

Evaluación de la población de *Pyrrhura orcesi*
(Perico de El Oro) en el suroeste del EcuadorPopulation evaluation of *Pyrrhura orcesi* (El Oro Parakeet)
in southwestern EcuadorCésar Leonardo Garzón Santomaro*^{1,2}, Marco F. Monteros³, Andrés Merino Viteri⁴¹Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO). Calle Rumipamba 341 y Av. de los Shyris, Quito 17078976, Ecuador.²Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ciencias Biológicas, Av. 12 de Octubre 1076 y Roca, Quito 170525, Ecuador. cesar.garzon@biodiversidad.gob.ec
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6171-3686>³Fundación EcoMinga, Av. 12 de noviembre and Luis A Martínez, Baños, Tungurahua, Ecuador
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6670-3687>⁴Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Museo de Zoología (QCAZ), Escuela de Ciencias Biológicas, Av. 12 de Octubre 1076 y Roca, Quito 170525, Ecuador
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1039-2645>*Autor de correspondencia:
cesarleo5@yahoo.com

DOI: 10.26807/remcb.v43i1.933

Recibido: 6-05-2022
Aceptado: 8-05-2023
Publicado: 27-05-2023Como citar este artículo:
Garzón CL, Monteros MF, Merino-Viteri A. 2023. Evaluación de la población de *Pyrrhura orcesi* (Perico de El Oro) en el suroeste del Ecuador. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas 44(1): 19-34. doi: 10.26807/remcb.v43i1.933**Resumen.-** *Pyrrhura orcesi* (Perico de El Oro) es una especie endémica y amenazada que habita en los Andes al suroeste de Ecuador en una estrecha franja de bosque nublado, ca. 100 km x 8 km en una gradiente altitudinal entre 800 y 1300 m. Este trabajo evalúa por vez primera las poblaciones de pericos en toda su área de distribución e identifica sitios importantes para la conservación. La búsqueda de pericos se realizó mediante recorridos visuales-auditivos de 2 a 3 km en cada sitio de muestreo. Se implementaron puntos fijos de conteo, en donde se detectó la presencia frecuente de pericos. Entre los años 2009 y 2012, se estimó un total de 695-714 individuos de 109-112 bandadas, en 13 localidades. Se utilizaron los datos regionales obtenidos para correr modelos predictivos de distribución e impacto potencial del cambio climático en la futura distribución de las poblaciones de *P. orcesi* en el suroeste del Ecuador. Esta información permitirá desarrollar lineamientos preliminares para la conservación de los bosques nublados del suroeste del Ecuador en donde habita esta especie de perico.**Palabras clave:** corredor de conectividad, cambio climático, estimación, rango altitudinal, distribución potencial.**Abstract.-** *Pyrrhura orcesi* (El Oro Parakeet) is an endemic and threatened species restricted to a narrow band of Andean cloud forests in southwestern Ecuador. It occupies an area of ca. 8 km x 100 km, at between 800 and 1300 m altitude. For the first time, we assess the El Oro Parakeet's populations across their distribution and identify important conservation areas. Parakeet detection was carried out through visual-auditory surveys along 2 to 3 km transects on each sampling site. Several fixed counting points were established where parakeets were frequently present. Between 2009 and 2012, 695-714 individuals from 109-112 flocks were estimated in 13 locations. These regional records were used to run predictive distribution models and to assess the potential impact of climate change on the future distribution of this species in southwestern Ecuador. This information will enable the development of guidelines for conserving cloud forests of southwestern Ecuador where the El Oro Parakeet is present.**Keywords:** altitudinal range, connectivity corridor, climate change, estimation, potential distribution**Introducción**

Los Andes tropicales occidentales son un área importante para la biodiversidad, que aloja una de las biotas más diversas y endémicas del planeta (Myers et al. 2000; Ceballos and Ehrlich 2006; Morrone 2014), con especies de rangos geográficos restringidos y amenazadas a nivel global (Voss 2003; Mena et al. 2011; Amori et al. 2013; Prado et al. 2014). El origen geológico de esta área ha sido un factor trascendental que ha moldeado ambientes novedosos provocando especiación y produciendo nuevos linajes de colonización (Esquerré et al. 2019).

Una muestra representativa de aquella biodiversidad se encuentra en los Andes del suroeste del Ecuador, consideradas como áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad ecuatoriana (Cuesta et al. 2015). En las estribaciones de esta zona de los Andes habita el perico de El Oro (*Pyrrhura orcesi*) en una estrecha franja altitudinal entre los 700 – 1300 m a través de 100 km de largo y 8 km de ancho, en las provincias de Azuay y El Oro (Ridgely and Robbins 1988; Ridgely y Greenfield 2006). *P. orcesi* es una especie endémica y categorizada como En Peligro de Extinción (EN) (Freile et al. 2018; BirdLife International [cited 2023]). BirdLife (2000) estimó una población regional de 2000 a 10000 individuos, sin embargo, actualmente se estima una población de 250 a 999 individuos maduros, lo que equivale a 375-1499 individuos en total (Birdlife International [cited 2023]).

El perico de El Oro es una especie gregaria y en época de nidificación existen tanto parejas monógamas como grupos cooperativos (Klauke et al. 2013, 2014). Esta especie anida en cavidades ubicadas en árboles, principalmente copales (*Dacryodes peruvianum*), palmas (*Iriartea deltoidea*), tangaré (*Carapa guianensis*) y la bella María (*Nectandra* sp.) (Garzón-Santomaro et al. 2020). Los grupos familiares conformados por más de tres individuos, tienen sólo una pareja reproductiva activa, los demás pericos (exclusivamente machos) ayudan a cuidar y alimentar a los pichones, indicando que sólo una parte de la población es activa reproductivamente (Klauke et al. 2014) (Figura 1).



Figura 1. Bandada de *P. orcesi* anidando en un nido artificial en la Reserva Buenaventura.

P. orcesi se encuentra únicamente protegido en la Reserva Buenaventura localizada en el cantón Piñas, provincia de El Oro y manejada por la Fundación de Conservación Jocotoco. Desde el año 2002, en la reserva se han realizado varios estudios como, estimación y monitoreo de la población de pericos, uso de hábitat, área de vida con radio-telemetría, estudio genético poblacional, colocación y monitoreo de nidos artificiales, entre otros (Garzón-Santomaro et al. 2019). En el 2003, se estimaron un total de 187 individuos (Schaefer and Schmidt 2003) y 192 individuos en el año 2007 (Garzón-Santomaro and Juiña 2007).

La franja altitudinal (1000 – 3000 m) en las laderas occidentales de los Andes presenta un elevado riesgo de fragmentación, debido a la conversión del hábitat por actividades antropogénicas. Justamente, el estudio de *P. orcesi* realizado en la Reserva Buenaventura evidenció que la deforestación representa la mayor amenaza para su supervivencia, la falta de conectividad ha

acarreado que las poblaciones de pericos presenten bajas tasas efectivas de dispersión y el flujo genético sea extremadamente bajo (Klauke et al. 2016).

A partir de este amplio conocimiento de la ecología y estado de conservación de *P. orcesi* en la Reserva Buenaventura, en este trabajo evaluamos las poblaciones de pericos en las estribaciones de los Andes del suroeste del Ecuador. Esto nos permitió conocer por vez primera la estimación poblacional de pericos y la identificación de nuevas áreas de ocurrencia de *P. orcesi* en el suroeste del Ecuador. Para esto, utilizamos los datos de presencia de *P. orcesi* y una combinación de variables ambientales para determinar su distribución potencial. Los resultados desprendidos de este trabajo servirán para conocer el tamaño poblacional en toda la distribución del perico de El Oro y a su vez, priorizar áreas importantes para la conservación de su hábitar en el suroeste del Ecuador.

Materiales y métodos

Área de estudio. Se localiza en las estribaciones de la cordillera de los Andes al suroeste del Ecuador, es una zona de transición entre los regímenes bioclimáticos Húmedo Tropical a los 600 m y Húmedos Subtropical y que pertenece al complejo "Darién-Chocó-Western Ecuador" considerado como uno de los mundialmente conocidos "hotspots" (Myers et al. 2000).

Se visitaron 22 localidades distribuidas en dos áreas de estudio: zona norte, ocho localidades ubicados en las provincias de Azuay, El Oro y Guayas, en la denominada cordillera de Molleturo; zona sur, 12 localidades de muestreo en la denominada cordillera de Chilla en la provincia de El Oro y dos en la provincia del Azuay (03°15'43''S - 79°38'08''O) y Pucará (03°18'01''S - 79°31'21''O) ubicadas en la provincia de Azuay (Tabla 1, Figura 2). Las localidades estuvieron separadas entre 2 a 3 km en promedio, sin embargo las localidades de Azuay fueron las que presentaron un mayor distanciamiento.

