

LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL CÓNDOR ANDINO (*VULTUR GRYPHUS*) REVELA SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN EN LOS ANDES SUR DE ECUADOR

PEDRO X. ASTUDILLO^{1,3}, DAVID C. SIDDONS¹, SANTIAGO BARROS-QUITO¹,
JUAN A. ORELLANA¹ Y STEVEN C. LATT²

¹ Escuela de Biología, Ecología y Gestión, Universidad del Azuay. Av. 24 de Mayo 7-77, Cuenca, Ecuador.

² National Aviary. Allegheny Commons West, 15212 Pittsburgh, Pensilvania, EEUU.

³ pastudillow@uazuay.edu.ec

RESUMEN.— El Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) se encuentra en declinación, mientras que en Ecuador la mayoría de los esfuerzos de monitoreo se han concentrado en el norte del país. En este trabajo se generó un modelo de distribución potencial del Cóndor Andino para los Andes sur de Ecuador. La altitud y la estacionalidad climática fueron variables importantes en el modelo. Las localidades de mayor altitud son los sitios más convenientes para la especie, aunque las zonas de mediana altitud (aproximadamente 2000 msnm) con estacionalidad climática también son sitios a considerar. En función de los resultados obtenidos, las actividades de conservación de la especie deberían concentrarse en localidades cercanas a Nabón, Girón y Saraguro, las cuales no han sido evaluadas previamente en detalle.

PALABRAS CLAVE: altitud, Cóndor Andino, Ecuador, estacionalidad climática, modelo de distribución, páramo, *Vultur gryphus*.

ABSTRACT. POTENTIAL DISTRIBUTION OF THE ANDEAN CONDOR (*VULTUR GRYPHUS*) REVEALS PRIORITY SITES FOR CONSERVATION IN THE SOUTHERN ANDES OF ECUADOR.— The Andean Condor (*Vultur gryphus*) is in decline, while in Ecuador most of the monitoring efforts have been concentrated in the northern portion of the country. In this work a model of potential distribution of the Andean Condor was generated for the southern Andes of Ecuador. Both elevation and climatic seasonality were important variables in the model. Localities at the highest elevations are the most suitable sites for the species, although mid-elevation zones (approximately 2000 masl) with climatic seasonality are also areas to consider. Based on the results obtained, conservation activities should be concentrated in localities near Nabón, Girón and Saraguro, which have not been previously evaluated in detail.

KEY WORDS: Andean Condor, Ecuador, elevation, distribution model, climatic seasonality, paramo, *Vultur gryphus*.

Recibido 26 abril 2016, aceptado 28 octubre 2016

El Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) está considerado como Casi Amenazado a escala global (IUCN 2012). Sin embargo, en Ecuador se lo considera como En Peligro Crítico (Granizo et al. 2002), asociado tanto a la degradación del hábitat, caza y envenenamiento persistente como a sus bajas tasas reproductivas (Fjeldsá y Krabbe 1990, Ridgely y Greenfield 2001, Koester 2002, IUCN 2012). La continua conversión del páramo herbáceo en pastizales para ganadería ha resultado en que los cóndores tienden a acercarse con más frecuencia a zonas ganaderas de altura; en consecuencia, se ha reportado un incremento en las

actividades de caza para proteger el ganado ubicado en tierras altas (e.g., Koester 2002, Astudillo et al. 2011). La especie ha sido extirpada en muchas localidades y es particularmente rara hacia el límite norte de su distribución (Fjeldsá y Krabbe 1990, Ridgely y Greenfield 2001, Granizo et al. 2002, Astudillo et al. 2011, Naveda-Rodríguez et al. 2015, 2016).

En las últimas décadas varias iniciativas se han desarrollado para evaluar la población del Cóndor Andino en Ecuador, enfocando sus esfuerzos en el norte del país. En 2008 se realizó la primera evaluación formal en el Parque

Nacional Cajas, localizado en los Andes sur de Ecuador (Astudillo et al. 2011). Más recientemente, en 2015, se realizó por primera vez un censo nacional que incluye localidades del norte, centro y sur (Naveda-Rodríguez et al. 2015, 2016). A pesar de que las actividades de monitoreo se han enfocado en cierta medida en el sur del Ecuador, la información generada es aún limitada para esta región. Uno de los principales aspectos es que los esfuerzos de monitoreo han sido dispersos y se han concentrado en dormideros (Naveda-Rodríguez et al. 2015, 2016), evidenciando de esta manera la necesidad de realizar más estudios en toda la región.

