

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**¿Cómo influyen el clima y los asentamientos humanos en la
distribución de *Alouatta seniculus* y *Lagothrix lagotricha*
poepigii?**

Damariz Yessenia Santillán Ushiña

Biología

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Bióloga

Quito, 25 de diciembre de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**¿Cómo influyen el clima y los asentamientos humanos en la distribución de
Alouatta seniculus y *Lagothrix lagotricha poeppigii*?**

Damariz Yessenia Santillán Ushiña

Nombre del profesor, Título académico

Stella de la Torre, PhD

Quito, 25 de diciembre de 2020

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Damariz Yessenia Santillán Ushiña

Código: 00130155

Cédula de identidad: 1726298100

Lugar y fecha: Quito, 25 de diciembre de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

En la actualidad el accionar humano tiene un gran impacto en la fauna silvestre, las poblaciones de varias especies esenciales para el correcto funcionamiento de los ecosistemas, están disminuyendo considerablemente. Es importante desarrollar estrategias de conservación para estas especies en peligro de extinción a partir del entendimiento de cómo responden ante diferentes factores ambientales tanto naturales como antropogénicos. En este estudio se realizó un análisis del efecto de la temperatura, precipitación, uso de suelo y cercanía a centros poblados, sobre la distribución potencial de dos especies de relevancia ecológica como son el mono chorongo rojizo (*Lagothrix lagotricha poeppigii*) y el mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*). A partir de la obtención de modelos con el software Maxent se estableció que las variables ambientales que más influyen en la distribución de estos primates son la precipitación y la cercanía a centros poblados. De esa forma al comprender los factores que influyen sobre la idoneidad del hábitat de estas especies, es posible tener mayor certeza de dónde se deben concentrar los esfuerzos de conservación.

Palabras clave: Conservación, distribución, variables ambientales, amenazas, impactos antropogénicos, hábitat, condiciones adecuadas

ABSTRACT

Nowadays, human actions have a great impact on wildlife, the populations of many species essential for the proper functioning of ecosystems, are decreasing considerably. It is important to develop conservation strategies for these endangered species based on the understanding of how they respond to different environmental factors, both natural and anthropogenic. In this study, I carried out an analysis of the effect of temperature, precipitation, land use and proximity to human settlements on the potential distribution of two ecologically relevant species such as the Humboldt's woolly monkey (*Lagothrix lagotricha poeppigii*) and the red howler monkey (*Alouatta seniculus*). Using the Maxent software, I found that the environmental variables that most influence the distribution of these primates are precipitation and proximity to human settlements. My results contribute to the understanding of the factors that influence habitat suitability for these species. This information is key to have greater certainty of the areas where conservation efforts should be concentrated.

Key words:

Conservation, distribution, environmental variables, threats, anthropogenic impacts, habitat, suitable conditions

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
MÉTODOS	15
RESULTADOS.....	19
DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES	26
AGRADECIMIENTOS	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis de contribución de las variables en modelo de *Alouatta seniculus*20

Tabla 2 Análisis de contribución de las variables en modelo de *Lagothrix lagotricha poeppigii*

.....21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución potencial de <i>Alouatta seniculus</i>	19
Figura 2 Distribución potencial de <i>Lagothrix lagotricha poeppigii</i>	20
Figura 3 Test de jackknife para <i>Alouatta seniculus</i>	21
Figura 4 Test de jackknife para <i>Lagothrix lagotricha poeppigii</i>	21

INTRODUCCIÓN

Entre los mamíferos neotropicales, los primates, son un grupo sobresaliente no solo por su diversidad, adaptaciones morfológicas, y elaborados sistemas sociales; sino también por el papel que cumplen en los ecosistemas y la problemática que existe en relación a su conservación (Tirira et al., 2018). En Ecuador la mayoría de los primates se ven amenazados debido a la pérdida y fragmentación de los hábitats naturales, cacería y tráfico de especies. Además, algunas especies de monos se ven afectadas por enfermedades que padecen los humanos como fiebre amarilla, zika o dengue (Tirira et al., 2018). Las estrategias de conservación para estas especies deben construirse a partir del conocimiento amplio sobre su ecología, comportamiento, ámbito geográfico y condiciones ambientales naturales y antropogénicas de los hábitats que ocupan, pues es la interacción e influencia directa o indirecta de dichos factores, la que incide en el estado de sus poblaciones (Torres Mura et al., 2008).

Algunos estudios han reportado efectos de factores antropogénicos sobre las poblaciones de algunas especies de primates. Dentro del plan de manejo del mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) en la región del Sirap Eje Cafetero y valle del Cauca; Valderrama y colaboradores (2006) concluyeron que “la escasez de alimento, principalmente en áreas recientemente regeneradas, contribuye al colapso de la población, encontrando que la mayoría de las poblaciones remanentes de aullador rojo se encuentran restringidas a pequeños fragmentos aislados de bosque”.

