principalmente en el norte y centro-este de la ecorregión. La idoneidad de hábitat alta particularmente aumenta de forma importante, de un 6% a más de 15%, lo que hace entender que el factor climático podría ser beneficioso para estas especies.</p>				
<p>Fuentes: GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.ew3h8f Marcelo-Peña <i>et al.</i> (2010), Díaz (1995)</p>							<p>Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)</p>				

Especie	Nombre común	molle	AUC	0.902	Umbra	0.316	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
<i>Schinus molle</i>			<i>Información básica</i>				Presente	Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)		
			Especie muy utilizada para reforestación, con resistencia a sequías, heladas y suelos salinos. Se utiliza también para control de la erosión. Tiene un importante uso medicinal (por ejemplo, para el tratamiento de enfermedades venéreas y como jarabe para bronquitis) y ornamental.				Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
							389 201,43	7.53	351 494,61	6.80	328 855,27	6.35
							<i>Observaciones importantes</i>					
							La especie <i>Schinus molle</i> muestra que en cada escenario habría una progresiva pérdida de área de distribución. Si bien al norte de la ecorregión hay poca área y baja idoneidad, a futuro ya no habría potencial de hábitat en dicha zona. Es así que resalta la zona centro-este de la ecorregión, donde se reduce el área potencial, mientras que en el sur no hay una disminución, pero no es tan drástica.					
							Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.26wmg4 CONAFOR & CONABIO (s.l.)					
<i>Vachellia macracantha</i>		faique	AUC	0.938	Umbra	0.186	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
			<i>Información básica</i>				Presente	Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)		
			Se usa como leña y carbón, y en sistemas silvopastoriles. Tiene potencial ornamental y como sombra por su gran copa. Se distribuye en América del Sur en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, Ecuador y Perú (Amazonas, Apurímac, Cajamarca, Cusco, Lambayeque, La Libertad, Piura y Tumbes).				Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
							475 221,66	9.19	482 794,72	9.33	382 377,49	7.39
							<i>Observaciones importantes</i>					
							La especie <i>Vachellia macracantha</i> muestra una posible disminución de su área potencial y de su idoneidad de hábitat, pero en ambos casos es mínimo o moderado. Sin embargo, es importante considerar que para el escenario optimista podría haber un aumento de hábitat idóneo en la zona de estudio, lo cual mostraría que los cambios en el clima no serían tan drásticos para la especie bajo el RCP 2.6.					
							Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.y8c3fa Marcelo-Pena <i>et al.</i> (2010)					

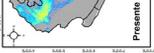
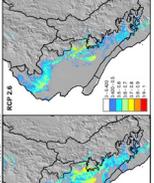
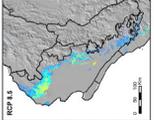
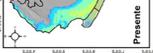
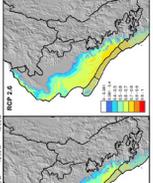
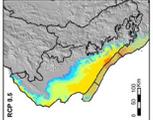
Área total presente = 1 040 695,02 ha /
RCP 2.6 = 811 840,35 ha
RCP 8.5 = 694 753,10 ha

Área total presente = 5 154 533,65 ha / RCP 2.6 = 5 024 085,81 ha
RCP 8.5 = 4 804 203,96 ha

Especie	<i>Vallesia glabra</i>	Nombre común	cuncuno	AUC	0.936	Umbral	0.233	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)			
	 <p>Área total presente = 5 015 395,45 ha / RCP 2,6 = 5 015 050,54 ha RCP 8,5 = 4 936 427,61 ha</p>			<p><i>Información básica</i></p> <p>Es un arbusto que se distribuye principalmente en América Tropical. Sus usos son medicinales y tiene importantes servicios ecosistémicos. Sobrevive en ambiente con poca fertilidad y alta erosión, siendo su hábitat principal el bosque seco y las quebradas. Además de su aporte medicinal tiene usos culturales.</p>	<p><i>Información básica</i></p> <p>Es considerada la boa peruana o boa macanache, siendo una subespecie de la Boa constrictor. Es una especie endémica del noroeste peruano y se distribuye desde Tumbes hasta las zonas montañosas de La Libertad y hasta el límite con Cajamarca. Es una especie terrestre que no se refugia en los árboles. Es una especie nocturna, ya que principalmente caza de noche.</p>	<p>Presente</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>3 130 101,41</p> <p>60,52</p> <p>2 612 599,07</p> <p>50,51</p> <p>2 280 416,47</p> <p>44,09</p>	<p>Futuro 2050 (RCP 2,6)</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>2 612 599,07</p> <p>50,51</p> <p>2 280 416,47</p> <p>44,09</p>	<p>Futuro 2050 (RCP 8,5)</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>2 280 416,47</p> <p>44,09</p>	<p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Vallesia glabra</i> muestra un cambio muy significativo en los dos escenarios futuros, siendo incluso el más pesimista donde se ven cambios más considerables. Si bien en los tres escenarios hay una distribución potencial alta, lo más resaltante es la idoneidad de hábitat, ya que gran parte de la ecorregión sería altamente idónea para el crecimiento y desarrollo de esta especie.</p>	<p>Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.vhh7kp Castañeda (2018)</p>	
Especie	<i>Boa constrictor orinonii</i>	Nombre común	boa constrictora	AUC	0.985	Umbral	0.075	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)			
	 <p>Área total presente = 4 357 958,12 ha / RCP 2,6 = 4 389 466,10 ha RCP 8,5 = 4 387 246,51 ha</p>			<p><i>Información básica</i></p> <p>Es considerada la boa peruana o boa macanache, siendo una subespecie de la Boa constrictor. Es una especie endémica del noroeste peruano y se distribuye desde Tumbes hasta las zonas montañosas de La Libertad y hasta el límite con Cajamarca. Es una especie terrestre que no se refugia en los árboles. Es una especie nocturna, ya que principalmente caza de noche.</p>	<p>Presente</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>1 927 469,63</p> <p>37,27</p> <p>2 290 571,91</p> <p>44,29</p> <p>2 577 916,99</p> <p>49,84</p>	<p>Futuro 2050 (RCP 2,6)</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>2 290 571,91</p> <p>44,29</p> <p>2 577 916,99</p> <p>49,84</p>	<p>Futuro 2050 (RCP 8,5)</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>2 577 916,99</p> <p>49,84</p>	<p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Boa constrictor orinonii</i> podría aumentar su área de distribución potencial para ambos escenarios futuros, siendo más resaltante el escenario pesimista. En cuanto al área de mayor idoneidad, si bien se sigue concentrando en el norte y centro de la ecorregión, podría mostrar graduales cambios positivos, ya que, según el modelo, podría aumentar en aproximadamente un 12%.</p>	<p>Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.gbmz58 iNaturalist.ec</p>		