Los modelos de distribución de especies son herramientas que permiten explorar patrones geográficos amplios (Hijmans y Graham 2006, Morales 2012). Uno de estos modelos es el enfoque de máxima entropía generado por Maxent (Phillips et al. 2006), que produce un acercamiento al hábitat conveniente de la especie, prediciendo una distribución potencial (Phillips et al. 2006, Phillips y Dudík 2008). El objetivo de este estudio es modelar la distribución potencial del Cóndor Andino en los Andes sur de Ecuador usando bases de datos disponibles con registros certeros de la especie.

MÉTODOS

El área de estudio está ubicada en los Andes sur de Ecuador, sobre los 1600 msnm, y cubre las tierras altas de las provincias de Cañar, Azuay, Loja, El Oro y Zamora Chinchipe. El área se caracteriza por una topografía irregular intersectada por valles glaciales en forma de U y ríos encañonados (Harden y Borrero 2005, Delgado et al. 2006, Rodríguez et al. 2014). El clima de la región es muy variable: en zonas de mayor altitud (>3000 msnm) las temperaturas oscilan entre 0–11 °C, mientras que en las de menor altitud (1500–2800 msnm) fluctúa entre 15–24 °C (IERSE 2004, Montalvo 2016). La precipitación también es variable, entre 1000–1400 mm para las zonas de mayor altitud (IERSE 2004, Celleri et al. 2007) y alrededor de 200 mm para las zonas bajas (Rodríguez et al. 2014). El área de estudio está cubierta en un 53% por páramo, 26% por zonas urbanas e intervenidas, 15% de bosques montanos y 6% de vegetación arbustiva (Ministerio del Ambiente del Ecuador 2013).

La distribución potencial del Cóndor Andino para el área de estudio fue desarrollada a partir de un modelo de máxima entropía (Maxent versión 3.3; Phillips et al. 2006, Phillips y Dudík 2008). El modelo requiere dos tipos de datos: la presencia de la especie y variables ambientales. La presencia fue generada a partir de dos fuentes: la base de datos de la Universidad del Azuay para los registros de fauna en los Andes sur de Ecuador (en su mayoría con datos desde 2003) y la base de datos en línea eBird (2015). En ambos casos se consideraron los registros a partir de 2008. Las variables climáticas, obtenidas de Hijmans et al. (2005), fueron: precipitación del cuarto más cálido del año, CV de la precipitación estacional, precipitación del cuarto más húmedo del año, temperatura del cuarto más húmedo del año, rango de temperatura diurno (la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima del promedio mensual) e isothermalidad (la relación entre el rango de temperatura diurno y el rango de temperatura anual). Las variables topográficas, generadas a partir de un modelo digital del terreno, fueron la altitud y la pendiente. Todas las variables ambientales tuvieron una resolución de 1 km².

Maxent genera un “raster” de aptitud de hábitat; la configuración del análisis fue ajustada a las recomendaciones presentadas por Phillips et al. (2006), Phillips y Dudík (2008) y Merow et al. (2013), con algunas variaciones. Se utilizó un modelo logístico de salida que ofrece un rango de estimación entre 0–1, donde los valores cercanos a 1 representan un hábitat más apto y, en consecuencia, una mayor probabilidad de presencia de la especie (Phillips et al. 2006). Para asegurar una predicción con un enfoque más localizado, se ajustó el parámetro multiplicador de regularización a un valor de 0.4. Por defecto este parámetro usa la unidad, valores menores ajustan el error a límites más estrechos generando una distribución más ajustada y cercana a los datos de presencia de la especie (Phillips y Dudík 2008). También se usó el 25% de los puntos de prueba en base a una muestra aleatoria. Así, el modelo de distribución fue evaluado mediante el área bajo la curva (análisis ROC; Característica Operativa del Receptor, por sus siglas en inglés). Esta técnica permite evaluar la porción de valores predichos por el modelo de distribución en función de los valores reales de observación, compa-

Tabla 1. Registros utilizados para generar el modelo de distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en los Andes sur de Ecuador. Se indican la localidad, sus coordenadas geográficas, la altitud (msnm), el número de individuos registrados y la fecha.