En otro estudio en la Amazonía peruana, Pérez Peña y colaboradores (2018), establecieron que la vulnerabilidad de estos primates a la extinción local depende principalmente del tipo de amenaza y de la biología de la especie, siendo las amenazas de mayor impacto la distancia a centros poblados, la cacería y la tala selectiva, que de cierta forma se correlacionan entre sí. En este estudio se reportó que *L.l. poeppigii* si bien se

encontraba en casi todas las zonas de estudio, se encontraba ausente en la cuenca media de los ríos Morona y Pastaza en donde se practican actividades madereras y caza intensa (Pérez-Peña et al., 2018).

Considerando que en algunos estudios se ha encontrado evidencia de que los primates grandes, como *Lagothrix lagotricha poeppigii* y *Alouatta seniculus*, disminuyen sus densidades poblacionales en localidades con alto grado de amenaza (Valderrama & Kattan, 2006), es importante comprender cómo factores antropogénicos y ambientales pueden influir en la probabilidad de ocurrencia de estas especies en la Amazonía ecuatoriana. En mi estudio realicé una evaluación preliminar de la influencia de algunos factores ambientales antropogénicos (distancia a centros poblados, uso del suelo) y naturales (temperatura ambiental y precipitación) sobre la probabilidad de ocurrencia de *A. seniculus* y *L. l. poeppigii* utilizando los registros de estas especies que se hicieron en el I Censo Nacional de Primates Ecuatorianos entre noviembre 2018 y octubre 2019.

Escogí a estas dos especies por su importancia como dispersores primarios para varias especies de plantas, contribuyendo a la sucesión secundaria y a la restauración de hábitats degradados (Arroyo-Rodríguez et al., 2015).

Alouatta seniculus, el mono aullador rojo o mono aullador colorado, es un primate de gran tamaño (45 a 70 cm, sin la cola), presenta un color rojizo intenso con mechones anaranjados. Los machos presentan un hueso hioides súper desarrollado que sirve como caja de resonancia para sus vocalizaciones; además en los machos adultos sobresale su escroto grande y blancuzco. El macho adulto es más pesado y de mayor longitud que la hembra adulta, los machos pesan entre 5 y 9 kg y las hembras pesan entre 3,8 y 7 kg (Tirira et al., 2018).

En la Amazonía ecuatoriana esta especie ocurre generalmente por debajo de los 700 metros sobre el nivel del mar (Tirira et al., 2018). Su hábitat natural son los bosques tropicales primarios y secundarios, incluyendo bosques alterados cerca a pequeños asentamientos

humanos. Utilizan los estratos altos y medios. Viven en grupos pequeños de entre 2 a 16 individuos conformados por un macho adulto dominante, hembras reproductoras y crías; aunque pueden existir también individuos solitarios (Valderrama & Kattan, 2006).

En Ecuador esta especie se considera como Casi Amenazada. Al existir alteración en su hábitat, se generan condiciones de aislamiento entre las poblaciones, lo que dificulta la recolonización de parches, restringe el flujo de genes y aumenta el riesgo de infestaciones de parásitos. La tala selectiva es la responsable de producir cambios en los patrones de desplazamiento, uso de hábitat y patrones de actividad de los primates. Esto a su vez puede ocasionar un alto nivel de mortalidad infantil, aumento de lesiones y mortalidad de juveniles y adultos por caída de árboles, desorientación y escasez de recursos (Gómez-Posada, 2006).

Los aulladores son muy susceptibles a enfermedades como la fiebre amarilla y parasitismo por larvas de ciertos insectos, pero aquellas poblaciones aisladas en fragmentos pueden ser incluso más susceptibles a epidemias debido a la baja variabilidad genética y la presencia de humanos que facilitan la transmisión (Montoya et al., 2013).

En relación a la cacería, los monos aulladores son poco perseguidos, pero culturalmente se usan como fuente de carne o de poderes curativos; por ejemplo, el hueso hioides de este animal se usa como taza para beber, con la creencia de que tiene propiedades curativas para ciertas enfermedades o infecciones (Zapato Ríos et al., 2006).

Lagothrix lagotricha poeppigii, conocido como mono lanudo rojo o mono chorongo rojizo, es un primate de tamaño grande y cuerpo robusto (39-59 cm, sin la cola). En general presenta un color café de claro a oscuro, cola prensil fuerte y larga, y extremidades gruesas y musculosas. El macho es mucho más grande y fuerte que la hembra; el peso de los individuos fluctúa entre 3.5 y 10 kg. Existen ciertas diferencias notables entre macho y hembra, como los colmillos más largos en machos o la vulva alargada y de color rosado de la hembra (Ramirez Chiriboga, 2009).