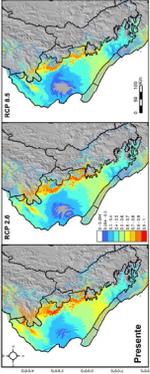
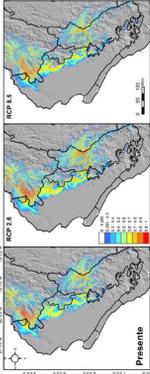
Especie	<i>Barthinus superciliaris</i>	Nombre común	huerequeque	AUC	0.966	Umbral	0.372	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
								Presente	Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)		
								Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
								0.00	0.00	417 636.29	8.07	780 780.92	15.10
								<i>Observaciones importantes</i>					
								<p>La especie <i>Barthinus superciliaris</i> presenta dos aspectos interesantes según los modelos. En primer lugar, hay un posible aumento del área potencial e idoneidad a futuro, que se visualiza claramente a lo largo de la corrección. Sin embargo, la idoneidad de hábitat es, en todos los escenarios, media o baja, superando por muy poco el 0.7 a futuro. Esto podría complicar la distribución y crecimiento de la especie.</p>					
								<p>Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.m4mb1s Conservamos por la Naturaleza (6.1)</p>					
Especie	<i>Lycalopex schuhræ</i>	Nombre común	zorro costero	AUC	0.996	Umbral	0.357	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
								Presente	Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)		
								Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
								549 285.24	10.62	395 172.37	7.64	442 710.30	8.56
								<i>Observaciones importantes</i>					
								<p>La especie <i>Lycalopex schuhræ</i> muestra una disminución moderada en su área de distribución y en su idoneidad de hábitat. Lo que se puede observar es que a futuro podría haber zonas de una idoneidad moderada a baja en comparación al escenario presente, así como también algunas áreas ya no serían aptas para su distribución.</p>					
								<p>Fuentes: GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.m4mb1s Conservamos por la Naturaleza (6.1)</p>					

Especie	<i>Ochthoeca pituata</i>	Nombre común	pitajo de Pituata	AUC	0.995	Umbral	0.228	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
	<p><i>Información básica</i></p> <p>Especie con un rango muy restringido y habita en zonas muy amenazadas por la reducción de área y cada vez de menor calidad. Es una especie endémica del Perú con una distribución desde Piura hasta Ancash. Se ha reportado su presencia en el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa (Lambayeque), y es muy necesario actualmente realizar más estudios poblacionales y ecológicos de la especie.</p>							Presente		Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)	
								Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
	<p>Área total presente = 1 580 061,91 ha / RCP 2,6 = 1 330 927,54 ha RCP 8,5 = 1 123 367,79 ha</p>							241 499,91	4,67	163 040,29	3,15	127 868,29	2,47
	<p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Ochthoeca pituata</i> presenta una distribución muy limitada al extremo Este de la ecorregión del bosque seco, y para futuro, dicha distribución podría disminuir aún más. Resalta además la pérdida potencial de área idónea que, si bien por cada escenario reduce aproximadamente 1%, esto es significativo teniendo en cuenta la poca área que presenta en relación con el total del área del bosque.</p>							<p>Fuentes: Serfor (2018) GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.bu534v</p>					
Especie	<i>Odocoileus virginianus</i>	Nombre común	venado cola blanca	AUC	0.918	Umbral	0.193	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
	<p><i>Información básica</i></p> <p>Especie de mamífero que habita distintos ecosistemas de América, y se le puede encontrar en los bosques húmedos tropicales de América Latina y bosques secos ecuatoriales del norte peruano. Su alimentación consiste en arbustos y hierbas. Si bien es objeto de persecución para la caza, no es considerada una especie en peligro.</p>							Presente		Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)	
								Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
	<p>Área total presente = 282 641,20 ha / RCP 2,6 = 192 548,14 ha RCP 8,5 = 43 331,20 ha</p>							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Odocoileus virginianus</i> muestra una distribución potencial muy limitada dentro del área de estudio, principalmente en la zona Este de la ecorregión y cerca de la zona límite del bosque seco. Lo interesante en este caso es que su idoneidad de habitar, bajo ningún escenario, supera el rango de idoneidad alta, es decir entre 0.7 a 1, presentando un 0% en los resultados.</p>							<p>Fuentes: GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.r93e25. Animalia.bio (2023)</p>					

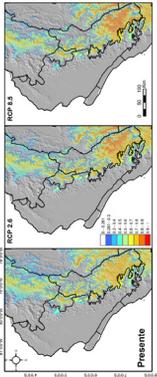
Especie	<i>Penelope albipennis</i>	Nombre común	pava aliblanca	AUC	0.996	Umbral	0.420	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
								Presente		Futuro 2050 (RCP 2.6)	Futuro 2050 (RCP 8.5)		
								Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
								133 851.55	2.59	70 070.70	1.35	36 099.86	0.70
	<i>Observaciones importantes</i>												
	La especie <i>Penelope albipennis</i> presenta claramente una disminución del área potencial hacia el 2050, perdiendo área principalmente en la zona centro de la ecorregión, donde está el departamento de Lambayeque. Hay una clara reducción en cuanto a superficie y hábitat idóneo, lo cual es alarmante teniendo en consideración que es una especie endémica, por lo que se estaría perdiendo prácticamente todo su hábitat a futuro.												
	Fuentes: GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.aevxxd4 . Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018). Servicio Forestal (SERFOR, 2016).												
Especie	<i>Phytotoma raimondi</i>	Nombre común	cortarrama peruana	AUC	0.992	Umbral	0.381	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
								Presente		Futuro 2050 (RCP 2.6)	Futuro 2050 (RCP 8.5)		
								Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)	Hectáreas	(%)
								83.20	0.002	263 245.44	5.09	883 149.55	17.08
	<i>Observaciones importantes</i>												
	La especie <i>Phytotoma raimondi</i> muestra un claro aumento de su área de distribución potencial a futuro. Sin embargo, resalta más el gran aumento de la idoneidad de hábitat, siendo prácticamente nula la idoneidad alta en el escenario presente, aumentando en más de 17% para el escenario RCP 8.5. La zona que mayor aumento presenta es en el centro-este de la ecorregión del bosque seco.												
	Fuentes: GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.9my85q . Romo et al. (2015). Extinción Animal												

