

Máster en Ecología
TRABAJO FIN DE MÁSTER
Curso 2019/21

**Distribución potencial y estado de conservación
del endémico canastero de los cactus
Pseudasthenes cactorum (Furnariidae)**



Presentado por:
Darwin Alex Garcia Bautista

Director:
Dr. Juan Traba Díaz

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA, FACULTAD DE CIENCIAS UAM

Junio, 2021

*Con espinas y ramitas
entre cactus espinosos
construyes fortalezas
que deslumbran a curiosos*

*Wan kicka y rikra
entre waraqui tayanka
churay pukaras
ima achky a hañas*

dgb



*De cuando en cuando
el desierto florece,
la vida rebosa y
los pájaros danzan*

*A María
La mejor tía
Que el tiempo atesore tu recuerdo en
mi mente y corazón*

*A Federico
El abuelo que me dio el mejor regalo
y cuyos recuerdos espero descubrir*

*A mi familia
Irma, Luciano
Rossmery, Jacqueline y Fabricio
Por ser y darme vida*

AGRADECIMIENTOS

Expresar mi profundo agradecimiento a mi hermano Alfonso Orellana Garcia, por su apoyo incansable incluso cuando no lo merecía.

A mis grandes amigos Marvin Torres, Antuanet Escate, Mario Tenorio y Luis Casma, por todas las aventuras vividas mientras caminábamos por el desierto, subiendo cerros, cruzando quebradas y comiendo frutos de cactus en busca de un escurridizo pájaro.

Al Dr. Juan Traba Diaz por sus valiosas orientaciones y recomendaciones en el desarrollo del trabajo y la revisión del mismo.

A Miguel Ángel Antonio Astocaza por las magníficas fotos y su valiosa labor por la conservación del canastero de los cactus en la Reserva Nacional de Lachay.

A mis amigos de Huarango Nature que se esfuerzan por dar a conocer la extraordinaria biodiversidad del desierto iqueño y su gran sensibilidad por la vida en todas sus formas.

Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo -PRONABEC- por la oportunidad de unos estudios de posgrado que han impactado decisivamente en mi formación académica y humana.

En especial a Pedro Acevedo García, Dennis Camahuali Garay y Iván Álvarez Usucachi por su apoyo en los momentos oportunos que me permitieron realizar los estudios satisfactoriamente.

A Catalina, José, Carlos, Diego, Giovanni, Laura, Christian, Luis, María P., María M. e Irenne por las divertidas conversaciones en clases y también fuera de ellas y en muchos casos la compañía y apoyo en el proceso de adaptación a la ciudad y Universidad.

A todas aquellas personas que el espacio, y a veces la memoria, no permite mencionar pero que de algún modo su apoyo ha permitido continuar mis estudios y que este trabajo se concrete.

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | i |
| ABSTRACT | ii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 3 |
| El desierto de Sechura-Atacama (Perú-Chile) | 3 |
| Registros de ocurrencia | 4 |
| Variables explicativas | 6 |
| Modelo de idoneidad de hábitat | 7 |
| Distribución potencial | 8 |
| Estado de conservación | 9 |
| Gestión y protección | 10 |
| RESULTADOS | 10 |
| Registros de ocurrencia | 10 |
| Variables explicativas | 11 |
| Modelo de idoneidad de hábitat | 11 |
| Distribución potencial | 17 |
| Estado de conservación | 19 |
| Gestión y protección | 21 |
| DISCUSIÓN | 22 |
| Registros de ocurrencia | 22 |
| Distribución y ecología | 22 |
| Estado de conservación | 27 |
| CONCLUSIONES | 30 |
| BIBLIOGRAFÍA | 31 |
| ANEXOS | 36 |

RESUMEN

Distribución potencial y estado de conservación del endémico canastero de los cactus *Pseudasthenes cactorum* (Furnariidae)

García-Bautista, D. (darwin.garcia@estudiante.uam.es)

El canastero de los cactus es un Passeriforme que habita en zonas de matorrales áridos con presencia de cactus columnares y rocas, entre 100-2400 m de altitud en las lomas y las vertientes occidentales de los Andes de Perú. Muchos aspectos de su historia de vida y distribución se ignoran. En tal sentido, se planteó identificar el hábitat potencial favorable para la especie, los factores que explican su distribución, analizar su estatus de conservación y proponer una categorización. Se generaron modelos de distribución con Maxent (resolución de 1x1 km), mediante distintas estrategias y combinaciones para el área de fondo y el filtrado espacial de los puntos de presencia. El análisis de conservación se enfocó el criterio B de la lista roja IUCN; cobertura de áreas protegidas; vulnerabilidad a la pérdida de hábitat; incluyendo también una estimación poblacional, el análisis del hábitat y principales amenazas. El canastero de los cactus tiene una distribución fragmentada e irregular. La mayoría de las zonas potenciales no tienen reportes previos de la especie. Se distinguieron 4 zonas principales: i) laderas occidentales andinas de Arequipa, ii) algunas lomas entre Arequipa y Moquegua, iii) laderas occidentales andinas de Ica, iv) lomas de Lima, incluyendo lomas de La Libertad. El modelo tuvo un buen rendimiento ($AUC = 0.943 \pm 0.035$). Los predictores más importantes fueron la precipitación, temperatura, NDVI de febrero y pendiente. La especie mostró preferencia por zonas áridas con poca precipitación en verano, estrechos rangos de temperatura anual, más restringidos en el verano e invierno y temperaturas <26 °C en cualquier mes; una mayor disponibilidad de recursos durante la época reproductiva (verano); y zonas empinadas que permiten que la vegetación de las lomas intercepte la niebla, donde los recursos son más variables. Se estiman 3231 km² de hábitat favorable para la especie, aunque su ocupación estaría por debajo de los 2000 km² y su población parece no sobrepasar los 1000 individuos. Asimismo, su hábitat se compone de cactus y arbustos endémicos y amenazados. Más del 50% del hábitat es susceptible de desaparecer y menos del 15% está protegido. La reducción sería a causa del cambio de uso del suelo por actividad minera, crecimiento urbano, expansión de la industria agrícola y avícola e invasión de *Tamarix aphylla*. Se propone categorizar a la especie como En Peligro (EN C1+2a(i)).

Palabras clave: Atacama, vertiente del Pacífico Perú-Chile, ENSO, Lachay, SDM

ABSTRACT

Potential distribution and conservation status of the endemic *Cactus canastero*

***Pseudasthenes cactorum* (Furnariidae)**

García-Bautista, D. (darwin.garcia@estudiante.uam.es)

The *Cactus canastero* is a Passerine that inhabits arid scrub areas with the presence of columnar cacti and rocks, within 100-2400 m of altitude in the fog oasis and western slopes of the Andes of Peru. Many aspects of its life history and distribution are ignored. In this sense, it was proposed to identify the potential habitat favorable for the species, the factors that explain its distribution, analyze its conservation status and propose a categorization. Distribution models were generated with Maxent (1x1 km resolution), using different strategies and combinations for the background area and the spatial filtering of the points of presence. The conservation analysis focused on criterion B of the IUCN red list; protected area coverage; vulnerability to habitat loss; also including a population estimate, habitat analysis and main threats. The *Cactus canastero* has a fragmented and irregular distribution. Most of the potential areas have no previous reports of the species. Four main zones were distinguished: i) western Andean slopes of Arequipa, ii) some fog oasis between Arequipa and Moquegua, iii) western Andean slopes of Ica, iv) fog oasis of Lima, including those of La Libertad. The model had a good performance (AUC = 0.943 ± 0.035). The most important predictors were precipitation, temperature, February NDVI, and slope. The species showed a preference for arid zones with low precipitation in summer, narrow ranges of annual temperature, more restricted in summer and winter, and temperatures <26 °C in any month; greater availability of resources during the reproductive season (summer); and steep areas that allow lomas vegetation to intercept fog, where resources are more variable. 3,231 km² of favorable habitat for the species are estimated, although its occupation would be below 2,000 km² and its population does not seem to exceed 1,000 individuals. Likewise, its habitat is made up of endemic and threatened cacti and shrubs. More than 50% of the habitat is susceptible to disappearing and less than 15% is protected. The reduction would be due to the change in land use due to mining activity, urban growth, expansion of the agricultural and poultry industry, and the invasion of *Tamarix aphylla*. It is proposed to categorize the species as Endangered (EN C1+2a(i)).

Keywords: Atacama, Peru-Chile Pacific Slope; ENSO, Lachay, SDM

INTRODUCCIÓN

La distribución de las especies y los procesos que la determinan son un problema central en la ecología, esto ha motivado un auge en los métodos de modelado en las últimas décadas. Las técnicas actuales permiten generar modelos de distribución correlacionando datos de solo presencia con un conjunto de variables explicativas (Guisan *et al.*, 2017) y se han convertido en una valiosa herramienta para la conservación de la biodiversidad (Araújo *et al.*, 2019).

Múltiples impulsores que operan e interactúan en distintas escalas espaciotemporales definen la distribución geográfica de una especie (Wiens, 1989). A escalas grandes intervienen procesos evolutivos, la biogeografía histórica, limitantes de dispersión y condiciones climáticas. Los procesos ecológicos resultan más decisivos a una escala menor, disponibilidad de recursos, interacciones bióticas, dinámicas comunitarias y demográficas, incluyendo también características topográficas e influencia humana (Franklin, 2010; Guisan *et al.*, 2017; Pearson y Dawson, 2003; Peterson *et al.*, 2011; Soberón y Peterson, 2005).

El Neotrópico es la región con mayor diversidad y endemismo de aves (Harvey *et al.*, 2020; Stattersfield *et al.*, 1998) y también donde hay más especies amenazadas (Orme *et al.*, 2005). En esta región la Cordillera de los Andes se reconoce como un impulsor de esta gran diversidad (Smith, 2014) que alcanza sus máximos niveles en los bosques montanos tropicales (Fjeldså y Irestedt, 2009). Por el contrario, en las tierras bajas la riqueza es menor aunque se mantienen altos niveles de endemismo, sobre todo en los bosques secos entre Ecuador y el norte de Perú (O'Neill, 1992). Al oeste de los Andes se extiende la “diagonal árida” Sudamericana que abarca las zonas costeras y vertientes occidentales andinas de Perú-Chile que es un centro de endemismo de aves (Cracraft, 1985; Fjeldså *et al.*, 1999; Stattersfield *et al.*, 1998).

El desierto se compone en su mayoría de matorrales áridos en tierras bajas y laderas de montaña (Stotz *et al.*, 1996), además, alberga un archipiélago terrestre de islas discretas de vegetación únicas denominadas lomas u oasis de niebla (Dillon *et al.*, 2009). La dinámica está fuertemente influenciada por la escasez de lluvia y la abundante disponibilidad de niebla (Rundel *et al.*, 1991), también por los ciclos ENSO (El Niño Oscilación del Sur) que ocurren irregularmente cada 3 hasta 20 o más años (Allan, 2000), estos eventos tienen fuertes efectos ecológicos (ver Glynn, 1990; Holmgren *et al.*, 2001), son pulsos regenerativos que pueden variar en grado y forma de norte a sur y que son más severos durante eventos de gran magnitud como en los años 1972/73, 1982/83, 1997/98 (Hong, 2016; Rundel *et al.*, 2007), incluyendo el evento de 2016/17.

Se postula que las aves de ecosistemas desérticos han desarrollado adaptaciones, estas incluyen mecanismos fisiológicos para el control de la temperatura y pérdida de agua, pero sobre todo su comportamiento de evitar condiciones extremas (Bicudo *et al.*, 2010; Dawson y Bartholomew, 1968; Dawson, 1984, citado por Whitford y Duval, 2020; Williams y Tieleman, 2002). Aves de desierto tendrían una tasa metabólica menor y una menor pérdida de agua por evaporación, con tamaños de nidada más pequeños y lento desarrollo de polluelos en zonas más áridas (Williams y Tieleman, 2005). El comportamiento abarca la elección de sitios de refugio, ubicación del nido y momento de la reproducción, el patrón de actividad diurna, el modo de obtención del agua, flexibilidad de la dieta según temporadas y el nomadismo (ver Dean, 2004; Maclean, 1996).

El canastero de los cactus *Pseudasthenes cactorum* (Koepcke, 1959) es un pájaro endémico peruano que habita en esta zona árida. Una especie poco común que prefiere zonas de matorrales áridos dispersos con presencia de cactus columnares y abundantes rocas, entre 800-2400 m de altitud en las laderas occidentales de los Andes y también en lomas costeras entre 100-450 m (Fjeldså y Krabbe, 1990; Schulenberg *et al.*, 2010). Es bastante territorial, se le encuentra solitario o en pareja ocupando por lo menos 1 ha (Koepcke, 1965), se han visto grupos familiares de hasta 4 individuos. El ave es indicadora de hábitat y del área de endemismo, además, parece ser poco sensible a la perturbación (Stattersfield *et al.*, 1998; Stotz *et al.*, 1996).

Los registros del canastero de los cactus se ubican en los departamentos de Arequipa, Ica, Lima y más recientemente reportado en La Libertad (Fjeldså y Krabbe, 1990; Koepcke, 1959, 1965; Núñez y Tiravanti, 2012; Schulenberg *et al.*, 2010; Ugarte y Høgsås, 2009). Muchos aspectos de su biología y ecología se ignoran, pero se reconoce que los cactus columnares son fundamentales para la especie. En ellos construye sus nidos y se alimenta de los frutos y algunas partes de las flores, además de insectos y otros artrópodos. Se han reportado 10 cactus con los que interactúa y al menos en 5 construye sus nidos, que incluyen especies del género *Armatocereus*, *Browningia*, *Cleistocactus*, *Corryocactus*, *Espostoa*, *Haageocereus*, *Neoraimondia* y *Weberbauerocereus* (Koepcke, 1959, 1965; Lüthi, 2011; Núñez y Tiravanti, 2012; Pantigoso *et al.*, 2015; Rauh, 1958; Ugarte y Høgsås, 2009). La mayoría son cactus endémicos del Perú (Arakaki *et al.*, 2006; Ostolaza, 2014).

Los nidos se ubican entre las columnas de los cactus, su composición no ha sido determinada, pero incluye principalmente pequeñas ramas de arbustos junto con espinas y areolas de cactus (Koepcke, 1963). En Ica, *Bulnesia retama* es un componente primordial de los nidos, al menos

en el rango de presencia de este arbusto. Por otro lado, la temporada reproductiva parece variar entre las poblaciones, del norte y sur, y entre las que habitan en lomas y las poblaciones de las laderas de los Andes, posiblemente se adapte a la temporalidad del sitio (Koepcke, 1965).

Esta variación junto con caracteres morfológicos y de plumaje motivó a Koepcke (1965) a describir las subespecies *lachayensis*, *monticola* y la nominal *cactorum*. La primera restringida a lomas de Lachay, la segunda distribuida a través de las laderas occidentales andinas desde Arequipa hasta el sur de Lima y la última restringida a las lomas entre Atico y Chala. La taxonomía de la especie no está resuelta, se sostiene que estas variaciones son clinales (Remsen, 2003), sin embargo, es posible que no solo existan las subespecies, sino más de una especie incluida (Ugarte y Høgsås, 2009).

El estatus de conservación del canastero de los cactus tampoco está claro, se mantiene en Preocupación Menor, pero se sospecha que sus poblaciones están en declive (IUCN, 2021). Esta ausencia de información sobre la especie sumado a su carácter endémico, especialización de hábitat y una expansión de actividades antrópicas altamente transformadoras del paisaje en su rango, motivan esclarecer aspectos de su distribución y real estado de conservación.

El objetivo de este trabajo es identificar el hábitat potencial que es idóneo para la presencia del canastero de los cactus y los predictores ambientales que expliquen su distribución, analizar su estatus de conservación y finalmente proponer una categorización. Partiendo de la hipótesis de que la distribución de la especie es continua a lo largo de las laderas occidentales andinas desde Arequipa hasta la Libertad, fragmentada a lo largo de las lomas en la costa peruana pero con conexiones hacia los Andes. Además, que las variables climáticas de precipitación y temperatura resultan importantes para predecir la idoneidad de su hábitat, y que su estatus debería elevarse a alguna categoría de amenaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desierto de Sechura-Atacama (Perú-Chile)

Al oeste de Sudamérica se extiende una franja hiperárida que abarca más de 3000 km. Esta región inicia en el norte de Perú con el “desierto de Sechura” y a la altura de la costa sur peruana se une a los 1500 km del desierto de Atacama que llega hasta el centro de Chile. Incluye las zonas costeras y las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes de Perú y Chile y el sur de la región del Chaco (Whaley *et al.*, 2019).

El desierto de Sechura-Atacama es uno de los más antiguos y secos del mundo, con condiciones hiperáridas desde hace por lo menos 25 o 15 millones de años (Alpers y Brimhall, 1988; Böhlke *et al.*, 1997; Dunai *et al.*, 2005; McKay *et al.*, 2003) que parece se intensificaron en los últimos 12 millones con la elevación de los Andes (Mujica *et al.*, 2015). Atacama ha sido desierto posiblemente desde hace 150 millones de años (Hartley *et al.*, 2005). Las precipitaciones anuales son <250 mm, habiendo sitios donde llueve <20 mm (ver **Figura 1**).

Las aridez y temperatura varían con la latitud y altitud. Estas condiciones surgen por la influencia de los Andes, la fría Corriente Peruana (o de Humboldt), el anticiclón del Pacífico Sur, y los vientos terrestres del diferencial de temperatura diurna (Valencia, 1992; Whaley *et al.*, 2019; ver Houston y Hartley 2003; Villagrán y Hinojosa, 1997). Así, la vegetación depende fundamentalmente de la niebla, que puede ingresar hasta los 1000 m de altitud (Valencia, 1992).

Los tipos de vegetación incluyen las lomas, dispersas entre Perú-Chile (5° S-30° S) y variables en temporalidad, estructura y composición (Dillon *et al.*, 2003; Rundel *et al.*, 1991); bosques secos; vegetación ribereña; y matorrales secos en tierras bajas y valles secos interandinos (quebradas) con suculentas, cactáceas y xerofíticas (CDC-UNALM, 2006). La productividad está influenciada por los ciclos ENSO (ver Beresford-Jones *et al.*, 2015). Los niveles actuales de ENSO se establecieron en el holoceno y podrían ser muy sensibles al forzamiento climático, la variabilidad y cambio climático (Liu *et al.*, 2014; Emile-Geay *et al.*, 2016; Latif *et al.*, 2015).

Registros de ocurrencia

Los registros de ocurrencia de la especie se obtuvieron a través de una revisión exhaustiva de diversas fuentes: i) toda la literatura científica publicada; ii) colectas científicas de especímenes depositados en Museos; iii) registros en bases de datos globales (GBIF, eBird) hasta diciembre 2020; iv) datos propios obtenidos en exploraciones de campo durante 2017-2019.

Cuando el reporte no brindó coordenadas geográficas (colectas y publicaciones mayormente) se le asignó una siguiendo las descripciones del colector/observador. Se emplearon las herramientas GeoNames (www.geonames.org/) y Georeferencing calculator (Wieczorek y Wieczorek, 2021) para ubicar las localidades y estimar la incertidumbre, asimismo, se revisaron imágenes satelitales de Google Earth para corroborar características del hábitat. Un punto se consideró correcto si cumplió con más de una condición: i) reportes previos y/o frecuentes; ii) registro con fotografía, audio y/o descripción detallada; iii) incertidumbre <3 km; iv) reporte hecho por un observador experimentado; v) imagen satelital con características del hábitat.

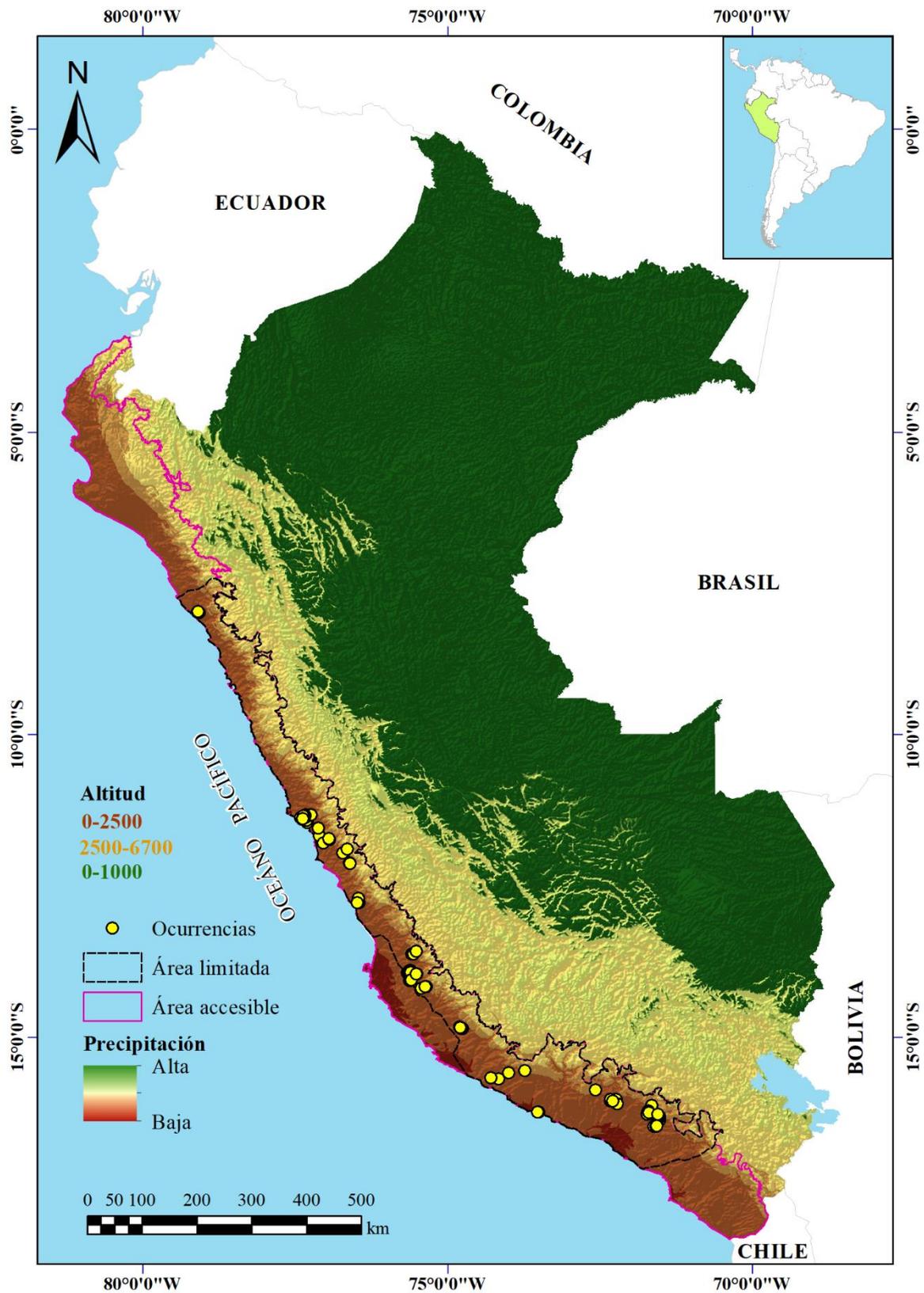


Figura 1. Área de estudio. Los colores reflejan la precipitación anual en las tres principales regiones naturales del Perú. En tonos marrón la región Costera con <250 mm y algunos sitios con <20 mm (marrón oscuro), la región Andina <1000 mm (crema) y en verde la región Amazónica entre 1500-3500 mm (hasta 8000 mm en ciertos lugares). Se muestran las áreas hipotetizadas (limitada y accesible) para la especie y las ocurrencias seleccionadas para la construcción del modelo de idoneidad de hábitat.

VARIABLES EXPLICATIVAS

Se consideraron las condiciones topográficas, climáticas, cobertura del hábitat y disponibilidad de recursos que podrían ser relevantes para la ocurrencia de la especie (**Tabla 1**). Los predictores se ajustaron a una resolución de 1 x 1 km (ver sustento en *Estado de conservación*) dentro de los límites políticos del Perú, proceso realizado en [QGIS 3.18](#) y ArcMap 10.8.

La topografía se describió mediante la pendiente, la elevación y su coeficiente de variación, dado que la especie ocurre entre 0-2400 m de altitud y prefiere zonas escarpadas con presencia de rocas. Estas variables se obtuvieron del producto AST14DEM v003 ([NASA, 2001](#)) a una resolución de 30 m, y se incluyeron los promedios por cuadrícula de 1 x 1 km en el análisis.