Esta especie está presente en bosques primarios de tierra firme y bosques que se inundan por temporadas; en general se ubican lejos de poblaciones humanas, y comúnmente se movilizan en estratos altos del bosque (sobre los 20m de altura). En Ecuador se ubican en la Amazonía centro y sur, y en zonas de estribaciones orientales de los Andes. Sus grupos están formados de 2 a 25 individuos, conformados por machos adultos, hembras reproductivas adultas, machos subadultos y jóvenes de los dos sexos (Tirira et al., 2018).

Se ha categorizado a esta especie como En Peligro, pues su población presenta una preocupante disminución. De hecho, se considera como una de las especies de primates que mayor impacto ha sufrido por cacería en la Amazonía ecuatoriana, también se ve afectada por comercio ilegal ya que es una especie altamente perseguida no solo por ser una fuente de alimento sino también como ofrenda en prácticas culturales y sociales y también como mascota (Segovia, 2006). La deforestación genera un impacto notable en su área de distribución original, al igual que la agricultura a pequeña escala. A esto se suma la dificultad para reintroducción, puesto que los individuos al interactuar con humanos, sufren cambios en sus patrones de comportamiento habitual lo que dificulta su rehabilitación posterior (Tirira et al., 2018).

Objetivo General

Contribuir al conocimiento sobre los factores ambientales que influyen en la distribución de *Alouatta seniculus* y *Lagothrix lagotricha poeppigii* en la Amazonía ecuatoriana.

Objetivos Específicos

- Evaluar la influencia de la temperatura ambiental y la precipitación sobre la distribución de las dos especies de estudio.
- Evaluar el efecto de factores antropogénicos como la distancia a centros poblados y la presencia o ausencia de bosque sobre la distribución de las dos especies de estudio.

MÉTODOS

Los datos que usé para mi análisis fueron tomados en el I Censo Nacional de Primates Ecuatorianos realizado desde el 1 de noviembre de 2018 al 31 de octubre de 2019. En esta iniciativa, liderada por el Ministerio del Ambiente, el GEPE (Grupo de Estudio de Primates Ecuatorianos) y el Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales de la USFQ, participaron técnicos de varias universidades y fundaciones del país, así como guardaparques del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Los registros de todas las especies de primates (especie, coordenadas de ubicación de los avistamientos, tamaño y composición grupal) fueron tomados con la aplicación Survey123 para ArcGIS y almacenados en el servidor del Instituto de Geografía de la USFQ. El uso de los datos del censo para este análisis fue solicitado por Stella de la Torre y aprobado por la directiva del GEPE en agosto 2020. Se obtuvieron 50 registros de *Alouatta seniculus* y 35 de *Lagothrix lagotricha poeppigii*, utilizados para la generación de los modelos.

Para establecer la correlación de la distancia a centros poblados con la probabilidad de ocurrencia de las dos especies de estudio usé el software de modelación ecológica Maxent, el cual estima las distribuciones de las especies usando datos de presencia y variables ambientales (Viracocha, 2020). El programa genera distribuciones de probabilidad de ocurrencia de forma sistemática y objetiva puesto que modela todo lo conocido y no supone nada sobre lo desconocido (Aguar, 2019).

Maxent toma en cuenta localidades de ocurrencia para modelar la idoneidad ambiental basándose en un conjunto de variables que probablemente influyan en la ocurrencia de las especies. Maxent, analiza la relación entre la variable dependiente (puntos de presencia) y la variable independiente (indicadores medioambientales). Los archivos que se utilizan son las variables territoriales y climáticas en formato ASCII adecuadamente estandarizadas; y la

información de distribución inicial de la especie en formato CSV; posteriormente se definen los distintos parámetros para generar los resultados y el software presenta información analítica en gráficas, tablas y un archivo ráster del mapa de distribución potencial (Fortún, 2017).

Se escogió Maxent principalmente por su facilidad de uso, pues trabaja de forma autónoma sin necesidad de incorporación en programas. Los resultados son significativamente representativos para el modelado de distribuciones de especies, al trabajar con pocos puntos de presencia (Hernández Ramos et al., 2018).

Para el análisis utilicé la media de la temperatura ambiental anual desde el año 2000 hasta el 2020 y la media de precipitación anual desde el año 1981 al 2019. Esta información fue proporcionada por el Instituto de Geografía USFQ. Utilicé la información cartográfica del Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador (2018) para obtener una capa de uso de suelo con dos categorías: bosque y no bosque.

Las subcategorías que se identificaron como bosque fueron:

- Bosque Nativo
- Vegetación Arbustiva
- Plantación Forestal
- Natural
- Vegetación Herbácea
- Páramo

Las subcategorías que se identificaron como no bosque fueron:

- Tierra Agropecuaria
- Infraestructura
- Área sin Cobertura Vegetal
- Glaciar

- Área Poblada
- Artificial

La distancia euclidiana de cada una de las coordenadas de registro de las especies a centros poblados fue calculada con ArcGIS utilizando la capa de áreas pobladas del INEC (2010). Para realizar los análisis, los registros de las especies, en formato CVS y las capas de los factores analizados en formato ASCII fueron subidos a Maxent.