Área total presente = 2 266 503.68 ha /
RCP 2.6 = 1 471 699.05 ha
RCP 8.5 = 972 445.37 ha

Área total presente = 2 129 206.51 ha /
RCP 2.6 = 2 542 617.63 ha
RCP 8.5 = 2 707 346.53 ha

Especie	<i>Sciurus stramineus</i>	Nombre común	ardilla nuca blanca	AUC	0.983	Umbral	0.264	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)			
	 <p>Presente</p> <p>RCP 2.6</p> <p>RCP 8.5</p>			<p><i>Información básica</i></p> <p>Especie que se distribuye desde el suroeste de Ecuador al noroeste de Perú, en un rango altitudinal entre 0 msnm a 2.300 msnm. Es de mediano tamaño y habita principalmente bosques secos y húmedos. No hay mucha información respecto a su historia natural.</p>				<p>Presente</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>533 589,36 10.32</p> <p>408 009,74 7.89</p> <p>256 624,04 4.96</p> <p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Sciurus stramineus</i> presenta mayor estabilidad en los diferentes escenarios en cuanto a la superficie total de área potencial de distribución. Sin embargo, hay una importante disminución en la idoneidad de hábitat, ya que en la zona Este de la ecorregión, para el escenario presente, hay una alta idoneidad, lo cual se reduce considerablemente a futuro, casi en un 6% para el escenario pesimista.</p>			
	<p>Área total presente = 4 808 371,86 ha / RCP 2,6 = 4 695 048,25 ha RCP 8,5 = 4 586 389,90 ha</p>			<p>Fuentes: GBIF (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.wqy9hr, Vallejo (2021)</p>				<p>Presente</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>51 347,92 0,99</p> <p>126 498,90 2,45</p> <p>82 764,72 1,60</p> <p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Tamandua mexicana</i> es una de las pocas especies que muestra un cambio positivo tanto en área de distribución como en idoneidad de hábitat, en el escenario optimista y pesimista (aunque es menor en este último). La distribución geográfica se concentra a la zona Este de la ecorregión y hay una extensión potencial, así como un aumento de idoneidad de hábitat a futuro, pero de forma muy mínima.</p>			
	 <p>Presente</p> <p>RCP 2.6</p> <p>RCP 8.5</p>			<p><i>Información básica</i></p> <p>Es una especie que se distribuye en Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. Tiene hábitos diurnos y nocturnos, es solitario y se alimenta principalmente de termitas, hormigas y abejas. Es de tamaño mediano, con pelaje denso, corto y uniforme.</p>				<p>Presente</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>126 498,90 2,45</p> <p>82 764,72 1,60</p> <p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Tamandua mexicana</i> es una de las pocas especies que muestra un cambio positivo tanto en área de distribución como en idoneidad de hábitat, en el escenario optimista y pesimista (aunque es menor en este último). La distribución geográfica se concentra a la zona Este de la ecorregión y hay una extensión potencial, así como un aumento de idoneidad de hábitat a futuro, pero de forma muy mínima.</p>			
	<p>Área total presente = 994 328,27 ha / RCP 2,6 = 1 075 754,74 ha RCP 8,5 = 1 005 494,36 ha</p>			<p>Fuentes: GBIF (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.zpx9nd, Vallejo & Boada (2021)</p>				<p>Presente</p> <p>Hectáreas (%)</p> <p>126 498,90 2,45</p> <p>82 764,72 1,60</p> <p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Tamandua mexicana</i> es una de las pocas especies que muestra un cambio positivo tanto en área de distribución como en idoneidad de hábitat, en el escenario optimista y pesimista (aunque es menor en este último). La distribución geográfica se concentra a la zona Este de la ecorregión y hay una extensión potencial, así como un aumento de idoneidad de hábitat a futuro, pero de forma muy mínima.</p>			
Especie	<i>Tamandua mexicana</i>	Nombre común	oso hormiguero	AUC	0.942	Umbral	0.265	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)			

Especie	<i>Tremarctos ornatus</i>	Nombre común	oso andino	AUC	0.941	Umbra	0.261	Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)					
				<p><i>Información básica</i></p> <p>Único oso de Sudamérica y especie endémica de los Andes tropicales. Son omnívoros, sin embargo, la carne solo es una parte reducida de su dieta. Es constantemente amenazado por los cambios de uso del territorio, sobre todo por la fragmentación del hábitat, así como por la caza.</p>				Presente		Futuro 2050 (RCP 2.6)		Futuro 2050 (RCP 8.5)	
								Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas
								60 050,61	1.16	79 144,42	1.53	80 719,15	1.56
<p><i>Observaciones importantes</i></p> <p>La especie <i>Tremarctos ornatus</i> presenta una distribución potencial bastante limitada en el área de la ecorregión, estando más presente en las ecorregiones aleañas. Sin embargo, tiene una presencia potencial en algunos sectores del bosque seco y, sobre todo, podría aumentar su área en cuanto a idoneidad de hábitat a futuro, aunque estos cambios positivos solo se darían de forma mínima, es decir aproximadamente un aumento de 0.4%.</p>													
<p>Fuentes: GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.scx9ek. Wild Conservation Society (2017-2019). Especies OSO ANDINO</p>													



Área total presente = 382 617,04 ha /
 RCP 2.6 = 79 144,42 ha
 RCP 8.5 = 80 719,15 ha

Nota. Distribución presente, Proyección 2050 (RCP 2.6), Proyección 2050 (RCP 8.5), Área potencial de probabilidad 0.7-1 respecto al área potencial futura (RCP 8.5) total. Fuentes: indicadas en el mapa. Resultados de área potencial presente, proyección futura al 2050 bajo el escenario RCP 2.6 y proyección futura al 2050 bajo el escenario RCP 8.5, en hectáreas y porcentaje. El área total es de 5 172 103.58 hectáreas. Se indica con una flecha el aumento o reducción potencial. Fuentes de los mapas: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Ministerio del Ambiente (MINAM), DivaGis, Worldclim, GBIF, Países del mundo obtenido de <http://mapquen-sig.jimdo.com> (basado en ESRU).