Los predictores climáticos se descargaron del repositorio CHELSA ([Karger et al., 2017a](#)) que proporciona 19 variables bioclimáticas derivadas de temperatura y precipitación. Estos valores representan tendencias anuales y factores ambientales extremos calculados con datos del periodo 1979-2013 ([Karger et al., 2017b](#)). La resolución de los archivos es de 30 arc sec (~ 1 km), por ello se hizo un remuestreo obteniendo los promedios por cuadrícula de 1 x 1 km.

Se estimó la cobertura de los hábitats preferidos por la especie, las lomas y los matorrales dispersos con cactus columnares (cardonal); se incluyó también la cobertura de desierto como potencial limitante de dispersión. La información se obtuvo del Mapa de Cobertura Vegetal ([MINAM, 2015](#)) y para lomas del Mapa de Ecosistemas del Perú ([MINAM, 2019](#)). Los datos vectoriales se rasterizaron a una resolución de 10 m y se obtuvieron los promedios a 1 x 1 km.

La producción vegetal (índices NDVI y EVI) se calculó como un *proxy* de la disponibilidad de recursos en la temporada reproductiva. La temporalidad inversa en los hábitats de la especie (ver **Anexo 1**, **Anexo 2**) motivó hacer cálculos para el mes de febrero (> productividad en cardonal) y agosto (> productividad en lomas). Los datos se obtuvieron del producto MOD13A2 v006 ([Didan, 2015](#)) con una resolución temporal de 16 días y espacial de 1 km.

Los predictores se seleccionaron integrando test de correlación (< 0.7), factor de inflación de la varianza (VIF < 10) y conocimiento experto sobre la ecología del canastero de los cactus (ver **Anexo 3**, **Anexo 4**). Alternativamente, se consideró el test Jackknife de Maxent para importancia de las variables. Los cálculos se hicieron en R v.4.0.4 ([R Core Team, 2021](#)) con el paquete ShinyBIOMOD ([Ondo et al., 2019](#)), muestreando 5000 celdas aleatorias dentro del área accesible hipotetizada para la especie (ver detalle en *Modelo de idoneidad de hábitat*).

Tabla 1. Conjunto de variables explicativas incluidas en el análisis.

| Variable | Descripción | Datos originales y resolución | Resolución 1x1 km |
|------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------|
| <i>Topografía</i> | | | |
| Elevación | Metros sobre el nivel del mar | DEM ráster 30 m | Media |
| Pendiente | Ángulo de inclinación | DEM ráster 30 m | Media |
| CV | Coficiente de variación de la elevación | DEM ráster 30 m | CV de las celdas |
| <i>Climática</i> | | | |
| Bioclimáticas | 19 variables bioclimáticas (CHELSA bioclim) | Ráster 30 arc sec, periodo 1979-2013 | Media |
| <i>Cobertura vegetal</i> | | | |
| Cobertura de cardonal | Superficie del terreno cubierta por cardonal | Vector, año 2015 | Porcentaje |
| Cobertura de desierto | Superficie del terreno cubierta por desierto | Vector, año 2015 | Porcentaje |
| Cobertura de lomas | Superficie del terreno cubierta por lomas | Vector, año 2019 | Porcentaje |
| <i>Productividad vegetal</i> | | | |
| NDVI (febrero, 2011) | Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (vertiente andina occidental) | Ráster 1 km, 16 días | Media |
| NDVI (agosto, 2011) | Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (zona costera) | Ráster 1 km, 16 días | Media |
| EVI (febrero, 2011) | Índice de Vegetación Mejorado (vertiente andina occidental) | Ráster 1 km, 16 días | Media |
| EVI (agosto, 2011) | Índice de Vegetación Mejorado (zona costera) | Ráster 1 km, 16 días | Media |

Modelo de idoneidad de hábitat

La idoneidad de hábitat se calculó con el algoritmo de máxima entropía. Este tipo de modelado utiliza datos de presencia de la especie junto con una “muestra de fondo” o background y los correlaciona con un conjunto de predictores. El algoritmo es de aprendizaje automático y ha mostrado tener un buen rendimiento en sus predicciones para distintos taxones y tamaños de muestra pequeños, también puede interpretarse como un modelado de proceso puntual de Poisson no homogéneo (para detalles ver [Elith *et al.*, 2006](#); [Elith *et al.*, 2011](#); [Phillips *et al.*, 2017](#); [Renner y Warton, 2013](#)). El modelo se ejecutó con el software Maxent v.3.4.3 ([Phillips *et al.*, 2020](#)), con un formato de salida de tipo cloglog que puede interpretarse como una probabilidad relativa de presencia de la especie que está vinculada a la probabilidad real de presencia aunque con una escala desconocida ([Phillips *et al.*, 2017](#); [Renner *et al.*, 2015](#)).

El sesgo de muestreo se abordó eliminando registros repetidos y el filtrado espacial de los puntos ([Boria *et al.*, 2014](#)) con distancias de 1, 2, 5 y 10 km. Para esto se empleó el paquete Wallace ([Kass *et al.*, 2018](#)) en R v.4.0.4 ([R Core Team, 2021](#)). Se generaron distintas áreas de fondo, un primer enfoque fue construir una hipótesis a priori sobre el área accesible a la especie ([Barve *et al.*, 2011](#)), método que ofrece un mejor ajuste de los modelos ([Cooper y Soberón,](#)

2017). Se consideraron dos escenarios, uno de libre dispersión y otro donde grandes extensiones de desierto representarían barreras dispersivas (ver **Figura 1**). Las áreas se construyeron superponiendo capas de información ecológica y ambiental del Perú, estas incluyeron la cobertura vegetal, ecosistemas, zonas de vida (Aybar-Camacho *et al.*, 2017), ecorregiones (Brack, 1986), tipos de clima (Castro *et al.*, 2020) y rangos de altitud (pisos altitudinales) (disponibles en www.geoidep.gob.pe/).

Un segundo enfoque fue utilizar las herramientas de SDM Toolbox v2.4 (Brown *et al.*, 2017) para obtener áreas mediante polígono mínimo convexo, casco convexo local, distancia entre puntos y densidad de Kernel Gaussiana, contemplados en todos los casos *buffers* de 25, 50 y 100 km. La distancia de filtrado y el área de fondo óptimos se seleccionaron con base en el estadístico AUC (área bajo la curva) de la curva ROC (característica operativa del receptor).

Los modelos se calibraron y evaluaron mediante validación cruzada. Esto genera subconjuntos aleatorios de los datos y utiliza unos para entrenar el modelo y otros para evaluar su capacidad predictiva, lo que mejora considerablemente el rendimiento (Roberts *et al.*, 2017). Los modelos candidatos seleccionados después de las múltiples combinaciones se ejecutaron en Maxent con los siguientes ajustes: i) 15 repeticiones; ii) selección automática de las características (features) lineal, cuadrática, producto y palanca; iii) regla de umbral del 10% de las presencias en el entrenamiento del modelo, por ser más restrictivo; iv) un subconjunto aleatorio de entrenamiento/prueba diferente en cada ejecución, para disminuir el sesgo debido a la selección de la muestra. Los modelos se construyeron con un multiplicador de regularización de 1 y 2, el modelo definitivo fue el que obtuvo un valor de AUC más alto.

Distribución potencial

A partir del modelo de idoneidad de Maxent se construyó un mapa de distribución potencial para el canastero de los cactus a una resolución de 1 x 1 km. Se asignaron clases categóricas a los valores de probabilidad de las celdas. Una celda se consideró como hábitat óptimo para la presencia potencial de la especie cuando superó el valor umbral definido. Este fue la media de probabilidad de todas las celdas con presencia confirmada, siguiendo el enfoque de idoneidad promedio que considera que este valor representa las condiciones ambientales típicas seleccionadas por la especie (Liu *et al.*, 2005; García *et al.*, 2019).

Considerando los cambios en la vegetación durante eventos ENSO de gran magnitud, de modo especulativo se estableció un segundo umbral para asignar una categoría de hábitat subóptimo.

Este umbral se calculó dividiendo entre 2 la probabilidad por debajo del primer umbral. Así, para cada celda se obtuvo la categoría de óptimo (por encima del primer umbral) o subóptimo (mayor que el segundo umbral y menor que el primero) para la especie.

Estado de conservación

No existen datos sobre área de campeo ni de tamaño de parche mínimo para poblaciones del canastero de los cactus. No obstante, Koepcke (1965) contabilizó en un valle de Lachay 4-5 parejas en ~ 4 ha. Más recientemente Ugarte y Høgsås (2009) mencionaron hasta 20 parejas en la Reserva Nacional de Lachay; esta RN tiene un área de 5000 ha (8400 ha al incluir Zona de Amortiguamiento); a su vez, Lüthi (2011) encontró 9 nidos (de distintos años) a lo largo de 300 m en una quebrada de Lima. En quebradas de Ica se han contado individuos cada 500-1000 m de distancia, encontrando también hasta 3 adultos dentro de 1 km. Ante la falta de estimaciones se consideró un área de 1 km² como una superficie mínima para mantener al menos 1 pareja.

El análisis de conservación se enfocó en el criterio B de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Los criterios B1 (extensión de presencia, EOO) y B2 (área de ocupación, AOO) se estimaron a partir de la distribución potencial. En un escenario se asumió que existe conectividad en todo el rango y en otro se consideró un aislamiento cuando el parche de hábitat estuvo separado por >50 km de áreas no favorables.

Siguiendo al Comité de Estándares y Peticiones de la IUCN (2019), se analizó la distribución potencial y se descartaron zonas que podrían aportar ruido al análisis. El paquete Redlistr (Lee *et al.*, 2019) se usó para calcular la EOO y el AOO (celdas de 2 x 2 km). Una celda se consideró ocupada si contenía al menos 25% (1 km²) de hábitat óptimo u óptimo + subóptimo.

Por otro lado, la vulnerabilidad a la pérdida de hábitat se analizó tomando como *proxy* a la minería, una actividad extractiva de gran importancia en el Perú que puede ser altamente transformadora del paisaje. Se estimó la cobertura de derechos mineros sobre la distribución de la especie. La capa se descargó de la web del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Gobierno del Perú (<https://portal.ingemmet.gob.pe/>).

De manera complementaria se analizaron las localidades de ocurrencia de la especie, la frecuencia y rango temporal de los reportes. Se realizó una estimación no exhaustiva del tamaño poblacional con base en los reportes. Además, se tuvo en cuenta las características y el estatus de conservación de las principales especies de plantas que componen el hábitat de la especie.

Gestión y protección

Se analizó el nivel de protección que las distintas modalidades de conservación le confieren al canastero de los cactus, al mantener un nivel representativo de su hábitat. Se estimó la superficie de hábitat óptimo y subóptimo que se incluyen dentro de alguna de estas modalidades.

Un primer análisis se hizo para cuantificar la superficie (# de celdas) incluida en la red de IBA's del Perú (Programa de Áreas Importantes para las Aves de BirdLife International, actualizado a 2021). El estatus de estas áreas es nominal y no ofrecen protección legal, sin embargo, la delimitación de una IBA contempla criterios cuantitativos que aseguran que sean espacios verdaderamente importantes para la conservación de poblaciones de aves.

La superficie de hábitat legalmente protegido se calculó con la capa del Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Perú (actualizado a 2020) que se rige por la Ley 26834. Estos son espacios naturales que resguardan muestras representativas de la biodiversidad y son reconocidos a perpetuidad (excepto privadas) mediante Decreto Supremo con rango de Ley. La administración de estos espacios es de nivel nacional, regional y/o privado, y cabe mencionar que solo en determinados casos la gestión contempla medidas específicas para las aves.

Asimismo, se superpuso la capa de Ecosistemas Frágiles reconocidos por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (R.M. N° 0274-2013-MINAGRI). Estos lugares son territorios de alto valor en conservación y vulnerables a las actividades antrópicas. El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre es el encargado de articular la gestión sobre estos espacios, aunque a la fecha no hay un programa de planificación claro.

RESULTADOS

Registros de ocurrencia

605 registros fueron reportes confiables de la presencia del canastero de los cactus. 483 correspondieron a observaciones cargadas en bases de datos (GBIF, eBird), 26 a especímenes colectados, 11 fueron observaciones reportadas en publicaciones y 84 correspondieron a registros personales (**Tabla 2**). Todos los registros abarcaron un total de 240 localizaciones con coordenadas distintas que están contenidas dentro de 135 celdas de 1 x 1 km. Luego del filtrado espacial, el modelo de idoneidad de hábitat se construyó con 108 puntos/celdas de presencia (ver detalle en *Modelo de idoneidad de hábitat*).

Tabla 2. Registros de ocurrencia del canastero de los cactus.

| Tipo | Nº registros | Nº sitios | Incluidos en modelo final | Fuente |
|--------------------------|--------------|-----------|---------------------------|--|
| Observación | 483 | 128 | 61 | GBIF, eBird |
| Espécimen colectado | 27 | 22 | 13 | GBIF, Koepcke (1959, 1965), Plenge (1979), Rheinwald y Van den Elzen (1984), Lecroy y Sloss (2000), Derryberry <i>et al.</i> (2010), Van Den Elzen (2010), Núñez y Tiravanti (2012). |
| Registro publicado | 11 | 6 | 5 | Koepcke (1965), Lüthi (2011), Ugarte y Høgsås (2009) |
| Observaciones personales | 84 | 84 | 29 | Datos propios |
| Total | 605 | 240 | 108 | |

Variables explicativas

Los tests de correlación y VIF redujeron las variables iniciales de 29 a 15 (ver **Anexo 3** y **Anexo 4**). Posteriormente, se descartaron predictores a partir de los resultados de los test Jackknife de Maxent y criterio experto. Así, de las variables topográficas se descartaron la elevación y el CV de la elevación. Se seleccionaron 5 de 19 predictores bioclimáticos, considerando la hiper aridez y los gradientes de temperatura se escogieron la precipitación del trimestre más caliente (verano) y frío (invierno), la estacionalidad de la temperatura (variación anual), la temperatura máxima del mes más caliente y el rango de temperatura anual (variación en verano y/o invierno). Se descartó la cobertura de desierto y para la productividad vegetal se consideró los NDVI de agosto y febrero debido a que no estuvieron correlacionados.

Modelo de idoneidad de hábitat

Se generaron 254 modelos resultantes de las múltiples combinaciones. El modelo con mejor rendimiento (AUC = 0.945) fue el que se construyó con el filtrado espacial de 1 km, el área de fondo hipotetizada como accesible y un multiplicador de regularización de 1.

El modelo promediado final incluyó los predictores climáticos (precipitación del trimestre más caliente y frío, estacionalidad de la temperatura, temperatura máxima del mes más caliente y rango de temperatura anual); productividad vegetal (NDVI de febrero y agosto); topografía (pendiente); y cobertura vegetal (lomas y cardonal). El modelo (**Tabla 3**) mostró un buen ajuste con un AUC de 0.943 ± 0.035 . Los predictores que contribuyeron más al modelo fueron la precipitación de los trimestres más caliente (25.1%) y frío (24%), seguido por el NDVI de febrero y la estacionalidad de la temperatura. La pendiente y las coberturas vegetales tuvieron un aporte intermedio, mientras que la menor contribución fue del NDVI de agosto (**Tabla 3**).

Tabla 3. Variables explicativas incluidas en el modelo promedio final.

| Variable | Importancia % | % acumulado |
|---|---------------|-------------|
| Precipitación del trimestre más caliente (bio 18) | 25.1 | 25.1 |
| Precipitación del trimestre más frío (bio 19) | 24 | 49.1 |
| NDVI (febrero, 2011) | 11 | 60.1 |
| Estacionalidad de temperatura (bio 4) | 9.5 | 69.6 |
| Pendiente | 6.2 | 75.8 |
| Cobertura de lomas | 6 | 81.8 |
| Temperatura máxima del mes más caliente (bio 5) | 5.9 | 87.7 |
| Cobertura de cardonal | 5 | 92.7 |
| Rango de Temperatura anual (bio 7) | 4.5 | 97.2 |
| NDVI (agosto, 2011) | 2.9 | 100 |

En la **Figura 2** se muestra la importancia de los predictores de manera independiente; el test de Jackknife proporciona los valores de AUC para cada variable. La precipitación del trimestre más caliente y la estacionalidad de la temperatura tuvieron un alto poder predictivo ($AUC > 0.75$). Asimismo, la pendiente, el rango de temperatura anual y la temperatura máxima del mes más caliente mostraron una alta capacidad predictiva ($AUC > 0.70$).

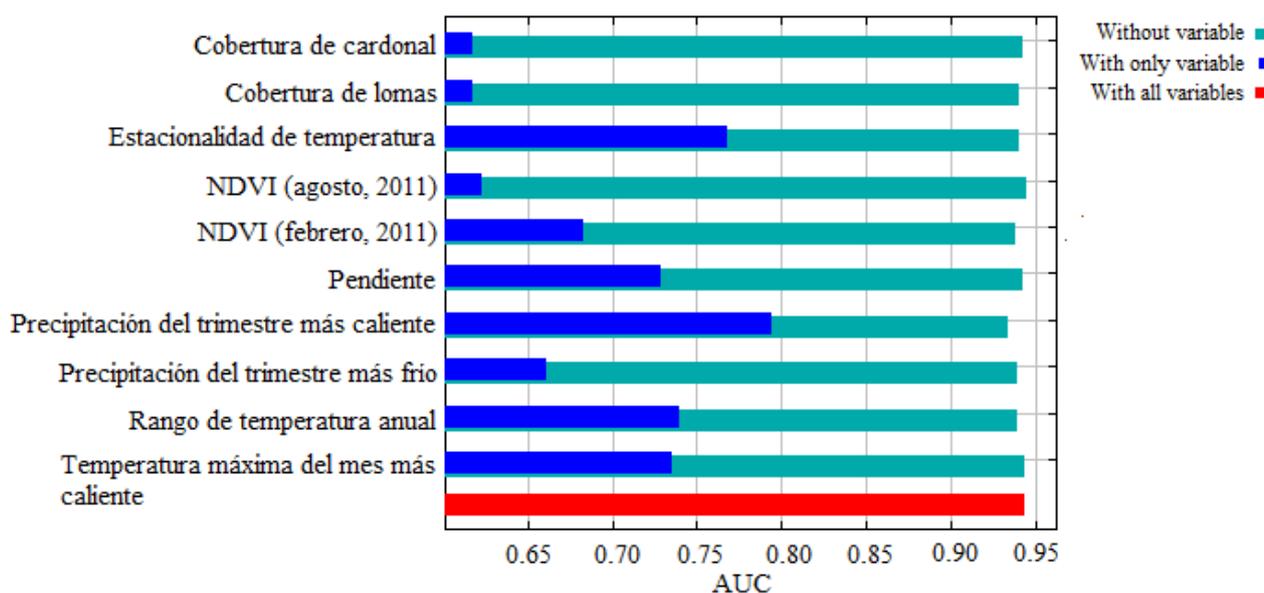


Figura 2. Importancia de las variables. El modelado Maxent permite hacer un test de Jackknife y medir la importancia de cada variable, se construyen modelos independientes con cada variable y modelos excluyendo a la variable. La interpretación se hace al ver los valores de AUC.

La probabilidad relativa de presencia del canastero de los cactus mostró una respuesta unimodal a la mayoría de las variables predictoras (**Figura 3**). Asimismo, otras respuestas detectadas fueron lineal y bimodal.

Los predictores climáticos revelaron que el canastero de los cactus prefiere zonas con una escasa precipitación <100 mm en verano (diciembre-marzo) (**Figura 3a**) y una virtual ausencia de precipitación en invierno (<5 mm, junio-setiembre) (**Figura 3b**). Los resultados también mostraron que la especie tolera una amplia variación de temperatura anual 5-16 °C, aunque la mayor probabilidad relativa de presencia se restringe entre 8-12 °C (**Figura 3d**). Estos rangos se restringen aún más durante el invierno (7-8 °C) y en el verano a 15-17 °C (**Figura 3i**). Asimismo, la temperatura máxima del mes más caliente se restringió entre 19-26 °C (**Figura 3g**). Fuera de estos rangos la probabilidad relativa de presencia disminuyó drásticamente (ver **Anexo 5**).

El NDVI de febrero mostró un amplio margen (0-4000) pero con un óptimo de probabilidad entre 500-2000 (**Figura 3c, Anexo 5**). Los valores más altos describen a la vegetación de matorrales con presencia de cactus y xerófitas en las vertientes occidentales de los Andes durante las lluvias de verano, los valores más bajos reflejan a las lomas durante su temporada seca. A su vez, el NDVI de agosto mostró una respuesta bimodal bastante diferenciada en los valores más altos de probabilidad relativa de presencia (> 70%). Una zona entre 0 y -2000 y otra zona bastante más variable que puede ser altamente productiva (~ 8000), reflejando la gran variación en la productividad y temporalidad entre las distintas lomas del norte, centro y sur de Perú (**Figura 3j, Anexo 5**).

El incremento en el porcentaje de cobertura de lomas y de cardonal aumentó la probabilidad relativa de presencia del canastero de los cactus. Este aumento fue mucho más pronunciado en el caso de las lomas, teniendo una probabilidad máxima a partir de una cobertura > 20%. En el caso del cardonal el incremento fue lineal llegando a una probabilidad > 0.90 cerca del 100% de cobertura (**Figura 3f, h; Anexo 5**).

La topografía descrita mediante la pendiente mostró que la probabilidad relativa de presencia del canastero de los cactus tiene un óptimo (> 60%) entre 4 y 12 grados. Las pendientes más bajas describirían las ligeras elevaciones en lomas y zonas bajas de los valles secos interandinos, mientras las pendientes más pronunciadas corresponderían a las laderas escarpadas y accidentadas en la precordillera andina, incluyendo también las cuestas accidentadas de muchas lomas (**Figura 3e, Anexo 5**).

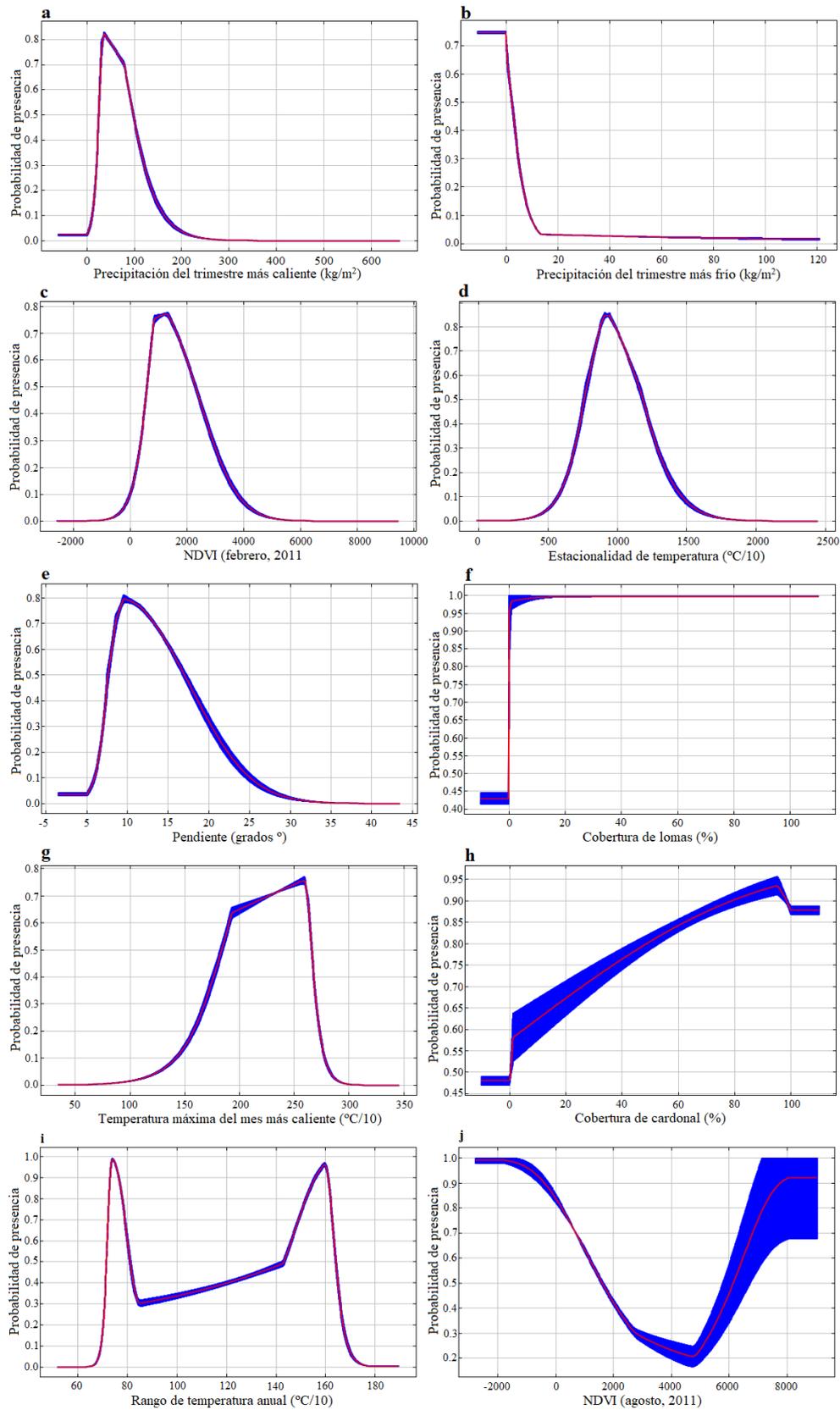


Figura 3. Efectos de las variables. Se muestra la probabilidad relativa de presencia en función de los 10 predictores incluidos en el modelo Maxent final. Cada curva corresponde a un modelo diferente creado con la variable correspondiente. Las curvas son el promedio de 15 repeticiones (línea roja) +/- la desviación estándar (área azul). Se utilizó un multiplicador de regularización de 1 en Maxent.