A lo largo de la modelación, se mantuvieron los parámetros predeterminados por el software, se realizaron 1000 interacciones (réplicas), el 15% de los registros de las especies se usó para la validación del modelo, mientras que el 85% restante se utilizó para la generación del modelo.

Las herramientas estadísticas que utilicé en Maxent para evaluar la influencia de cada variable ambiental fueron las siguientes:

El estadístico *AUC* o *área bajo la curva (ROC)*, con el objetivo de evaluar la calidad de los modelos. La curva ROC representa la capacidad discriminativa de un modelo para todos sus posibles puntos de corte, considerando los datos de presencia/ausencia. El valor de AUC está comprendido entre 0 y 1, un valor de 1 indica que todos los casos se han clasificado adecuadamente, uno de 0,5 o cercano a dicho valor, que el modelo es regular, y valores menores a 0,5 o cercanos a 0, indican que el modelo es realmente malo, ya que clasifica erradamente más casos que el azar (Muñoz-Reja, 2018).

El *test de Jackknife* para evaluar la contribución de las variables ambientales a la predicción de los modelos. Puesto que algunas variables, como la temperatura y la precipitación, pueden estar correlacionadas entre sí Maxent crea tres tipos de modelos, el primero se elabora con todas las variables exceptuando una, para determinar cómo dicha variable afecta al modelo, el siguiente se crea utilizando cada variable ambiental de manera

independiente, para determinar el aporte individual al modelo general; por último se genera un modelo empleando todas las variables (Quesada-Quirós et al., 2017).

El *método de Bootstrap* es un método de remuestreo que sirve para aproximar la distribución en el muestreo de un estadístico. Para ello obtiene muestras mediante un procedimiento aleatorio que utilice la muestra original. Es decir que trata a la (s) muestra (s) como si fuera la población y a partir de ella se extrae con reposición un gran número de remuestras. En este caso se utilizó este método para valorar el sesgo y el error muestral de un estadístico calculado a partir de una muestra, de ese modo facilita la construcción de modelos estadísticos mediante la creación de intervalos de confianza y contrastes de hipótesis (Moles, 2003).

RESULTADOS

Como se muestra en las Figuras 1 y 2, las áreas de distribución potencial de *Alouatta seniculus* y *Lagothrix lagotricha poeppigii* generadas por el programa, corresponden a bosques en la Amazonía. En los mapas se observa también una probabilidad de ocurrencia moderada en la zona del Chocó, al noroccidente del Ecuador, donde no se encuentran las especies, pero que coinciden en las variables climáticas con la Amazonía. El valor de AUC del modelo de distribución potencial para *A. seniculus* fue de 0.58. En el caso de *L. l. poeppigii* el valor de AUC fue de 0.91.

Figura 1 Distribución potencial de *Alouatta seniculus*.

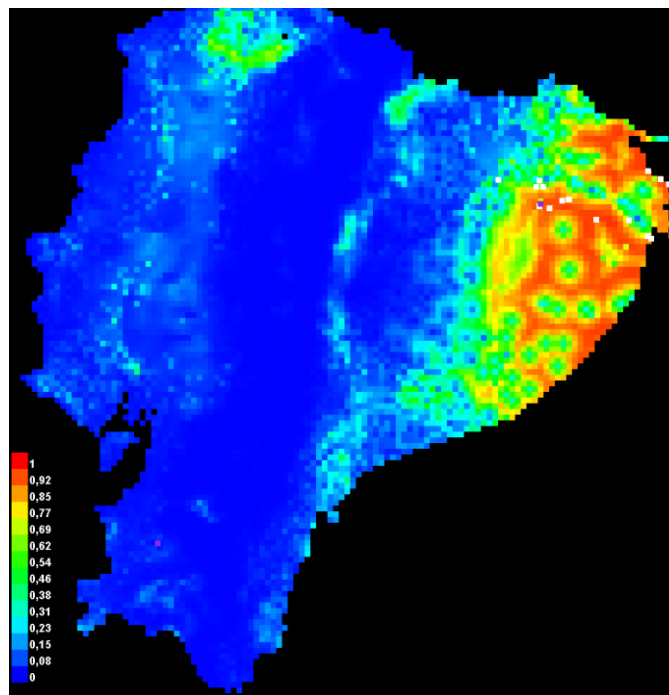


Figura 1. Los puntos blancos indican los registros de la especie (n=50), con los que se elaboró el modelo. Las zonas de color rojo representan las áreas con alta probabilidad de condiciones adecuadas para la especie, es decir, de mayor probabilidad de ocurrencia de la misma. Las zonas de color verde claro representan condiciones típicas de aquellos lugares donde la especie se encuentra y las zonas de color azul representan baja probabilidad de ocurrencia.