Localidad	Coordenadas	Altitud	Número	Año	Fuente ^a
Burines	02°47'S, 79°13'O	3893	3	2013	UA
Quimsacocha	03°03'S, 79°13'O	3855	2	2015	UA
Chanlud	02°39'S, 79°03'O	3611	2	2015	UA
Chanlud	02°03'S, 79°05'O	3609	2	2012	UA
Burines	02°48'S, 79°13'O	3884	1	2012	UA
Migüir	02°47'S, 79°18'O	4174	2	2014	UA
Cerro Arquitectos	02°51'S, 79°19'O	4117	1	2008	UA
Cerro Arquitectos	02°52'S, 79°52'O	4180	1	2008	UA
Migüir	02°48'S, 79°17'O	3616	1	2014	UA
Dos Chorreras	02°46'S, 79°09'O	3632	1	2014	UA
Miguir	02°47'S, 79°19'O	3689	2	2014	UA
Carachulas	03°09'S, 79°22'O	3324	1	2015	UA
Shagly	03°09'S, 79°23'O	2959	1	2015	UA
Cuchilla Tres	02°23'S, 78°49'O	4293	1	2014	UA
Lagunas de Culebrillas	02°24'S, 78°51'O	4113	1	2014	UA
Cerro Bolurco	02°32'S, 78°47'O	3194	1	2014	UA
El Tambo	02°31'S, 78°58'O	2456	1	2014	UA
Peñas de Ayaguaco	02°31'S, 78°58'O	2696	1	2014	UA
Cerro Tres Cruces	02°46'S, 79°14'O	4179	1	2014	UA
Cerro Paraguillas	02°45'S, 79°14'O	4402	1	2014	UA
Cerro Amarillo	02°47'S, 79°15'O	4279	1	2014	UA
Cochapamba	02°47'S, 79°25'O	3534	1	2014	UA
Soldados	02°57'S, 79°14'O	3342	1	2014	UA
Pino Guadalupano	02°59'S, 79°20'O	3795	1	2014	UA
Cerro Napalé	02°54'S, 79°17'O	4068	1	2014	UA
San José de Raranga	03°09'S, 78°59'O	3047	1	2014	UA
Cerro Gualilil	03°04'S, 78°48'O	3247	1	2014	UA
Pampas de la Virgen	03°23'S, 79°13'O	2676	1	2014	UA
Chilla	03°29'S, 79°38'O	3392	1	2014	UA
Jardín del Cón	03°27'S, 79°34'O	2432	1	2014	UA
Guanazán	03°29'S, 79°28'O	3152	1	2014	UA
Manú	03°29'S, 79°26'O	2839	1	2014	UA
Manú	03°29'S, 79°24'O	2192	1	2014	UA
Selva Alegre	03°33'S, 79°20'O	2604	1	2014	UA
El Paraíso de Celén	03°35'S, 79°20'O	2607	1	2014	UA
Peñas de Molle	03°33'S, 79°11'O	2942	1	2014	UA
Celica	04°06'S, 79°57'O	2023	1	2014	UA
Catacocha	04°01'S, 79°38'O	1490	1	2014	UA
Zambi	03°58'S, 79°30'O	2056	1	2014	UA
Gonzanamá	04°13'S, 79°26'O	2049	1	2014	UA
Purunuma	04°14'S, 79°23'O	3005	1	2014	UA
Cerro Guarango	04°15'S, 79°12'O	1571	1	2014	UA
Cerros Chalala	04°22'S, 79°17'O	2996	1	2014	UA
Yangana	04°21'S, 79°10'O	1814	1	2014	UA
Lagunas Arrebatadas	04°37'S, 79°20'O	3613	1	2014	UA
Páramos de Amaluza	04°36'S, 79°23'O	2676	1	2014	UA
Lagunas de Saraguro	03°34'S, 79°02'O	3383	1	2010	UA
San Miguel de Cuyes	03°15'S, 78°54'O	3224	1	2013	UA
Cerro de Arcos	03°33'S, 79°27'O	3736	2	2013	UA
Comunidad Guiñazho	03°27'S, 79°29'O	2700	1	2015	UA
Comunidad Maije	03°30'S, 79°28'O	3202	1	2015	UA

^a UA: base de datos de la Universidad del Azuay, eB: eBird.