Ubicación de sitios de muestreo de *Pyrrhura orcesi*

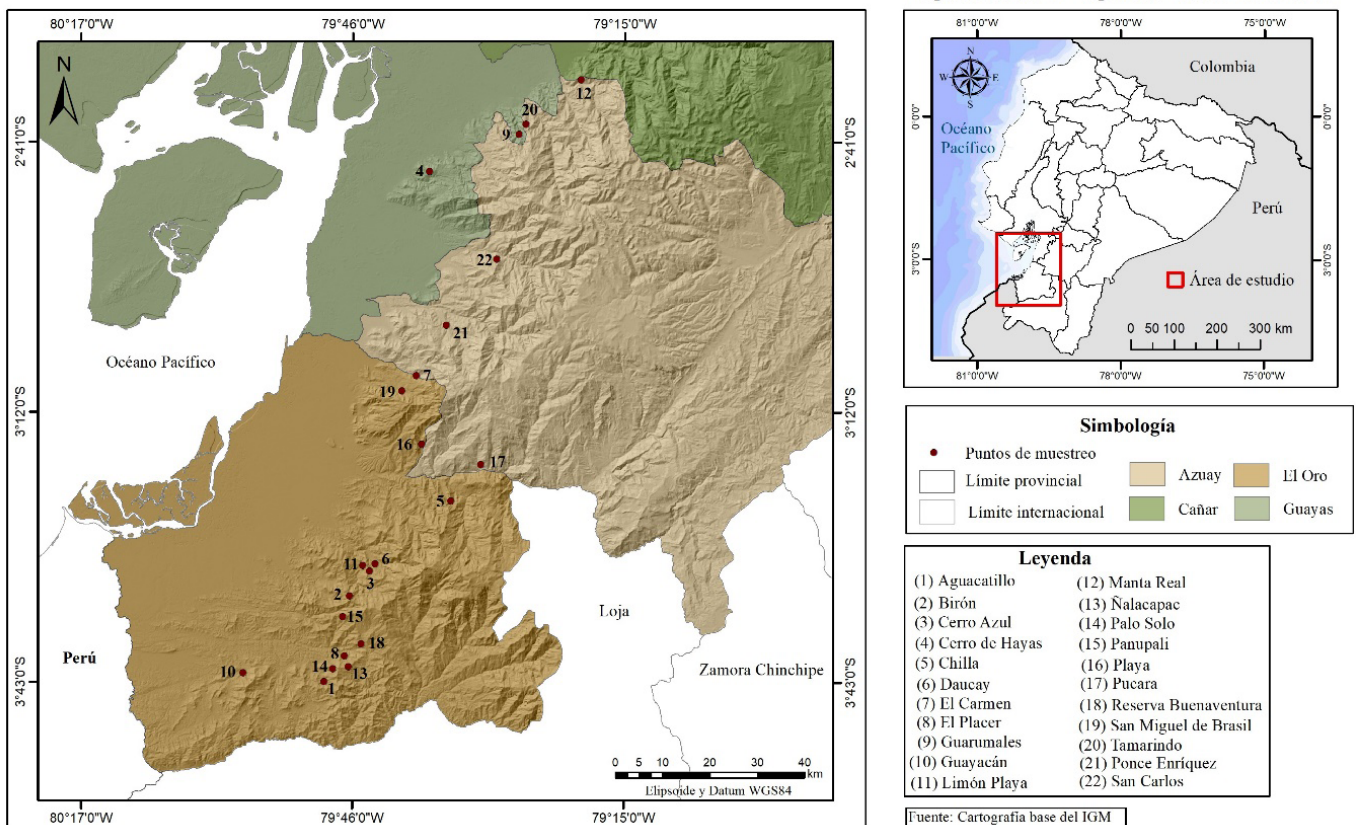


Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo de *P. orcesi* (Perico de El Oro) en el suroeste del Ecuador.

Tabla 1. Número individuos y bandadas de pericos presentes en los sitios de muestreo en el suroeste del Ecuador.

Localidad	Provincia	Coordenadas		Zona Norte		Zona Sur		Total Regional	
		N-S	E-O	Nro. Pericos	Nro. Grupos	Nro. Pericos	Nro. Grupos	Nro. Pericos	Nro. Grupos
Manta Real	Azuay	02°34'17''S	79°19'57''O	-	-	-	-	-	-
Tamarindo	Azuay	02°38'59''S	79°26'16''O	-	-	-	-	-	-
Guaramales	Azuay	2°43'03''S	79°30'04''O	31	6	-	-	31	6
Cerro de Hayas	Guayas	02°44'22''S	79°36'44''O	-	-	-	-	-	-
San Carlos	Azuay	03°07'51''S	79°38'43''O	18	3	-	-	18	3
Ponce Enríquez	Azuay	03°03'32''S	79°39'17''O	-	-	-	-	-	-
El Carmen	Azuay	02°58'25''S	79°33'49''O	14	3	-	-	14	3
San Miguel de Brasil	El Oro	3°09'37''S	79°40'22''O	42	7	-	-	42	7
Playa	Azuay	03°15'43''S	79°38'08''O	-	-	-	-	-	-
Pucara	Azuay	03°18'01''S	79°31'21''O	-	-	-	-	-	-
Chilla	El Oro	03°22'52''S	79°34'37''O	-	-	-	-	-	-
Daucay	El Oro	03°29'26''S	79°43'25''O	-	-	-	-	-	-
El Placer	El Oro	03°40'00''S	79°46'56''O	-	-	-	-	-	-
Cerro Azul	El Oro	03°29'22''S	79°43'31''O	-	-	80	11	80	11
Limón Playa	El Oro	03°29'39''S	79°44'49''O	-	-	9	2	9	2
Birón	El Oro	03°33'07''S	79°46'21''O	-	-	11	2	11	2
Palo Solo	El Oro	03°41'23''S	79°46'27''O	-	-	97	13	97	13
Ñalacapac	El Oro	03°41'04''S	79°46'13''O	-	-	77	15	77	15
Aguacatillo	El Oro	03°43'33''S	79°48'47''O	-	-	30	5	30	5
Panupali	El Oro	03°35'26''S	79°47'04''O	-	-	19	4	19	4
Guayacán	El Oro	03°42'35''S	79°57'16''O	-	-	25	4	25	4
Buenaventura	El Oro	03°38'35''S	79°45'00''O	-	-	261	37	261	37
Media poblacional				26.25		67.67		37.75	6.38
Desviación				11.05		75.08		65.62	2.99
Confianza				95%		95%		95%	95%
Error				±10.83		±49.05		±35,67	±0,55
Tamaño Muestra				4		9		13	
Intervalo de confianza				15,42 - 37,08		18,61 - 116,72		19,25 - 90,59	5,82 - 6,92
Máximo número de pericos y bandadas				91-105	19	547-609	93	695-714	109-112

Se observaron tres hábitats que predominaron en el área de estudio: a) bosques naturales maduros, que se encuentran en áreas pendientes, quebradas y zonas casi inaccesibles; b) bosque natural intervenido, situados en zonas no muy pendientes y abarcando hábitats como bosques secundarios, con extracción de madera y en regeneración y; c) pastos arbolados comúnmente situados en llanos o planicies, que se caracterizan por tener árboles en medio de los pastizales.

Métodos. Se efectuaron recorridos en lugares donde históricamente se registraron poblaciones de *P. orcesi* (Ridgely y Robbins 1988; Ridgely y Greenfield 2006). Los registros se obtuvieron mediante observaciones directas y auditivas para determinar la presencia o ausencia de pericos. En cada localidad, se efectuaron recorridos de 3 a 4 km dependiendo de la topografía del terreno y se realizaron paradas aleatorias de observación en lugares con amplio panorama de visualización para identificar de mejor manera a los grupos de pericos.