Figura 2 Distribución potencial de *Lagothrix lagotricha poeppigii*

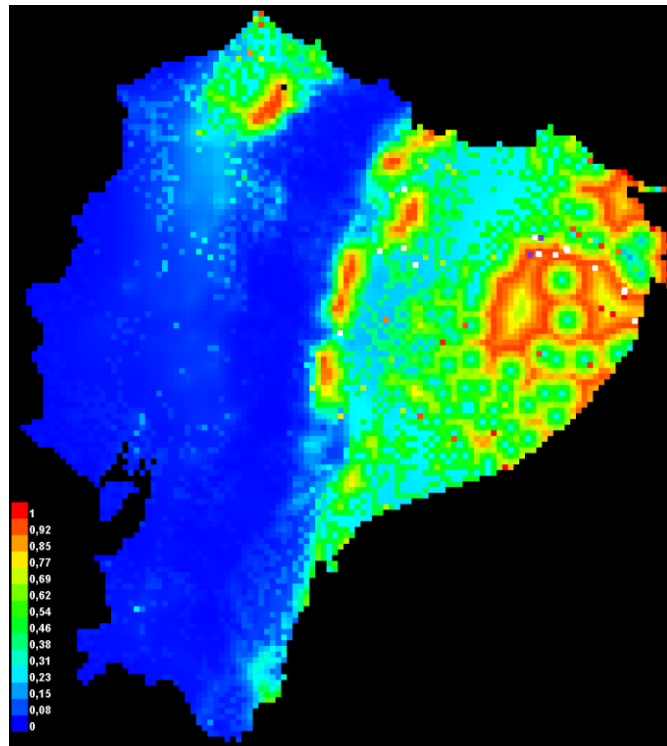
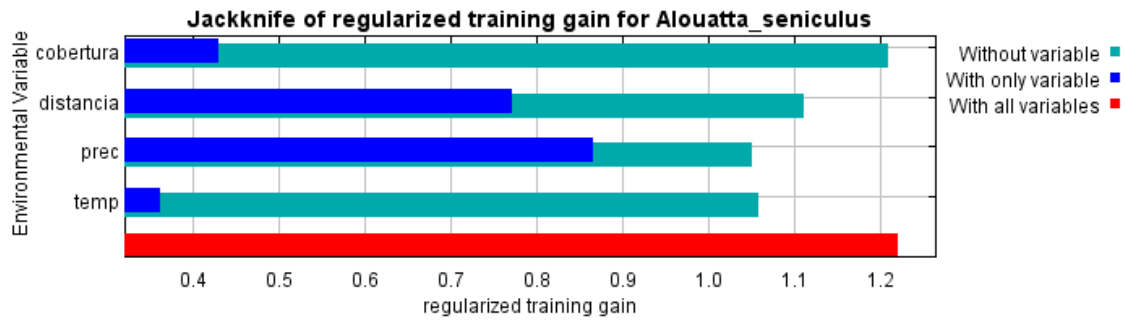


Figura 2. Los puntos blancos indican los registros de la especie (n=35), con los que se elaboró el modelo, mientras las zonas de color rojo representan las áreas con alta probabilidad de condiciones adecuadas para la especie, es decir, de mayor probabilidad de ocurrencia de la misma. Las zonas de color verde claro representan condiciones típicas de aquellos lugares donde la especie se encuentra y las zonas de color azul representan baja probabilidad de ocurrencia de la especie.

Con base en los resultados de las pruebas de Jackknife y de permutación, se evidencia que las variables que más influyen en la probabilidad de ocurrencia de *A. seniculus* son la precipitación y la distancia a asentamientos humanos (Tabla 1, Fig. 3).

Tabla 1 Análisis de contribución de las variables en modelo de *Alouatta seniculus*

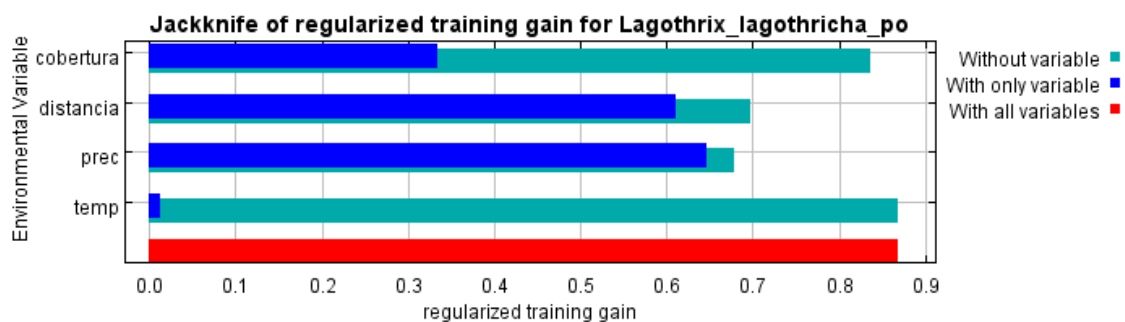
Variable	Porcentaje de Contribución	Permutación de Importancia
Distancia	43.9	10.4
Precipitación	33	51.4
Temperatura	12.8	36.4
Cobertura	10.3	1.8

Figura 3 Test de jackknife para *Alouatta seniculus*

Con base en los resultados de las pruebas de jackknife y de permutación, se evidencia que las variables que más influyen en la probabilidad de ocurrencia de *L. l. poeppigii* también son la precipitación y la distancia a asentamientos humanos (Tabla 2, Fig. 4).