Tabla 1. Continuación.

Localidad	Coordenadas	Altitud	Número	Año	Fuente ^a
Labrados	02°43'S, 79°05'O	3658	2	2015	UA
Llaviuvo	02°50'S, 79°09'O	3477	1	2014	UA
Quintahuayco	02°45'S, 79°16'O	4414	1	2014	UA
Hunanchi	02°52'S, 79°14'O	3980	2	2013	UA
Río León	03°28'S, 79°16'O	1640	1	2013	UA
Camino a Yacutubiana	02°52'S, 79°19'O	4005	1	2015	UA
Estrellascocha	02°54'S, 79°15'O	3835	9	2008	UA
Tucshi	02°53'S, 79°15'O	3961	5	2008	UA
Osohuayco	02°49'S, 79°13'O	3904	3	2008	UA
Cancan	02°59'S, 79°22'O	3760	1	2014	UA
Chichillas	03°36'S, 79°23'O	3728	1	2015	UA
El Juncal	02°25'S, 78°49'O	4302	1	2014	UA
Ventanas	02°53'S, 79°16'O	3935	1	2014	UA
Carachulas	03°08'S, 79°21'O	3515	1	2015	UA
Chumblin	03°01'S, 79°14'O	3873	1	2015	UA
Culebrillas	02°26'S, 78°56'O	3940	1	2015	UA
Pimo	02°58'S, 79°22'O	3770	1	2015	UA
Poetate	03°25'S, 79°15'O	2371	1	2015	UA
Chuyacocha	03°02'S, 79°13'O	3812	1	2015	UA
El Tablón	03°29'S, 79°12'O	2391	4	2015	UA
Ventanas	02°54'S, 79°15'O	3931	1	2015	UA
El Tablón	03°31'S, 79°10'O	2909	1	2008	eB
San Felipe de Oña	03°26'S, 79°09'O	2233	1	2008	eB
Oña	03°05'S, 79°14'O	2692	1	2008	eB

^a UA: base de datos de la Universidad del Azuay, eB: eBird.

rando la curva de verdaderos positivos (predicción y con observaciones reales) con la curva de falsos positivos (sin predicción y con observaciones reales). Los valores bajo la curva varían entre 0–1; los que se acercan a 0 evidencian un modelo pobremente estimado donde se ponderan los falsos positivos, valores cercanos a 0.5 indican un modelo predicho de manera aleatoria y valores cercanos a 1 que el modelo tiene un mejor desempeño, en el cual se ponderan los verdaderos positivos (Phillips et al. 2006).

RESULTADOS

En total se obtuvieron 75 registros de presencia de Cóndor Andino asociados a 102 individuos para toda el área de estudio (Tabla 1). El 66% de los registros fueron obtenidos en localidades sobre los 3000 msnm; el 96% pertenecen a la base de datos de la Universidad del Azuay. Además, el 84% de los registros fueron observaciones realizadas entre 2013–2015.

El modelo de distribución potencial presentó un buen desempeño ($AUC = 0.967$); en consecuencia, los valores superiores al décimo percentil (0.43) del “raster” de aptitud de hábitat fueron seleccionados para depurar el mapa de distribución (Fig. 1). La variable ambiental que más aportó al modelo fue la altitud, seguido de la precipitación del cuarto más cálido del año y la precipitación estacional (Tabla 2).

La distribución potencial del Cóndor Andino cubre un área de 583100 ha y se extiende al norte desde la depresión del río Cañar (02°25'S, 78°51'O; 3987 msnm), al sudoeste hasta las estribaciones del cerro de Arcos (03°30'S, 79°24'O; 2612 msnm) y al sudeste hasta las estribaciones de Yacuambi (03°35'S, 79°04'O; 3296 msnm) (Fig. 1).