En la **Figura 4** se presenta el mapa de idoneidad de hábitat para el canastero de los cactus. Se distinguen tres zonas altamente idóneas, aunque aisladas entre sí, para la presencia de la especie. Al sur de Perú en el departamento de Arequipa, al centro y centro-sur en los departamentos de Lima, Ica y el límite de Ayacucho con Ica y Arequipa, y al norte de Perú en el departamento de La Libertad.

En Arequipa las zonas más idóneas se encuentran en la periferia de la ciudad del mismo nombre, extendiéndose hacia el noroeste siguiendo la precordillera andina hasta Aplao, de aquí ingresan por los valles interandinos (quebradas) hacia el noroeste hasta Pacaychacra cerca del pueblo de Chuquibamba, hacia el noreste hasta el pueblo de Cotcota y hacia el este hasta cerca del Cañón del Colca. Zonas menos idóneas con pequeños fragmentos de áreas más idóneas se encuentran hacia el sur hasta Moquegua y hacia el norte hasta los límites con Ayacucho e Ica. Asimismo, hay fragmentos de hábitat favorable para la especie en algunas lomas en la costa de Arequipa (Acarí, Atiquipa, Atico y Ocoña) y Moquegua (Amoquinto e Ilo) (**Figura 4**).

En el centro-sur peruano se encuentra Ica, aquí las zonas idóneas para el canastero de los cactus se encuentran a lo largo de la precordillera andina desde Chíncha hacia el sur hasta Palpa y Nasca, donde se incluye el límite con Ayacucho. La zona más idónea abarca desde el valle de Humay (Pisco) hasta la quebrada de Huarangal en Ica (**Figura 4**). Se observa aquí también que las áreas pueden adentrarse hacia la cordillera andina a través de las quebradas dando el aspecto de ramificaciones, llegando hasta el límite con Huancavelica. Por otro lado, no existen predicciones para las lomas de Ica.

La cadena de lomas dispersa en la costa y precordillera andina de Lima conforman el área más idónea para el canastero de los cactus en este departamento. Estas lomas se distribuyen desde Cañete en el sur hasta el norte en Lachay y Pativilca cerca del límite con Ancash, atravesando la gran urbe limeña donde las lomas restantes se encuentran en la periferia (**Figura 4**). Cabe destacar las lomas de Cañete (límite con Ica), una zona altamente idónea donde no hay registros previos de la especie.

La zona más septentrional que es idónea para la presencia del canastero de los cactus se encuentra a aproximadamente 300 km al norte de Lima en el departamento de La Libertad. Las lomas de este sector que conforman un hábitat propicio son, comenzando desde el sur, las lomas de Ochipotur, seguidas de Cerro Campana, Cerros Azul, Cerro Tres Puntas hasta llegar a los cerros Carolina a la altura de Chepén (**Figura 4**).

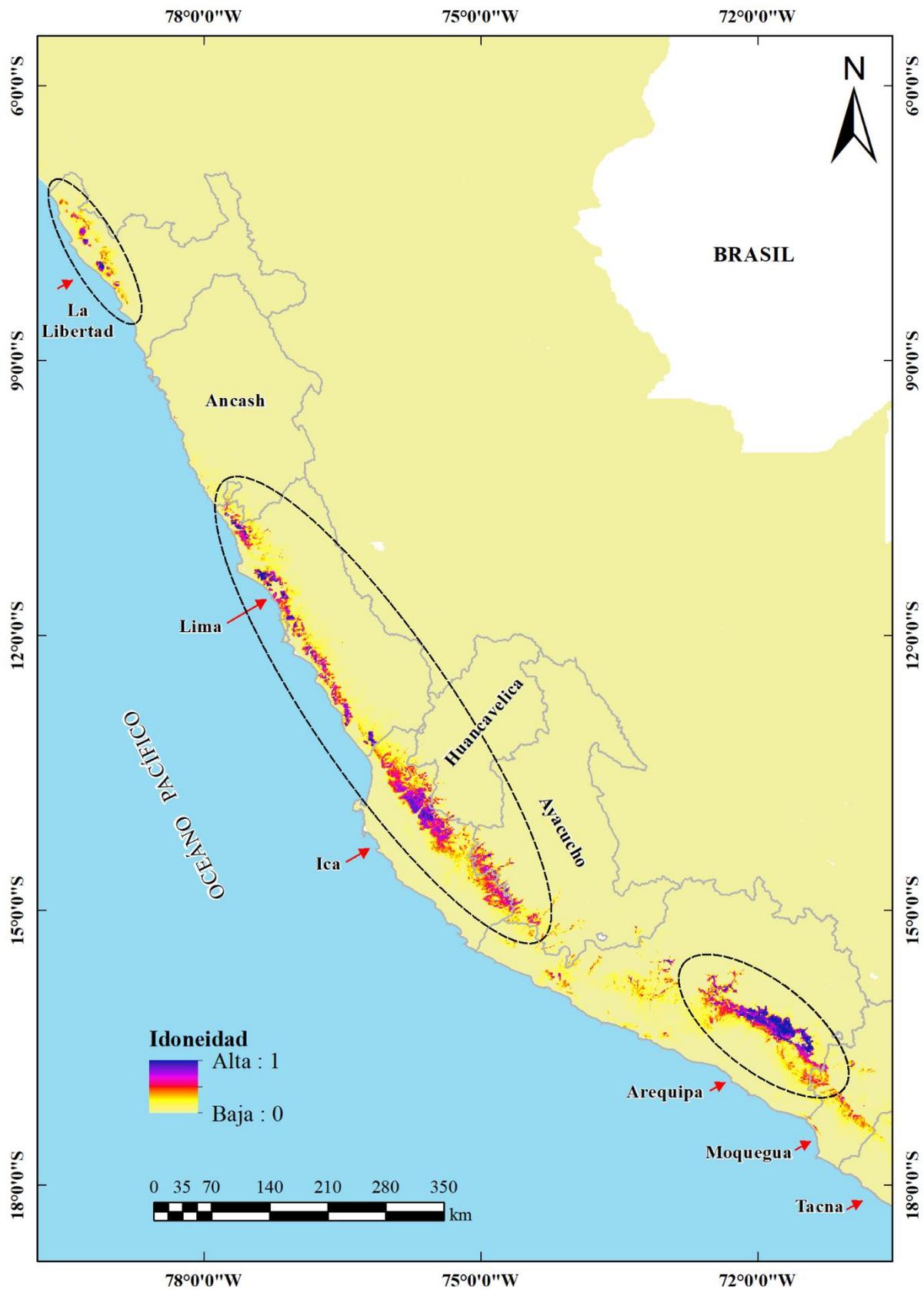


Figura 4. Mapa de idoneidad de hábitat del canastero de los cactus. Se pueden distinguir tres zonas principales que son idóneas para la ocurrencia de la especie, al sur (Arequipa), al centro-sur (Lima, Ica y parte de Ayacucho) y al norte (La Libertad). Se observa una baja conectividad en el sur (entre Ica-Arequipa), mientras la zona norte está aislada.

Distribución potencial

La probabilidad media (135 celdas) fue de 0.74 (mín. 0.02, máx. 0.99), que corresponde al umbral para el hábitat óptimo de la especie. El segundo umbral (0.37) para el hábitat subóptimo se estableció dividiendo entre dos el primero. Así, el 66% de celdas con presencia confirmada (90) estuvo por encima del primer umbral, el 26% superó el segundo (0.37-0.74) y el 19% quedó fuera de los umbrales. Esto evidenció que el canastero de los cactus tiende a ocupar los sitios con características óptimas y en menor grado subóptimas (**Tabla 4**).

Tabla 4. Frecuencia de distribución de las celdas con presencia confirmada del canastero de los cactus. Ordenadas por rangos de probabilidad de 10%.

| Rango | Nº celdas | Porcentaje |
|---------|-----------|------------|
| 0-0.1 | 6 | 4.44 |
| 0.1-0.2 | 6 | 4.44 |
| 0.2-0.3 | 6 | 4.44 |
| 0.3-0.4 | 1 | 0.74 |
| 0.4-0.5 | 5 | 3.70 |
| 0.5-0.6 | 10 | 7.41 |
| 0.6-0.7 | 8 | 5.93 |
| 0.7-0.8 | 19 | 14.07 |
| 0.8-0.9 | 21 | 15.56 |
| 0.9-1 | 53 | 39.26 |
| Total | 135 | 100.00 |

Del total de celdas, 3231 celdas tuvieron condiciones óptimas (> 0.74) para la presencia potencial del canastero de los cactus, mientras que 8159 celdas constituyeron un hábitat subóptimo para la especie. Estas áreas se muestran como parches irregulares de hábitat dispersos y con poca conectividad entre ellos, ya que solo la franja entre Lima e Ica parece tener una cierta continuidad (**Figura 5**).

Los parches de hábitat óptimo de mayor tamaño se encuentran en la zona de precordillera andina en Arequipa e Ica. En Lima, las lomas de Cañete, Asia y Lachay muestran los parches más grandes, a su vez, las lomas de Cerro Campana constituyen el parche de hábitat óptimo más grande en el norte de Perú (**Figura 5**).

La mayoría de las lomas en el sur, entre Arequipa y Moquegua, estuvieron muy cerca del primer umbral (0.74), no obstante, recayeron dentro de la categoría de hábitat subóptimo (**Figura 5**). El modelo pareció tener una menor capacidad predictiva en estas zonas y subestimar las verdaderas condiciones de idoneidad del hábitat para el canastero de los cactus.

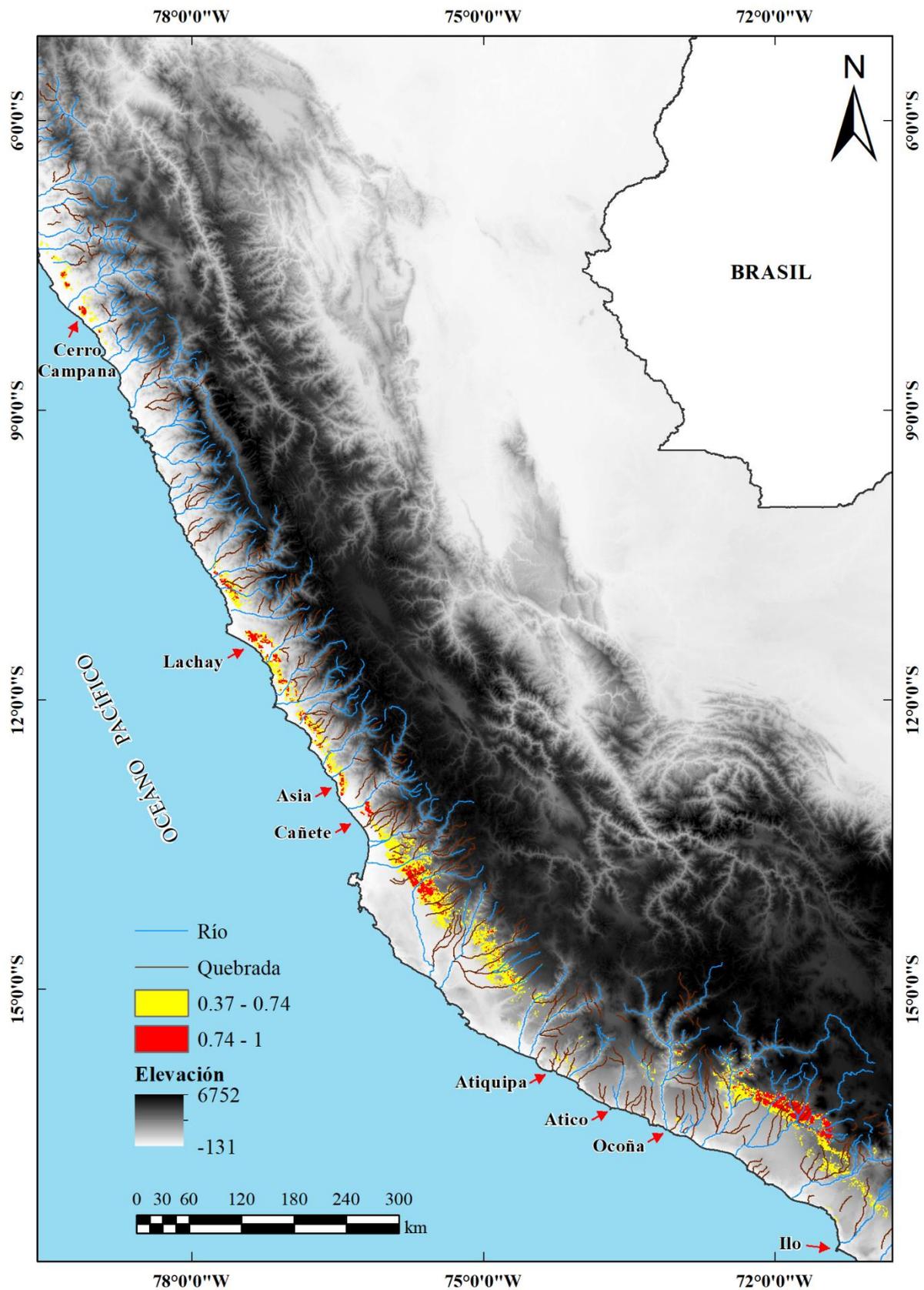


Figura 5. Mapa de distribución potencial del canastero de los cactus. En rojo las zonas con hábitat óptimo (3231 celdas), en amarillo las zonas con hábitat subóptimo (8159 celdas) que podría ser utilizado ocasionalmente. Se señalan algunas lomas importantes y los principales ríos y quebradas. Nótese los pequeños fragmentos de hábitat subóptimo en lomas del sur, incluyendo la localidad tipo (Atico).

Estado de conservación

La Extensión de Presencia (EOO) del canastero de los cactus se estimó en 164256 km² en todo el rango potencial con hábitat óptimo para la especie. Esta cifra se incrementa a 197155 km² si se incluyen también las zonas con hábitat subóptimo (**Anexo 6**). Sin embargo, si se considera que la población en las lomas del norte (Cerro Campana) se encuentra aislada, la EOO para esta población se calcula en 738.5 km² (2205 km² incluyendo zonas subóptimas), mientras que para las poblaciones desde Lima a Arequipa se estima una EOO de 103382 km² (126670 km² al incluir las zonas subóptimas) (**Anexo 7**).

Existen 3231 celdas con hábitat óptimo para la presencia del canastero de los cactus, no obstante, es poco común que una especie llegue a ocupar todo su hábitat potencial debido a diversos factores limitantes. Así, se estimó que el Área de Ocupación (AOO) real de la especie es de 561 celdas de 2 x 2 km (2244 km² de zonas óptimas). Esta cifra se incrementó a 2034 celdas (8136 km²) al incluir zonas subóptimas (**Anexo 8**). Al considerar la población del norte como aislada se estima para esta población un AOO de 21 celdas (84 km² de zonas óptimas), incrementándose hasta 81 celdas (324 km²) al incluir áreas subóptimas, quedando las poblaciones de Lima hasta Arequipa con un AOO de 509 celdas (2036 km²), cifra que aumenta hasta 1902 celdas (7608 km²) si se incluyen áreas subóptimas (**Anexo 9**).

Una estimación relativamente precisa sería considerar que la población norteña se encuentra en aislamiento y que las zonas con hábitat óptimo son las que verdaderamente prefiere la especie. De esta forma, se tendría que la EOO del canastero de los cactus en todo su rango de distribución es de 104120.5 km² y un AOO de 2120 km². Además, teniendo en cuenta que el modelo podría estar subestimando la calidad del hábitat en las lomas de Arequipa y Moquegua, se puede contemplar que estas áreas representarían entre 100-150 km² de hábitat potencial.

La distribución potencial de la especie se extiende sobre un territorio con actividad minera. Un total de 1632 celdas (50.51%) de hábitat óptimo para la especie se encuentran dentro de zonas con derechos otorgados vigentes para el aprovechamiento de la minería metálica (1011 celdas, 31.29%) y no metálica (621 celdas, 19.22%). Las cifras no mejoran mucho si se incluye también el hábitat subóptimo, teniendo un 40.88% (5112 celdas) de la superficie de hábitat (óptimo + subóptimo) de la especie cubierto por áreas destinadas a la explotación minera de metales (3958 celdas, 34.75%) y no metales (1154 celdas, 10.13%) (**Tabla 5, Anexo 10**).

Tabla 5. Cobertura de los derechos otorgados por el Estado Peruano para actividad minera en el ámbito del área de distribución del canastero de los cactus. Los valores muestran el número de celdas y los cálculos se hicieron con base en las zonas óptimas (3231) y subóptimas (8159) para la presencia de la especie. Datos actualizados hasta marzo 2020.

| Tipo | Óptimo | % | Subóptimo | % | Óptimo + Subóptimo | % |
|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|--------------|
| Vigente | 1632 | 50.51 | 3480 | 42.65 | 5112 | 44.88 |
| Metálico | 1011 | 31.29 | 2947 | 36.12 | 3958 | 34.75 |
| No metálico | 621 | 19.22 | 533 | 6.53 | 1154 | 10.13 |
| Extinguido | 108 | 3.34 | 224 | 2.75 | 332 | 2.91 |
| Metálico | 41 | 1.27 | 131 | 1.61 | 172 | 1.51 |
| No metálico | 62 | 1.92 | 81 | 0.99 | 143 | 1.26 |
| No especificado | 5 | 0.15 | 12 | 0.15 | 17 | 0.15 |

Los 605 reportes del canastero de los cactus pueden agruparse en 43 localidades discretas. Sin embargo, el 53.49% (23 localidades) corresponden a un registro único y/o máximo dos, pero con una antigüedad mayor a 10 años (4 localidades) e incluso anterior al año 2000 (12 localidades), con reportes en este último caso de los años 50' y 60' mayormente. Por ejemplo, los únicos reportes formales para las lomas de Arequipa incluyen Atiquipa y la localidad tipo Atico, ambos realizados por Koepcke en 1956 y 1960, respectivamente (**Anexo 11**).

La única localidad con reportes casi ininterrumpidos es la RN de Lachay, desde 1959 en adelante se reporta a la especie casi todos los meses. Más recientemente en otras 14 localidades hay reportes con relativa frecuencia, en Arequipa (Parque Ecológico Regional Las Rocas de Chilina, Cerrillos, Yura y Asoc. Casa Huerto-Oasis de Yura), en Ica (las quebradas Tibillos, La Yesera, La Mina, Cansas, Yaxta, Huarangal y en la ruta Nasca-Puquio), en Lima (Lomas de Asia) y en La Libertad (ACP Lomas de Cerro Campana) (**Anexo 11**).

Desde su descripción (1959) hasta diciembre 2020 se han reportado 1012 individuos del canastero de los cactus. De ellos, el 52% (523 indiv.) son reportes en la RN de Lachay, la mayoría de los avistamientos ocasionales; muy por debajo le siguen el ACP Lomas de Cerro Campana (82), las Lomas de Asia (80 indiv.) y el Parque Ecológico Regional Las Rocas de Chilina (59 indiv.). El número máximo de individuos reportados en una observación ha sido de 10 y el mínimo de 1; además, considerando el amplio rango temporal de registros en la RN de Lachay, se tiene una media de 2.5 indiv./observación. En Ica se han contabilizado entre 10-20 individuos por localidad (quebrada) en recorridos de 5-20 km (**Anexo 11**). Asumiendo idealmente que las 43 localidades conocidas para la especie están ocupadas actualmente y por localidad hubiera 20 individuos, se estima que la población total de la especie estaría por debajo de los 1000 individuos.

Por otro lado, no existe un análisis exhaustivo de la composición florística del hábitat de la especie, aunque es conocida su preferencia por los cactus columnares, estos junto con algunos arbustos son fundamentales para su reproducción y alimentación. Se reconocen 12 especies de plantas (10 cactáceas) importantes, 10 son endémicas peruanas (9 cactus), y otras 2 son arbustos que están restringidos entre Lima, Ica y quizá el límite norte de Arequipa. Al menos 8 de estas plantas se encuentran en alguna categoría de amenaza (NT, VU, EN) (**Anexo 12**).

Gestión y protección

La distribución del canastero de los cactus se encuentra escasamente representada en la red de IBA's del Perú, con una cobertura de 0.71% (23 celdas) y 0.34% (39 celdas) si se incluye el hábitat subóptimo (**Tabla 6, Anexo 13**).

La superficie de hábitat óptimo de la especie que se encuentra legalmente protegida dentro de las Áreas Naturales Protegidas es apenas de 4.67% (151 celdas). Esta cifra varía a 2.32% (264 celdas) al incluir el hábitat subóptimo. Las principales ANP que protegen el hábitat óptimo del canastero de los cactus son la RN de Lachay (1.70%, 55 celdas), el ACR Sistema de Lomas de Lima (0.34%, 11 celdas) y el ACP Lomas del Cerro Campana con 1.21% y 39 celdas (**Tabla 6, Anexo 14 Anexo 15**).

Tabla 6. Cobertura de distintas modalidades de conservación en el ámbito del área de distribución del canastero de los cactus. Se incluyen las IBA's, los Ecosistemas Frágiles y el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Perú. Los valores corresponden a números de celdas y los cálculos se hicieron con base en las zonas óptimas (3231) y subóptimas (8159) para la presencia de la especie. Entre paréntesis se muestran valores de las Zonas de Amortiguamiento de las ANP, la distinción se debe a los diferentes niveles de protección.

| Categoría | Óptimo | % | Subóptimo | % | Óptimo + Subóptimo | % |
|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| IBA | 23 | 0.71 | 16 | 0.20 | 39 | 0.34 |
| Ecosistemas Frágiles | 259 | 8.02 | 261 | 3.20 | 520 | 4.57 |
| ANP | 92 (151) | 2.85 (4.67) | 76 (113) | 0.93 (1.38) | 168 (264) | 1.47 (2.32) |
| Nacional | 41 (59) | 1.27 (1.83) | 11 (37) | 0.13 (0.45) | 52 (96) | 0.46 (0.84) |
| Regional | 11 | 0.34 | 55 | 0.67 | 66 | 0.58 |
| Privada | 40 | 1.24 | 10 | 0.12 | 50 | 0.44 |

Las zonas reconocidas como ecosistemas frágiles por el Estado Peruano cubren un 8.02% (259 celdas) de hábitat óptimo para la especie y 3.20% (261 celdas) de hábitat subóptimo. Estas zonas representan la mayor superficie de hábitat protegido para el canastero de los cactus. No obstante, su gestión se encuentra todavía en proceso de implementación. En conjunto la superficie de hábitat de la especie que se encuentra protegida por alguna modalidad de conservación es inferior al 15% (**Tabla 6, Anexo 14**).

DISCUSIÓN

Registros de ocurrencia

El número de reportes cargados en bases de datos es enormemente superior a los trabajos publicados sobre el canastero de los cactus. Recursos como GBIF (www.gbif.org) y eBird (específicamente para aves) representan redes globales de datos donde la ciencia ciudadana aporta millones de registros (Edwards *et al.*, 2000; Sullivan *et al.*, 2009). Estas herramientas de acceso abierto están disminuyendo las brechas en la información sobre biodiversidad, cambiando nuestra capacidad de entender patrones ecológicos a escala mundial y mejorando las decisiones de conservación frente al cambio global, con acciones concretas a nivel local, regional y mundial (Amano *et al.*, 2016; Sullivan *et al.*, 2017).

Las colectas científicas son la mejor documentación de la biodiversidad, sin embargo, carecen en su mayoría de coordenadas geográficas de las localidades de colecta. Muchos de los registros que no superaron el umbral de 0.74 de valor de probabilidad en el mapa de distribución potencial (ver **Tabla 4**) correspondieron a datos de colectas y/o publicaciones que no tenían coordenadas. Datos de este tipo son potenciales fuentes de sesgo para el modelado de distribución de especies cuando no son concordantes con la resolución de análisis, aunque es más importante el método de modelado (Fernandez *et al.*, 2009). La asignación de coordenadas fue bastante rigurosa, la detallada bitácora de Koepcke (1982) fue muy valiosa para este propósito; además, el proceso incluyó una estimación de la incertidumbre como se recomienda (Guo *et al.*, 2008; Wieczorek *et al.*, 2004). Si bien los puntos incluidos tuvieron una incertidumbre (<3 km) incongruente con la resolución de análisis, su inclusión se sustenta en que son sitios donde no se ha vuelto a reportar a la especie.