Discusión y conclusiones

Los bosques secos ya han ido sufriendo los cambios en el clima. Por ejemplo, en Piura se han vivido sequías de gran intensidad los últimos años, con temperaturas que no se manifestaban hace 30 años (Lau, 2017). Además, Fremout *et al.* (2020) sostienen que se espera que los bosques secos sean altamente sensibles al cambio climático a futuro, principalmente en relación con los cambios en los patrones de precipitación, es decir una mayor precipitación anual, pero esto junto a mayor aridez en la época seca. Esto podría tener una fuerte relación a las variables que presentaban mayor contribución en la distribución potencial futura de las especies, siendo dichas variables derivadas de las precipitaciones. Se podría interpretar que un incremento de lluvias podría beneficiar el aumento de área de distribución de las especies vegetales, pero para algunas especies los cambios en el rango de temperatura anual podrían ser drásticos.

Sobre las posibles respuestas de la biodiversidad frente al cambio climático, se pueden discutir los casos más resaltantes. Una especie de árbol que podría beneficiarse es el algarrobo (*Prosopis* sp.), ya que su área potencial de distribución podría aumentar a futuro.

Al ser una especie resistente a las condiciones secas del ambiente y absorber agua por sus largas raíces (Cuentas y Salazar, 2017), un aumento de precipitaciones (siendo variables importantes para esta especie), podrían beneficiarla en cuanto a mayor área de distribución. Si bien el escenario futuro para el algarrobo podría figurar optimista, es importante considerar otros factores relacionados. Esta especie se ve afectada actualmente por tala selectiva, una práctica local —y en ocasiones ilegal— que es muy intensa para especies en particular. Por ejemplo, tal como indican Regil *et al.* (2014), la tala selectiva podría generar una transición de ecosistemas de bosque denso a semidenso o incluso bosque ralo, y esto estaría vinculado a la presencia de alguna de las especies con rol importante de dicho ecosistema, y con ello se modifica la dinámica ecosistémica. Por tanto, la pérdida de especies de árboles por intervención antrópica puede desequilibrar las relaciones con otras especies forestales, lo cual podría

acarrear en una eventual reducción de la cobertura vegetal y con ello una mayor intensificación al cambio climático. Asimismo, este fenómeno antrópico podría afectarla negativamente de forma indirecta, ya que podría propiciar la dispersión de un virus que causaría la mortalidad de árboles de *P. pallida* (Fremout *et al.*, 2020).

Por otro lado, algunas especies más afectadas serían el vichayo, ove-ro, palo verde y sapote. Por ejemplo, en el caso del sapote (*C. scabridum*), su floración se relaciona indirectamente con la temperatura, ya que este proceso aumenta en los meses anteriores a la estación húmeda, es decir cuando no hay lluvias (Palacios-Ramos *et al.*, 2022); y esto se relaciona a la variable de mayor contribución para la especie, la BIO16 (precipitación en el trimestre más lluvioso), indicando que posiblemente el aumento de precipitaciones no sea favorable para el crecimiento del sapote a futuro. Por otro lado, la fructificación aumenta en los meses donde la temperatura anual presenta sus valores más altos (Palacios-Ramos *et al.*, 2022). Esto se relaciona con los resultados de la otra variable de mayor contribución, la BIO7 (rango anual de temperatura). Los cambios en el clima podrían reconfigurar las poblaciones de estas especies a distintos niveles, lo cual sería determinante en la composición biológica a futuro.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016), los impactos del cambio climático en bosques secos, actualmente, y en particular en ciertas especies como *P. pallida*, *C. scabridum* y *C. lutea*, se manifiestan en su vigorosidad y productividad, las cuales están variando por los cambios en temperaturas máximas y mínimas.

Asimismo, se esperan impactos negativos a futuro como una mayor intensidad en las precipitaciones, con efectos como inundaciones y expansión de enfermedades y plagas, menor producción forestal de los bosques secos, sequías con mayor frecuencia y afectaciones en el crecimiento de especies como el algarrobo (FAO, 2016). Por tanto, si bien el aumento de lluvias podría aportar a la regeneración de los bosques también influi-

rían en la propagación de patógenos que afecten a las especies vegetales. Además, también es importante tener en cuenta que:

Con el incremento de las temperaturas, en especial con la tendencia al incremento del rango entre las máximas y mínimas, se pueden magnificar problemas sanitarios que alteren la fenología de los bosques, los debiliten y afecten gravemente su producción (...). (FAO, 2016, p. 6)

Esto podría darse con especies vegetales como *C. crotonoides*, *C. lutea*, *L. huasango*, *P. aculeata*, y *P. excelsum*, las cuales presentan una fuerte influencia de variables de temperatura como BIO6 y BIO7. Un caso particular es el de la especie *S. molle*, para la cual la variable BIO6 (temperatura mínima del período más frío) presenta una contribución muy alta a comparación de las otras variables.

Probablemente el aumento de temperatura en las épocas más frías se relacione con las prolongaciones de las épocas de sequías, y según Medellín-Zabala (2018), el molle sería una especie que no es resistente a las sequías en los ecosistemas secos en Colombia, lo cual podría darse también en los bosques secos del norte peruano, ya que su área de distribución e idoneidad de hábitat podría disminuir a futuro. Si bien hay especies que podrían ser beneficiadas por los cambios en el clima, es importante no dejar de lado otras variables como las antrópicas, que integradas al cambio climático, podrían dar un panorama futuro distinto. Un ejemplo es *B. graveolens* (palo santo), la cual, al igual que otras especies, se encuentra en peligro por la extracción y comercio ilegal (El Tiempo, 2017).

En el caso de las especies animales, una de las de mayor importancia, en términos generales en el contexto de bosques secos, es *P. albipennis* (pava aliblanca), que es una de las pocas que a nivel nacional cuenta con un plan de manejo; sin embargo, su condición de endémica potencia el peligro frente a posibles cambios drásticos en su hábitat. Según Angulo (2004), esta especie ocupa territorios en conjunto y sus individuos interaccionan entre sí cuando las condiciones climáticas son secas o con pocas lluvias, por lo que cambios en el clima podrían suponer cambios en

su comportamiento. Esto se relaciona con las variables bioclimáticas que más aportan al modelo, las de precipitación, por lo cual tendría sentido la reducción del área potencial e idoneidad de hábitat.