Tabla 2 Análisis de contribución de las variables en modelo de *Lagothrix lagotricha poeppigii*

Variable	Porcentaje de Contribución	Permutación de Importancia
Precipitación	51.9	72.1
Distancia	43.6	27.9
Cobertura	4.5	0
Temperatura	0	0

Figura 4 Test de jackknife para *Lagothrix lagotricha poeppigii*

DISCUSIÓN

La efectividad de los modelos generados por Maxent para definir la distribución y probabilidad de ocurrencia fue diferente para las dos especies. El valor de AUC del modelo de distribución potencial para *A. seniculus* fue de 0.58. Este valor sugiere que el modelo tiene errores en sus capacidades predictivas y evidencia la necesidad de incluir más variables ambientales en el análisis. En el caso de *L. l. poeppigii* el valor de AUC fue de 0.91. Este valor sugiere que las predicciones generadas por el modelo son confiables pues el ajuste entre los datos y el modelo es alto (Correia, 2018).

Es interesante observar que, en los mapas de distribución potencial de las dos especies, se presenta una probabilidad relativamente moderada de ocurrencia en la región del Chocó. Considerando que ninguna de las dos especies se distribuye naturalmente en esa zona; se puede suponer que dicha condición se debe a que las variables de precipitación y temperatura presentes en la región del Chocó, son similares a las que existen en la Amazonía. La zona del bosque húmedo tropical del Chocó presenta un clima ecuatorial, usualmente es una zona calurosa, húmeda y lluviosa durante todo el año. Su temperatura media anual es de 24.8°C, con un rango de temperaturas entre 23.7°C-25.9°C. Esta región recibe niveles altos de precipitación, siendo su precipitación media anual de 1944.2 mm, con un rango de precipitación entre 557.8 mm-2821 mm (Ron, 2017).

La región Amazónica, de forma general se caracteriza por un clima tropical y húmedo durante todo el año; y esto debido principalmente a la retención de humedad por sus grandes bosques. Se ha registrado una temperatura media anual de 24.8°C, con un rango de temperaturas entre 21.3°C-25.7°C. Las precipitaciones son constantes, con un ligero aumento en los meses entre marzo y julio y una pequeña disminución en agosto y enero. Presentando

así una precipitación media anual de 3377 mm, con un rango de precipitación entre 1709.9 mm-4370 mm (Ron, 2017).

Las áreas de mayor probabilidad de ocurrencia de las dos especies se encuentran hacia el noreste del país, en áreas protegidas como la Reserva de Producción de Fauna Cuyabeno y el Parque Nacional Yasuní, pero cabe recalcar que en dichas áreas ya existe cierto nivel de impacto humano como la explotación petrolera y deforestación (Vázquez & Freile, 2005). Reportes mencionan que, en el Parque Nacional Yasuní, ya se ha deforestado más de 400 hectáreas de bosque, cuando el máximo permitido eran 300, puesto que, si bien es uno de los lugares más biodiversos del mundo, también representa uno de los lugares con grandes reservas de petróleo (Larrea, 2017).

Claramente en la distribución de las dos especies se evidencia una influencia de la variable de precipitación. A su vez se puede establecer que existe una influencia directa de la precipitación sobre el tipo de vegetación. Se ha determinado que, dentro de los elementos ambientales, la variable crítica para las plantas es la disponibilidad de agua, puesto que es elemento determinante para el proceso de crecimiento, en conjunto con la temperatura y la radiación solar (Bustamante et al., 2015). De esto se deduce que las áreas de bosque con alta precipitación son los hábitats ideales para estas dos especies de primates.

La gran riqueza arbórea que presentan estas áreas, es justamente el elemento base de alimentación de primates como el mono chorongo y el mono aullador rojo. Sus actividades diarias dependen de la distribución y abundancia de alimento. De esa forma, una gran cantidad de árboles en los bosques representan mayor cantidad de frutas maduras, hojas tiernas, flores, raíces y semillas; elementos que constituyen la base nutricional de estos primates (Palacio, 2016).

Entre las variables antropogénicas, la distancia a centros poblados parece también influir en los patrones de distribución de las dos especies, pues la presión de cacería y el tráfico

ilegal de animales vivos tiende a ser mayor en las cercanías de asentamientos humanos (Álvarez-Solas et al., 2018). De manera general, la presión de cacería es mayor para *Lagothrix lagotricha poeppigii* debido a que las personas prefieren cazar a este animal con fines de consumo y comercio ilegal (Pérez-Peña et al., 2018). La deforestación también es mayor cerca de asentamientos humanos, se estima que más del 70% de los bosques han sido transformados en áreas destinadas para el uso humano, principalmente la agricultura, y esto reduce el área de hábitat de estos primates (Ramis et al., 2018).