Distribución y ecología

Este es el primer análisis sobre la distribución, factores que la influyen y el estado de conservación del canastero de los cactus. El modelo predictivo guarda relativa concordancia con el rango conocido para la especie (Del Hoyo, 2020) pero delimita zonas de manera más fina; además, evidencia una gran fragmentación en todo el rango. Esto posiblemente limite el flujo de genes entre poblaciones del norte, centro y sur de Perú, y también entre las que viven en zonas de lomas y las que habitan en las laderas occidentales de los Andes. Además, se detectaron nuevas localidades potenciales no registradas previamente.

Los predictores climáticos de precipitación y temperatura, junto con el NDVI de febrero y la pendiente resultaron ser bastante explicativos dentro del modelo final y también de modo individual. La especie parece prosperar en estrechos rangos de temperatura, que se acortan aún más durante las temporadas de verano (15-17 °C) e invierno (7-8 °C), mientras que temperaturas por encima de 26 °C en cualquier mes disminuyen radicalmente la probabilidad relativa de encontrar a la especie. Esto podría hacer al canastero de los cactus particularmente sensible a los cambios de temperatura ocasionados por el calentamiento global (Albright *et al.*, 2017).

No existe una explicación mecanicista acerca de la influencia de la precipitación sobre la fisiología o el comportamiento de los animales. En cambio, existe una relación clara con la productividad vegetal en zonas áridas (Ogle y Reynolds, 2004), que en esta zona se traduce en disponibilidad de recursos para la especie, y también como una fuente directa de agua. Las escasas lluvias en el desierto peruano (<250 mm) se dan ocasionalmente en los meses de verano (diciembre-marzo), ocurren mayormente en las laderas occidentales andinas. El NDVI de febrero refleja que esta temporada es la más productiva para esta zona, lo que a su vez, representa el momento propicio para la reproducción de estas poblaciones que posiblemente inicie desde noviembre o fines de octubre hasta abril (ver **Anexo 16**).

En la zona costera casi nunca llueve, solo ligeras lloviznas en invierno esporádicamente, la productividad en esta zona depende casi exclusivamente de la niebla proveniente del mar (Rundel *et al.*, 1991). Así, las lomas pueden ser muy variables en cuanto a productividad dependiendo de la cantidad de niebla que reciben, a su vez influenciada por una topografía empinada que permite interceptar las nubes, el tipo de sustrato y las características del viento (Dillon, 1997). La temporada de niebla se da entre mayo a octubre, el florecimiento parece adelantarse en la zona norte y continuar hacia el sur, aunque no es un patrón determinado (Dillon, 2003). La temporada reproductiva del canastero de los cactus podría extenderse de abril a octubre en las lomas del norte y centro, mientras que en las lomas del sur parece ser similar a las poblaciones de la precordillera andina entre noviembre a abril (ver **Anexo 16**).

Tanto en lomas como en las laderas de los Andes hay registros de reproducción fuera de estos meses, y varios reportes coinciden con eventos post ENSO de mediana magnitud (SENAMHI, 2014). Por ejemplo, en Lachay hubo reportes en diciembre 2009, enero 2010 y noviembre 2012; de igual modo en Arequipa se reportó en agosto 2012 (**Anexo 16**). Algo similar ocurre con algunos reportes de presencia de la especie en localidades donde no se ha vuelto a reportar y que el modelo no predice como idóneos. En Lima hay reportes (ver **Anexo 11**) en la Hacienda

Trapiche (octubre-noviembre 62', octubre 67'), Quebrada California (setiembre 64') y Quebrada Santa Eulalia (junio 60') que se ubican hacia los Andes alejadas de las lomas en la zona costera. A estas localidades se le asignaron coordenadas basados en las descripciones de los observadores (Koepcke, 1965; Lüthi; 2011), el modelo les da valores muy bajos de probabilidad relativa y están alejados de las zonas idóneas. Por el contrario, en lomas de Atico y Atiquipa en Arequipa, donde también se asignaron coordenadas, sí presentan valores de hábitat óptimo o subóptimo para la especie. Esta diferencia podría deberse a que las condiciones en las localidades de Lima han cambiado en los últimos 60 años, una revisión de imágenes satelitales muestra que en la Quebrada California hubo un crecimiento de zonas residenciales. El canastero de los cactus es medianamente sensible a la perturbación (Stotz *et al.*, 1996), por ejemplo se ha registrado dentro de parques urbanos en Arequipa, sin embargo, los sitios deben mantener las características propias del hábitat como los cactus columnares, matorrales, rocas y el terreno abrupto. Cambios en estas condiciones pueden conllevar a la desaparición de la especie.

El Valle de Tinajas (Lima) es otra localidad que el modelo no predice adecuadamente. Se ubica a 17 km al este de las lomas de Lurín, y en ella se ha registrado a la especie en noviembre 2007, diciembre 2010 y noviembre 2016 (**Anexo 11**). Casi todos los reportes son de un mismo observador y concordantes con fechas de eventos ENSO de moderada y gran magnitud.

Es posible que los ciclos ENSO tengan gran influencia en la distribución, dispersión y reproducción del canastero de los cactus. Los efectos de estos ciclos pueden alterar los regímenes de lluvia y niebla afectando las características de los hábitats de la especie en las laderas occidentales andinas y lomas de la costa (Rundel *et al.*, 1991; Glynn, 1990). Tales efectos son bastante complejos y dependerán de la magnitud y fase ENSO. Estos ciclos están definidos por anomalías en la temperatura superficial del mar (TSM), y se reconocen actualmente dos modos espaciales de variabilidad: anomalías máximas en el Pacífico Central (modo CP), esto implica TSM negativamente sesgadas frente a la costa de Perú y fuertes eventos “La Niña”; el otro implica anomalías máximas en el Pacífico Oriental (modo EP) y fuertes eventos “El Niño” (ver Carré *et al.*, 2014).

De manera resumida, ENSO puede provocar lluvias torrenciales en la zona norte de Perú y un incremento de precipitaciones en el lado occidental andino, además, afecta la producción, intensidad y duración de la niebla. El Niño ha provocado enormes eventos de floración en el norte y centro de Perú, al sur también se ha observado un incremento en la vegetación de lomas.

La productividad puede incrementarse hasta 13 veces durante un evento fuerte (por ejemplo el de 1997-98) y hasta 3 veces durante uno moderado (2010). Asimismo, El Niño suele acontecer durante el verano austral, permitiendo una continuidad en la floración invernal de las lomas. En cambio, La Niña suele tener una dinámica más compleja, las condiciones oceánicas frías pueden ocasionar sequías tierra adentro. Mientras en la zona costera La Niña puede crear nieblas más persistentes, provocando abundantes eventos de floración e incremento en la riqueza y cobertura de plantas, aunque parece que esto tiene una corta duración. Además, La Niña puede favorecer a las especies xerofíticas a costa de las herbáceas. Toda esta dinámica Niño/Niña también se ve afectada por los cambios en la altitud y temperatura de la capa de niebla. En conjunto, se puede inferir que la productividad y cobertura de plantas puede incrementarse o disminuir según el modo ENSO que acontece (para una discusión detallada ver [Beresford-Jones et al., 2015](#); ver también [Dillon y Rundel, 1990](#); [Dillon et al., 2003](#); [Dillon et al., 2011](#); [Eichler y Londoño, 2013](#); [Garreaud et al., 2008](#); [Manrique et al., 2010](#); [Manrique, 2011](#)).

Este incremento de recursos tanto espacial como temporalmente producto de los eventos ENSO podría ser aprovechado por el canastero de los cactus para extender su temporada reproductiva. Algo que se ha observado en pinzones de Darwin ([Grant et al., 2000](#)). Del mismo modo, localidades no predichas por el modelo (p.e. Valle de Tinajas) pueden ser atractivas para la especie solo durante eventos específicos, es posible también que la especie esté expandiendo su rango.

La especie es reacia a volar, no obstante tiene una capacidad media de dispersión ([Sheard et al., 2020](#)). Desplazarse hacia lugares idóneos no sería inconveniente mientras existan parches de hábitat no muy distantes, se le ha visto moverse de una quebrada a otra con relativa facilidad entre vuelos y saltos en cactus, rocas y arbustos. La dispersión puede haberse dado de sur a norte a través de las laderas andinas, dado que el centro de abundancia del género *Pseudasthenes* está en el sur del continente ([Del Hoyo, 2020](#)), además, los parches de hábitat más grandes se ubican en Arequipa e Ica. Un patrón de este tipo se ha descrito para *Nolana*, el género endémico de plantas más diverso en lomas ([Dillon et al., 2009](#)). Los eventos dispersivos han podido acontecer durante periodos largos de ENSO que han mantenido la vegetación. Durante el plioceno es posible que se dieran condiciones similares a un ENSO permanente ([Eichler y Londoño, 2013](#)), sin embargo, esto es debatible aún ([Watanabe et al., 2011](#)). De manera más precisa se conoce que durante el holoceno ENSO pudo permitir una mayor extensión de la vegetación dependiente de niebla (ver [Beresford-Jones et al., 2015](#)).

La conectividad es muy baja, casi no hay contacto entre poblaciones de las laderas occidentales andinas de Arequipa y la de las lomas, tampoco entre éstas con las de Ica. Entre Ica y Lima se nota cierta continuidad aunque bastante dispersa, por último la población en la Libertad se encuentra a casi 300 km de Lima. Existen diferencias morfológicas entre poblaciones, también en las características del hábitat. Basada en esto [Koepcke \(1965\)](#) asignó subespecies, *lachayensis* (restringida a Lachay), *monticola* (de Arequipa a Lima) y *cactorum* (entre Atico y Atiquipa). Si bien expertos sostienen que estas variaciones son clinales ([Remsen, 2003](#)), se considera que es necesaria una revisión. De modo preliminar se sugieren variaciones al planteamiento de Koepcke, *lachayensis* llegaría al sur hasta Cañete y al norte hasta la Libertad; *monticola* estaría restringida a las laderas andinas de Arequipa; *cactorum* abarcaría distintas lomas del sur desde Acarí (Arequipa) hasta cerca de Ilo (Moquegua); además, las poblaciones de Ica posiblemente podrían ser otra subespecie.

En Ica la especie está íntimamente relacionada con el cactus *Armatocereus procerus* y con el arbusto *Bulnesia retama* (restringido a Ica y altamente amenazado, ver [Whaley et al., 2019](#)), el primero como soporte de los nidos y el segundo como material principal para su construcción. Asimismo, *A. procerus*, *B. retama* y *Neoraimondia arequipensis* son las principales plantas donde obtiene su alimento, principalmente insectos durante todo el año y posiblemente modifique su dieta a una mayor ingesta de frutos de cactus y partes florales en las temporadas que abundan. Por ejemplo, en 2018/19 (post mega ENSO 2016/17) se observó una fructificación muy abundante de los cactus, no existen datos previos para una comparación, pero se podían contabilizar entre 20 hasta 60 frutos por cactus que podrían superar los 5 kg. Así, la especie podría desempeñar un rol en la dispersión de semillas y quizá en la polinización de los cactus, también en la transmisión de la parásita *Loranthus cuneifolius* en zonas más altas ([Rauh, 1958](#)). Del mismo modo, *Orthopterygium huacui* posiblemente ha sido (o sea) importante en la dispersión de la especie, este arbusto xerofítico es endémico del Perú y se encuentra amenazado, habita por encima de los 1000 m en laderas escarpadas de los andes occidentales, restringido entre Lima (cuenca del río Chillón) hasta Acarí y Yauca (Arequipa), con las poblaciones más abundantes posiblemente en Ica ([León et al., 2013](#)). El planteamiento de analizar la taxonomía de la especie también surge por análisis preliminares donde puntos de presencia en estos lugares no logran predecir ninguna otra población. Además, en este tipo de ambientes extremos y variables las tasas de especiación son más altas ([Harvey et al., 2020](#)).

Resalta la ausencia de hábitat idóneo en las lomas de Ica. La loma más meridional de Ica (Marcona) se encuentra a casi 90 km de Atiquipa y 30 km de Acarí, que representan un hábitat favorable para el canastero de los cactus. La predicción parece subestimar la idoneidad de las lomas del sur (Arequipa, Moquegua), lo que posiblemente sea debido a la poca cantidad de puntos de registro (4) que hay. Si bien es conocido que la especie habita en Atiquipa (Zeballos *et al.*, 2000) no hay reportes formales desde los hechos por Koepcke (1959, 1965). Por otro lado, la ausencia en lomas de Ica parece ser verdadera, durante exploraciones de campo no se ha encontrado a la especie. Aunque el esfuerzo de muestreo puede ser insuficiente, las características de estas lomas son distintas a las de Lima y de Arequipa en cuanto a composición florística (ver Dillon, 1997; Rundel *et al.*, 1991; Whaley *et al.*, 2019), destacando la ausencia de cactus columnares que la especie prefiere. Solo se han encontrado escasos relictos de *Corryocactus brachypetalus* en acantilados rocosos de las lomas de Amara-Ullujaya frente a la costa. Las lomas de Ica se encuentran aisladas por un amplio terreno estéril y arena (Tablazo de Ica) que puede sobrepasar las capacidad dispersiva de la especie. Además, se encuentran a más de 70 km de distancia de las laderas andinas sin ríos ni quebradas que las conecten, en comparación hacia el norte esta distancia puede ser menos de 20 km, hacia el sur puede llegar hasta 70 km. Sin embargo, tanto hacia el norte como al sur hay una gran cantidad de valles y quebradas que llegan directamente desde los Andes al Pacífico y que podrían servir (o sirven) como corredores de dispersión.

El canastero de los cactus es altamente territorial, puede ocupar al menos 1 ha por pareja y probablemente un territorio mucho más amplio. Esto podría estar influenciado por la abundancia local de los cactus y matorrales donde forrajea, en Ica se han contabilizado desde 3 individuos dentro de 1 km² hasta individuos con más de 1 km de separación en recorridos lineales. La dispersión por tanto sería muy importante en su dinámica poblacional.

Estado de conservación

El hábitat potencial para la presencia de la especie se estima en 3231 km², la mayor parte son localidades desconocidas. Los registros de presencia ocupan solo 135 km², tal diferencia correspondería a un déficit de muestreo. Se reporta mayormente a la especie en sitios previamente conocidos (p.e. RN Lachay) o de fácil acceso (p.e. periferia de Arequipa), estos son avistamientos ocasionales durante visitas turísticas en su mayoría. La mayor parte de las zonas idóneas para la especie son de difícil acceso y muy pocas las exploraciones en su búsqueda.

Se estima una EOO de 104120.5 km² y un AOO de 2120 km². Ambos superan el umbral para categorizar a la especie como Vulnerable (EOO: <20000 km²; AOO: <2000 km²) según criterios de la IUCN. Esta estimación varía si se considera de modo especulativo que el hábitat subóptimo mejora su idoneidad durante eventos ENSO, sin embargo, es más plausible que estas zonas sirvan para la dispersión de la especie. A efectos de proponer una categorización, el análisis se centra en el hábitat más favorable. La distribución del canastero de los cactus se muestra como una franja bastante fragmentada, en estos casos la EOO puede sobreestimar el riesgo de extinción (IUCN, 2019) como, por ejemplo, la población del norte de estar aislada tendría una EOO de 738.5 km² y AOO de 21 km² calificando como En Peligro Crítico (CR). La conectividad y flujo genético (si es que lo hay) es algo todavía por determinarse. Además, como se ha discutido, es posible que existan hasta 4 poblaciones en proceso de diferenciación. Por otra parte, el modelo no incluye datos bióticos (p.e. depredación, competencia) que son desconocidos para la especie y que podrían afectar la ocupación real en estos sitios idóneos. El AOO se calculó sobre el hábitat potencial identificado, sin embargo, un cálculo en base a los puntos de registro conocidos (240) con el programa GeoCAT (Bachman *et al.*, 2011) arroja un valor de 384 km². Incluso el AOO podría ser menor al considerar que varias de las localidades ya no serían favorables a la especie debido a cambios en el uso del suelo, como se ha discutido.

No existe una estimación de la población de la especie. Aquí se proporciona un cálculo poco preciso pero ilustrativo, 1012 individuos han sido reportados en los últimos 60 años, registros ocasionales mayormente. Posiblemente su abundancia local esté ligada a la abundancia de los cactus y matorrales en su hábitat. Considerando a las localidades conocidas, la población estaría por debajo de 1000 individuos.

Las especies conocidas que componen el hábitat del canastero de los cactus son también endémicas peruanas en su mayoría. A su vez, estas plantas se encuentran dentro de alguna categoría de amenaza. Alrededor del 50% del hábitat potencial de la especie son zonas destinadas para el aprovechamiento minero formal, una actividad que puede conllevar la desaparición del hábitat. En Arequipa, el PER Las Rocas de Chilina está sometido a la extracción de material para construcción, recortando paulatinamente hábitat para la especie (Ugarte y Høgsås, 2009), mientras que la Quebrada Cansas (Ica) es una zona de minería conocida. Asimismo, se estima que la actividad minera informal e ilegal en Perú puede estar entorno a las 100000-500000 personas (Torres, 2015), algo que no se tiene en cuenta en el cálculo. Por el contrario, menos del 15% del hábitat se encuentra legalmente protegido y menos

del 3% cuenta con una gestión implementada. Otras posibles amenazas a la especie incluyen la expansión urbana, expansión agrícola (principalmente cultivos destinados a la exportación), el establecimiento de granjas avícolas y la invasión de tamarix *Tamarix aphylla*. Por ejemplo, el crecimiento urbano en la Quebrada California que se ha mencionado, del mismo modo, las lomas de Lima están bajo una amenaza constante de invasiones y tráfico de terrenos (Mongabay Latam, 2018; Inforegión, 2021). En el caso de la industria agrícola, en los últimos 20 años ha crecido enormemente en toda la costa peruana, siendo Ica uno de los departamentos con mayor crecimiento agroexportador. El cambio en Ica ha sido evidente pero no cuantificado, amplias llanuras y zonas de matorrales cerca de los andes han sido reemplazados por cultivos como vid, espárrago, paltos (aguacate) principalmente, estos se han ido adentrando cada vez más. Similar escenario es el de la industria avícola, en un viaje por la carretera Panamericana a lo largo de la costa peruana se pueden observar centenares de granjas, y una inspección satelital evidencia que éstas pueden ser hasta miles y ubicarse tierra muy adentro. Por su lado, el tamarix es ya un problema en Ica y posiblemente en otras zonas de la costa peruana. Este arbusto ha reemplazado buena parte de la vegetación ribereña del valle bajo de Ica (Whaley *et al.*, 2010) y se ha registrado recientemente en varias quebradas. La planta tiene una capacidad extraordinaria de propagación y resistencia, con miles de semillas dispersadas por el viento y un crecimiento veloz. Después de las lluvias del ENSO 2016/17 se encontraron plántulas de tamarix, en pocos meses se volvió y era una franja cuasi boscosa.

Las características ecológicas y de comportamiento del canastero de los cactus, la fragmentación e irregularidad de su distribución, las potenciales amenazas a las que está expuesto y su escasa protección, sustentan que la especie debería categorizarse como En Peligro (EN C1+2a(i)). Las precisiones de esta propuesta se muestran en la **Tabla 7**. Se Incluye la sospecha de reducción de sus poblaciones al menos durante los últimos 20 años y se proyecta que continuará en los próximos años; un AOO < 2000 km², con una distribución geográfica severamente fragmentada, menos de 20 localidades conocidas y posiblemente 4 poblaciones no conectadas; el número de individuos maduros sería menos de 1000, con menos de 250 individuos por cada población. Las principales amenazas para la especie serían los cambios de uso del suelo debido a la minería, el crecimiento urbano, la expansión de la industria agrícola y avícola, y la invasión de tamarix en su hábitat. Además, la especie parece ser susceptible al cambio climático.

Tabla 7. Criterios IUCN para la propuesta de categorización del canastero de los cactus.

| Criterios | En Peligro | Vulnerable |
|---|------------------|------------------------|
| <i>A. Reducción del tamaño poblacional</i> | | |
| A4. Reducción del tamaño poblacional sospechada, en el pasado a causa de cambios en el uso del suelo (minería, crecimiento urbano, expansión agrícola y avícola). En el futuro se mantienen las mismas causas y se incluye la invasión de tamarix. c) reducción en la calidad del hábitat y posiblemente AOO. e) como consecuencia de la planta invasora tamarix. | | ≥ 30% |
| <i>B. Distribución geográfica</i> | | |
| B2. Área de ocupación (AOO) a) severamente fragmentada, número de localidades ≤ 20 b) disminución continua proyectada iii. Área de ocupación y/o calidad del hábitat iv. Número de subpoblaciones v. Número de individuos maduros | | < 2000 km ² |
| <i>C. Pequeño tamaño de la población y disminución</i> | | |
| Número de individuos maduros | < 2500 | |
| C1. Una disminución continua proyectada | El 20% en 5 años | |
| C2. Una disminución continua proyectada a) i. Número de individuos maduros en cada subpoblación | ≤ 250 | |
| <i>D. Población muy pequeña o restringida</i> | | |
| Número de individuos maduros | | D1. < 1000 |

CONCLUSIONES

El endémico canastero de los cactus tiene una distribución fragmentada e irregular en todo su rango, con la mayoría de las localidades potenciales sin reportes previos de la especie. Posiblemente existan hasta 4 poblaciones no conectadas y en proceso de diferenciación que se ubican en: i) las laderas occidentales andinas de Arequipa, ii) las lomas entre Arequipa y Moquegua, iii) las laderas occidentales andinas de Ica y iv) la cadena de lomas de Lima, incluyendo las lomas de La Libertad. Los predictores climáticos de precipitación y temperatura, junto con el NDVI de febrero y la pendiente resultaron ser los más explicativos para el modelo predictivo de hábitat. Esto refleja su preferencia por zonas áridas con poca precipitación durante el verano; estrechos rangos térmicos durante el año, más restringidos durante el verano e invierno y temperaturas no mayores a 26 °C en cualquier mes; mayor disponibilidad de recursos en el verano coincidiendo con la época reproductiva; y una topografía agreste con pendientes elevadas que permiten la captación de niebla en las lomas de la costa, donde la disponibilidad de recursos es más variable. Tal como se sospechaba, la especie está amenazada. Se estima que hay 3231 km² de hábitat favorable para la especie, aunque su ocupación estaría por debajo de los 2000 km² y su población parece no sobrepasar los 1000 individuos. Asimismo, su hábitat está escasamente protegido (<15%) y una reducción continua del mismo sería a causa de sus principales amenazas, que incluyen el cambio de uso de suelo por actividad minera, crecimiento urbano, expansión de la industria agrícola y avícola e invasión de tamarix. Por lo tanto, se propone categorizar a la especie como En Peligro (EN C1+2a(i)).