Después de detectar y confirmar la presencia de pericos en una localidad determinada, se estableció puntos fijos de conteo en lugares estratégicos de observación para su seguimiento (cerros, crestas de montañas, bordes de bosque, zonas abiertas, etc.), desde donde se podían contabilizar fácilmente el número de individuos por grupo o bandada de pericos, ya sea dentro de un bosque o en un área abierta. Las localidades con presencia de pericos fueron visitadas cuatro veces al año y durante cuatro días. El muestreo fue realizado entre las 07:00 a 17:00 utilizando dos horas en cada punto fijo, ubicados a una distancia mínima entre sí de 200 a 300 m. Para evitar contar los mismos individuos o grupos de pericos y lograr una estimación más exacta se tomó en cuenta dos factores: a) cada sitio de muestreo presentó dos o tres observadores simultáneos en distintos puntos fijos de conteo y así evitar contar los mismos grupos de pericos; b) se visitaron durante tres semanas a un mes todos los sitios de muestreo en todo el rango de distribución de *P. orcesi*, bajando la probabilidad de confundir una población o contar la misma población dos veces, en una localidad determinada. La selección de este factor es debido a que los pericos presentan un área de vida relativamente pequeña, no tienen desplazamientos amplios, especialmente en cortos períodos de tiempo (2 meses) a comparación de otros psitácidos (Garzón-Santomaro 2004; Garzón-Santomaro et al. 2019). Este desplazamiento y comportamiento de los pericos, minimizó la probabilidad de contar los mismos grupos o individuos en diferentes sitios de muestreo.

Esta metodología se ha utilizado desde que se inició el estudio de *P. orcesi* en la Reserva Buenaventura al suroeste del Ecuador (Schaefer and Schmidt 2003; Garzón Santomaro 2004; Naranjo-Saltos 2007; Echeverría Vaca 2014; León-Hernández 2015; Echeverría-Vaca y Garzón-Santomaro 2016).

Las localidades, correspondientes a los puntos de conteo y a los hábitats presentaron el mismo tiempo de esfuerzo de muestreo, para realizar las respectivas comparaciones de las preferencias de hábitat de los pericos. Para la observación y seguimiento de los pericos fue necesario el uso de binoculares y un GPS para georeferenciar los puntos de observación y la ubicación de los pericos dentro del área de estudio. Es importante citar, que no se realizó búsqueda intensiva de nidos, así que únicamente se incluye en este trabajo la estimación local y regional de poblaciones de *P. orcesi*.

Los datos que fueron tomados en cuenta para la estimación poblacional de los pericos son los siguientes: código del punto de conteo, fecha, hora de inicio y fin de estancia en el punto fijo, número de individuos, hábitat, distancia y dirección de vuelo. Los datos fueron ingresados y sistematizados en una base de datos en el software Excel, luego procedimos a sumar los pericos de diferentes puntos de observación, sin embargo, nunca se sumaron los individuos contados en diferentes horarios de una misma localidad, porque generalmente puede tratarse de los mismos grupos. Tras estimar el número de pericos por cada localidad, se sumaron los individuos que por el horario de las observaciones no podían solaparse (Cockle et al. 2007; Fariña et al. 2009; Segovia y Cockle 2012).

Con respecto a los modelos de distribución potencial, se utilizaron los datos obtenidos directamente de campo, entre los años 2009-2012 y se analizaron mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para determinar modelos de distribución potencial, se utilizó el algoritmo MaxEnt 3.2.1 (Phillips et al. 2006; Peterson et al. 2011), usando el 80 % de los registros de presencia como puntos de entrenamiento y el 20 % de validación. Se analizó la distribución de los puntos de presencias/ausencias de los pericos, rango geográfico de residencia según la lista roja de IUCN, historia natural, distribución de franjas altitudinales máximas y mínimas según la literatura (Ridgely y Grennfield 2006; McMullan y Navarrete 2017; Freile y Restall 2018).

Se utilizó un conjunto de variables que se obtuvo de la plataforma WorldClim versión 2.2, de las cuales once corresponden a temperatura y ocho a precipitación (Hijmans et al. 2005), con una resolución espacial de 30 arcossegundos lo que equivale en terreno aproximadamente de 1 km (www.worldclim.org). En cada modelo se realizaron dos ejercicios: primero para saber la contribución relativa de cada una de las 19 variables y la segunda corrida se efectuó con las variables bioclimáticas que más influyeron en el modelo y no estaban correlacionadas entre sí.

El modelo final de la distribución potencial de *P. orcesi*, se elaboró a partir de la selección del modelo que presentó el error de omisión más bajo y valores más altos del área bajo la curva AUC (Area Under the Curve) y que está comprendido entre 0,5 y 1. Estos valores miden la capacidad del modelo para clasificar correctamente a una especie como presente o ausente (Phillips et al. 2006; Contreras-Medina et al. 2010). Para considerar estadísticamente confiable el modelo final, se utilizaron valores aproximados a 1 pero mayores a 0,8 de AUC, tanto de prueba como de entrenamiento (Phillips et al. 2006).

Se realizaron cinco réplicas usando el método de Bootstrap, cada réplica fue proyectada a futuro, utilizando los escenarios de emisiones de los gases de efecto invernadero, aplicados en un horizonte de tiempo a 50 años (promedio para 2041-2060) y se encuentran disponibles en el portal Worldclim conocidas como, Vías Representativas de Concentración (RCP por sus siglas en inglés) y están disponibles cuatro escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5 ((Moss et al. 2010; IPCC 2014; Van Vuuren et al. 2011)). Los escenarios seleccionados fueron el RCP 4.5 (referente al escenario futuro de menores emisiones de dióxido de carbono) y la RCP 8.5 (referente al escenario futuro de mayores emisiones de dióxido de carbono) determinadas como las más probables para la región (Moss et al. 2010; Picasso et al. 2013).

Por último, a partir de los valores de cada variable ambiental seleccionada de *P. orcesi*, y en base al método de quiebres de Jenks y al umbral de corte, clasificamos en cinco categorías de idoneidad de hábitat: 1) Muy alta, 2) Alta, 3) Media, 4) Baja y, 5) Muy baja (Jenks 1967). Posteriormente a estos análisis, la distribución potencial de *P. orcesi* fueron proyectados en el programa ArcGis 10.3.

Resultados

Estimación de la poblacional del perico de El Oro en su rango de distribución

Se identificó la presencia de *P. orcesi* en cinco localidades en el año 2009 y fueron registrados otras 13 localidades en el año el 2012. En este último año, debido al encuentro de un mayor número de localidades, se realizó la estimación regional de pericos, obteniendo un total de 695 -714 individuos de 109-112 bandadas o grupos familiares. El número promedio de pericos en las localidades de muestreo fue de 54,92 individuos ($\pm 35,67$, $n = 13$), con un rango de variación entre los 19,27 y 90,59 individuos (Intervalo de Confianza del 95 %). La alta desviación obtenida se debió al registro de poblaciones grandes de pericos en la provincia de El Oro, principalmente en la Reserva Buenaventura y sus alrededores (Ñalacapac, Palo Solo, Cerro Azul). Por otro lado, el tamaño promedio de las bandadas o grupos de pericos fue 6,38 individuos ($\pm 0,55$, $n = 112$), variando entre 5,82 y 6,93 individuos (Intervalo de Confianza del 95 %). El tamaño de las bandadas de pericos se registró un mínimo de dos individuos y un máximo de 14 individuos (Tabla 1).

En la zona norte, en la cordillera de Molleturo, identificamos poblaciones de pericos en cuatro de las ocho localidades muestreadas: Guarumales, San Carlos, El Carmen y San Miguel de Brasil (Tabla 1). Estas localidades presentaron poblaciones pequeñas de pericos y poco frecuentes, con un tamaño promedio de 26,25 individuos ($\pm 11,05$, $n = 4$), variando entre 15,42 a 37,08 individuos en las localidades de muestreo. En total se estimó entre 91-105 pericos y 19 grupos familiares en la provincia de Azuay (Tabla 1).

En la zona sur, se presentaron poblaciones de pericos en nueve de las 14 localidades muestreadas. Las localidades que presentaron las poblaciones de pericos más importantes fueron: Reserva Buenaventura y a una distancia de 2 a 3 km las localidades de Palo Solo, Ñalacapac y Cerro Azul (Tabla 1). El número promedio de pericos en las localidades de muestreo fue de 67,67 individuos ($\pm 49,05$, $n = 9$), variando entre los 18,61 y 116,72 individuos por localidad. En general, se estimó entre 547-609 individuos y 93 grupos familiares, mostrando que la provincia de El Oro presenta las localidades más importantes y de mayor congregación de pericos en toda el área de distribución conocida.