Es una especie dispersora y reguladora en el ecosistema, pero las actividades antrópicas destruyen su hábitat y vulneran su estabilidad, y es considerada una especie indicadora de ecosistemas saludables, especie bandera por su contribución a la conservación de otras especies y especie simbólica por su historia respecto a su presunta extinción (Cavero y Samamé, 2005). Algo similar ocurre con la cortarrama peruana, la cual presenta un aumento que, si bien no es muy alto, sí es considerable. Posiblemente este aumento se debe a la influencia de la variable BIO16 (precipitación en el trimestre más lluvioso). Es decir que cambios en la intensidad de las precipitaciones podría aportar en la distribución de la especie, pues su hábitat principal, en gran parte del año, es seco y con poca presencia de lluvias (Rivas, 2015), y un mayor tiempo de sequías tiene efectos negativos en su hábitat (Romo *et al.*, 2015). Sin embargo, se deben tener en cuenta las amenazas antrópicas de expansión agrícola y urbana, la tala selectiva de árboles y sobrepastoreo (Romo *et al.*, 2015), y que especies vegetales como sapote, faique y vichayo, que son dominantes en su hábitat (More *et al.*, 2017), podrían disminuir su área de distribución e idoneidad, siendo esto un efecto indirecto del cambio climático para la cortarrama peruana. Otra ave endémica y con resultados un poco más preocupantes es la especie *Ochthoeca piurae*, de la cual aún hay insuficiente información sobre sus amenazas, sobre todo en relación con el cambio climático. Sin embargo, según el modelo, podría tener una afectación negativa en su potencial distribución; mientras que BirdLife International (2020) sostiene que, si bien no presenta el mismo grado de amenaza que otras especies, sí se estima que la degradación del hábitat por actividades antrópicas estaría afectando su población.

El caso del oso andino (*T. ornatus*) es interesante en el sentido que su área potencial de distribución no es muy amplia en el bosque seco de la región Tumbes-Piura, pero sí lo es en el bosque seco del Marañón.

Esta especie tiene un importante rol ecológico por ser dispersora de semillas en grandes extensiones y largas distancias, lo cual aporta a la regeneración natural del bosque. Es también una especie focal, es decir que se moviliza por varios ecosistemas y diferentes hábitats para obtener sus recursos y reproducción. Esta especie podría tener un aumento en su área de distribución potencial y esto podría tener relación con la variedad de hábitats que puede ocupar. Sin embargo, es una especie vulnerable a pesar de estar protegida por leyes nacionales e internacionales de actividades de caza y comercio (Vela *et al.*, 2011). Estas condiciones de amenaza en el bosque seco, donde hay mayor riesgo de pérdida por la poca distribución potencial que presenta, deben tenerse en cuenta en esfuerzos de conservación, y si bien es una de las pocas especies con un plan de manejo, y particularmente protegida en ANP en la ecorregión, aún se requieren estrategias de conservación frente a actividades antrópicas que degradan su hábitat cada vez más intensas.

El oso hormiguero (*T. mexicana*), si bien es una especie con poca información, los estudios de Humanez y Chacón (2014) y de Rojano *et al.* (2014) presentan información sobre su distribución, incluyendo en estos el noroeste peruano y los bosques secos como parte de su hábitat, indicando que puede llegar a sobrevivir en bosques a cierto nivel de perturbación. Por tanto, es una especie que podría llegar a adaptarse a ecosistemas perturbados, y estas condiciones podrían incluir cambios en los patrones climáticos, ya que, según el modelo, habría efectos positivos en su distribución potencial. En el caso de la boa constrictora (*B. c. ortonii*), su condición de endémica se agrega al hecho de que se distribuye en microhábitats en los bordes de ríos y quebradas (Venegas, 2005), por lo cual un cambio en la intensidad de lluvias podría aumentar su rango de distribución, ya que podría incrementar las zonas de humedad.

Sin embargo, es importante analizar este caso, ya que los resultados de idoneidad son altos en los tres escenarios, pero la información obtenida es aún limitada a muy pocos datos y una distribución muy dispersa. Probablemente una mayor disponibilidad de datos georreferenciados

de la especie podría mostrar un mayor ajuste en el modelo en cuanto a distribución e idoneidad. Además, se debe considerar que está en peligro por las amenazas humanas al ser confundida con especies venenosas (Vásquez, 2015).

Es importante continuar investigando sobre esta subespecie de *Boa constrictor*, pues falta mayor información y conocimiento sobre su distribución (Venegas, 2005). Según el modelamiento, la especie presenta un área potencial de distribución futura casi estable. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, como toda especie de reptil, es sensible al cambio climático, ya que estas especies necesitan un rango de calor necesario para sus procesos biológicos, por lo que cualquier cambio en los rangos de temperatura en el ambiente podría afectarlas en muchos aspectos —comportamiento, distribución o reproducción— (Sinervo citado en Galina *et al.*, 2017, p. 21). Los resultados muestran un aumento en la distribución de la boa constrictora, lo que podría relacionarse a que, si bien hay un considerable aporte de variables de temperatura (BIO2 y BIO8), la contribución de la variable de precipitación (BIO15) es mayor.

El zorro costero (*L. sechurae*) tiene una distribución amplia, ya que ocupa zonas costeras incluyendo desiertos, bosques secos y la transición entre ellos, lo cual se muestra en los resultados del modelo; pero también habita cerca de zonas agrícolas y de ocupación humana, por lo que sufre de amenazas por presión humana al ser considerado un predador de animales domésticos, algo que en realidad es poco habitual en el zorro. Por tanto, aún hay desconocimiento del comportamiento de esta especie, pero la continua amenaza antrópica y fragmentación de su hábitat sigue avanzando, dificultando así su desarrollo y distribución (Cossíos, 2004, 2005).

Si bien el área potencial es amplia, hay una tendencia a disminuir su rango de distribución a futuro debido al cambio climático, principalmente por variaciones en los patrones de precipitación que podrían alterar a la especie, pues esta habita en ecosistemas secos. Si bien la disminución no es tan significativa, se debe mirar esto hacia las próximas décadas e inte-

garlo con otras presiones que sufre la especie, además de las relaciones bióticas, ya que el cambio climático podría no ser tan drástico para el zorro directamente, pero sí indirectamente, por la afectación a especies cuyos frutos forman parte de su dieta, como por ejemplo el sapote (Cossíos, 2005), que sí sufre afectaciones negativas más intensas.