BIBLIOGRAFÍA

- Albright, T., Mutiibwa, D., Gerson, A., Smith, E., Talbot, W., O'Neill, J., McKechnie, A. y Wolf, B. 2017. Mapping evaporative water loss in desert passerines reveals an expanding threat of lethal dehydration. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(9): 2283-2288. <https://doi.org/10.1073/pnas.1613625114>
- Allan, R. 2000. ENSO and Climatic Variability in the Past 150 Years. En: EL NIÑO AND THE SOUTHERN OSCILLATION Multiscale Variability and Global and Regional Impacts, Diaz, H. y Markgraf, V. (Eds.), pp. 3-56, Cambridge University Press, Cambridge.
- Alpers, C.N. y Brimhall, G.H. 1988. Middle Miocene climatic change in the Atacama Desert, northern Chile: Evidence from supergene mineralization at La Escondida. *Geological Society of America Bulletin* 100(10): 1640-1656. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1988\)100<1640:MMCCIT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1988)100<1640:MMCCIT>2.3.CO;2)
- Amano, T., Lamming, J. y Sutherland, W. 2016. Spatial Gaps in Global Biodiversity Information and the Role of Citizen Science. *BioScience* 66(5): 393-400. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw022>
- Arakaki, M., Ostolaza, C., Cáceres, F. y Roque, J. 2006. Cactaceae endémicas del Perú. *Rev. peru. biol.* 13(2): 193s-219s.
- Araújo, M., Anderson, R., Márcia Barbosa, A., Beale, C., Dormann, C., Early, R., García, R., Guisan, A., Maiorano, L., Naimi, B., O'Hara, R., Zimmermann, N. y Rahbek, C. 2019. Standards for distribution models in biodiversity assessments. *Science Advances* 5(1): eaat4858. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat4858>
- Aybar-Camacho, C., Lavado-Casimiro, W., Sabino, E., Ramírez, S., Huerta, J. y Felipe-Obando, O. 2017. Atlas de zonas de vida del Perú – Guía Explicativa. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología. Disponible en: <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/259>
- Bachman, S., Moat, J., Hill, A.W., de la Torre, J., y Scott, B. 2011. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys* 150: 117-126. <https://doi.org/10.3897/zookeys.150.2109>
- Barve, N., Barve, V., Jiménez-Valverde, A., Lira-Noriega, A., Maher, S.A., Peterson, A.T., Soberón, J. y Villalobos, F. 2011. The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecol. Model.* 222: 1810-1819. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.02.011>
- Beresford-Jones, D., Pullen, A.G., Whaley, O.Q., Moat, J., Chauca, G., Cadwallader, L., Arce, S., Orellana, A., Alarcón, C., Gorriti, M. y Maita, P.K. 2015. Re-evaluating the resource potential of lomas fog oasis environments for Pre-ceramic hunter-gatherers under past ENSO modes on the south coast of Peru. *Quaternary Science Reviews* 129: 196-215. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.10.025>
- Bicudo, J., Buttemer, W., Chappell, M., Pearson, J. y Bech, C. 2010. Ecological and environmental physiology of birds. Oxford University Press, Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199228447.001.0001>
- BirdLife International. 2021. Important Bird and Biodiversity Area (IBA) digital boundaries: March 2021 version. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Böhlke, J.K., Ericksen, G.E. y Revesz, K. 1997. Stable isotope evidence for an atmospheric origin of desert nitrate deposits in northern Chile and southern California, USA. *Chemical Geology* 136(1-2): 135-152. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(96\)00124-6](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(96)00124-6)
- Boria, R.A., Olson, L.E., Goodman, S.M. y Anderson, R.P. 2014. Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. *Ecol. Model.* 275(10): 73-77. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.12.012>
- Brack E., A. 1986. Las Ecorregiones del Perú. *Boletín de Lima* 44: 57-70.
- Brown, J.L., Bennett, J.R. y French, C.M. 2017. SDMtoolbox 2.0: the next generation Python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. *PeerJ* 5: e4095. <https://doi.org/10.7717/peerj.4095>
- Carré, M., Sachs, J.P., Purca, S., Schauer, A.J., Braconnot, P., Falcon, R.A., Julien, M. y Lavallee, D. 2014. Holocene history of ENSO variance and asymmetry in the eastern tropical Pacific. *Science* 345 (6200): 1045-1048. <https://doi.org/10.1126/science.1252220>
- Castro, A., Davila, C., Wil, L., Cubas, F., Ávalos, G., López, C., Villena, D., Valdez, M., Urbiola, J., Trebejo, I. y Menis, L. 2020. CLIMAS DEL PERÚ – Mapa de Clasificación Climática Nacional. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).
- CDC-UNALM. 2006. Análisis del Recubrimiento Ecológico del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. CDC-UNALM/TNC. Lima, Perú. 148 pp + Anexos.
- Comité de Estándares y Peticiones de la UICN. 2019. Directrices de uso de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 14. Preparado por el Comité de Estándares y Peticiones. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/es/resources/redlistguidelines>.
- Cooper, J.C. y Soberón, J. 2017. Creating individual accessible area hypotheses improves stacked species distribution model performance. *Global Ecology and Biogeography* 27: 156-165. <https://doi.org/10.1111/geb.12678>
- Cracraft, J. 1985. Historical Biogeography and Patterns of Differentiation within the South American Avifauna: Áreas of Endemism. *Ornithological Monographs* 36: 49-84. <https://doi.org/10.2307/40168278>
- Dawson, W.R. y Bartholomew, G.A. 1968. Temperature regulation and water economy of desert birds. En: Desert Biology, Special Topics on the Physical and Biological Aspects of Arid Regions, Brown, G.W. (Eds.), pp. 357-394, Academic Press, New York.
- Dawson, W.R. 1984. Physiological studies of desert birds: present and future considerations. *J. Arid Environ.* 7: 133-155.
- Dean, W. 2004. Nomadic desert birds (Adaptations of Desert Organisms Series). Springer Berlin, Berlin/Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-08984-2>
- Del Hoyo, J. (Ed.). 2020. All the Birds of the World, pp. 440. Lynx Edicions, Barcelona.

- Derryberry, E., Claramunt, S., O'Quin, K.E., Aleixo, A., Terry, R., Remsen Jr. J.V. y Brumfield R. 2010. *Pseudasthenes*, a new genus of ovenbird (Aves: Passeriformes: Furnariidae). *Zootaxa* 2416: 61-68.
- Didan, K. 2015. MOD13A2 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 1km SIN Grid V006 [MOD13A2 v006]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Disponible en: <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD13A2.006>.
- Dillon, M.O. y Rundel, P. W. 1990. The botanical response of the Atacama and Peruvian Desert floras to the 1982-83 El Niño event. En: Global ecological consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation, Glynn, P.W. (Ed.), pp. 487-504, Elsevier Oceanography Series, Amsterdam. [https://doi.org/10.1016/S0422-9894\(08\)70047-3](https://doi.org/10.1016/S0422-9894(08)70047-3)
- Dillon, M.O., Tu, T., Xie, L., Quipuscoa, V. y Wen, J., 2009. Biogeographic diversification in *Nolana* (Solanaceae), a ubiquitous member of the Atacama and Peruvian Deserts along the western coast of South America. *Journal of Systematics and Evolution* 47(5): 457-476. <https://doi.org/10.1111/j.1759-6831.2009.00040.x>
- Dillon, M.O. 1997. Lomas formations Peru. En: Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation, v.3. Americas, Davis, S.D. y Vernon, H. (Eds.), pp. 519-527, IUCN Publication Unit. Cambridge, U.K. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/315707245_Lomas_Formations_-_Peru
- Dillon, M.O., Leiva, S. y Zapata, G.M. 2011. Floristic Checklist of the Peruvian Lomas formations—Catálogo florístico de las Lomas peruanas. *Arnaldoa* 18(1): 7–32.
- Dillon, M.O., Nakazawa, M. y Leiva, S. 2003. The Lomas Formations of Coastal Peru: Composition and Biogeographic History. *Fieldiana Botany New Series* 43: 1-9.
- Dunai, T.J., López, G.A.G. y Juez-Larré, J. 2005. Oligocene-Miocene age of aridity in the Atacama Desert revealed by exposure dating of erosion-sensitive landforms. *Geology* 33(4): 321-324. <https://doi.org/10.1130/G21184.1>
- eBird Basic Dataset. Version Nov 2020. *Pseudasthenes cactorum*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York.
- Edwards, J., Lane, M. y Nielsen, E. 2000. Interoperability of Biodiversity Databases: Biodiversity Information on Every Desktop. *Science* 289(5488): 2312-2314. <https://doi.org/10.1126/science.289.5488.2312>
- Eichler, T.P. y Londoño, A.C. 2013. ENSO impacts on lomas formation in South Coastal Peru: Implications for the Pliocene? *Adv. Meteorol.* 2013: 175947. <https://doi.org/10.1155/2013/175947>
- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann, F., Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Jacob McC, M., Overton, Townsend, A., Phillips, S. J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R. E. Soberón, J., Williams, S., Wisz, M. S. y Zimmermann, N. E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E. y Yates, C. J. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17: 43-57. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>
- Emile-Geay, J., Cobb, K.M., Carré, M., Braconnot, P., Leloup, J., Zhou, Y., Harrison, S.P., Corregge, T., McGregor, H.V., Collins, M. y Driscoll, R. 2016. Links between tropical Pacific seasonal, interannual and orbital variability during the Holocene. *Nature Geoscience* 9 (2): 168-173. <https://doi.org/10.1038/ngeo2608>
- Fernandez, M., Blum, S., Reichle, S., Guo, Q., Holzman, B. y Hamilton, H., 2009. Locality Uncertainty and the Differential Performance of Four Common Niche-Based Modeling Techniques. *Biodiversity Informatics* 6(1): 36-42. <https://doi.org/10.17161/bi.v6i1.3314>
- Fjeldså, J. y Irestedt, M. 2009. Diversification of the South American Avifauna: Patterns and Implications for Conservation in the Andes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96(3): 398-409. <http://www.jstor.org/stable/40389942>
- Fjeldså, J., Lambin, E. y Mertens, B. 1999. Correlation between endemism and local ecoclimatic stability documented by comparing Andean bird distributions and remotely sensed land surface data. *Ecography* 22: 63-78. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1999.tb00455.x>
- Fjeldså, J. y Krabbe, N. 1990. Birds of the high Andes. Zoological Museum, University of Copenhagen, Copenhagen.
- Franklin, J. 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press.
- García, A., Garza, V. y Traba, J. 2019. Factors affecting Dupont's Lark distribution and range regression in Spain. *PLoS ONE* 14(2): e0211549. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211549>
- Garraud, R., Barichivich, J., Christie, D.A. y Maldonado, A., 2008. Interannual variability of the coastal fog at Fray Jorge relict forests in semiarid Chile. *J. Geophys. Res.* 113: G04011. <https://doi.org/10.1029/2008JG000709>
- GBIF.org. GBIF Occurrence Download *Asthenes cactorum*. <https://doi.org/10.15468/dl.atndkr>. Acceso el 22/12/2020
- GBIF.org. GBIF Occurrence Download *Pseudasthenes cactorum*. <https://doi.org/10.15468/dl.mcnan2>. Acceso el 22/12/2020
- Geonames.org. 2021. GeoNames (online). Disponible en: <http://www.geonames.org/>. Acceso el 20/01/2021
- Glynn, P.W. (Ed.) 1990. Global Ecological Consequences of the 1982–1983 El Niño-Southern Oscillation. Elsevier Oceanography, Series 52.
- Grant, P.R., Grant, R., Keller, L.F y Petren, K. 2000. Effects of El Niño events on Darwin's finch productivity. *Ecology* 81: 2442–2457. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[2442:EOENOE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[2442:EOENOE]2.0.CO;2)
- Guisan, A., Thuiller, W. y Zimmermann, N. E. 2017. Hábitat suitability and distribution models: with applications in R. Cambridge University Press.
- Guo, Q., Liu, Y. y Wieczorek, J. 2008. Georeferencing locality descriptions and computing associated uncertainty using a probabilistic approach. *International Journal of Geographical Information Science* 22(10): 1067-1090. <https://doi.org/10.1080/13658810701851420>
- Hartley, A.J., Chong, G., Houston, J. y Mather, A.E. 2005. 150 million years of climatic stability: evidence from the Atacama Desert, northern Chile. *Journal of the Geological Society* 162(3): 421-424. <https://doi.org/10.1144/0016-764904-071>
- Harvey, M., Bravo, G., Claramunt, S., Cuervo, A., Derryberry, G., Battilana, J., Seeholzer, G., McKay, J., O'Meara, B., Faircloth, B., Edwards, S., Pérez-Emán, J., Moyle, R., Sheldon, F., Aleixo, A., Smith, B., Chesser, R., Silveira, L., Cracraft, J., Brumfield, R. y Derryberry, E. 2020. The evolution of a tropical biodiversity hotspot. *Science* 370(6522): 1343-1348. <https://doi.org/10.1126/science.aaz6970>

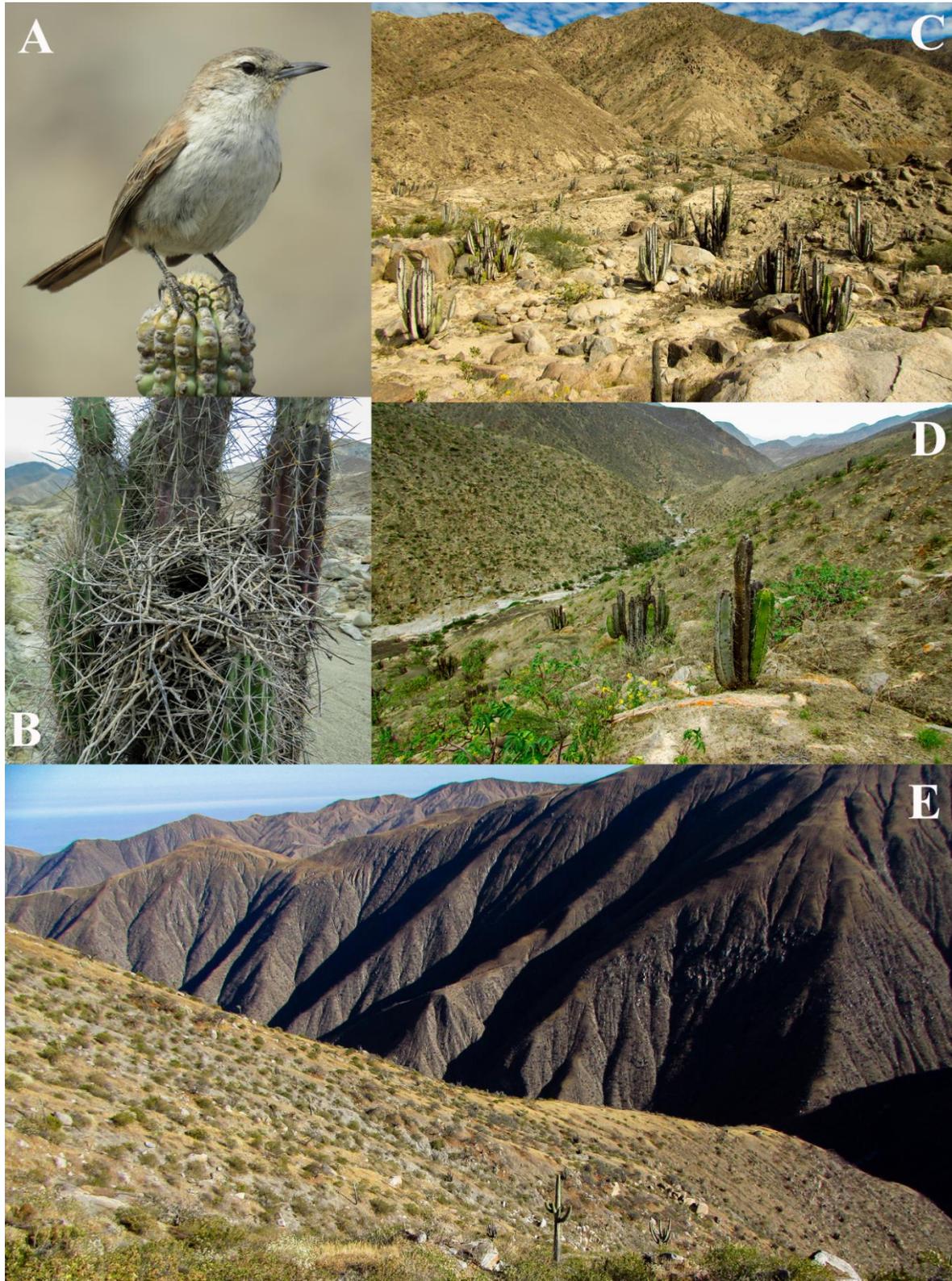
- Holmgren, M., Scheffer, M., Ezcurra, E., Gutiérrez, J. y Mohren, G. 2001. El Niño effects on the dynamics of terrestrial ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* 16(2): 89-94. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)02052-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)02052-8)
- Hong, L., 2016. Super El Niño. Springer Theses.
- Houston, J. y Hartley, A.J. 2003. The central Andean west-slope rainshadow and its potential contribution to the origin of hyper-aridity in the Atacama Desert. *International Journal of Climatology* 23(12): 1453–1464. <https://doi.org/10.1002/joc.938>
- Inforegión. 2021. Denuncian invasión en Lomas del Paraíso de Villa María del Triunfo. Inforegion.pe Agencia de Prensa Ambiental. Acceso el 02/06/2021. Disponible en: <https://www.inforegion.pe/283987/denuncian-invasion-en-lomas-del-paraiso-de-villa-maria-del-triunfo>
- IUCN. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <https://www.iucnredlist.org>. Acceso el 20/05/2021.
- Karger, D. N., Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N. E., Linder, H. P. y Kessler, M. 2017a. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data* 4: 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>
- Karger, D. N., Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N. E., Linder, H. P. y Kessler, M. 2017b. Data from: Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. Dryad Digital Repository. <https://doi.org/10.5061/dryad.kd1d4>
- Kass, J. M., Vilela, B., Aiello-Lammens, M. E., Muscarella, R., Merow, C. y Anderson, R. P. 2018. Wallace: A flexible platform for reproducible modeling of species niches and distributions built for community expansion. *Methods in Ecology and Evolution* 9:1151-1156. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12945>
- Koepcke, H.W. 1982. Erläuterung der Beobachtungs- und Sammler Nummern zu den in den Jahren 1949 bis 1974 in Peru durchgeführten biologischen Studien von Hans-Wilhelm Koepcke und Maria Koepcke. Disponible en: https://issuu.com/ifrankej/docs/koepcke_h_w_1982_erl_uterung
- Koepcke, M. 1959. Ein neuer asthenes (Aves, furnariidae) von der küste und dem westlichen andenabhang südperus. *Beitrage zur Neotropischen Fauna* 1(3): 243-248. <http://dx.doi.org/10.1080/01650525909380616>
- Koepcke, M. 1963. Anpassungen und geographische Isolation bei Vögeln der peruanischen Küstenlomas. En *Proc. 13th Intern. Ornithol. Congr.*: 1195-1213.
- Koepcke, M. 1965. Zur Kenntnis einiger Furnariiden (Aves) der Küste und des westlichen Andenabhanges Perus (mit Beschreibungen neuer Subspezies). *Beitrage zur Neotropischen Fauna* 4(3): 150-173. <http://dx.doi.org/10.1080/01650526509360385>
- Latif, M., Semenov, V.A. y Park, W. 2015. Super El Niño in response to global warming in a climate model. *Climatic Change* 132: 489-500. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1439-6>
- Lecroy, M. y Sloss, R. 2000. Type specimens of birds in the American Museum of Natural History. Part 3, Passeriformes: Eurylaimidae, Dendrocolaptidae, Furnariidae, Formicariidae, Conopophagidae, and Rhinocryptidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 257. Disponible en: <http://digitallibrary.amnh.org/handle/2246/1607>
- Lee, C.K.F., Keith, D.A., Nicholson, E. y Murray, N.J. 2019. Redlist: tools for the IUCN Red Lists of Ecosystems and Threatened Species in R. *Ecography* 42: 1050-1055. <https://doi.org/10.1111/ecog.04143>
- León, B. y Monsalve, C. 2006. Anacardiaceae endémicas del Perú. *Rev. peru. biol.* 13(2): 33s–34s.
- León, B., Roque, J. y Ulloa, C.U. 2006 Libro Rojo de las Plantas endémicas del Perú. *Rev. peru. Biol.* 13(2): 1-965.
- León, B., Young, K.R. y Roque, J. Evaluación del estado poblacional del huaucui y de las comunidades vegetales que integra: Bases para una estrategia de conservación en la vertiente occidental peruana. INFORME FINAL DEL CONVENIO DE DONACIÓN N° 70-2009-APECO-CI.
- Liu, C., Berry, P.M., Dawson, T.P. y Pearson, R.G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography* 28: 385-393. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.03957.x>
- Liu, Z., Lu, Z., Wen, X., Otto-Bliesner, B.L., Timmermann, A. y Cobb, K.M. 2014. Evolution and forcing mechanisms of El Niño over the past 21,000 years. *Nature* 515(7528): 550-553. <https://doi.org/10.1038/nature13963>
- Lüthi, H. 2011. Birdwatching in Peru: 1963-2006. *Rev. peru. biol.* 18(1): 27-90.
- Maclean, G., 1996. *Ecophysiology of Desert Birds*. Springer Berlin, Berlin/Heidelberg.
- Manrique, R., 2011. El Niño Southern Oscillation and its Effect on Fog Oases along the Peruvian and Chilean Coastal Deserts (Unpublished Doctoral thesis). Alma Mater Studiorum Università di Bologna. <http://dx.doi.org/10.6092/unibo/amsdottorato/3436>.
- Manrique, R., Ferrari, C. y Pezzi, G. 2010. The influence of El Niño Southern Oscillation (ENSO) on fog oases along the Peruvian and Chilean coastal deserts. En: Fifth International Conference on Fog, Fog Collection and Dew. Climatology Working Group, pp. 30.
- McKay, C.P., Friedmann, E.I., Gómez-Silva, B., Cáceres-Villanueva, L., Andersen, D.T. y Landheim, R. 2003. Temperature and moisture conditions for life in the extreme arid region of the Atacama Desert: four years of observations including the El Niño of 1997-1998. *Astrobiology* 3(2): 393-406. <https://doi.org/10.1089/153110703769016460>
- MINAG. 2006. Decreto Supremo N° 043-2006-AG: Aprueban categorización de especies amenazadas de flora silvestre. El Peruano, Lima, Perú, pp. 323527–323539. Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/37595>
- MINAM. 2015. Mapa Nacional de Cobertura Vegetal: Memoria Descriptiva. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.
- MINAM. 2019. Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú: Memoria Descriptiva. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental. Lima, Perú.
- Mongabay Latam. 2018. Perú: cinco claves sobre las invasiones en las Lomas de Amancaes. Noticias ambientales. Acceso el 02/06/2021. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2018/07/peru-lomas-amancaes-invasiones/>