DISCUSIÓN

La región altoandina ha sido reportada como un sitio con mayor presencia del Cóndor

Tabla 2. Porcentaje de contribución de las variables ambientales al modelo de distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en los Andes sur de Ecuador. La estimación está basada en la contribución acumulada de cada variable.

Variable	%
Altitud (msnm)	36.3
Precipitación del cuarto más cálido del año (mm)	34.6
Precipitación estacional (CV)	11.7
Precipitación del cuarto más húmedo del año (mm)	7.8
Rango de temperatura diurno (°C)	6.7
Pendiente (°)	1.7
Temperatura del cuarto más húmedo del año (°C)	1.0
Isotermalidad	0.2

Andino (e.g., Fjeldsá y Krabbe 1990, Ridgely y Greenfield 2001). Los registros históricos denotan la importancia de las zonas de mayor altitud en los Andes sur de Ecuador como sitios para la alimentación y la reproducción de cóndores (e.g., Ridgely y Greenfield 2001, Rodas y Tinoco 2003, Astudillo et al. 2011). El Parque Nacional Cajas, por ejemplo, es uno de los reductos importantes para el Cóndor Andino (Torral 1996, Rodas y Tinoco 2003, Astudillo et al. 2011), en donde en el pasado se han reportado 30–40 individuos alrededor de los 3800 msnm. Varias de estas localidades de mayor altitud fueron predichas como hábitat conveniente por el modelo de distribución.

La carroña de especies nativas es relativamente rara (Sánchez y Carbone 2008), en espe-

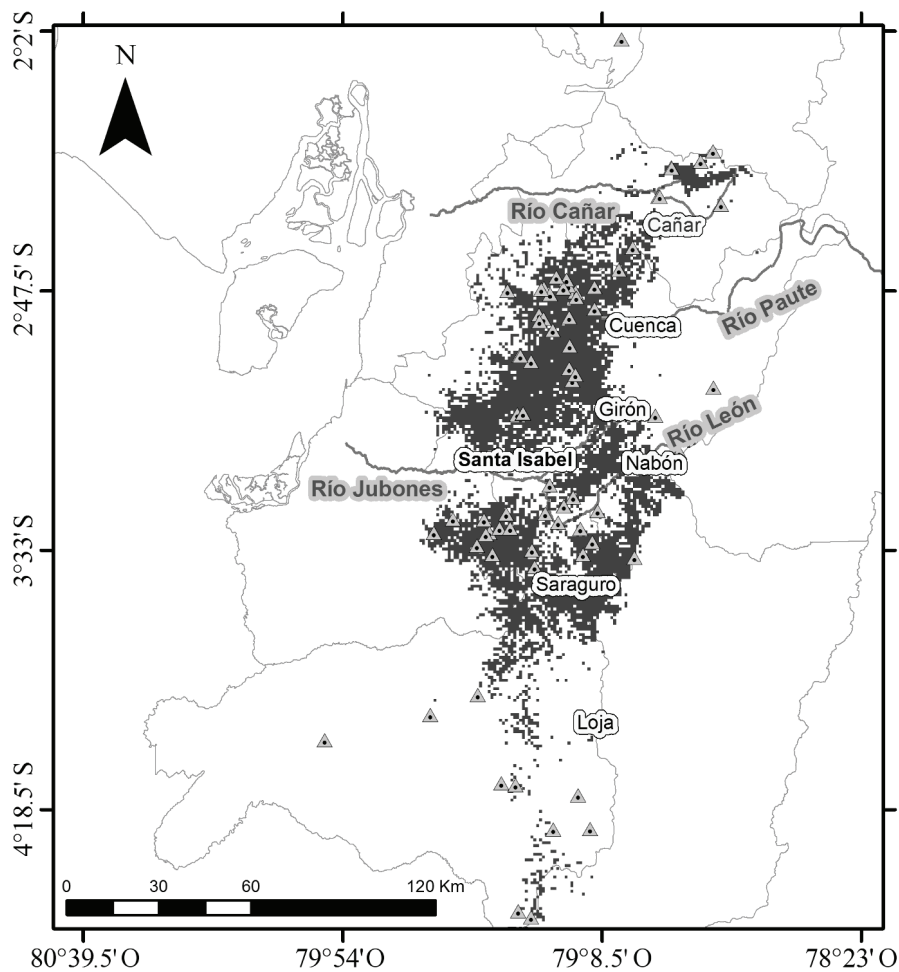


Figura 1. Resultado del modelo de distribución potencial del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en los Andes sur de Ecuador. Los valores de predicción fueron escogidos a partir del décimo percentil (0.43). Cada triángulo representa un registro de la especie.