El mayor número de registros de *P. orcesi* en todo su rango de distribución se obtuvo en los potreros con árboles, ubicados en medio de los remanentes boscosos y en zonas con bajas pendientes. Un menor número de observaciones se registraron en los remanentes boscosos, sean en los bosques naturales maduros ubicados principalmente en áreas pendientes y quebradas, y en los bosques secundarios, generalmente con extracción de madera y ubicados en zonas con pendientes no muy pronunciadas. El patrón de registro de pericos fue muy similar en todos los años de estudio, siendo los potreros arbolados los hábitats más importantes (Figura 3). El tiempo de observación de pericos fue el mismo en cada uno de los hábitats visitados.

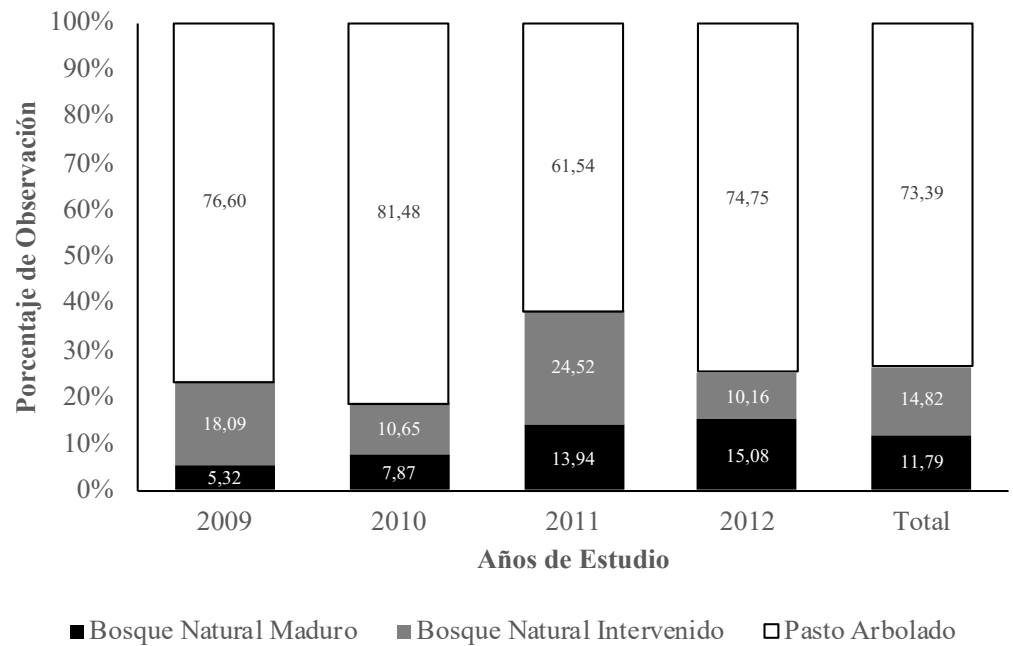


Figura 3. Registros de pericos en hábitats del suroccidente del Ecuador.

Modelo de distribución potencial del perico de El Oro

Después del ejercicio del modelamiento con las 19 variables bioclimáticas de Worldclim, se realizó una segunda corrida con las cinco variables que presentaron una alta contribución al modelo y no estaban correlacionadas entre sí (Temperatura máxima del mes más cálido, Precipitación total anual, Precipitación del mes más seco, Temperatura mínima del mes más frío, Estacionalidad de la temperatura). La Precipitación total anual y la Temperatura máxima del mes más cálido fueron las que aportaron más en la construcción del modelo y las que más influenciaron en la distribución potencial de *P. orcesi* (Tabla 2).

Tabla 2. Contribución estadística de cada variable climática seleccionada que contribuye al modelo.

Código	Variable	Porcentaje de Contribución	Importancia de Permutación
bio5	Temperatura máxima del mes más cálido	33.9	45.1
bio12	Precipitación anual	24.8	10.9
bio14	Precipitación del mes más seco	17	6.4
bio6	Temperatura mínima del mes más frío	15.7	32.1
bio4	Estacionalidad de la temperatura	8.7	5.6

La validación del modelo arrojó un valor probabilístico de 0,945 (AUC). También se tomó el AUC de los registros que sirvieron para la prueba de evaluación del modelo, obteniendo un valor de 0,950. *P. orcesi* presenta una distribución potencial que va desde la provincia de Cañar hasta el norte de la provincia de Loja, cruzando las provincias del Azuay y Guayas.

La mayor parte de la distribución potencial del *P. orcesi* se encuentra en la provincia de El Oro y en menor proporción en Loja, Cañar, Guayas y una mediana parte en Azuay. El área predicha total del modelo es de 2 910,46 km², sin embargo, cuando solapamos las capas de cobertura vegetal y usos de suelo del Ecuador continental, el área que presenta las condiciones ambientales y el tipo de vegetación favorable para *P. orcesi* se reduce a 2367,29 km² (81,33 % del área predicha), siendo 905,96 km² de cobertura boscosa (38,36 % del área predicha) y 1461 km² de pastizal (61,71 %) (Figura 4).

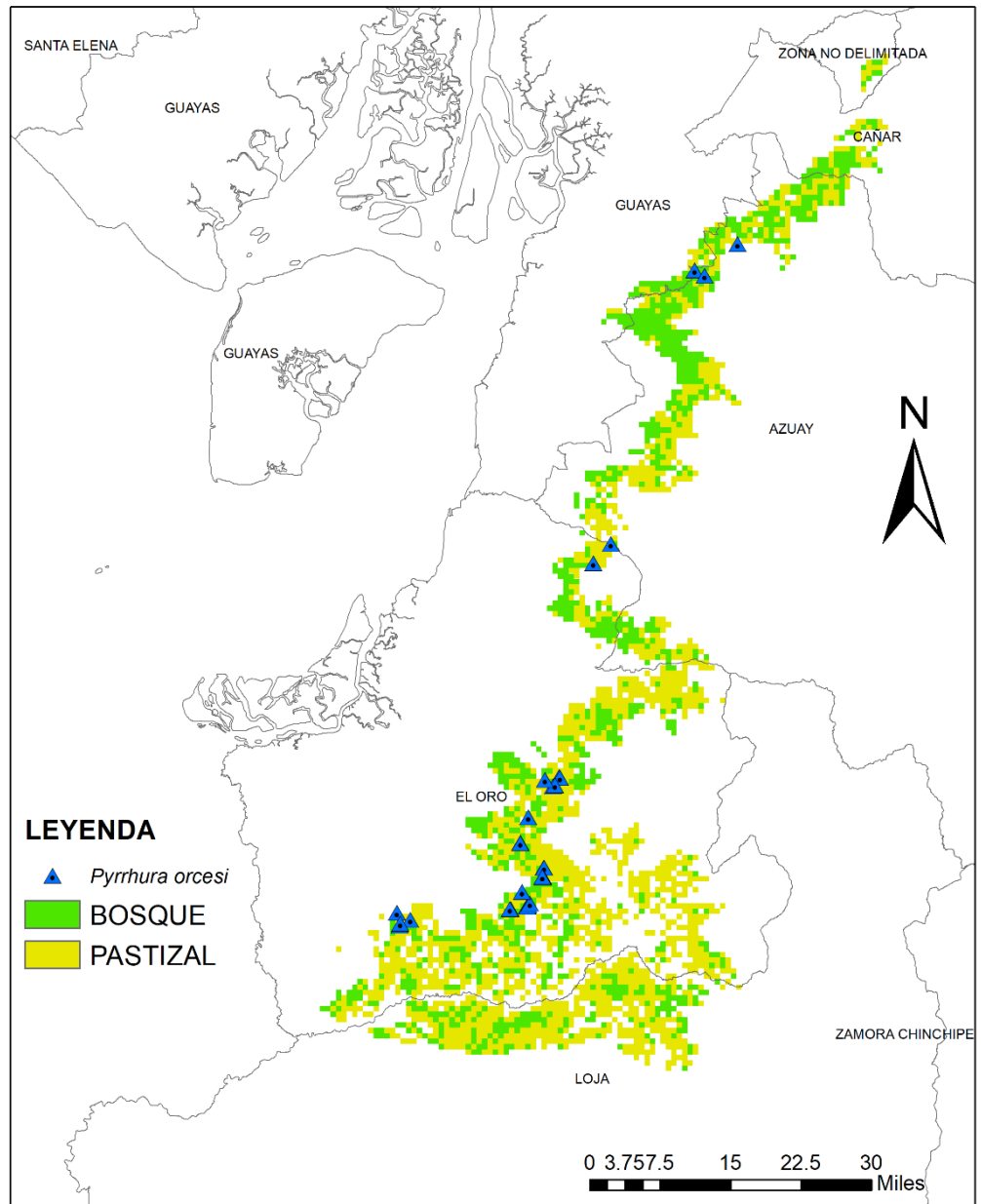


Figura 4. Cobertura vegetal en el área predicha del modelo de distribución potencial de *P. orcesi*.