- Mujica, M.I., Latorre, C., Maldonado, A., González-Silvestre, L., Pinto, R., Pol-Holz, R. y Santoro, C.M. 2015. Late Quaternary climate change, relict populations and present-day refugia in the northern Atacama Desert: a case study from Quebrada La Higuera (18° S). *Journal of Biogeography* 42(1): 76-88. <https://doi.org/10.1111/jbi.12383>
- NASA/METI/AIST/Japan SpaceSystems and U.S./Japan ASTER Science Team. 2001. ASTER DEM Product [AST14DEM v003]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Disponible en: from <https://doi.org/10.5067/ASTER/AST14DEM.003>
- Núñez, J. y Tiravanti J. 2012. Extensión del rango de distribución norte de dos aves endémicas de Perú: *Pseudasthenes cactorum* e *Incaspiza pulchra*. *Cotinga* 34: 87-90.
- O'Neill, J. P. 1992. A general overview of the montane avifauna of Peru. *Memorias del Museo de Historia Natural* 21: 47-55, UNMSM, Lima.
- Ogle, K. y Reynolds, J., 2004. Plant responses to precipitation in desert ecosystems: integrating functional types, pulses, thresholds, and delays. *Oecologia* 141(2): 282-294. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1507-5>
- Ondo, I., Thuiller, W., Gueguen, M., Laviron, X. y Pironon, S. 2019. ShinyBIOMOD: A new R application for Modelling Species Distribution. SPECIES ON THE MOVE 2019 International Conference Series.
- Orme, C., Davies, R., Burgess, M., Eigenbrod, F., Pickup, N., Olson, V., Webster, A., Ding, T., Rasmussen, P., Ridgely, R., Stattersfield, A., Bennett, P., Blackburn, T., Gaston, K. y Owens, I., 2005. Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. *Nature* 436(7053): 1016-1019. <https://doi.org/10.1038/nature03850>
- Ostolaza, C. 2014. Todos los cactus del Perú. MINAM, Lima, Perú, 538 pp.
- Pantigoso, I., Fernández, R., Crespo, S. y Astocaza, M. 2015. Diversidad y Distribución de la Familia Cactaceae y Avifauna Asociada en la Reserva Nacional de Lachay. Consultores Asociados en Naturaleza y Desarrollo S.A.C. La Molina. Lima, Perú. 39p.
- Pearson, R. G., y Dawson, T. P. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography* 12(5): 361-371. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00042.x>
- Peterson, A.T., Soberón, J., Pearson, R.G., Anderson, R.P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., y Araújo, M.B. 2011. Ecological niches and geographic distributions (MPB-49). Princeton University Press.
- Phillips, S. J., Dudík, M. y Schapire, R. E. 2020. Maxent software for modeling species niches and distributions (version 3.4.3). Disponible en: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/
- Phillips, S. J., Anderson, R.P., Dudík, M., Schapire, R.E., y Blair, M.E. 2017. Opening the black box: An open-source release of Maxent. *Ecography* 40(7): 887-893. <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>
- Plenge, M. 1979. Type Specimens of Birds in the Museo de Historia Natural "Javier Prado", Lima, Peru. *Occasional Papers of the Museum of Zoology* 53: 1-13. Disponible en <https://sora.unm.edu/node/137123>
- QGIS.org. 2021. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>.
- Rauh, W. 1958. Beitrag zur Kenntnis der peruanischen Kakteenvegetation. Springer. Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-30467-9>
- R Core Team. 2021. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>
- Remsen Jr., J.V. 2003. Cactus Canastero *Asthenes cactorum*. En: Handbook of the birds of the world Vol. 8, del Hoyo, J., Elliott, A. y Christie, D.A. (Eds.), pp. 303, Lynx Edicions, Barcelona.
- Renner, I. W., Elith, J., Baddeley, A., Fithian, W., Hastie, T., Phillips, S.J., Popovic, G., y Warton, D.I. 2015. Point process models for presence-only analysis. *Methods in Ecology and Evolution* 6(4): 366-379. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12352>
- Renner, I.W. y Warton, D.I. 2013. Equivalence of MAXENT and Poisson point process models for species distribution modeling in ecology. *Biometrics* 69: 274-281. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2012.01824.x>
- Rheinwald, G. y Van den Elzen, R. 1984. Die Wirbeltiersammlungen des Museums Alexander Koenig und ihre Typusexemplare II. Vögel. En Die Wirbeltiersammlungen des Museums Alexander Koenig. *Bonner Zoologische Monographien* 19: 49-150. Disponible en <https://www.biodiversitylibrary.org/part/146097>
- Roberts, D.R., Bahn, V., Ciuti, S., Boyce, M.S., Elith, J., Guillera-Aroita, G., Hauenstein, S., Lahoz-Monfort, J.J., Schröder, B., Thuiller, W., Warton, D.I., Wintle, B.A., Hartig, F. y Dormann, C.F. 2017. Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical, or phylogenetic structure. *Ecography* 40: 913-929. <https://doi.org/10.1111/ecog.02881>
- Rundel, P.W., Dillon, M.O., Palma, B., Mooney, H.A., Gulmon, S.L. y Ehleringer, J.R. 1991. The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso* 13 (1): 1-50.
- Rundel, P.W., Villagra, P.E., Dillon, M.O., Roig-Juñent, S. y Debandi, G. 2007. Chapter 10. Arid and semi-arid ecosystems. En: The physical geography of South America, Veblen T.T., Young K.R., Orme A.R. (Eds.), pp. 158-183, Oxford University Press, Oxford.
- Schulenberg, T.S., Stotz, D.F., Lane, D.F., O'Neill, J.P. y Parker III, T.A. 2010. Birds of Peru: revised and updated edition. Princeton University Press.
- SENAMHI. 2014. El Fenómeno EL NIÑO en el Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI Dirección General de Meteorología - Dirección de Climatología, Lima.
- Sheard, C., Neate-Clegg, M., Alioravainen, N., Jones, S., Vincent, C., MacGregor, H., Bregman, T., Claramunt, S. y Tobias, J., 2020. Ecological drivers of global gradients in avian dispersal inferred from wing morphology. *Nature Communications* 11(2463): 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16313-6>
- Smith, B., McCormack, J., Cuervo, A., Hickerson, M., Aleixo, A., Cadena, C., Pérez-Emán, J., Burney, C., Xie, X., Harvey, M., Faircloth, B., Glenn, T., Derryberry, E., Prejean, J., Fields, S. y Brumfield, R., 2014. The drivers of tropical speciation. *Nature* 515(7527): 406-409. <https://doi.org/10.1038/nature13687>
- Soberón, J. y Peterson, A.T. 2005. Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species' Distributional Areas. *Biodiversity Informatics* 2: 1-10. <https://doi.org/10.17161/bi.v2i0.4>

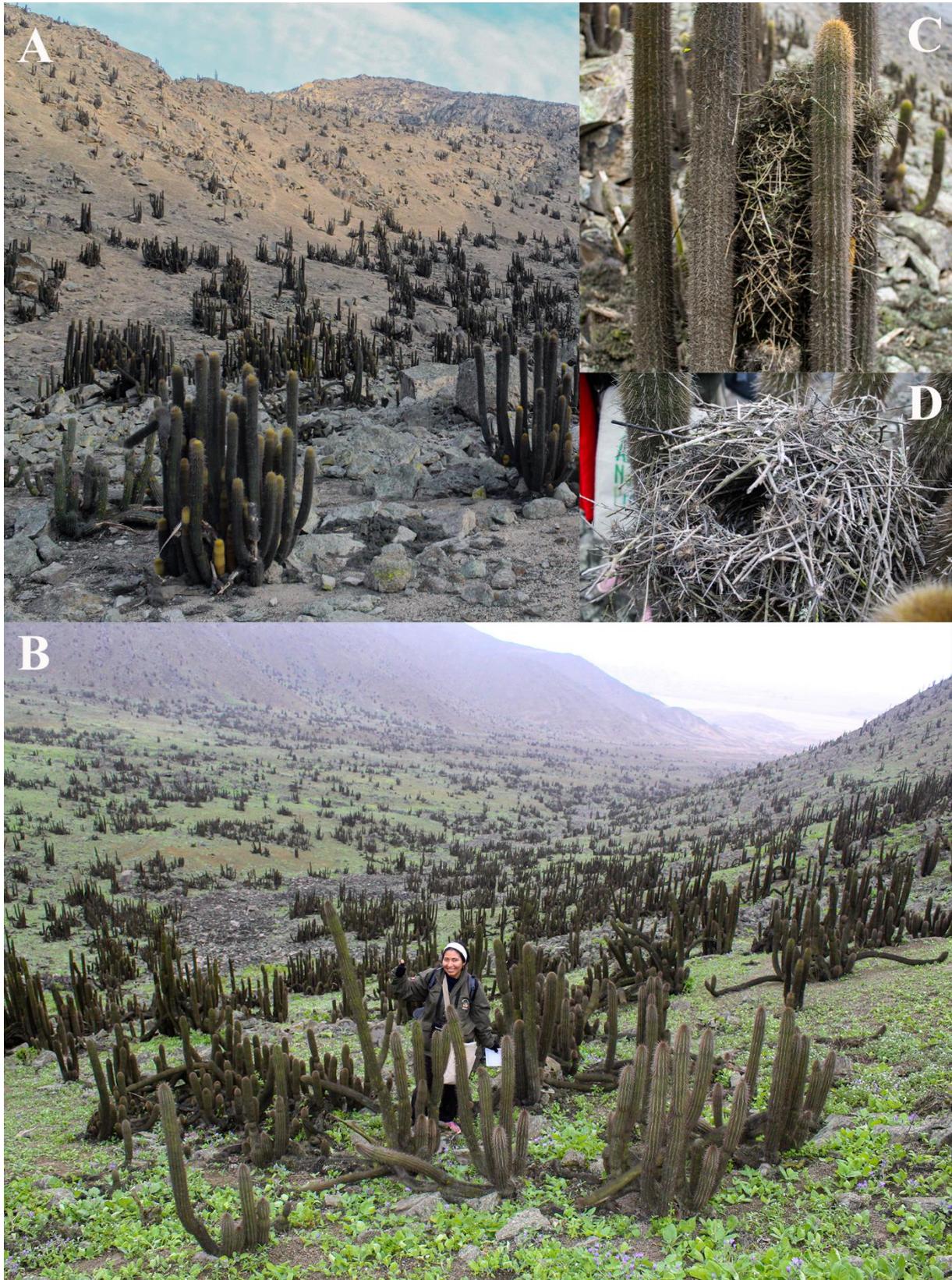
- Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J., Wege, D.C. y Rayner, A.P. 1998. Endemic Bird Areas of the World-Priorities for Biodiversity Conservation. Bird Life International.
- Stotz, D.F., Fitzpatrick, J.W., Parker III, T.A. y Moskovits, D.K. 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press.
- Sullivan, B., Wood, C., Iiff, M., Bonney, R., Fink, D. y Kelling, S. 2009. eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation* 142(10): 2282-2292. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.006>
- Sullivan, B., Phillips, T., Dayer, A., Wood, C., Farnsworth, A., Iiff, M., Davies, I., Wiggins, A., Fink, D., Hochachka, W., Rodewald, A., Rosenberg, K., Bonney, R. y Kelling, S. 2017. Using open access observational data for conservation action: A case study for birds. *Biological Conservation* 208: 5-14. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.031>
- Torres, V. 2015. Minería Ilegal e Informal en el Perú: Impacto socioeconómico. Cuadernos de CooperAcción N° 2, Jesús María, Perú.
- Ugarte, L. M., y Høgsås, T. E. 2009. Cactus Canastero *Asthenes cactorum*. *Neotropical Birding* 5: 75-78.
- Valencia, N. 1992. Los bosques nublados secos de la vertiente occidental de los Andes del Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural* 21: 155-170, UNMSM, Lima.
- Van den Elzen, R. Type specimens in the bird collections of the Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Bonn. 2010. *Bonn zoological Bulletin* 59: 29-77. Disponible en: https://www.zfmk.de/dateien/dokumente/vdelzen2010_vogeltypen_zfmk.pdf
- Villagrán, C. y Hinojosa, L.F. 1997. Historia de los bosques del sur de Sudamérica, II: Análisis fitogeográfico. *Revista Chilena de Historia Natural* 70(2): 1-267.
- Watanabe, T., Suzuki, A., Minobe, S., Kawashima, T., Kameo, K., Minoshima, K., Aguilar, Y., Wani, R., Kawahata, H., Sowa, K., Nagai, T. y Kase, T., 2011. Permanent El Niño during the Pliocene warm period not supported by coral evidence. *Nature* 471(7337): 209-211. <https://doi.org/10.1038/nature09777>
- Whaley, O., Orellana, A. y Pecho, J. 2019. An Annotated Checklist to Vascular Flora of the Ica Region, Peru-with notes on endemic species, habitat, climate and agrobiodiversity. *Phytotaxa* 389(1): 1-125. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.389.1.1>
- Whaley, O., Orellana, A., Pérez, E., Tenorio, M., Quinteros, F., Mendoza, M. y Pecho, O. 2010. Plantas y Vegetación de Ica, Perú – Un recurso para su restauración y conservación. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Whitford, W. y Duval, B. 2020. Ecology of Desert Systems. 2nd ed. Academic Press.
- Wieczorek C. y Wieczorek, J. 2021. Georeferencing Calculator. Disponible en: <http://georeferencing.org/georefcalculator/gc.html>.
- Wieczorek, J., Guo, Q. y Hijmans, R., 2004. The point-radius method for georeferencing locality descriptions and calculating associated uncertainty. *International Journal of Geographical Information Science* 18(8): 745-767. <https://doi.org/10.1080/13658810412331280211>
- Wiens, J.A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional ecology* 3(4): 385-397. <https://doi.org/10.2307/2389612>.
- Williams, J.B. y Tieleman, B.I. 2002. Ecological and evolutionary physiology of Desert birds: a progress report. *Integr Comp Biol* 42: 68-75. <https://doi.org/10.1093/icb/42.1.68>
- Williams, J. y Tieleman, B., 2005. Physiological Adaptation in Desert Birds. *BioScience* 55(5): 416-425. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0416:PAIDB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0416:PAIDB]2.0.CO;2)
- Zeballos, H., Villegas, L. y Gutiérrez, R. Vertebrados de las Lomas de Atiquipa y Mejía, Sur del Perú. *Rev. Ecol. Lat. Am.* 7(3): 11-18.

ANEXOS

Anexo 1. Hábitat del canastero de los cactus en la vertiente occidental de los Andes. Se muestran detalles de la especie (A), nido en *Armatocereus procerus* (B) y características del hábitat en la localidad Quebrada Cansas (Ica). Nótese los cambios en la topografía y composición florística a distintas altitudes. C: <1000 m, D: 1000-2000 m (mar.-18, post gran evento ENSO 2016/2017) y E: >2000 m.



Anexo 2. Hábitat del canastero de los cactus en las lomas de la Reserva Nacional de Lachay. Se muestran las características del hábitat en la temporada seca de mayo (A) y húmeda de agosto (B), también detalles del nido en *Cleistocactus acanthurus*. Fotos de ©Miguel Ángel Antonio Astocaza.



Anexo 3. Test de correlación por pares de las variables explicativas consideradas para el modelado de distribución del canastero de los cactus. La selección de una variable se realizó con base en un umbral de 0.7. N = 5000 celdas dentro del área accesible hipotetizada para la especie.

| Var. | bio2 | bio3 | bio4 | bio5 | bio6 | bio7 | bio8 | bio9 | bio10 | bio11 | bio12 | bio13 | bio14 | bio15 | bio16 | bio17 | bio18 | bio19 | Cc | Cd | Cl | CV | Elev. | EVIa | EVIf | NDVIa | NDVIf | Pend. |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| bio1 | -0.69 | -0.10 | -0.26 | 0.98 | 0.98 | -0.68 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -0.60 | -0.56 | -0.17 | -0.15 | -0.60 | -0.19 | -0.47 | 0.21 | -0.02 | 0.57 | 0.14 | 0.49 | -0.99 | -0.29 | -0.28 | -0.37 | -0.36 | -0.28 |
| bio2 | 1 | 0.17 | 0.47 | -0.52 | -0.80 | 0.98 | -0.69 | -0.72 | -0.68 | -0.72 | 0.21 | 0.19 | -0.12 | 0.43 | 0.23 | -0.11 | 0.05 | -0.29 | 0.13 | -0.37 | -0.16 | -0.47 | 0.72 | 0.15 | 0.09 | 0.17 | 0.11 | 0.19 |
| bio3 | | 1 | -0.67 | -0.14 | -0.08 | -0.04 | -0.15 | -0.10 | -0.15 | -0.06 | 0.42 | 0.42 | 0.21 | 0.04 | 0.41 | 0.22 | 0.46 | 0.25 | 0.21 | -0.25 | -0.20 | -0.33 | 0.19 | 0.13 | 0.18 | 0.23 | 0.20 | 0.26 |
| bio4 | | | 1 | -0.14 | -0.37 | 0.62 | -0.22 | -0.28 | -0.21 | -0.34 | -0.40 | -0.39 | -0.42 | 0.33 | -0.36 | -0.42 | -0.47 | -0.44 | -0.10 | 0.12 | 0.09 | -0.08 | 0.19 | -0.10 | -0.24 | -0.21 | -0.26 | -0.22 |
| bio5 | | | | 1 | 0.93 | -0.51 | 0.98 | 0.96 | 0.98 | 0.96 | -0.65 | -0.61 | -0.24 | -0.07 | -0.64 | -0.26 | -0.56 | 0.16 | 0.00 | 0.57 | 0.13 | 0.47 | -0.96 | -0.29 | -0.31 | -0.39 | -0.39 | -0.28 |
| bio6 | | | | | 1 | -0.80 | 0.98 | 0.99 | 0.98 | 0.99 | -0.51 | -0.48 | -0.10 | -0.23 | -0.52 | -0.11 | -0.38 | 0.26 | -0.04 | 0.54 | 0.14 | 0.51 | -0.98 | -0.26 | -0.24 | -0.33 | -0.30 | -0.26 |
| bio7 | | | | | | 1 | -0.67 | -0.71 | -0.67 | -0.73 | 0.14 | 0.11 | -0.16 | 0.41 | 0.16 | -0.15 | -0.04 | -0.34 | 0.09 | -0.33 | -0.12 | -0.42 | 0.69 | 0.13 | 0.05 | 0.13 | 0.06 | 0.15 |
| bio8 | | | | | | | 1 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | -0.62 | -0.58 | -0.19 | -0.13 | -0.62 | -0.21 | -0.50 | 0.19 | -0.03 | 0.59 | 0.15 | 0.50 | -0.99 | -0.29 | -0.30 | -0.38 | -0.37 | -0.30 |
| bio9 | | | | | | | | 1 | 0.99 | 0.99 | -0.58 | -0.55 | -0.15 | -0.17 | -0.59 | -0.17 | -0.46 | 0.22 | -0.04 | 0.58 | 0.15 | 0.49 | -0.99 | -0.27 | -0.27 | -0.35 | -0.34 | -0.28 |
| bio10 | | | | | | | | | 1 | 0.99 | -0.63 | -0.59 | -0.20 | -0.14 | -0.62 | -0.21 | -0.50 | 0.19 | -0.03 | 0.59 | 0.15 | 0.50 | -0.99 | -0.29 | -0.30 | -0.39 | -0.37 | -0.30 |
| bio11 | | | | | | | | | | 1 | -0.55 | -0.51 | -0.13 | -0.18 | -0.55 | -0.14 | -0.42 | 0.24 | -0.02 | 0.55 | 0.13 | 0.49 | -0.98 | -0.27 | -0.25 | -0.34 | -0.32 | -0.26 |
| bio12 | | | | | | | | | | | 1 | 0.97 | 0.54 | -0.18 | 0.98 | 0.56 | 0.86 | 0.21 | -0.02 | -0.56 | -0.15 | -0.22 | 0.64 | 0.35 | 0.44 | 0.49 | 0.53 | 0.41 |
| bio13 | | | | | | | | | | | | 1 | 0.43 | -0.05 | 1.00 | 0.45 | 0.90 | 0.14 | 0.00 | -0.54 | -0.15 | -0.21 | 0.60 | 0.33 | 0.41 | 0.47 | 0.49 | 0.39 |
| bio14 | | | | | | | | | | | | | 1 | -0.52 | 0.43 | 0.97 | 0.37 | 0.44 | -0.04 | -0.30 | -0.02 | 0.20 | 0.17 | 0.21 | 0.27 | 0.26 | 0.27 | |
| bio15 | | | | | | | | | | | | | | 1 | -0.04 | -0.54 | -0.05 | -0.48 | 0.12 | 0.10 | -0.15 | -0.20 | 0.14 | -0.08 | -0.11 | -0.13 | -0.14 | -0.06 |
| bio16 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.45 | 0.90 | 0.13 | 0.00 | -0.55 | -0.16 | -0.23 | 0.64 | 0.34 | 0.43 | 0.48 | 0.51 | 0.40 |
| bio17 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.37 | 0.44 | -0.04 | -0.32 | -0.02 | -0.03 | 0.22 | 0.17 | 0.21 | 0.27 | 0.26 | 0.27 |
| bio18 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.14 | 0.01 | -0.46 | -0.14 | -0.18 | 0.50 | 0.30 | 0.41 | 0.44 | 0.47 | 0.34 |
| bio19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.07 | -0.09 | -0.02 | 0.11 | -0.18 | -0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.03 |
| Cc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | -0.40 | -0.10 | -0.11 | 0.04 | -0.14 | -0.12 | -0.12 | -0.13 | 0.15 |
| Cd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | -0.09 | 0.25 | -0.61 | -0.46 | -0.48 | -0.51 | -0.50 | -0.30 |
| Cl | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.09 | -0.17 | 0.28 | -0.07 | 0.23 | -0.06 | -0.03 |
| CV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | -0.51 | -0.13 | -0.08 | -0.15 | -0.10 | 0.01 |
| Elev. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.30 | 0.31 | 0.39 | 0.38 | 0.32 |
| EVIa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.65 | 0.94 | 0.64 | 0.16 |
| EVIf | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.65 | 0.93 | 0.21 |
| NDVIa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.69 | 0.31 |
| NDVIf | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.27 |

Las variables incluidas fueron = bio: variables bioclimáticas; Cc: cobertura de cardonal; Cd: cobertura de desierto; Cl: cobertura de lomas; CV: coeficiente de variación de la elevación; Elev.: elevación; EVIa: índice de vegetación mejorado del mes de agosto; EVIf: índice de vegetación mejorado del mes de febrero; NDVIa: índice de vegetación de diferencia normalizada del mes de agosto; NDVIf: índice de vegetación de diferencia normalizada del mes de febrero.

Anexo 4. Análisis de Factor de Inflación de la Varianza (VIF) de las variables explicativas consideradas para el modelado de distribución del canastero de los cactus. La selección de una variable se hizo con base en un umbral de 10. N = 5000 celdas dentro del área accesible hipotetizada para la especie.

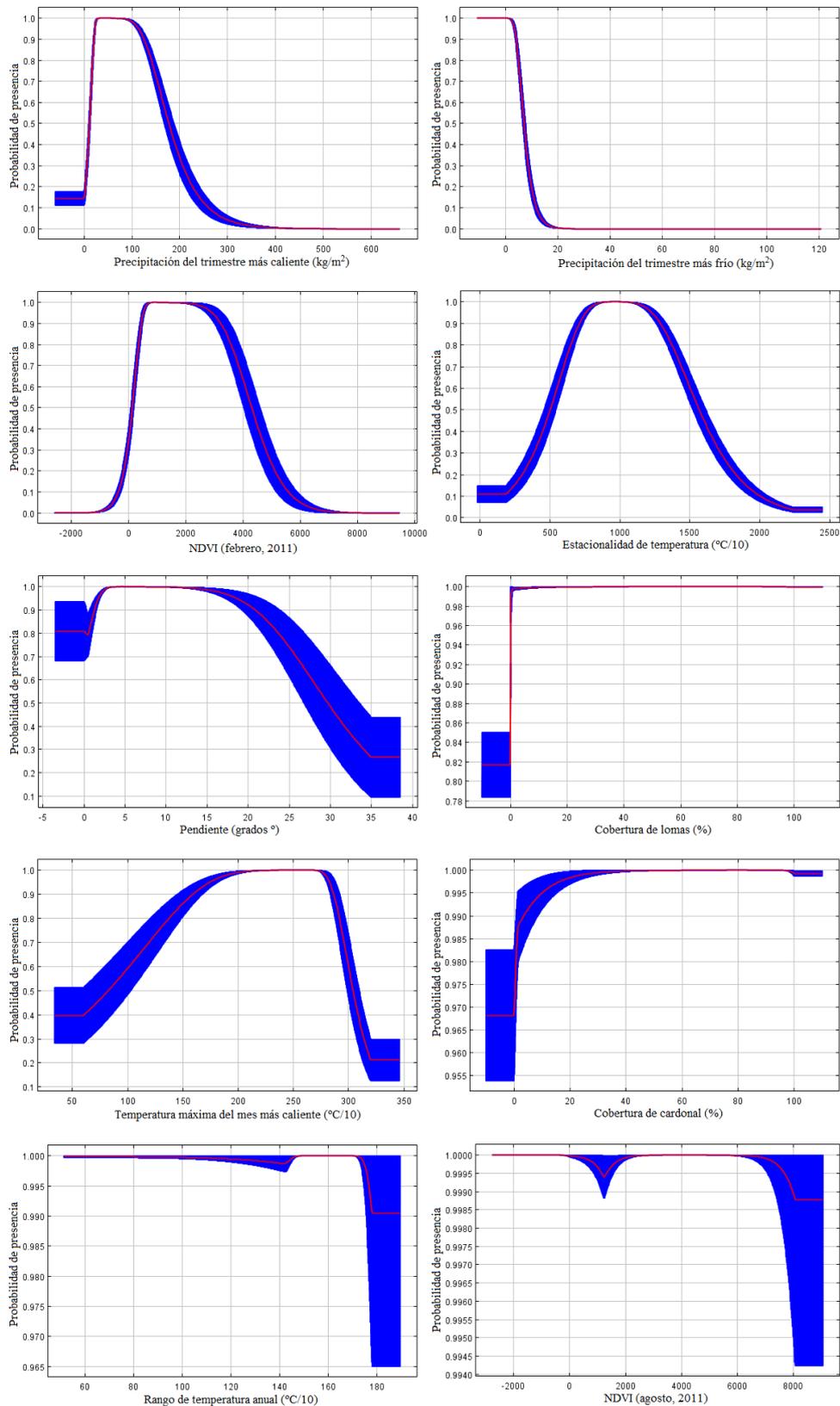
Antes de exclusión

después de exclusión

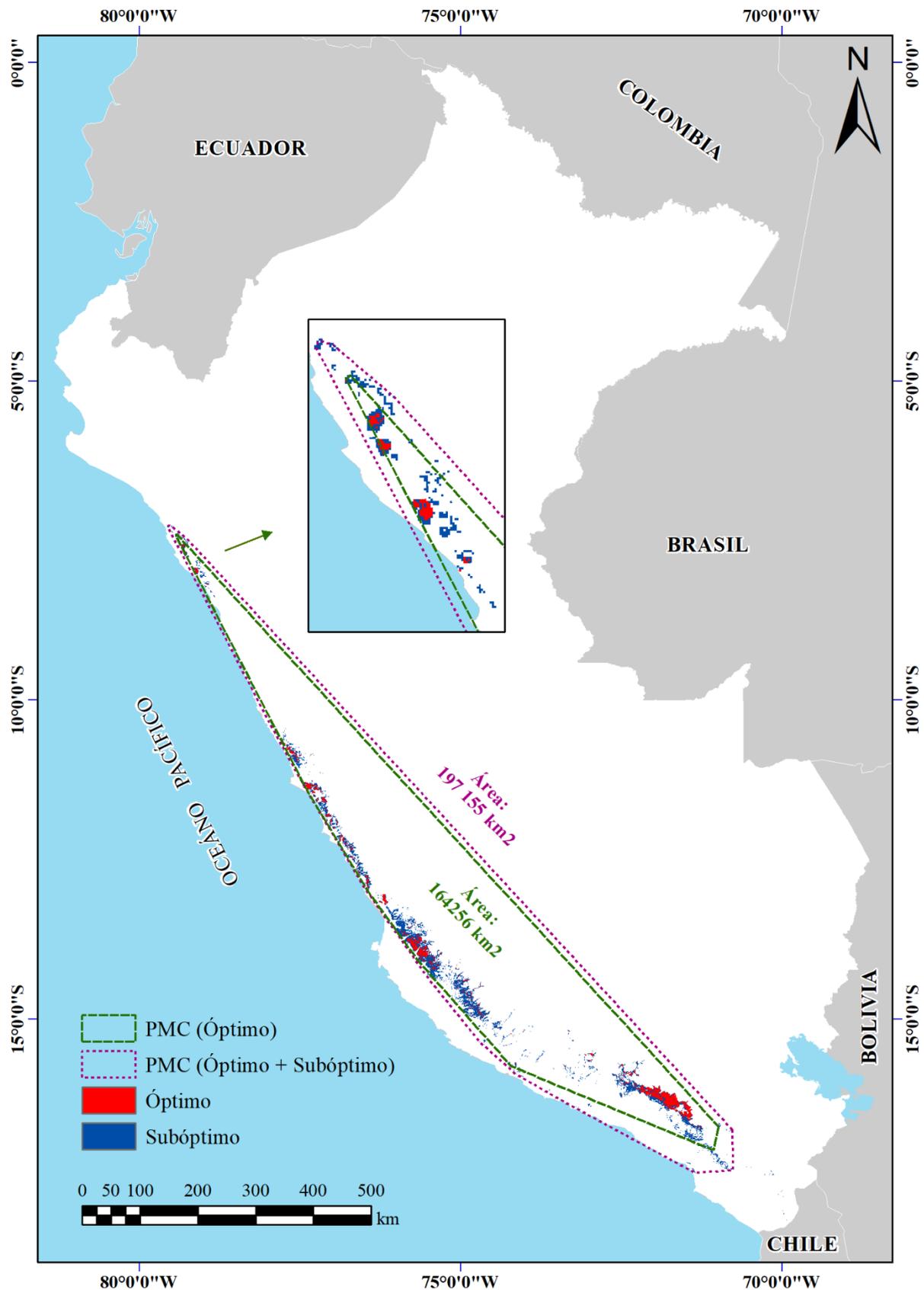
Tabla de correlación de variables seleccionadas (umbral de selección 0.7)