Finalmente, el riesgo de contagio de enfermedades zoonóticas también se incrementa con la cercanía a centros poblados. Los aulladores, por ejemplo, son especialmente vulnerables a enfermedades como la fiebre amarilla, que en los últimos años han diezmando poblaciones de este género en países como Brasil. Se estima que los primates no solo se ven afectados por la enfermedad en sí, ya que erróneamente varias personas consideran que dichos primates son los causantes de la enfermedad y los matan creyendo que así resuelven el problema (Fioravanti, 2018). Por todas estas razones, la probabilidad de ocurrencia de las dos especies tiende a ser menor en las cercanías de centros poblados.

El hecho de que para ninguna de las dos especies la variable de cobertura (*bosque o no bosque*) contribuyera significativamente al modelo puede deberse principalmente a las categorías utilizadas para el análisis que al parecer no fueron lo suficientemente informativas. También se puede relacionar en menor medida al tamaño de la capa y las resoluciones de pixel pues “al modelar con resoluciones de pixel muy gruesas, se podría subestimar los modelos finales al generalizar los datos de un área que presente mayores variaciones” (Núñez, 2016).

Para futuros análisis recomiendo incluir otras variables que ayudarían a predecir mejor la distribución de estas especies, como es el caso de la *Altitud* pues ésta se relaciona con el tipo de vegetación y con variables climáticas que influyen en la distribución de especies (Jaime-Escalante et al., 2016).

Otra variable que debería incluirse es el *Tipo de Vegetación*, ya que influye directamente en la alimentación de estos animales. La dieta de los monos chorongos y los aulladores, consta principalmente de hojas y frutas de diversas especies (Palacio, 2016). En este caso, se debería analizar la composición florística y la fisonomía de la vegetación; tomando datos sobre el biotipo predominante, estratificación, cobertura espacial, variaciones estacionales en el follaje y el conjunto de especies que conforman la comunidad vegetal (Duval et al., 2015).

CONCLUSIONES

Mi estudio revela que la obtención de modelos de distribución es una herramienta ventajosa para definir la idoneidad de hábitats para las dos especies de estudio. A partir de los resultados obtenidos se identifica que el área en donde es más probable encontrar al mono chorongo rojizo y al mono aullador rojo, es la región amazónica noreste. Además, se establece que la variable ambiental natural que más influye sobre la probabilidad de ocurrencia de estas dos especies es la precipitación, misma que se relaciona con la abundancia y tipo de vegetación, que representan elementos esenciales en la alimentación de los primates. La variable ambiental antropogénica de mayor influencia es la cercanía a centros poblados que influye negativamente en las poblaciones de primates puesto que la cacería, tráfico ilegal y deforestación, operaciones íntimamente relacionadas a las actividades humanas que afectan a los primates, son más intensas cerca de centros poblados.