Tomando en cuenta los escenarios de cambio climático para el año 2050 (promedio para 2041-2060), *P. orcesi* en un escenario RCP 4.5 presenta un área predicha de 764,07 km² de condiciones ambientales favorables entre los 1500 a 2000 m.s.n.m., disminuyendo en un 73,75 % de su distribución potencial (Figura 5). Mientras que en el escenario RCP 8.5 es de 583 km² entre los 1500 a 2500 m, disminuyendo un 79,93 % (Figura 5). Observamos que la mayor ocurrencia de pericos en estas áreas predichas se ubica en la provincia del Azuay en la Cordillera de Molleturo-Mollepungo, contrariamente, a lo que ocurre actualmente, en donde la mayor probabilidad de presencia de poblaciones de *P. orcesi* es la provincia de El Oro.

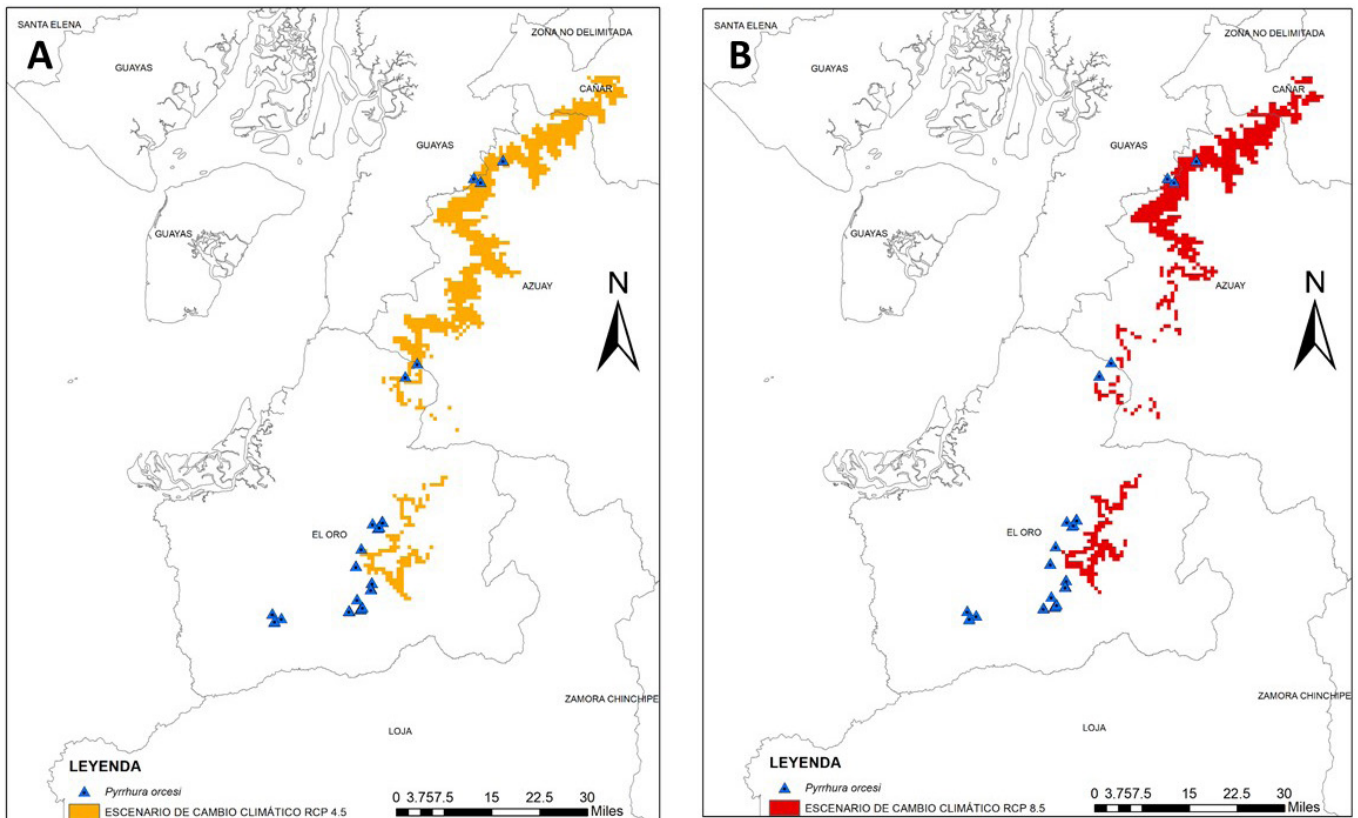


Figura 5. A) Distribución potencial de *P. orcesi*, escenario de cambio climático RCP 4.5; B) Distribución potencial de *P. orcesi*, escenario de cambio climático RCP 8.5.

Los ejercicios del modelado de nicho ecológico de *P. orcesi* y su ponderación indica que la provincia de El Oro presenta las mayores zonas de idoneidad ecológica, siendo los sitios más importantes la Reserva Buenaventura y sus alrededores como, las localidades de Ñalacapac, Cerro Azul y Palo Solo (Figura 6). En la provincia de Azuay existe una menor idoneidad ecológica, lo que corrobora los pocos registros de campo de grupos de *P. orcesi*. Zonas fuera de la distribución de *P. orcesi*, también presentan una idoneidad ecológica importante, al norte en la provincia de Chimborazo y al sur de la provincia de Loja (Figura 6). Sin embargo, estas áreas son estimaciones de áreas potenciales, lo que quiere decir, que reflejan las condiciones ambientalmente óptimas para la especie, sin considerar los efectos de origen antrópico que puedan limitar la óptima distribución de *P. orcesi*. En general, el ecosistema que presentó la mayor idoneidad ecológica en toda la distribución de *P. orcesi* fue el bosque siempreverde piemontano.