| Variable | VIF | Variable | VIF | bio4 | bio5 | bio7 | bio13 | bio14 | bio15 | bio19 | Cc | Cd | Cl | CV | EVIa | EVIf | Pend. | | |
|----------|----------|----------|------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| bio1 | 9357.9 | bio3 | 4.09 | bio3 | -0.6955 | -0.1436 | -0.0437 | 0.4391 | 0.2591 | -0.0824 | 0.2759 | 0.2297 | -0.3035 | -0.2583 | -0.2407 | 0.1534 | 0.241 | 0.3181 | |
| bio2 | 799.55 | bio4 | 8.99 | bio4 | 1 | -0.1135 | 0.6024 | -0.3963 | -0.4569 | 0.4113 | -0.4571 | -0.1198 | 0.1754 | 0.1067 | -0.1224 | -0.1185 | -0.2922 | -0.3164 | |
| bio3 | 35.53 | bio5 | 4.07 | bio5 | | 1 | -0.484 | -0.6497 | -0.2393 | -0.0018 | 0.1635 | 0.0759 | 0.5445 | 0.1449 | 0.4997 | -0.3172 | -0.3256 | -0.2351 | |
| bio4 | 141.68 | bio7 | 4.88 | bio7 | | | 1 | 0.1015 | -0.2048 | 0.3924 | -0.3345 | 0.1183 | -0.3369 | -0.1421 | -0.4182 | 0.0969 | -0.0035 | 0.0571 | |
| bio5 | 11712 | bio13 | 3.31 | bio13 | | | | 1 | 0.4234 | -0.1233 | 0.1419 | -0.0311 | -0.5434 | -0.1568 | -0.2422 | 0.3425 | 0.4448 | 0.3541 | |
| bio6 | 24748.21 | bio14 | 2.1 | bio14 | | | | | 1 | -0.589 | 0.4326 | -0.0787 | -0.3078 | 0.0123 | -0.0011 | 0.1653 | 0.2076 | 0.2181 | |
| bio7 | 4729.36 | bio15 | 2.26 | bio15 | | | | | | 1 | -0.4764 | 0.1092 | 0.2153 | -0.1924 | -0.1636 | -0.1924 | -0.1842 | -0.1143 | |
| bio8 | 1543.33 | bio19 | 1.69 | bio19 | | | | | | | 1 | 0.0398 | -0.1287 | -0.0231 | 0.126 | -0.0264 | 0.0639 | 0.0497 | |
| bio9 | 227.04 | Cc | 2.2 | Cc | | | | | | | | 1 | -0.3891 | -0.1019 | -0.0703 | -0.1028 | -0.0987 | 0.1394 | |
| bio10 | 10265.25 | Cd | 4.98 | Cd | | | | | | | | | 1 | -0.101 | 0.2585 | -0.5249 | -0.497 | -0.2693 | |
| bio11 | 14339.91 | Cl | 1.86 | Cl | | | | | | | | | | 1 | 0.0541 | 0.3306 | -0.0888 | -0.0872 | |
| bio12 | 80.11 | CV | 1.81 | CV | | | | | | | | | | | 1 | -0.204 | -0.0586 | 0.0738 | |
| bio13 | 392.2 | EVIa | 2.69 | EVIa | | | | | | | | | | | | 1 | 0.6345 | 0.1459 | |
| bio14 | 17.92 | EVIf | 2.62 | EVIf | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.2276 | |
| bio15 | 3.24 | Pend. | 1.44 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| bio16 | 597.17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| bio17 | 20.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| bio18 | 8.36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| bio19 | 1.97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cc | 2.24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cd | 4.68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 1.69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV | 1.97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elev. | 152.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EVIa | 12.16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EVIf | 9.58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NDVIa | 14.31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NDVIf | 10.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pend. | 1.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

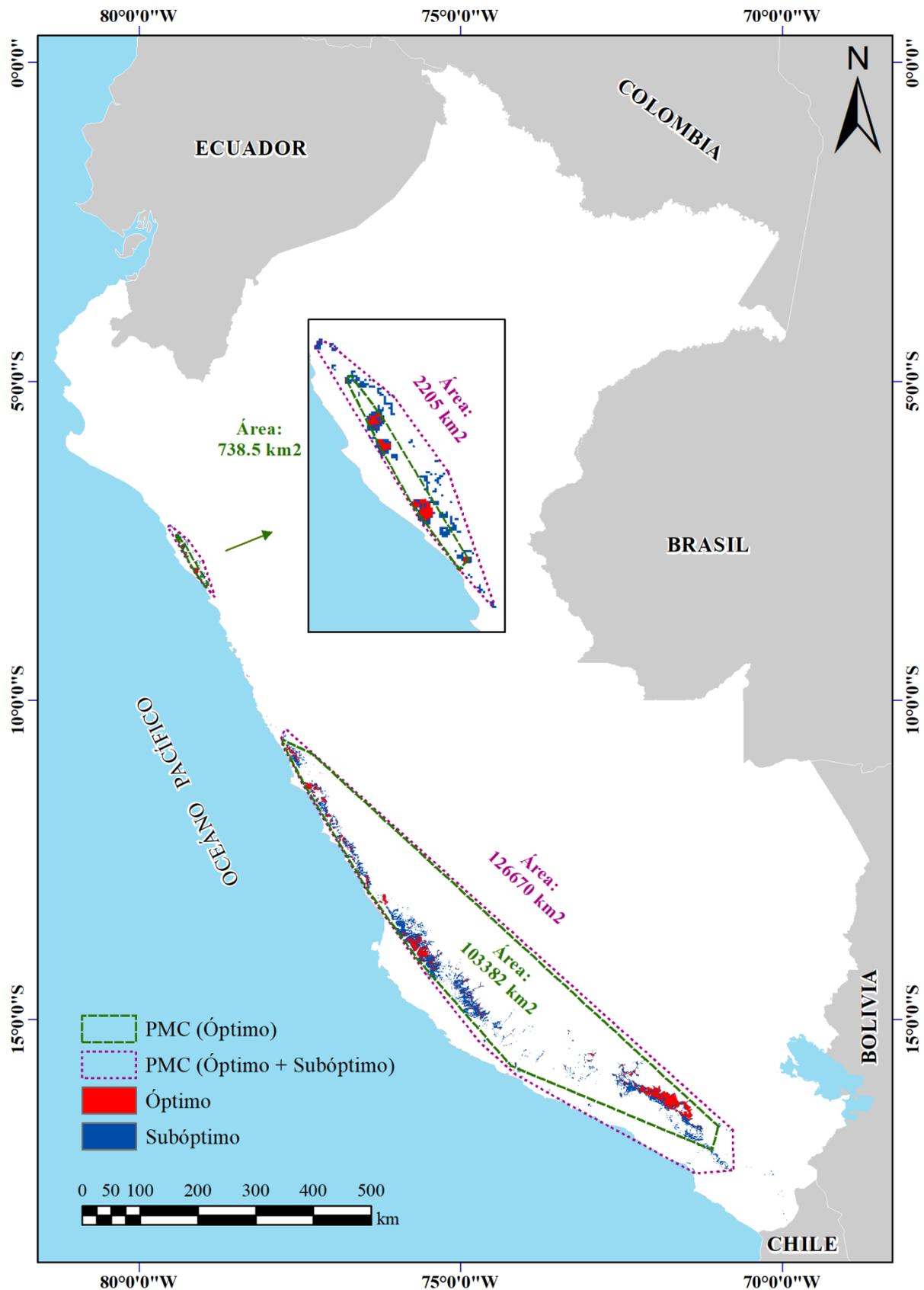
Anexo 5. Efectos de las variables. Se muestran las curvas de respuesta marginal de la especie a las 10 variables predictoras incluidas en el modelo Maxent final. Cada curva corresponde a un modelo diferente creado con la variable correspondiente cuando todas las demás permanecen en su valor muestral promedio. Las curvas son el promedio de 15 repeticiones (línea roja) +/- la desviación estándar (área azul). Se utilizó un multiplicador de regularización de 1 en Maxent



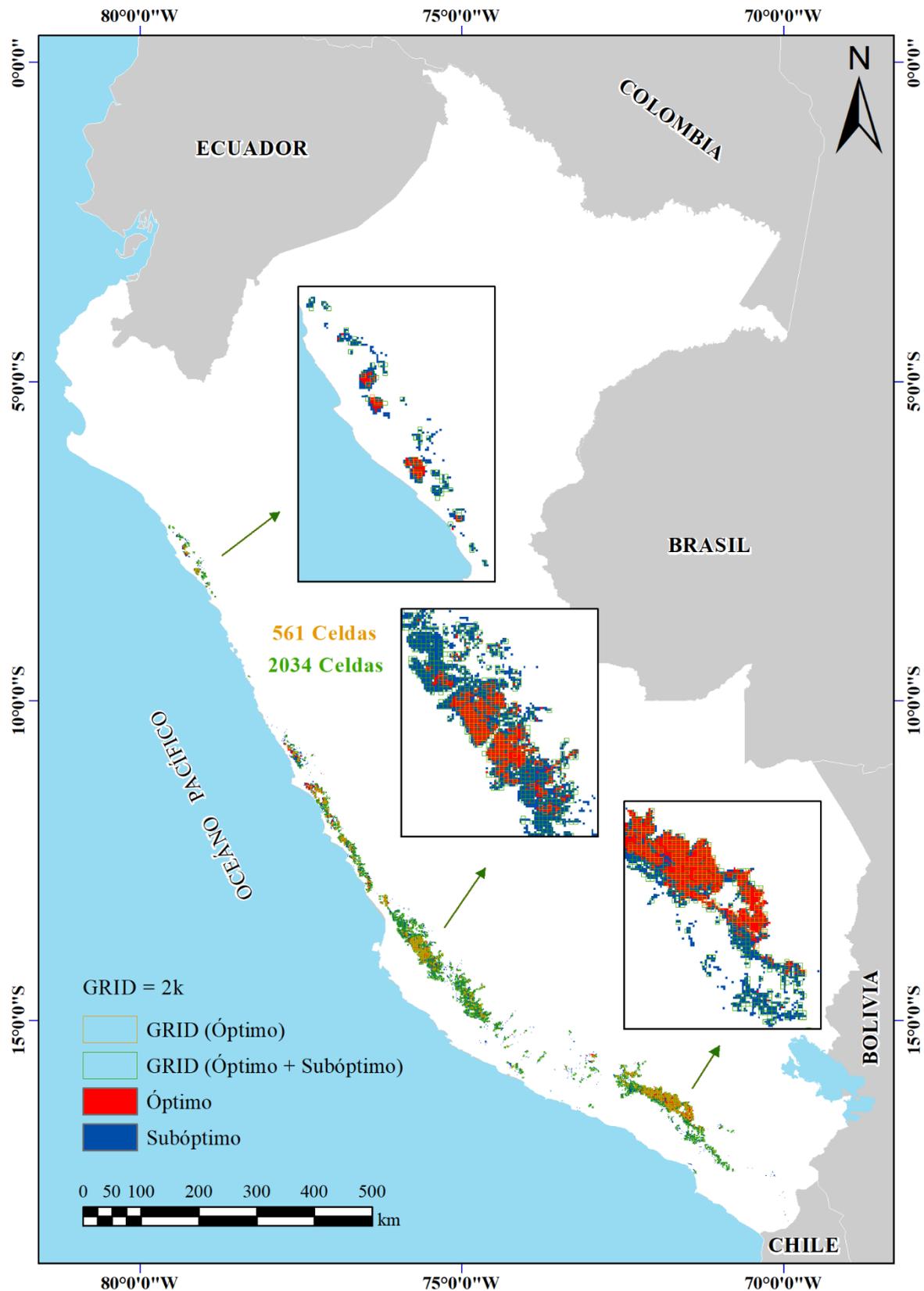
Anexo 6. Polígono Mínimo Convexo (PMC) para estimar la Extensión de ocurrencia (EOO) del canastero de los cactus. El análisis corresponde al criterio B1 de la Lista Roja de la IUCN. Los cálculos se hicieron sobre las zonas óptimas y subóptimas para la presencia de la especie bajo el escenario de que las poblaciones tienen conectividad en todo el rango de distribución.



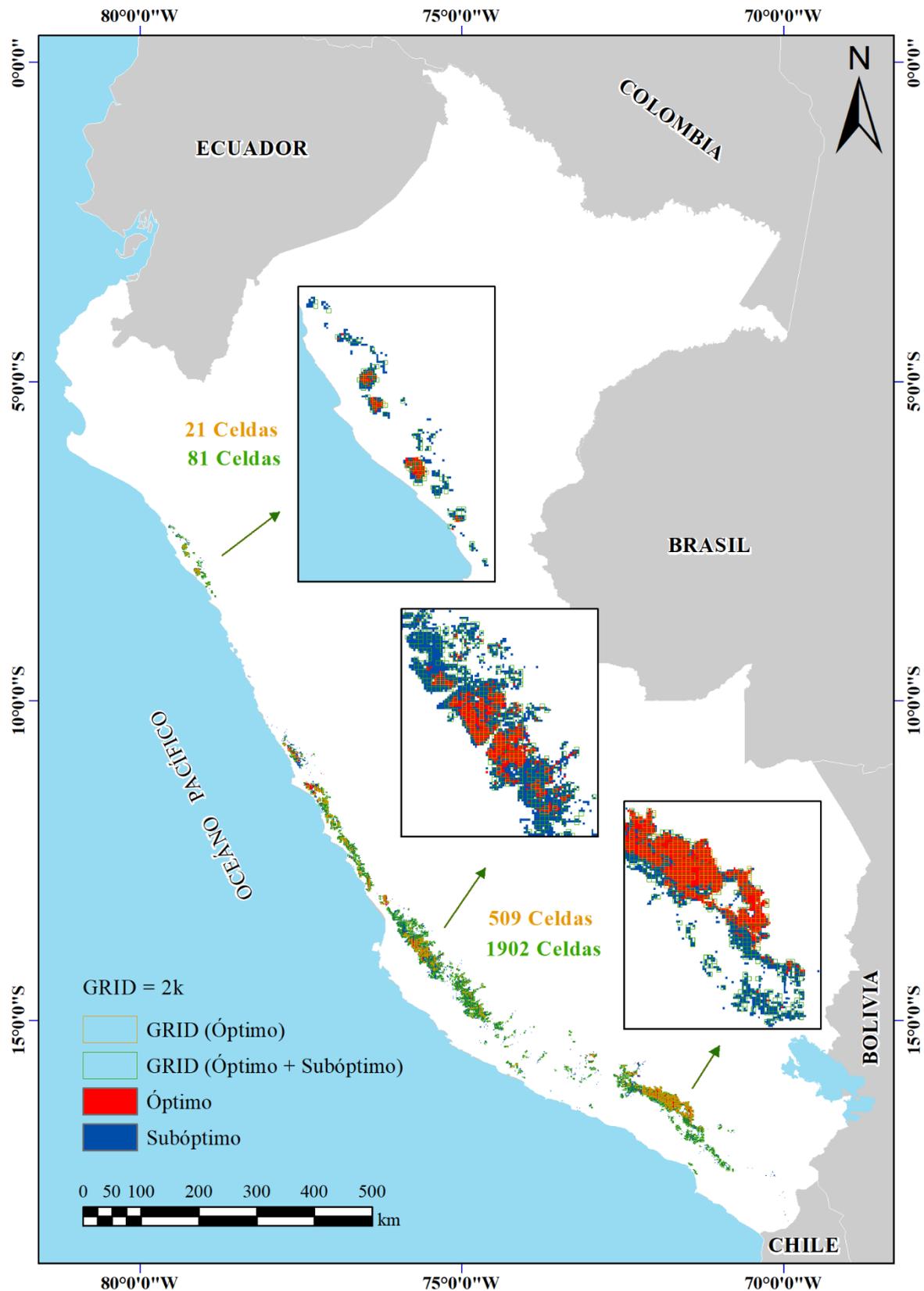
Anexo 7. Polígono Mínimo Convexo (PMC) para estimar la Extensión de Ocurrencia (EOO) del canastero de los cactus. El análisis corresponde al criterio B1 de la Lista Roja de la IUCN. Los cálculos se hicieron sobre las zonas óptimas y subóptimas para la presencia de la especie bajo el escenario de que la población del norte se encuentra aislada.



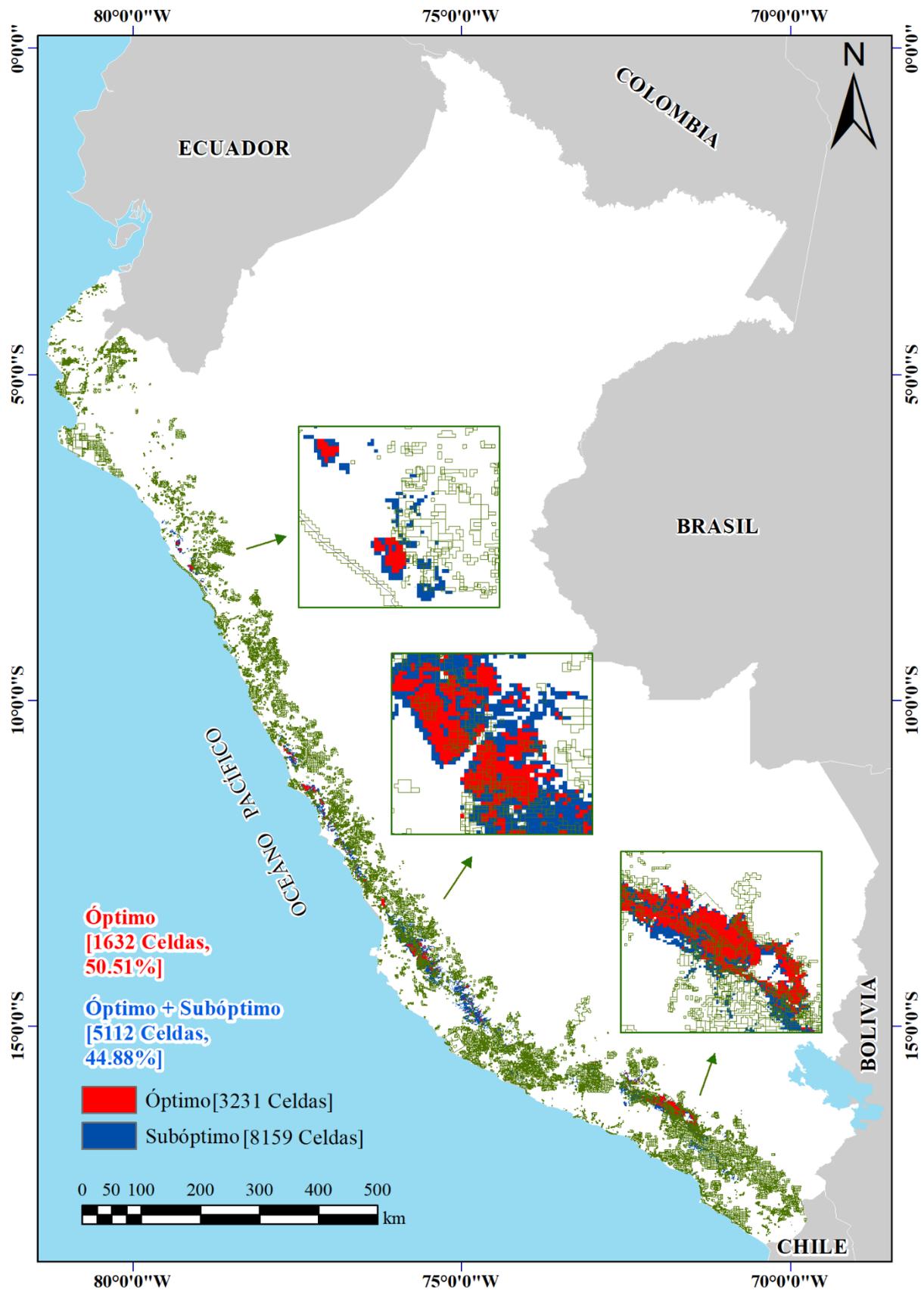
Anexo 8. Estimación del Área de Ocupación (AOO) del canastero de los cactus. El análisis corresponde al criterio B2 de la Lista Roja de la IUCN. Los cálculos se hicieron sobre las zonas óptimas y subóptimas para la presencia de la especie bajo el escenario de que las poblaciones tienen conectividad en todo el rango de distribución. Una celda se consideró ocupada si contenía al menos el 25% de su superficie (1 km²) cubierta por área óptima u óptima + subóptima para la especie.



Anexo 9. Estimación del Área de Ocupación (AOO) del canastero de los cactus. El análisis corresponde al criterio B2 de la Lista Roja de la IUCN. Los cálculos se hicieron sobre las zonas óptimas y subóptimas para la presencia de la especie bajo el escenario de que la población del norte se encuentra aislada. Una celda se consideró ocupada si contenía al menos el 25% de su superficie (1 km²) cubierta por área óptima u óptima + subóptima para la especie.



Anexo 10. Mapa de cobertura de los derechos para actividad minera (metálica y no metálica) otorgados por el Estado Peruano en el ámbito del área de distribución del canastero de los cactus. Se muestran los derechos que se encuentran vigentes, actualizado hasta marzo 2020.