cial en el páramo herbáceo; en consecuencia, el ganado cimarrón ha venido incrementando su importancia en la dieta del Cóndor Andino (Ridgely y Greenfield 2001). Este aspecto podría reflejarse en la mayor aptitud de hábitat asociada en tierras altas. Sin embargo, la remoción de ganado cimarrón, en especial el localizado en el páramo de áreas protegidas (Astudillo et al. 2011), podría asociarse a que la especie ocupe varias localidades en la región. Algunas de estas localidades podrían estar en sitios donde no hay registros frecuentes. Además, la pérdida de hábitat es un factor determinante en el tamaño de la población (Naveda-Rodríguez et al. 2015, 2016). Debido a la gran capacidad de dispersión del Cóndor Andino, muchos individuos pueden escoger varias localidades a la vez y estas pueden ser consideradas dentro de planes de conservación.

El modelo de distribución incluyó también zonas de mediana altitud (aproximadamente 2000 msnm) como hábitat conveniente para la especie. El clima en estas localidades es más cálido con una estacionalidad marcada de la precipitación (Rodríguez et al. 2014). La precipitación tuvo también una contribución importante en el modelo. En estos sitios de mediana altitud y clima estacional han sido observados comportamientos como descanso y reproducción (Astudillo, obs. pers.). Puntualmente, en los cañones de los ríos León y Jubones varios registros se asocian con dormideros, nidos y perchas. Esto demuestra que existen sitios que son aptos para el Cóndor Andino y que no han sido todavía considerados en zonas prioritarias para su conservación.

Los resultados de este estudio indican que en los cantones Girón, Nabón y Saraguro hay áreas aptas para el Cóndor Andino. Estas deberían ser consideradas seriamente por los administradores de recursos naturales y fauna silvestre. El modelo de distribución potencial puede servir para delimitar áreas específicas. En este sentido, la región altoandina, el páramo herbáceo y las zonas de mediana altitud con clima estacional son sitios en donde se deben enfocar actividades preliminares de conservación y aumentar los esfuerzos de monitoreo. Estudios detallados enfocados en comportamientos, rangos de edades y sexos podrían ayudar a entender de mejor manera los requerimientos de hábitat en localidades específicas. Es evidente que el reto para el