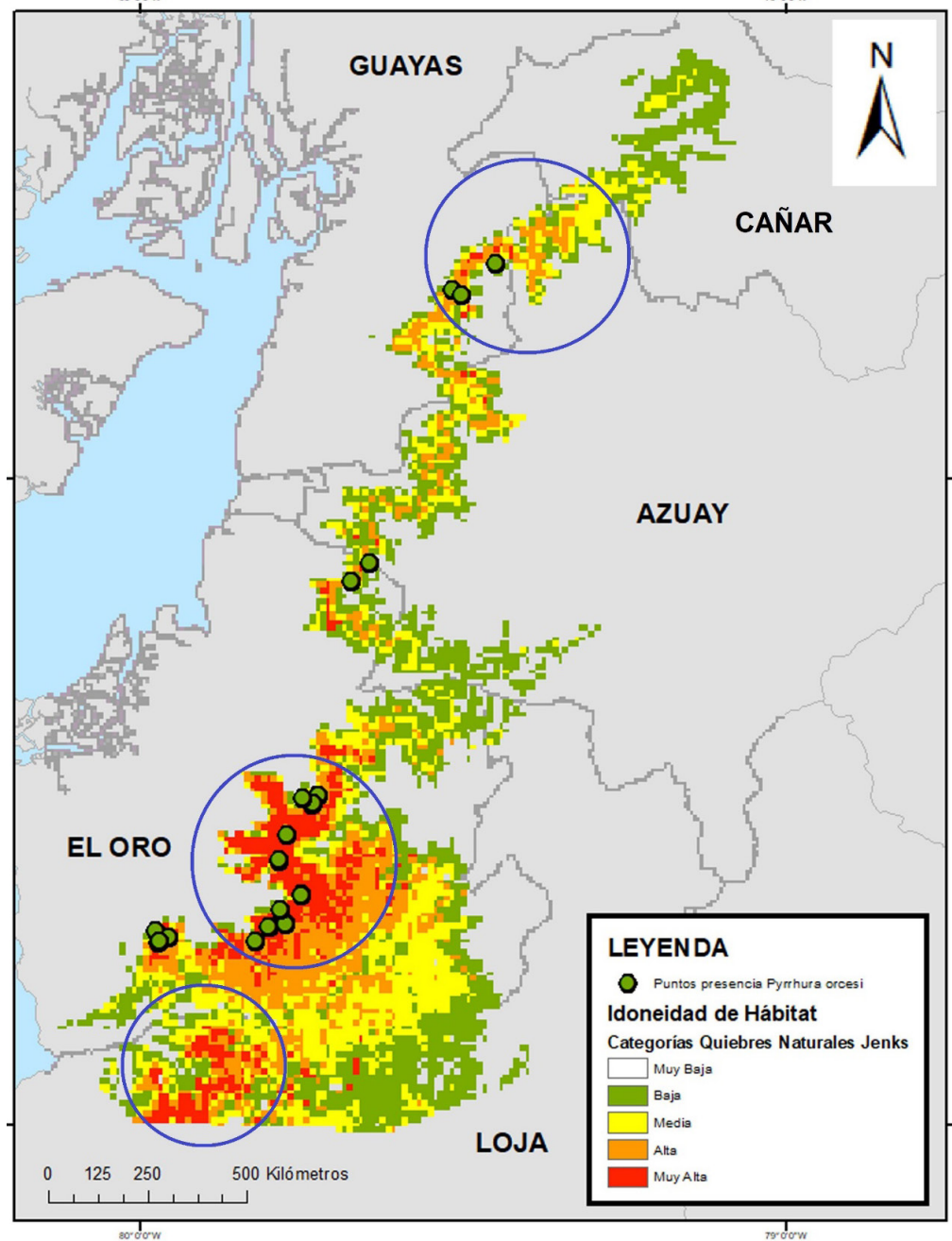


Figura 6. Mapa de idoneidad de hábitat de *P. orcesi* con cinco categorías en base a los quiebres naturales de Jenks. En círculo azul las áreas más importantes de idoneidad de hábitat.

Discusión

La estimación que realizamos de las poblaciones de *P. orcesi* en el suroeste del Ecuador, coincide en cierta medida a lo citado por Birdlife International ([cited 2023]), que estima una población de 250 a 999 individuos maduros que equivale a 375-1499 individuos en total.

Las poblaciones de pericos registrados en este estudio estuvieron dentro del rango de distribución (Ridgely and Robbins 1988; Ridgely y Greenfield 2006; Freile and Restall 2018), mostrando que no se extienden mucho más de sus límites identificados desde su descubrimiento. Posiblemente, la presencia de pericos en una zona determinada está fuertemente relacionado con la abundancia de algunas especies arbóreas que le sirven de alimento frecuentemente como, *Ficus sp.*, *Cecropia reticulata*, *Heliocarpus popayanensis*, *Iriartea deltoidea* (Garzón-Santomaro and Juiña 2007). Otros

psitácidos como el perico pintado *Pyrrhura roseifrons* y perico pechiblanco *Pyrrhura albipectus* distribuidos al sureste del Ecuador, o el perico pechipardo *Pyrrhura calliptera*, especie endémica de Colombia, consumen siconos de *Ficus* sp, llegando a ser especialistas en este tipo alimento (Rodríguez y Hernández 2002). Estas especies de árboles que conforman la dieta de los psitácidos son importantes para delinear estrategias de conservación no sólo para *P. orcesi*, sino para otras especies de psitácidos del Ecuador y Sudamérica. Junto a esto, mencionar la gran importancia que tiene el copal *Dacriodes peruvianum* para la reproducción y anidación de *P. orcesi* (Garzón-Santomaro et al. 2020).

Los grupos de pericos están formados entre 3 y 14 individuos, en algunas ocasiones se congregan con otros grupos para buscar alimento, descansar y realizar actividades de forrajeo (suman grupos de hasta 60 individuos). Estas grandes bandadas, posiblemente están formadas por múltiples parejas relacionadas o juveniles no reproductivos de varias generaciones. Esto se observa en otras especies de psitácidos, específicamente lo observado en *Guaruba guarouba* (Laranjeiras 2011), y lo que puede reforzar la idea en que *P. orcesi* también pueden formar clanes. Las bandadas o grupos de pericos presentan el mismo tamaño a lo largo del año y solo cambian al entrar en época de reproducción, mismo comportamiento observado en otras especies de psitácidos como el perico dorado *G. guarouba* (Laranjeiras 2011).

El Oro es la provincia que presentó la mayor abundancia de pericos con más del 85 % del total de la población, así mismo, en las localidades se evidenció la constante presencia de pericos en varios períodos del día, en diferentes hábitats y en todos los meses de muestreo. Estos resultados obtenidos se deben a varios factores, sin embargo, lo más evidente es la presencia de la Reserva Buenaventura en la provincia de El Oro. La reserva presenta una gran extensión de remanentes boscosos y áreas de anidación, esta última gracias a la asistencia del sistema de nidos artificiales. Se observó que la abundancia de pericos posiblemente está relacionada con la cercanía a la Reserva Buenaventura, en donde, se han identificado localidades con poblaciones numerosas de pericos (Cerro Azul, Palo Solo, Ñalacapac). Posiblemente, la reserva es un sumidero de las poblaciones de pericos y un área importante para su reproducción y anidación.

Los sitios de muestreo donde no fueron registradas poblaciones de pericos fueron visitados tres veces por año para confirmar su presencia o ausencia. Durante cuatro años, en nueve sitios de muestreo no fueron registradas bandadas de pericos, aunque las localidades eran parte de su zona de distribución. Seoane and Bustamente (2001), mencionan que se asumen implícitamente que los hábitats adecuados para una especie están ocupados por ella, sin embargo, un área adecuada puede estar vacía ya sea porque aún no se ha colonizado o porque la población existente se ha extinguido. Para confirmar esta aseveración en el caso de *P. orcesi*, se necesita monitorear a largo plazo y medir otros factores como, calidad de hábitat, áreas de anidación, fenología, comportamiento, fragmentación entre otros.

Es conocido que la fragmentación a menudo ocasiona una disminución en la capacidad de desplazamiento de los animales silvestres dentro del paisaje modificado (Johnson et al. 1992). A pesar de ello se ha observado que las poblaciones de *P. orcesi* son muy tolerantes a la modificación de su hábitat y ocupan los pastos arbolados como áreas de dispersión, alimentación y anidación (Echeverría y Garzón 2016; Klauke et al. 2016; Garzón et al. 2020). La especie *P. orcesi* persiste en su área de distribución gracias a la presencia de remanentes boscosos que se restringen a zonas pendientes y quebradas, que su vez, se encuentran alrededor de las áreas intervenidas. Además, estas áreas presentan todavía árboles de los cuales se alimentan frecuentemente como el *Ficus* sp., y disponen de árboles con cavidades para la anidación. Esta observación es similar en varias especies de psitácidos como el *G. guarouba* (Laranjeiras 2011), en el perico paramuno *Leptosittaca branickii* (Montes and Verhelst 2011) en el loro vinoso *Amazona vinaceae* (Segovia y Cockle 2012), la cotorra chiripepé *Pyrrhura frontalis* (Kristoch and Marcondes-Machado 2001), los cuáles, ocupan las zonas abiertas o perturbadas para actividades de forrajeo e inclusive para la anidación.

Sin embargo, se cree que las altas tasas de deforestación representan una amenaza inminente, especialmente para la supervivencia del perico de El Oro (Klauke et al. 2016). Aunque en el siglo XX no se tiene datos de censos exhaustivos sobre el tamaño de la población de pericos,

estimaciones sugieren una disminución de la población en las últimas tres décadas de 8000 -10000 individuos a aproximadamente, 1500 individuos en las tres últimas décadas (Birdlife 2000, Birdlife International (2023).

El modelo obtenido corrobora la distribución actual de los pericos, en los bosques piemontanos entre los 800 a 1300 m y, potencialmente en los bosques montanos bajos hasta los 1600 m. Al incrementar la temperatura mediante un escenario de cambio climático futuro, la especie puede ampliar su distribución hasta los 2500 m, este dato que se debería tomar en cuenta para implementar estrategias de conservación. Estos resultados concuerdan en cierta medida con el estudio realizado en la Reserva Buenaventura por Hermes et al. (2018), quien observó que, el rango de distribución del perico ha aumentado altitudinalmente a una velocidad promedio de 90 m por década, lo que corresponde a un desplazamiento de aproximadamente 420 m por cada 1°C de calentamiento, aumento que podría ser causado por una baja tolerancia a los cambios de temperatura por parte de los pericos. La Fundación Jocotoco al evidenciar estos cambios drásticos en la distribución de *P. orcesi*, ha proyectado ampliar altitudinalmente a la Reserva Buenaventura hasta 2200 m con una expansión aproximada de 2000 ha (Michael Moens com. pers.). A través de los resultados de cambio climático de máximas emisiones de dióxido de carbono de nuestro estudio, se observa que la mayor ocurrencia del área predicha se encuentra en la provincia del Azuay en la Cordillera de Molleturo-Mollepungo. Es por este motivo que, la implementación de una estrategia de conservación de *P. orcesi* debe estar orientada no solo a las zonas altas de la provincia de El Oro, sino incluir también a los bosques de altura del Azuay, que poseen condiciones idóneas.