En conclusión, el cambio climático, además de otros problemas como la deforestación, tala de árboles y degradación de hábitats, así como los vacíos de información de muchas especies del bosque seco, muestra lo vulnerable que puede ser la biodiversidad frente a procesos globales y locales, manifestados en modelos con potencial disminución de muchas de las especies a futuro en cuanto a idoneidad de hábitat. Además, los altos niveles de endemismo en la ecorregión despiertan una alarmante preocupación por posibles pérdidas irreparables.

Los problemas del cambio climático son solo una amenaza más a la biodiversidad, pues los bosques secos enfrentan la tala selectiva, una práctica que ha reducido la población de varias especies por su alta demanda, además de otras presiones humanas como la destrucción del hábitat por ampliación agrícola y la caza para comercio ilegal, afectando a las especies más vulnerables (Angulo, 2009). No se puede dejar de lado además la importancia de las relaciones bióticas, ya que, si bien algunas especies muestran posibles cambios no tan relevantes o incluso positivos a futuro, su co-dependencia con otras especies podría también mostrar un impacto indirecto del cambio climático. Además del ejemplo del zorro costeño, también está el caso de la pava aliblanca, ya que su hábitat está conformado, entre otras especies, por *L. huasango*, *C. lutea*, *P. excelsum* y *C. scabridum* (Alcalde *et al.*, 2008) siendo algunas de estas potencialmente afectadas por el cambio climático, manifestando posibles cambios en la configuración del hábitat. Esto también ocurre con la cortarrama peruana, cuyo hábitat está compuesto principalmente por algarrobo y faique (*V. macracantha*) (Romo *et al.*, 2015) presentando esta última especie una posible reducción de su área de distribución e idoneidad de hábitat.

En el método de los MDE, las variables utilizadas fueron netamente climáticas para analizar la distribución futura respecto al cambio climático; sin embargo, los resultados en cuanto a área potencial pueden ser más finos de acuerdo con la información que se agregue al modelo. Según Mateo *et al.* (2012) son muchos factores los que pueden influir en la distribución de una especie, y uno de ellos son las relaciones bióticas entre distintas especies, las cuales determinan y modifican el nicho ecológico de cada especie de acuerdo con la disponibilidad de recursos. Asimismo, hay barreras biogeográficas que pueden frenar los accesos de algunas especies a ciertas áreas a pesar de que, según el modelo, sean favorables o idóneas. A partir del uso de los MDE, algunos autores recomiendan posibilidades de medidas o acciones que se pueden tomar respecto a la biodiversidad. Por ejemplo, Rodríguez-Cravero *et al.* (2015) sostienen que gracias a estos resultados se pueden proponer sistemas de monitoreo de especies con potenciales cambios negativos, mientras que Ibarra-Montoya *et al.* (2012) proponen aprovechar estas estimaciones para restauración y conservación, con la participación de actores de interés y grupos humanos locales. Si bien siempre es importante una validación de la información en campo, este método aporta en el análisis de las posibles causas de los cambios y es una herramienta que optimiza esfuerzos y que nos permite la definición de áreas prioritarias para fines de conservación (Figuerola *et al.*, 2016). Asimismo, la determinación de dichas áreas prioritarias como posibles nuevas áreas protegidas debe darse con base en las tendencias de disminución y a la estabilidad de algunas zonas, ya que esto también permite la mitigación de efectos en un futuro mucho más lejano.

Surgen entonces propuestas para implementar la conservación a corto plazo a partir de estimaciones a un largo plazo por medio de los modelos de distribución. Una de estas propuestas es la creación de corredores ecológicos. Uribe (2015) sostiene que los corredores “se constituyen como territorios que conectan hábitats (...), superficies naturales y ecosistemas. Esto, mediante la creación, ampliación, y consolidación de áreas protegidas que permitan asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y de los procesos ecológicos y evolutivos” (p. 53). Su ventaja es la

facilidad en la movilidad de las especies animales en un paisaje con un nivel de transformación, la regeneración natural de la cobertura vegetal y a un mayor flujo entre individuos de una misma especie (García y Abad, 2014). Estos corredores se deben centrar en las especies clave o que se encuentran en mayor amenaza, y que estos formen parte de las políticas de conservación regionales y nacionales. Por tanto, con base en los estudios de modelamiento se pueden crear investigaciones y propuestas futuras de acuerdo con la conectividad del paisaje. Esta posibilidad de conexión, junto a la ampliación de áreas de conservación prioritarias, permitirá que empecemos a movernos en materia de protección de la biodiversidad al ritmo del movimiento de los cambios en el espacio. Asimismo, se puede dar un mayor uso y aprovechamiento desde la mirada social a estos esfuerzos de conservación, por ejemplo, para implementar el ecoturismo y programas de educación ambiental.

Referencias bibliográficas

- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización*. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático, MAE/FAO-Finlandia. Quito, Ecuador, 140 p.
- Alcalde, M., Reynel, C. y Angulo F. (2008). Vegetación de la Quebrada Pavas (Lambayeque, Perú) para reintroducción de *Penelope albipennis*. *Zonas Áridas*, 12(1), 60-73.
- Angulo, F. (2004). Dispersión, supervivencia y reproducción de la pava aliblanca *Penelope albipennis* Taczanowski, 1877 (*Cracidae*) reintroducida a su hábitat natural en Perú. *Ecología Aplicada*, 3(1-2), 112-117. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v3i1-2.278>
- Angulo, F. (2009). Los bosques secos del noroeste del Perú: una invitación a la reflexión. *Xilema* 21, 50-53.
- Animalia.bio (2023). Venado cola blanca. <https://bit.ly/486vSKS>
- BirdLife International. (2020). *Ochthoeca piurae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T22699947A180915045. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22699947A180915045.en>
- Brack-Egg, E. (1986). Las ecorregiones del Perú. *Boletín de Lima*, 44, 57-70.
- Camino del puente. (2016). Jueves Ecológico: La Ardilla Nuca Blanca.