futuro cercano es agrupar esfuerzos entre instituciones y organismos afines para entender estas dinámicas a escala de paisaje, evitando suponer los requerimientos del Cóndor Andino únicamente a partir de observaciones puntuales por localidades.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por la Universidad del Azuay (Fondos UDA: 2015-15) y National Aviary (EEUU) y desarrollado bajo la coordinación del Ministerio del Ambiente. El apoyo logístico fue brindado por Silvio Cabrera, Fernando Juela, Francisco Sánchez y José Cáceres. Este trabajo tuvo importantes aportes por parte de Hernán Vargas, Javier Lopez de Casenave y dos revisores anónimos. Gracias a Jacinto Guillén, Ximena Moscoso y Gustavo Chacón de la Universidad del Azuay por el constante apoyo a nuestras investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ASTUDILLO PX, TINOCO B, GRAHAM CH Y LATTI SC (2011) Assessing methods for estimating minimum population size and monitoring Andean Condors (*Vultur gryphus*) in southern Ecuador. *Ornitología Neotropical* 22:257–265
- CELLERI R, WILLEMS P, BUYTAERT W Y FEYEM J (2007) Space time rainfall variability in the Paute Basin, Ecuadorian Andes. *Hydrological Process* 21:3316–3327
- DELGADO O, LÓPEZ F, AGUILAR M Y CORDERO M (2006) *Componente geomorfología glaciar del Parque Nacional Cajas - Ecuador*. Universidad del Azuay, Cuenca
- EBIRD (2015) *eBird: an online database of bird distribution and abundance*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca (URL: <http://www.ebird.org/>)
- FIELDSÅ J Y KRABBE N (1990) *Birds of the high Andes*. Apollo Books y Zoological Museum, Svendborg y Copenhagen
- GRANIZO T, PACHECO C, RIBADENEIRA MB, GUERRERO M Y SUAREZ L (2002) *Libro Rojo de las aves del Ecuador*. SIMBIOE, Conservación Internacional, Eco-Ciencia, Ministerio del Ambiente y UICN, Quito
- HARDEN C Y BORRERO AL (2005) *Report on the geomorphology of Parque Nacional Cajas*. Parque Nacional Cajas, Cuenca
- HIJMAN R J, CAMERON SE, PARRA JL, JONES PG Y JARVIS A (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965–1978
- HIJMAN R Y GRAHAM C (2006) The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global Change Biology* 12:2272–2281
- IERSE (2004) *Estaciones meteorológicas de la cuenca del río Paute*. Universidad del Azuay, Cuenca
- IUCN (2012) *The IUCN Red List of threatened species*. IUCN, Gland (URL: <http://www.iucnredlist.org/>)

- KOESTER F (2002) Cóndor Andino (*Vultur gryphus*). Pp. 74–75 en: GRANIZO T, PACHECO C, RIBADENEIRA MB, GUERRERO M Y SUAREZ L (eds) *Libro Rojo de las aves del Ecuador*. SIMBIOE, Conservación Internacional, Eco-Ciencia, Ministerio del Ambiente y UICN, Quito
- MEROW C, SMITH MJ Y SILANDER J (2013) A practical guide to MaxEnt for modeling species distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography* 36:1058–1069
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR (2013) *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural, Quito
- MONTALVO J (2016) *Tipificación de ecotonos altoandinos del Macizo del Cajas*. Universidad del Azuay, Cuenca
- MORALES S (2012) Modelos de distribución de especies: software Maxent y sus aplicaciones en conservación. *Revista Conservación Ambiental* 2:1–3
- NAVEDA-RODRÍGUEZ A, VARGAS FH, KOHN S Y ZAPATA-RÍOS G (2015) *Censo nacional del Cóndor Andino en Ecuador 2015*. Ministerio del Ambiente y Grupo Nacional de Trabajo del Cóndor Andino en Ecuador, Quito
- NAVEDA-RODRÍGUEZ A, VARGAS FH, KOHN S Y ZAPATA-RÍOS G (2016) Andean Condor (*Vultur gryphus*) in Ecuador: geographic distribution, population size and extinction risk. *PLoS One* 11:e0151827
- PHILLIPS JS, ANDERSON PR Y SCHAPIRE RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231–259
- PHILLIPS JS Y DUDÍK M (2008) Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31:161–175
- RIDGELY R Y GREENFIELD P (2001) *The birds of Ecuador. Volume 1: status, distribution, and taxonomy*. Cornell University Press, Ithaca
- RODAS F Y TINOCO B (2003) *Análisis de la avifauna del Parque Nacional Cajas y su aplicación como herramienta de conservación*. SEMAPRIMES, Cuenca
- RODRÍGUEZ S, RODAS F, SCHUBERT A Y VASCO S (2014) *Área de Biosfera Macizo del Cajas. Experiencias de desarrollo sostenible para el buen vivir*. ETAPA EP, Municipio de Cuenca, Ministerio del Ambiente, SENPLADES, Ministerio de Relaciones Exteriores, Cooperación Alemana GIZ, Naturaleza y Cultura Internacional, Cuenca
- SÁNCHEZ F Y CARBONE M (2008) *Guía de mamíferos del Parque Nacional Cajas*. Corporación Municipal Parque Nacional Cajas, Empresa de Telefonía, Agua Potable y Alcantarillado, Cuenca
- TORAL F (1996) *Aves del bosque de Mazán. Tomo 1*. Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Alcantarillado, Cuenca