Los ecosistemas piemontanos de la provincia de El Oro presentan una muy alta idoneidad en una franja altitudinal entre los 800 a 1300 m. Además, el modelo identificó nuevas zonas climáticamente potenciales con muy alta idoneidad fuera de la distribución normal de poblaciones de pericos, ubicadas en la provincia de Loja en el cantón Puyango, en la localidad de Orianga y en las partes altas de los bosques de Cedropamba y Cochancay de la provincia de Cañar. Aunque no se realizaron búsquedas y muestreos en los bosques nublados de la provincia de Chimborazo debido a que históricamente no se ha registrado poblaciones de *P. orcesi*, sin embargo, no se descarta su presencia, por continuidad física del flanco suroccidental de los Andes, desde la cordillera de Molleturo-Mollepungo en Azuay, a la cordillera de Bulubulu en Chimborazo y Guayas.

Las predicciones de modelos geográficos siempre deben ser interpretadas con precaución, ya que los datos utilizados pueden ser algo limitados al usar solo presencia de registros y esto puede disminuir la probabilidad de predecir presencias (Merow et al. 2013). Así mismo, los modelos no consideran factores ecológicos, barreras físicas, o aspectos históricos que también son importantes predictores de las distribuciones de especies (Seoane and Bustamente 2001), lo que puede causar representaciones incompletas de la realidad y sus hábitats. Para contrarrestar estos problemas, todos los datos generados para los modelos se efectuaron directamente en campo, por lo que se conoció in situ toda el área de estudio. Además, el alcance de este estudio fue visualizar de manera general las zonas más importantes que presenta el *P. orcesi*, y de esta forma priorizar los sitios en donde se podría ampliar los estudios e implementar estrategias de conservación.

Conclusiones

Los futuros estudios de investigación no solo de *P. orcesi* sino de otras especies endémicas y amenazadas, podrían integrar información específica y diferenciada de actividades de comportamiento como, áreas de anidación, alimentación y dormideros en los que se modele cada actividad y se realice posteriormente, de ser necesario un modelo de ensamblado (D'Élia et al. 2015). Por otro lado, es importante tomar en cuenta el medio en el que se desarrolla la especie e incluir otros elementos predictores relevantes como, la riqueza de especies de plantas, presencia de competidores y producción de frutos (Ramírez and Stevenson 2019), lo que podría ayudar a construir una mejor imagen de la distribución y hábitat potencial de *P. orcesi*. Además, se debería tomar en cuenta procesos de deforestación y cambios de uso del suelo, de lo cual podría desprenderse resultados predictivos más precisos (Varela-Largo 2019).

Es importante el conocimiento sobre la distribución y ecología de una especie, para desarrollar iniciativas de conservación. La protección a nivel regional de *P. orcesi* surge con base a la recopilación de información bioecológica en estos años de estudio, en los cuales, fueron identificados algunos atributos ecológicos de los pericos y sus amenazas.

Tomando en consideración las características ecológicas de *P. orcesi* y la visión de asegurar que muchas especies se beneficien, el corredor de conectividad debe presentar un amplio rango altitudinal y a futuro una orientación a la conservación y uso sustentable. El suroeste del Ecuador muestra varias zonas que se deben restaurar y otras proteger, así como, aquellas áreas que deben desarrollar prácticas de manejo sostenible sin desmedro de sus funciones sociales, culturales, económicas, entre otras (Garzón-Santomaro et al. 2019).

El estudio de la población de *P. orcesi* es prioritario y se recomienda que el monitoreo en toda su distribución se lo realice por lo menos cada 10 años y a nivel local cada 5 años, para conocer los cambios en el tamaño de su población, su ascenso altitudinal en la cordillera de los Andes y nuevas localidades de ocupación. El monitoreo servirá como una herramienta de gestión para proponer a entidades públicas y privadas nuevas medidas de conservación y manejo de los ecosistemas montanos del suroeste del Ecuador.

Agradecimientos

Varias son las instituciones y personas que han colaborado y apoyado, a su vez fueron estratégicos para presentar los resultados de este trabajo. A la Fundación Loro Parque de España y la Fundación Jocotoco por el apoyo brindado al proyecto desde su inicio en el año 2002; al Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de El Oro (GADPEO) quién apoya actualmente al establecimiento de un corredor de conectividad en la provincia de El Oro. A todos los asistentes que han colaborado en el levantamiento y sistematización de información como, Mery Juiña, Gabriela Echeverría, Martha Buenaño, Paulina Atti, Cecilia Proaño y Diego Castro. A Leovigildo Cabrera, administrador de la Reserva Buenaventura por facilitarnos la fotografía de una bandada de *Pyrrhura orcesi*. Un agradecimiento especial a Mateo Vega Yáñez y a Karima G. López por su colaboración y criterios en la elaboración de los mapas. Al profesorado del programa de Maestría de Biología de Conservación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador principalmente a Álvaro Barragán, Catalina Quintana Medina, Verónica Crespo-Pérez, y María Fernanda Checa Villafuerte, quienes apoyaron con valiosos comentarios y sugerencias a este trabajo. A Martin Schaefer y Veronika Schimidt quienes iniciaron el proyecto y el estudio del *Pyrrhura orcesi* en el suroeste del Ecuador. Por último, un especial agradecimiento a los revisores anónimos y a los editores de la REMCB por sus comentarios y sugerencias que contribuyeron significativamente al manuscrito.

Declaración de Conflicto de intereses y contribuciones de los autores

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses, y no ha sido sometido ni aceptado para su publicación en otra revista científica.

Contribución de los autores

CLGS: Concepción, diseño del estudio, colección, análisis e interpretación de datos y redacción de la versión inicial del manuscrito.

MFM: Análisis e interpretación de datos geográficos y modelamiento.

AMV: Revisión del manuscrito

Referencias bibliográficas

Amori G, Chiozza F, Patterson BD, Rondinini C, Schipper J, Luiselli L. 2013. Species richness and the distribution of Neotropical rodents, with conservation implications. *Mammalia*, 77:1-19. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2012-0050>

BirdLife, 2000. Threatened birds of the world. Lynx Edition and BirdLife International, Barcelona and Cambridge.

BirdLife Internacional: Species factsheet:*Pyrrhura orcesi* [internet]. BirdLife; 2023 [cited 2023 marzo 26]. Available from: <http://www.birdlife.org>