- Castañeda, N. (2018). Link *Vallesia glabra* (Cav) Link (etnobotánica). <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16188.13440>
- Cavero, T. y Samamé, H. (2005). Salud y conservación de la pava aliblanca *Penelope albipennis* (Cracidae). *Ciencia y Desarrollo*, 6, 51-58. <http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v6i0.1203> [Health and conservation of the white-winged turkey hen *Penelope albipennis* (Cracidae)]
- Cerrón J., Atkinson R., Thomas E., Cornelius J. P. (2019). *Fuentes semilleras y especies forestales de los bosques secos tropicales del norte del Perú: estado actual y prioridades futuras*. Documento de Trabajo número 301. Centro Internacional de Investigación Agroforestal, Lima, Perú. <http://dx.doi.org/10.5716/WP19057.PDF>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s.f.) *Schinus molle* L. <https://bit.ly/4dIsLdz>
- Conservamos por la Naturaleza. (11 de agosto de 2018). Bosques Secos: una ecorregión que renace. <https://bit.ly/3BFjFAM>
- Conservamos por la Naturaleza (s.f.). Sal de tu casa y busca al huerequeque. <https://bit.ly/3Y8jdT7>
- Cossíos, D. (2004). Relaciones entre el zorro de Sechura, *Pseudalopex sechurae* (Thomas), y el hombre en el Perú. *Ecología Aplicada*, 3(1-2), 134-138. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v3i1-2.282> [Sechuran fox (*Pseudalopex sechurae*): relationship with people in Peru]
- Cossíos, D. (2005). *Dispersión y variación de la capacidad de germinación de semillas ingeridas por el zorro costeño (Lycalopex sechurae) en el Santuario Histórico Bosque de Pómac*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 53 pp.
- Cuentas, M. y Salazar, A. (2017). De la especie al ecosistema; del ecosistema a la sociedad: revalorizando el algarrobo (*Prosopis Pallida*) y el reto de su conservación en Lambayeque y en la costa norte del Perú. *Espacio y desarrollo*, (30), 129-159. [From species to ecosystem, from ecosystem to society: The revalorization of *Prosopis pallida* and the challenge of its conservation in Lambayeque and the north coast of Peru].
- Ehrlen, J. y Morris, W. (2015). Predicting changes in the distribution and abundance of species under environmental change. *Ecology Letters*, 18(3), 303-314. <https://doi.org/10.1111/ele.12410>
- Extinción Animal. Cortarramas Peruano. <https://extincionanimal.org/cortarramas-peruano/>

- Figueroa, J. Stucchi, M. y Rojas-VeraPinto, R. (2016). Modelación de la distribución del oso andino *Tremarctos ornatus* en el bosque seco del Marañón. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87, 230-238. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.008> [Modeling of Andean bear *Tremarctos ornatus* distribution in the dry forest of Marañón (Peru)].
- Franklin, J. (2009). *Mapping Species Distribution. Spatial Inference and Prediction*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511810602>
- Fremout, T., Thomas, E., Gaisberger, H., Van Meerbeek, K., Muenchow, J., Briers, S., Gutierrez, C. E., Marcelo-Peña, J. L., Kindt, R., Atkinson, R., Cabrera, O., I., Espinosa, C., Aguirre, Z. y Muys, B. (2020). Mapping tree species vulnerability to multiple threats as a guide to restoration and conservation of tropical dry forests. *Global Change Biology*, 26(6), 3552-3568. <https://doi.org/10.1111/gcb.15028>
- Fundación M. J. Bustamante De La Fuente. (2010). *Cambio Climático en el Perú: Costa Norte*. Lima: Fundación Manuel J. Bustamante De La Fuente, 108 pp.
- Galina, P., Lara, R., Valdez, J. y Méndez, F. (2017). Los reptiles ante el cambio climático. *Mediterráneas, Conservando la belleza natural de Baja California*, 8, 21-24.
- García, F. y Abad, J. (2014). Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia). *Observatorio Medioambiental*, 17, 253-298 http://dx.doi.org/10.5209/rev_OBMD.2014.v17.47194 [The ecological corridors and their environmental importance: Action proposals to promote permeability and connectivity applied to the Cardeña river surroundings (Ávila and Segovia)].
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J., Jones, P. y Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965-1978 <http://doi.org/10.1002/joc.1276>.
- Hoffman, F., Fung, I., Randerson, J., Thornton, P., Foley, J., Covey, C., John, J., Lewis, S., Mac Post, W., Vertenstein, M., Stöckli, R., Running, S., Heinsch, A., Erickson, D. y Drake, J. (2006). Terrestrial biogeochemistry in the community climate system model. *Journal of Physics: Conference Series*, 46, 363-369. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/46/1/051>
- Humanez, E. y Chacón, J. (2014). Taxonomía, identificación y distribución de las especies del suborden vermilingua en Colombia. En Rojano, C., Miranda,

- L. y Ávila, R., *Manual de Rehabilitación de Hormigueros de Colombia* (pp. 18-31). Fundación Cunaguaro, Geopark Colombia S.A.S. El Yopal.
- Ibarra-Montoya, J., Rangel-Peraza, G., González-Farias, F., De Anda, J., Martínez-Meyer, E. y Macias-Cuellar, H. (2012). Uso del modelado de nicho ecológico como una herramienta para predecir la distribución potencial de *Microcystis sp.* (cianobacteria) en la presa hidroeléctrica de Aguamilpa, Nayarit, México. *Revista Ambiente & Agua—An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 7(1), 218-234 <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.607> [Use of ecological niche modeling as a tool for predicting the potential distribution of *Microcystis sp.* (cyanobacteria) in the Aguamilpa Dam, Nayarit, Mexico].
- iNaturalistEc. Boa Macanche (*Boa constrictor ssp. ortonii*). <https://bit.ly/4eKyXmn>
- Lau, J. (9 de febrero de 2017). Los bosques secos luchan contra el olvido en el Perú. *Mongabay*. Periodismo ambiental independiente. <https://bit.ly/3BOYZ9O>
- Llerena, C., Yalle, S. y Silvestre, E. (2014). *Los bosques y el cambio climático en el Perú: situación y perspectivas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Maass, A., Samaniego, H. Amaya, L. Chávez, R., Corcoran, D., Fonturbel, F., García, N., Pérez, M. F., Poulin, E., Salas, C., Scherson, R., Tevy, F., Travisany, D. y Vergara, G. (2019). *Datos en biodiversidad: Un informe para COP25*. En P. A. Marquet et al. *Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad*. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Manzano, P. (2009). Potencial Fitofármaco de *Bursera Graveolens* (“Palo Santo”), del Bosque Seco Tropical, Península de Santa Elena, Provincia del Guayas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699. <https://bit.ly/3U9ArhO>
- Marcelo-Peña, J., Pennington, R., Reynel, C. y Zevallos, P. (2010). *Guía ilustrada de la flora lenhosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú*. Royal Botanic Garden Edinburgh.
- Mateo, R., Felicísimo, Á. y Muñoz, J. (2012). Modelos de distribución de especies y su potencialidad como recurso educativo interdisciplinar. *Reduca (Biología) Serie Ecología*, 5(1), 137-153.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Presentación de Perú de un Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) para reducir las emisiones por deforestación en la Amazonía Peruana*. Lima.