Anexo 11. Localidades de registro del canastero de los cactus ordenados políticamente por DEPARTAMENTO, **Provincia** y *Distrito*. Se detalla el número máximo de individuos contabilizados en una observación y el número total de individuos contabilizados durante todo el rango temporal de registros en la localidad. Los nombres de las localidades se estandarizaron de acuerdo con la cercanía entre puntos y si el sitio tenía denominación previa.

| Ubicación | Nº Registros | Nº Máx. de indiv. | Nº total de indiv. | Rango temporal |
|--|--------------|-------------------|--------------------|----------------------------|
| AREQUIPA | 78 | 9 | 138 | |
| Arequipa | 62 | 9 | 124 | |
| <i>Alto Selva Alegre</i> | | | | |
| 1 Parque Ecológico Regional ASA | 1 | 4 | 4 | mar.-08 |
| 2 Parque Ecológico Regional Las Rocas de Chilina | 22 | 9 | 59 | ago.-12; mar.-16 - jul.-19 |
| <i>Cayma</i> | | | | |
| Cerrillos | 1 | 3 | 3 | mar.-20 |
| <i>Cerro Colorado</i> | | | | |
| 3 Cerrillos | 10 | 5 | 19 | mar.-19 - may.-20 |
| <i>Jacobo Hunter</i> | | | | |
| 4 Quebrada Huayrondos | 4 | 2 | 5 | ene.-56; set.-2009 |
| 5 Tingo Grande (rio, pueblo) | 1 | 0 | 0 | may.-15 |
| <i>Tiabaya</i> | | | | |
| 6 Quebrada Enlozada | 1 | 1 | 1 | jun.-05 |
| 7 Quebrada (cerca de mina Cerro Verde) | 1 | 4 | 4 | feb.-13 |
| <i>Yura</i> | | | | |
| 8 Yura viejo | 4 | 3 | 6 | ago.-39; nov.-62; abr.-19 |
| 9 Yura | 5 | 3 | 8 | oct.-17 - oct.-20 |
| 10 Camino a Yura | 2 | 1 | 2 | oct.-62 |
| 11 Asoc. Casa Huerto - Oasis de Yura | 9 | 2 | 12 | may.-18 - ene.-20 |
| 12 Cuiscos | 1 | 1 | 1 | feb.-96 |
| Caravelí | 6 | 1 | 3 | |
| <i>Atico</i> | | | | |
| 13 Cerca de Atico | 2 | 1 | 1 | ene.-56 |
| <i>Atiquipa</i> | | | | |
| 14 Hacienda Parcoy | 1 | 0 | 0 | ene.-60 |
| <i>Chala</i> | | | | |
| 15 Valle del rio Chala | 1 | 1 | 1 | ene.-60 |
| <i>Huanuhuanu</i> | | | | |
| 16 Hacienda Palca | 1 | 1 | 1 | ene.-60 |
| <i>Quicacha</i> | | | | |
| 17 Huaichamaca | 1 | 0 | 0 | oct.-70 |
| Castilla | 5 | 2 | 7 | |
| <i>Huancarqui</i> | | | | |
| 18 Huancarqui (campamento Zafranal) | 1 | 1 | 1 | feb.-18 |
| 19 Quebrada en Huancarqui | 4 | 2 | 6 | feb.-18; nov.-19 |
| Caylloma | 1 | 0 | 0 | |
| <i>Lluta</i> | | | | |
| 20 Matacaballo | 1 | 0 | 0 | nov.-19 |
| Condesuyos | 4 | 1 | 4 | |
| <i>Iray</i> | | | | |
| 21 Pacaychacra | 4 | 1 | 4 | ene.-56 |
| ICA | 102 | 4 | 103 | |
| Ica | 84 | 4 | 86 | |
| <i>Los Aquijes</i> | | | | |
| 22 Quebrada Yaxta | 11 | 2 | 10 | mar.-19 |
| <i>San José de Los Molinos</i> | | | | |
| 23 Quebrada La Yesera | 17 | 4 | 20 | jun.-17; feb.-19 |
| 24 Quebrada Tibillos | 7 | 3 | 11 | ene.-19 |
| 25 Quebrada La Mina | 19 | 2 | 15 | ene.-19 |

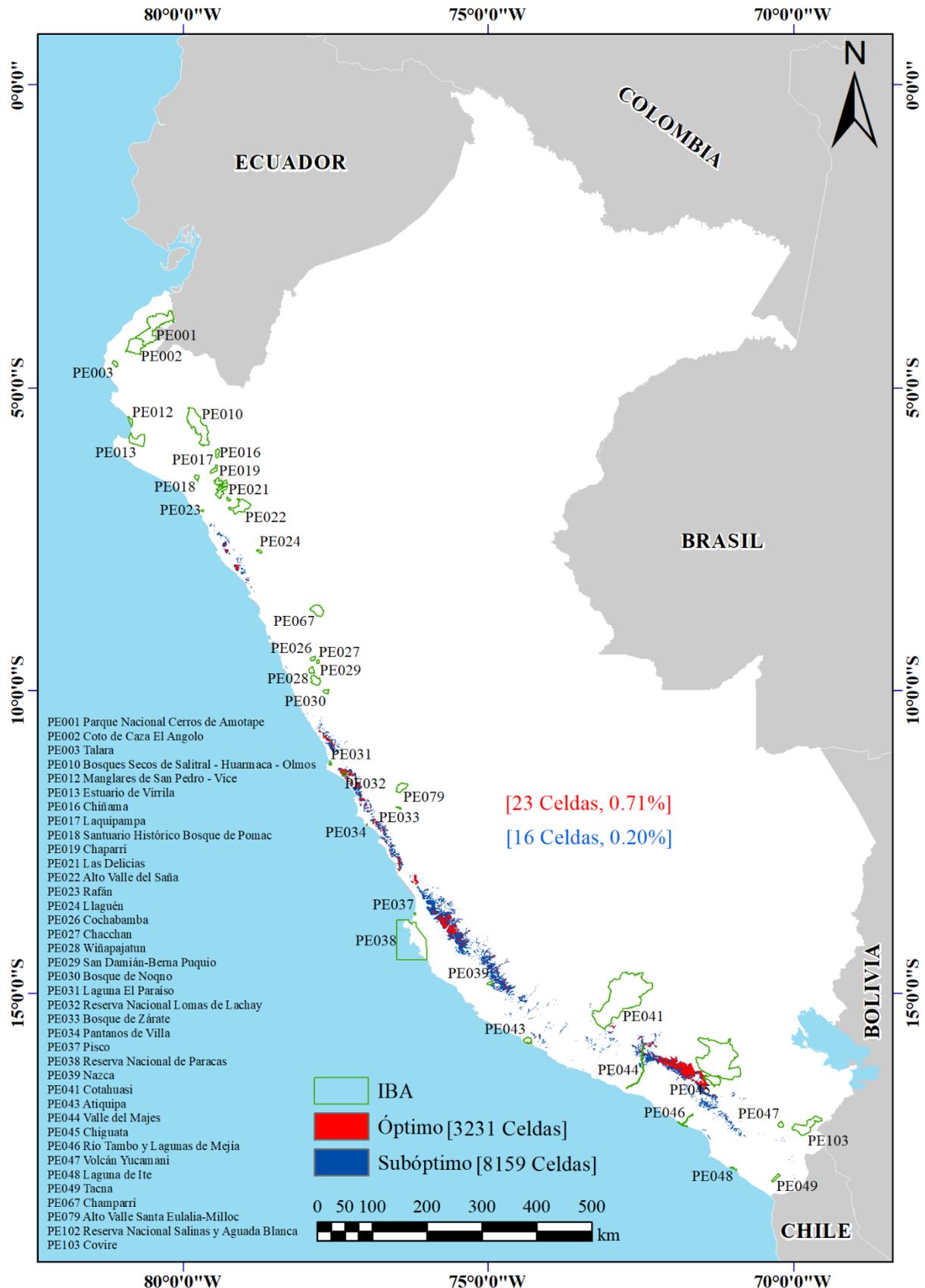
Continuación del Anexo 11...

| | | | | | |
|----|--------------------------------|------------|-----------|------------|----------------------------|
| | <i>Yauca del Rosario</i> | | | | |
| 26 | Quebrada Huarangal | 3 | 2 | 3 | may.-17 - nov.-17 |
| 27 | Quebrada Cansas | 27 | 3 | 27 | ene.-17 - jun.-19 |
| | Nazca | 15 | 3 | 17 | |
| | <i>Nazca</i> | | | | |
| 28 | Ruta Nasca-Puquio | 14 | 3 | 16 | oct.-03 - ene.-20 |
| | <i>Vista Alegre</i> | | | | |
| | Ruta Nasca-Puquio | 1 | 1 | 1 | nov.-05 |
| | Pisco | 3 | 0 | 0 | |
| | <i>Huancano</i> | | | | |
| 29 | Quebrada en Huancano | 3 | 0 | 0 | nov.-57; ago.-09; ago.-13 |
| | LA LIBERTAD | 45 | 5 | 86 | |
| | Ascope | 3 | 2 | 4 | |
| | <i>Chicama</i> | | | | |
| | ACP Lomas de Cerro Campana | 3 | 2 | 4 | ago.-08; ago.-18 |
| | Trujillo | 42 | 5 | 82 | |
| | <i>Huanchaco</i> | | | | |
| 30 | ACP Lomas de Cerro Campana | 42 | 5 | 82 | abr.-11 - oct.-19 |
| | LIMA | 380 | 10 | 685 | |
| | Canta | 4 | 1 | 4 | |
| | <i>Santa Rosa de Quives</i> | | | | |
| 31 | Hacienda Trapiche | 1 | 1 | 1 | oct.-67 |
| 32 | Viscachera | 3 | 1 | 3 | nov.-62 |
| | Cañete | 36 | 8 | 86 | |
| | <i>Asia</i> | | | | |
| 33 | Lomas de Asia | 33 | 8 | 80 | abr.-15 - set.-19 |
| | <i>Coayllo</i> | | | | |
| 34 | Lomas de Piedra Hueca | 3 | 2 | 6 | mar.-20 |
| | Huaral | 5 | 10 | 25 | |
| | <i>Aucallama</i> | | | | |
| 35 | Lomas de San Juan de Aucallama | 2 | 10 | 20 | feb.-19 |
| | <i>Chancay</i> | | | | |
| 36 | Lomas de Chancayllo | 2 | 2 | 3 | dic.-75; may.-17 |
| | <i>Huaral</i> | | | | |
| 37 | Rio Seco | 1 | 2 | 2 | set.-18 |
| | Huarocharí | 12 | 6 | 34 | |
| | <i>Antioquia</i> | | | | |
| 38 | Valle Tinajas | 11 | 6 | 34 | nov.-07 - dic.-10; nov.-16 |
| | <i>Santa Eulalia</i> | | | | |
| 39 | Quebrada en Santa Eulalia | 1 | 0 | 0 | jun.-60 |
| | Huaura | 313 | 10 | 523 | |
| | <i>Huacho</i> | | | | |
| 40 | RN Lomas de Lachay | 313 | 10 | 523 | oct.-59 - nov.-20 |
| | Lima | 10 | 3 | 13 | |
| | <i>Ancón</i> | | | | |
| 41 | ZR Lomas de Ancón | 1 | 2 | 2 | jul.-05 |
| | <i>Carabayllo</i> | | | | |
| 42 | Lomas de Primavera | 3 | 2 | 5 | may.-18; jul.-20 |
| | <i>Lurigancho</i> | | | | |
| 43 | Quebrada California | 6 | 3 | 6 | set.-64 - jul.-83 |

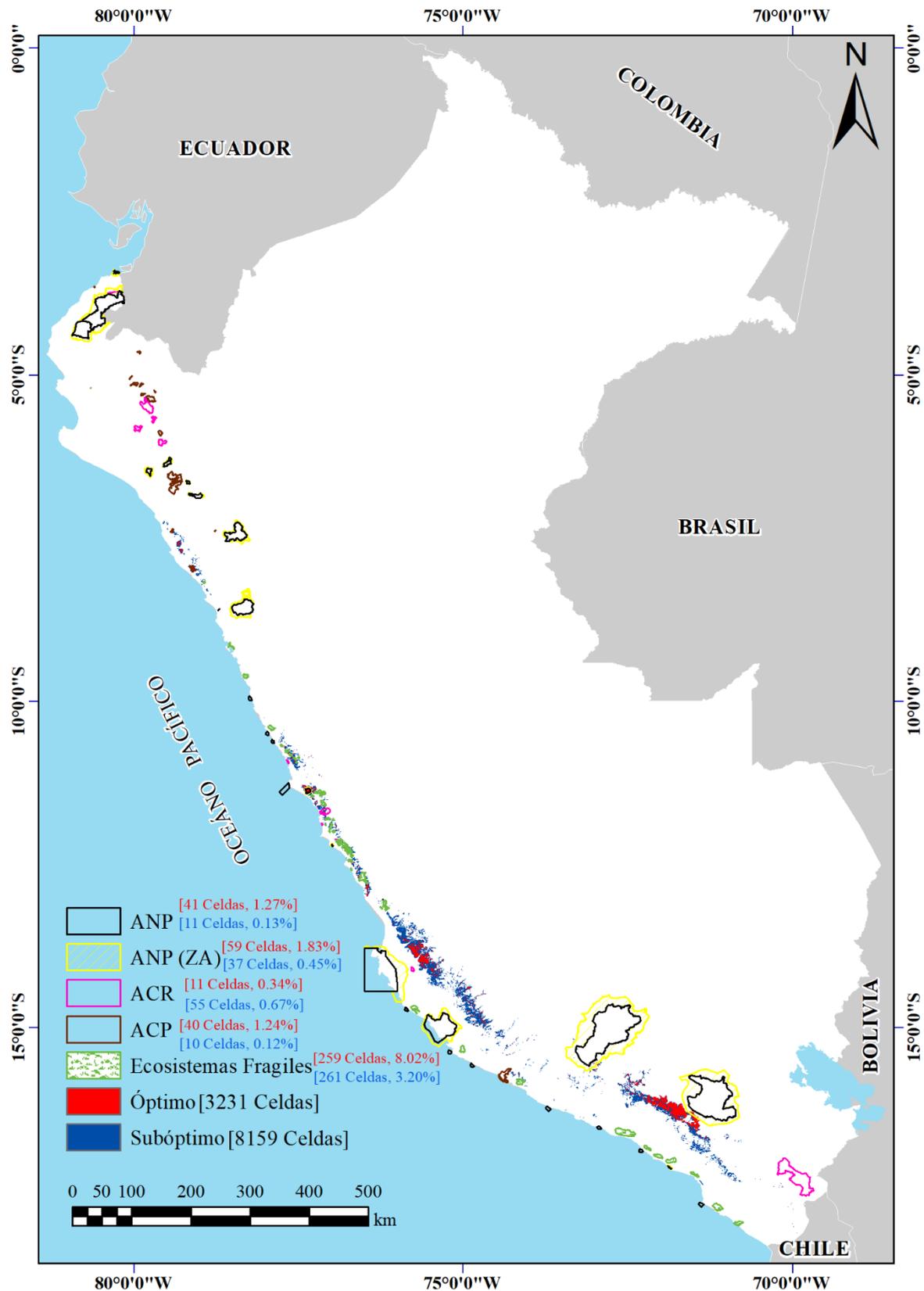
Anexo 12. Lista de plantas principales que componen el hábitat del canastero de los cactus. Se muestra su origen y estatus de conservación según ¹León *et al.* 2006, ²IUCN, ³Decreto Supremo 043-2006-AG, ⁴Ostolaza 2014, ⁵León y Monsalve 2006. Los nombres científicos son de acuerdo al IPNI (International Plant Names Index).

| Especie | Origen | Estatus de conservación |
|--|----------|---|
| Cactaceae | | |
| <i>Armatocereus procerus</i> Rauh & Backeb. | Endémico | ¹ LC, ² LC, ⁴ LC |
| <i>Browningia candelaris</i> (Meyen) Britton & Rose | Nativo | ² DD, ³ VU |
| <i>Cleistocactus acanthurus</i> (Vaupel) D.R.Hunt. | Endémico | ¹ EN B1a, ² NT, ³ EN, ⁴ EN B1a |
| <i>Corryocactus brevistylus</i> Britton & Rose | Endémico | ¹ NE, ³ VU, ⁴ VU |
| <i>Espostoa lanata</i> (Kunth) Britton & Rose | Nativo | ² LC |
| <i>Haageocereus acranthus</i> (Vaupel) Backeb. | Endémico | ² LC, ³ VU, ⁴ VU B2a + C2a(i) |
| <i>Haageocereus pseudomelanostele</i> (Werderm. & Backeb.) Backeb. | Endémico | ² LC, ³ EN, ⁴ EN B2a + C2a(i) |
| <i>Neoraimondia arequipensis</i> (Meyen) Backeb. | Endémico | ² LC |
| <i>Weberbauerocereus rauhii</i> Backeb. | Endémico | ¹ VU B1b(iii)+ C2a(i), ² LC, ³ VU, ⁴ EN |
| <i>Weberbauerocereus weberbaueri</i> (K.Schum. ex Vaupel) Backeb. | Endémico | ¹ NT, ² LC, ⁴ VU |
| Zygophyllaceae | | |
| <i>Bulnesia retama</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Griseb. | Nativo | ² LC |
| Anacardiaceae | | |
| <i>Orthopterygium huacui</i> Hemsl. | Endémico | ⁵ EN B2b(v) |

Anexo 13. Mapa de cobertura de las Área Importantes para las Aves (IBA's) en el ámbito del área de distribución del canastero de los cactus. Nótese que algunas IBA's son parte del Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Perú por lo que su cobertura no se considera en este cálculo.



Anexo 14. Mapa de cobertura del Sistema de Áreas Naturales Protegidas y los ecosistemas frágiles reconocidos por el Estado del Perú en el ámbito del área de distribución del canastero de los cactus. Se incluyen las áreas de conservación de ámbito nacional (ANP) y sus respectivas Zonas de Amortiguamiento (ZA), regional (ACR) y privada (ACP). Las distinciones son de acuerdo a los diferentes niveles de protección que otorgan.



Anexo 15. Cobertura del Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Perú en el ámbito del área de distribución del canastero de los cactus. Se detallan los datos para cada ANP según su categoría nacional, regional y privada. Los cálculos se realizaron con base en las zonas óptimas (3231 celdas) y subóptima (8159 celdas) para la ocurrencia de la especie. Entre () se muestran valores de las Zonas de Amortiguamiento de las ANP, la distinción se debe a los diferentes niveles de protección.

| Categoría | Óptimo | % | Subóptimo | % | Óptimo + Subóptimo | % |
|---|----------------|--------------------|----------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| NACIONAL | 41 (59) | 1.27 (1.83) | 11 (37) | 0.13 (0.45) | 52 (96) | 0.46 (0.84) |
| Bosque de Protección Puquio Santa Rosa | | | | | | |
| Coto de Caza El Angolo | | | | | | |
| Coto de Caza Sunchubamba | | | | | | |
| Parque Nacional Cerros de Amotape | | | | | | |
| Reserva Nacional de Paracas | | | | | | |
| Reserva Nacional de Lachay | 41 (14) | 1.27 (0.43) | 6 (6) | 0.07 (0.07) | 47 (20) | 0.41 (0.18) |
| Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca | (37) | (1.15) | 1 (14) | 0.01 (0.17) | 1 (51) | 0.01 (0.45) |
| Reserva Nacional de Calipuy | | | | | | |
| Reserva Nacional San Fernando | | | | | | |
| Reserva Paisajística Subcuenca del Cotahuasi | (8) | (0.25) | 4 (17) | 0.05 (0.21) | 4 (25) | 0.04 (0.22) |
| Refugio de Vida Silvestre Laquipampa | | | | | | |
| Refugio de Vida Silvestre Bosques Nublados de Udimá | | | | | | |
| Santuario Histórico Bosque de Pómac | | | | | | |
| Santuario Nacional Lagunas de Mejía | | | | | | |
| Santuario Nacional los Manglares de Tumbes | | | | | | |
| Bosque de Protección Aledaño a la Bocatoma del Canal Nuevo Imperial | | | | | | |
| Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras | | | | | | |
| Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa | | | | | | |
| REGIONAL | 11 | 0.34 | 55 | 0.67 | 66 | 0.58 |
| ACR Bosque Moyan-Palacio | | | | | | |
| ACR Humedales de Ventanilla | | | | | | |
| ACR Albufera de Medio Mundo | | | | | | |
| ACR Vilacota Maure | | | | | | |
| ACR Angostura-Faical | | | | | | |
| ACR Bosque Huacrupe-La Calera | | | | | | |
| ACR Bosques Secos Salitral - Huarmaca | | | | | | |
| ACR Sistema de Lomas de Lima | 11 | 0.34 | 55 | 0.67 | 66 | 0.58 |
| ACR Laguna de Huacachina | | | | | | |

Continuación del Anexo 15...

| | | | | | | |
|---|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| PRIVADA | 40 | 1.24 | 10 | 0.12 | 50 | 0.44 |
| ACP Bosque Seco San Juan de los Guayaquiles | | | | | | |
| ACP Bosque Seco de Chililique Alto | | | | | | |
| ACP Chaparrí | | | | | | |
| ACP Bosque Natural El Cañoncillo | 1 | 0.03 | 3 | 0.04 | 4 | 0.04 |
| ACP Yacila de Zamba | | | | | | |
| ACP Los Bosques de Overal y Palo Blanco | | | | | | |
| ACP Bosque Seco de Colina Juan Velasco Alvarado | | | | | | |
| ACP Santa Catalina de Moza | | | | | | |
| ACP Bosque Cachil | | | | | | |
| ACP Bosque Seco Amotape | | | | | | |
| ACP Lomas de Atiquipa | | | 1 | 0.01 | 1 | 0.01 |
| ACP La Huerta del Chaparrí | | | | | | |
| ACP Mangamanguilla de la Asociación Agraria Manga Manga de Salitral | | | | | | |
| ACP Los Bosques de Dotor, Hualtacal, Pueblo Libre, La Jardina y Chorro Blanco | | | | | | |
| ACP Bosque Seco de la Comunidad Campesina Cesar Vallejo de Palo Blanco | | | | | | |
| ACP Lomas del Cerro Campana | 39 | 1.21 | 6 | 0.07 | 45 | 0.40 |

Anexo 16. Registros de actividad reproductiva confirmada del canastero de los cactus.

| Observación | Fecha | Localidad | Fuente |
|---|------------|--|-------------------------|
| <i>Lomas del norte y centro (La Libertad, Lima)</i> | | | |
| Nido activo | 4-abr.-60 | RN Lomas de Lachay | Koepcke, 1965 |
| Gónada grande | 16-jun.-60 | RN Lomas de Lachay | Koepcke, 1965 |
| Gónada grande | 17-jun.-60 | RN Lomas de Lachay | Koepcke, 1965 |
| Gónada grande | 2-jul.-60 | RN Lomas de Lachay | Koepcke, 1965 |
| Juvenil | 24-oct.-60 | RN Lomas de Lachay | Koepcke, 1965 |
| Cortejo | 29-ago.-65 | Quebrada California | Lüthi, 2011 |
| Nido activo | 28-oct.-07 | RN Lomas de Lachay | GBIF-eBird |
| Nido en construcción | 13-ago.-08 | ACP Lomas de Cerro Campana | Núñez y Tiravanti, 2012 |
| Nido en construcción | 30-dic.-09 | RN Lomas de Lachay | GBIF-eBird |
| Nido en construcción | 27-ene.-10 | RN Lomas de Lachay | GBIF-eBird |
| Nido en construcción | 27-ene.-10 | RN Lomas de Lachay | GBIF |
| Nido en construcción | 10-nov.-12 | RN Lomas de Lachay | GBIF-eBird |
| Alimentación de cría | 29-ago.-15 | RN Lomas de Lachay | GBIF-eBird |
| Juvenil | 4-oct.-15 | RN Lomas de Lachay | GBIF-eBird |
| Nido activo | 16-sep.-17 | RN Lomas de Lachay | GBIF-eBird |
| <i>Vertiente occidental andina centro-sur (Ica)</i> | | | |
| Nido en construcción | 26-ene.-17 | Quebrada Cansas | Datos propios |
| Nido activo | 9-mar.-18 | Quebrada Cansas | Datos propios |
| Nido activo | 28-ene.-19 | Quebrada La Mina | Datos propios |
| Nido activo | 24-feb.-19 | Quebrada La Yesera | Datos propios |
| <i>Lomas del sur (Arequipa)</i> | | | |
| Gónada grande | 8-ene.-60 | Atico | Koepcke, 1965 |
| Nido activo | 19-ene.-60 | Parcoy (Chala) | Koepcke, 1965 |
| Gónada grande | 20-ene.-60 | Chala | Koepcke, 1965 |
| Gónada grande | 20-ene.-60 | Palca (Chala) | Koepcke, 1965 |
| <i>Vertiente occidental andina sur (Arequipa)</i> | | | |
| Alimentación de cría | 19-ene.-56 | Quebrada Huayrondos | Koepcke (1959, 1965) |
| Gónada grande | 19-ene.-60 | Arequipa | Koepcke, 1965 |
| Juvenil | 19-ene.-60 | Arequipa | Koepcke, 1965 |
| Gónada grande | 30-ene.-60 | Pacaychacra | Koepcke, 1965 |
| Gónada grande | 5-oct.-60 | Arequipa | Koepcke, 1965 |
| Nido activo | dic.-08 | Parque Ecológico Regional ASA | Ugarte y Høgsås, 2009 |
| Nido en construcción | dic.-08 | Parque Ecológico Regional ASA | Ugarte y Høgsås, 2009 |
| Nido en construcción | 24-ago.-12 | Parque Ecológico Regional Las Rocas de Chilina | GBIF-eBird |
| Cortejo | 8-oct.-17 | Yura | GBIF-eBird |