- Ceballos G, Ehrlich PR. 2006. Global mammal distributions, biodiversity hotspots, and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103:19374-19379. <https://doi.org/10.1073/pnas.0609334103>
- Cockle K, Capuzzi G, Bodrati A, Clay R, del Castillo H, Velázquez HM, Areta JI, Fariña N, Fariña R. 2007. Distribution, abundance and conservation of Vinaceous Amazons (*Amazona vinacea*) in Argentina and Paraguay. *Journal of Field Ornithology*, 78: 21-39. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2006.00082.x>
- Contreras-Medina R, Luna-Vega I, Ríos-Muñoz CA. 2010. Distribución de *Taxus globosa* (Taxaceae) en México: Modelos ecológicos de nicho, efectos del cambio del uso de suelo y conservación. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83: 421-433. <https://doi.org/10.4067/s0716-078x2010000300009>
- Cuesta F, Peralvo M, Baquero F, Bustamante M, Merino-Viteri A, Muriel P, Freile J, Torres O. 2015. Áreas prioritarias para la conservación del Ecuador continental. Ministerio de Ambiente, Condesan, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, GLZ.
- Echeverría-Vaca G. 2014. Evaluación poblacional de *Pyrrhura orcesi* Ridgely and Robbins (Perico de El Oro) y conectividad en tres remanentes boscosos de la provincia de El Oro. [tesis de pregrado]. Universidad Central del Ecuador.
- Echeverría-Vaca G, Garzón-Santomaro C. 2016. Evaluación preliminar de las poblaciones de *Pyrrhura orcesi* en remanentes boscosos de la provincia de El Oro, Ecuador. *Hornero*. 31(2):121-124.
- Esquerré D, Brennan IG., Catullo RA, Torres-Pérez F, Keogh JS. 2019. How mountains shape biodiversity: The role of the Andes in biogeography, diversification, and reproductive biology in South America's most species-rich lizard radiation (Squamata: Liolaemidae). *Evolution*, 73(2): 214-230. <https://doi.org/10.1111/evo.13657>
- Fariña N, Welter M, Cockle K, Bodrati A. 2009. Abundancia del Loro Vinoso (*Amazona vinacea*) en la Argentina: resultados del conteo 2007 en el departamento San Pedro, Misiones. *Nuestras Aves* 54: 44-46.
- Freile JF, Restall R. 2018. *Birds of Ecuador*. Helm Field Guides. HELM, Bloomsbury Publishing Plc. First published in Great Britain 2018. Printed and bound in China by C&C Offset Printing Co. Ltd. pp 656.
- Garzón-Santomaro C. 2004. Análisis de Conservación y Usos de Hábitat del Perico de Orcés (*Pyrrhura orcesi*) en el Bosque Nublado de Buenaventura. [tesis de pregrado]. Universidad Central del Ecuador.
- Garzón-Santomaro C, Juiña M. 2007. Conservation of the El Oro Parakeet Project (*Pyrrhura orcesi*) Southwestern Ecuador 2005-2006. (Final report). Loro Parque Foundation, Tenerife, España.
- Garzón-Santomaro C, Prieto-Albuja F, Mena-Jaén J, Brito J. (Eds.) 2019. Propuesta para el establecimiento del Subsistema de Áreas Naturales de Conservación y Diseño del Corredor Ecológico de la provincia El Oro: Una guía para el desarrollo de estrategias de investigación, conservación y manejo de la biodiversidad orense. Serie de Publicaciones Miscelánea N° 12. GADPEO – INABIO. Quito-Ecuador.
- Garzón-Santomaro C, Naranjo-Saltos E, Pozo-Zamora G. 2020. Depredación de nidos del perico de El Oro *Pyrrhura orcesi* por el tucenete lomirrojo *Aulacorhynchus haematopygus*, en la Reserva Buenaventura, Ecuador. *Huitzil*. 21 (1): 1-9. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2020.21.1.397>
- Hermes C, Keller K, Nicholas RE, Segelbacher G, Schaefer HM. 2018. Projected impacts of climate change on habitat availability for an endangered parakeet. *Plos One*, 13(1): e0191773. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191773>.

- Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones G, Jarvis A. 2005. Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas, 1978. 1965-1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>.
- IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri RK, Meyer LA. (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.
- Johnson A, Wiens J, Milnes B, Crist T. 1992. Animal movements and population dynamics in heterogeneous landscape. *Landscape Ecology*, 7:63-75. <https://doi.org/10.1007/bf02573958>
- Klauke N, Segelbacher G, Schaefer HM. 2013. Reproductive success depends on the quality of helpers and on female experience in the endangered, cooperative El Oro Parakeet (*Pyrrhura orcesi*). *Molecular Ecology* 22: 2011-2027. <https://doi.org/10.1111/mec.12219>
- Klauke N, Jansen J, Kramer J, Schaefer HM. 2014. How to feed the multitude: food allocation rules in a cooperatively breeding parrot? *Behavioral Ecology & Sociobiology* 68: 1037-1047. <https://doi.org/10.1007/s00265-014-1716-9>
- Klauke N, Schaefer HM, Bauer M, Segelbacher G. 2016. Limited Dispersal and Significant Fine – Scale Genetic Structure in a Tropical Montane Parrot Species. *PLoS ONE* 11 (12): e0169165. Doi: 10.1371/journal.pone.0169165.
- Kramer J, Klauke N, Bauer M, Schaefer HM. 2016. No evidence for enforced alloparental care in a cooperatively breeding parrot. *Ethology* 122: 389-398. <https://doi.org/10.1111/eth.12486>
- Kristoch G, Marcondes-Machado L. 2001. Diet and feeding behavior of the Reddish-bellied Parakeet (*Pyrrhura frontalis*) in an Araucaria forest in southeastern Brazil. *Ornitología Neotropical*, 12: 215–223.
- Laranjeiras TO. 2011. Biology and population size of the Golden Parakeet (*Guaruba guarouba*) in western Pará, Brasil, with recommendations for conservation. *Revista Brasileira de Ornitología*. 19(3): 303-314.
- León-Hernández K. 2015. Monitoreo de la población de *Pyrrhura orcesi* (Perico de El Oro) en la Reserva Buenaventura, Cantón Piñas, El Oro. [tesis de pregrado]. Universidad Central del Ecuador.
- McMullan L, Navarrete L. 2017. *Fieldbook of the Birds of Ecuador including the Galapagos Island and common mammals*. Second Edition. Ratty Ediciones.
- Mena JS, Solari S, Carrera JP, Aguirre LF, Gómez H. 2011. Small mammal diversity in the Tropical Andes. pp. 260–275. In: Herzog SK, Martínez R, Jørgensen RM, Tiessen H. (Eds). *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
- Merow C, Smith MJ, Silander JA. 2013. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: What it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36(10), 1058-1069. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>.
- Montes MA, Verhelst JC. 2011. Tamaño poblacional y uso de hábitat del perico paramuno (*Leptosittaca branikii*) en la Reserva Natural El Mirador, Génova, Quindío. *Conservación Colombiana*. 14: 47.
- Morrone J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782 (1): 001-110. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>
- Moss RH, Edmonds JA, Hibbard KA, Manning MR, Rose SK, van Vuuren DP, Carter TR, Emori S, Kainuma M, Kram T, Meehl GA, Mitchell JFB, Nakicenovic N, Riahi K, Smith S, Ronald SJ, Thomson

- AM, Weyant JP, Willbanks TJ. 2010. The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment. *Nature*. 463. 747-56. <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Naranjo-Saltos, E. 2007. Aspectos básicos de la ecología reproductiva y comportamiento del perico de El Oro, *Pyrrhura orcesi* durante la época de nidificación en bosques nublados de la Reserva Buenaventura y zonas aledañas, Piñas, provincia de El Oro [Tesis de pregrado]. Universidad del Azuay, Ecuador.
- Peterson AT, Soberón J, Pearson RG, Anderson RP, Martínez-Meyer E, Nakamura M, Araujo MB. 2011. *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Princeton: Princeton University Press. <https://doi.org/10.23943/princeton/9780691136868.003.0003>
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190:231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Prado, J.R., Brennand, P.G.G., Godoy, L.P., Libardi, G.S., Abreu-Júnior, E.F., Roth, P.R.O., Chiquito EA, Percequillo AR. 2014. Species richness and areas of endemism of oryzomyine rodents (Cricetidae, Sigmodontinae) in South America: an NDM/VNDM approach. *Journal of Biogeography*, 42(3): 1-12. <https://doi.org/10.1111/jbi.12424>
- Ramírez MA, Stevenson PR. 2019. Fruit production needed to maintain populations of woolly monkeys: Recommendations for reintroduction projects. *Global Ecology and Conservation*, 21, e00817. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00817>
- Ridgely RS, Robbins MB. 1988. *Pyrrhura orcesi*, a new parakeet from Southwestern Ecuador, with systematic notes on the *P. melanura complex*. *Willson Bull.* 100: 173–182.
- Ridgely RS, Greenfield PJ. 2006. *Aves del Ecuador. Volumen II*. Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia y Fundación de Conservación Jocotoco. 812 pp.
- Rodríguez J, Hernández J. 2002. *Loros de Colombia*. Conservation International. Tropical Field Guide Series. Bogotá, Colombia.
- Schaefer HM, Schmidt V. 2003. Ecology and conservation of the El Oro Parakeet (*Pyrrhura orcesi*). *Cyanopsitta*. 71(10):15-16.
- Segovia JM, Cockle HL. 2012. Conservación del Loro Vinoso (*Amazona vinacea*) en Argentina. *Hornero*, 27(1): 27-37.
- Seoane J, Bustamente J. 2001. Modelos predictivos de la distribución de especies: Una revisión de sus limitaciones. *Ecología*, 15: 9-21.
- Picasso V, Cruz G, Astigarraga L, Terra R. (Eds.) (2013). *Cambio y variabilidad climática: respuestas interdisciplinarias*. Espacio Interdisciplinario Primera Edición Universidad de la República, Montevideo.
- Varela-Largo S. 2019. Potential Distribution Models and Climate Change Scenarios for five Threatened Bird Species in Ecuador. [Tesis de Máster en Biodiversidad Terrestre y Conservación en Islas]. Universidad de la Laguna.
- Voss R. 2003. A New species of *Thomasomys* (Rodentia: Muridae) from Eastern Ecuador, with remark on Mammalian Diversity and Biogeography in the Cordillera Oriental. *American Museum Novitates*, 3421: 47.