- Ministerio del Ambiente. (2018). *Listado de Especies de Fauna Silvestre CITES-PERÚ*. Lima. Dirección General de Diversidad Biológica.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales*. Ecuador. Quito, 105 p.
- National Geographic. (2010). Animales: *Boa constrictor*. <https://bit.ly/3BLsFEG>
- Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR). (2018). *Aprovechamiento forestal maderable en bosques secos en el norte del Perú*. Presidencia del Consejo de Ministros y OSINFOR.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). *La FAO, los bosques y el cambio climático. Trabajando con los países para hacer frente al cambio climático por medio de la gestión forestal sostenible*. Departamento Forestal de la FAO, pp. 1-20.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016). *Los bosques y el cambio climático en el Perú*. Documento de trabajo 14. Roma.
- Phillips, S., Anderson, R. y Schapire, R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Pliscoff, P. y Fuentes-Castillo, T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, 61-79. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022011000100005>
- Regil, H., Maass, S., Ordóñez, J., Nava, G. y Mallén, C. (2014). Procesos de deforestación y reducción de densidad del arbolado del Parque Nacional Nevado de Toluca. *Rev. Mex. Cien. For.* 5(23), 42-63. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v5i23.341> [Deforestation and tree density reduction of the Nevado de Toluca national park].
- Rivas, E. (2015). Ámbito de hogar, fidelidad al sitio y selección de recursos de la Cortarrama Peruana (*Phytotoma raimondii*) en el bosque seco de Talara, noroeste de Perú. *Ornitología Neotropical*, 26(2), 179-191. <https://doi.org/10.58843/ornneo.v26i2.25>
- Rodríguez-Cravero, J., Grossi, M., Fuentes-Castillo, T. y Gutiérrez, D. (2015). Cambio climático y modelado de distribución de especies de Stevia (Asteraceae) en el noroeste de la Argentina. *Ecología Austral*, 27(3), 462-473. <https://doi.org/10.25260/EA.17.27.3.0.588> [Climatic change and species modeling of Stevia (Asteraceae) in northwestern Argentina].

- Rojano, C, Miranda, L. y Ávila, R. (2014). *Manual de Rehabilitación de Hormigueros de Colombia*. Fundación Cunaguaro, Geopark Colombia S.A.S. El Yopal, Casanare, 155 pp.
- Romo, M., Rosina, M., Flanagan, J., Pollack, L. y Franke, I. (2015). Escasa presencia y grave amenaza para el cortarramas peruano, *Phytotoma raimondii*. *Revista peruana de biología*, 22(2), 213-224. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i2.11355> [Scarce occurrence and high threat of the Peruvian Plantcutter, *Phytotoma raimondii*].
- Sánchez, M., Medina, P., Otivo, J., Lobatón, S., Molero, S. y Becerra, C. (2013). *Mejorando capacidades para elaborar proyectos REDD en Ecosistemas de Bosque Seco*. Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia; Manejo Forestal Sostenible en la Región Andina, AIDER.
- Scheldemann, X. y van Zonneveld, M. (2010). *Training Manual on Spatial Analysis of Plant Diversity and Distribution*. Roma: Bioersivity International. [Manual de Capacitación en Análisis Espacial de Diversidad y Distribución de Plantas].
- Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 379-423. <http://dx.doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Servicio Forestal. (2016). *Plan Nacional de Conservación de la pava aliblanca (Penelope albipennis)*. Lima: SERFOR.
- Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD). (2017). *The use of scenario analysis in disclosure of climate-related risks and opportunities*. Technical Supplement. <https://bit.ly/489BvYX>
- Torres, R. y Jayast, P. (2010). Modelos predictivos de distribución para cuatro especies de mamíferos (cingulata, artiodactyla y rodentia) típicas del chaco en Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 17(2), 335-352. [Predictive distribution models to four species of mammals (Cingulata, Artiodactyla and Rodentia) typical of the Argentinean Chaco].
- Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Vallejo, A. F. (2021). *Simosciurus neboxii*. En Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. y Vallejo, A. F. (eds.), *Mamíferos del Ecuador*. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bit.ly/3YnS2oF>
- Vallejo, A. F. y Boada C. (2021). *Tamandua mexicana*. En Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. y Vallejo, A. F. (eds.), *Mamíferos del Ecuador*. Versión

- 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bit.ly/4h2qFrD>
- Vallejo, C., Leverón, M. y Ramos, K. (2013). *Los bosques, aliados frente al cambio climático*. Honduras: Programa de Fomento al Manejo Sostenible de Recursos Naturales y Desarrollo Económico Local (PROFENA).
- Vásquez, D. (2015). *Anfibios y reptiles del bosque seco de Chililique Alto, Chulucanas-Piura*. Informe final. Consultoría: Ejecución de estudios biológicos en bosques secos de colina en el ámbito del PIP. Fortalecimiento de capacidades para la gestión del sistema regional de conservación de áreas naturales en la región Piura. Consorcio Naturaleza y Gestión Ambiental.
- Wild Conservation Society. (2021). Especies: Oso andino. <https://bit.ly/4077XsW>
- Vela, I., Vásquez, G., Galindo, J. y Pérez, J. (2011). El oso andino sudamericano, su importancia y conservación. *Ciencia*, 44-51.
- Venegas, P. (2005). Herpetofauna del bosque seco ecuatorial del Perú: taxonomía, ecología y biogeografía. *Zonas Áridas*, 9-26. <http://dx.doi.org/10.21704/za.v9i1.565> [Herpetofauna of the equatorial dry forest of Peru: taxonomy, ecology and biogeography].