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a mi familia, por siempre apoyarme en cada paso, porque en los momentos difíciles me incentivaron a superarme. Especialmente a mi madre que ha sido un ejemplo de tenacidad, y a mi tía Lore, que ha sido como mi hermana, por estar en cada etapa de mi vida y ser la persona en la que he podido confiar incondicionalmente. A mi tutora Stella de la Torre, por su apoyo y guía en todo el desarrollo del proyecto. Al Instituto de Geografía de la USFQ, especialmente a Lorena Benítez y Carolina Sampedro, por su ayuda en esta investigación. Agradezco por su apoyo y cooperación al Ministerio del Ambiente del Ecuador, Grupo de Estudios de Primates del Ecuador, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales de la USFQ, Guardaparques de las Áreas Protegidas y personas que participaron en el censo. También quisiera reconocer la ayuda en relación a fondos para el trabajo de censos, a COCIBA Grant, Proyecto Nuna, Primate Conservation Inc. Y a la Estación de Biodiversidad Tiputíni. Y finalmente agradezco a todos mis amigos tanto de la carrera como aquellos que tuve el gusto de conocer en la Universidad, que han hecho mi camino en la USFQ, una de las mejores experiencias de mi vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, M. J. (2019). *CRITERIOS CONFIABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE MÁXIMA ENTROPÍA (MAXENT) ORIENTADOS A LA PESQUERÍA CON RED DE CERCO EN EL PACÍFICO ORIENTAL*. Caracas: Fundatun.
- Álvarez-Solas, S., Ramis, L., Zurita-Benavides, M., Peñuela-Mora, M. (2018). CONOCIMIENTOS LOCALES Y USOS DE LOS GRANDES MAMÍFEROS: UNA HERRAMIENTA PARA ENTENDER AMENAZAS, COMPORTAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ESTAS ESPECIES. *Revista de Investigación Talentos* , 17-25.
- Alvis, N. (2012). *PATRON DE ACTIVIDAD, DIETA, ÁREA DE ACTIVIDAD Y DISPERSIÓN DE SEMILLAS DE Alouatta seniculus EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE EN SAN JUAN DEL CARARE (SANTANDER)*. . Ibagué: Universidad Del Tolima .
- Arroyo-Rodríguez, V., Andresen, E., Bravo, S., Stevenson, P. (2015). Seed Dispersal by Howler Monkeys: Current Knowledge, Conservation Implications, and Future Directions. En M. Kowalewski et al., *Howler Monkeys Developments in Primatology: Progress and Prospects*, (págs. 111-139). Springer Science and Business Media New York .
- Bustamante, C., Pérez, A., Rivera, R., Martín, G., Viñals, R. (2015). INFLUENCIA DE LAS PRECIPITACIONES EN EL RENDIMIENTO DE Coffea canephora Pierre ex Froehner CULTIVADO EN SUELOS PARDOS DE LA REGIÓN ORIENTAL DE CUBA. *Cultivos Tropicales*, 21-27.
- Correia, M. (2018). *Criterios confiables para la construcción del Modelo de Máxima Entropía-MAXENT-(PARTE 1)*. Caracas: FUNDATUN.
- Duval, V., Benedetti, G., Campo, A. (2015). Relación clima-vegetación: adaptaciones de la comunidad del jarillal al clima semiárido, Parque Nacional Lihué Calel, provincia de La Pampa, Argentina. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 33-44.
- Fioravanti, C. (2018). Los monos dan la alarma. *Revista Pesquisa*, 1-10.
- Fortún, M. R. (2017). *Diseño de metodología y desarrollo de recursos para la modelización de Especies Exóticas*. Navarra: Universidad Pública de Navarra.
- Gómez-Posada, C. (2006). *Plan de manejo del mono aullador rojo (Alouatta seniculus) en la región del SirapEje Cafetero y valle del Cauca*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fundación EcoAndina/WCS.
- Hernández Ramos, J., Reynoso, R., Hernández, A., García, X., Hernández, E., Vidal, J., Sumano, D. (2018). *Distribución histórica, actual y futura de Cedrela odorata en México*. México: Acta Botanica Mexicana 124.
- Heymann, E., Culot, L., Knogge, C., Smith, A., Tirado, E., Muller, B., Stojan-Dolar, M., Ferrer, Y., Kubisch, P., Slana, D., Lena, M., Ziegenhagen, B., Bialozyt, R., Mengel, C., Hambuckers, J., Heer, K. (2019). Small Neotropical primates promote the natural

regeneration of anthropogenically disturbed areas. *Scientific Reports*.
doi:10.1038/s41598-019-46683-x

- Jaime-Escalante, N., Figuero-Esquivel, E., Villaseñor, J., Jacobo, E., Puebla, F. (2016). Distribución altitudinal de la riqueza y composición de “ensamblajes” de aves en una zona montañosa al sur de Nayarit, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1537-1551.
- Larrea, C. (2017). *Conservación de la biodiversidad y explotación petrolera en el Parque Nacional Yasuní*. Quito: Universidad Andina Simon Bolivar.
- Moles, A. M. (2003). *El Método de Remuestreo y su Aplicación en la Investigación Biomédica*. Ciudad de la Habana: Escuela Nacional de Salud Pública Carlos J. Finlay.
- Montoya, C., Oyola, N., Ocampo, M., Polanco, D., Ríos, S., Molina, P., Gutiérrez, L. (2013). Evaluación del parasitismo intestinal en monos aulladores rojos (*Alouatta seniculus*) en rehabilitación en el CAVR- Ecosantafé, Jericó, Colombia*. *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 10(2), 25-34.
- Moscoso, P., Valencia, A., Burbano, M., Freile, J. F. (2011). *Guía de observación de primates en áreas naturales del Ecuador*. Quito: Ministerio de Turismo.
- Muñoz-Reja, L. (2018). *ELABORACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL CULTIVO *Chenopodium quinoa* Willd. BASADO EN NECESIDADES EDAFOCLIMÁTICAS CON OBJETO DE DETERMINAR LAS ZONAS DE CORRECTA ADAPTACIÓN EN EXTREMADURA*. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Núñez, I. (2016). *ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD BIOCLIMÁTICA PARA EL AÑO 2050 EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ MEDIANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PROPUESTOS POR EL QUINTO INFORME DEL IPCC Y MODELOS DE CIRCULACIÓN GLOBAL DE MUY, MUY ALTA RESOLUCIÓN*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Palacio, S. (2016). *Selectividad alimenticia de Monos Aulladores (*Alouatta seniculus*) en cautiverio en el Parque Zoológico Santafe*. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista.
- Pérez-Peña, P., Mayor, P., Riveros, M., Antunez, M. (2018). Impacto de factores antropogénicos en la abundancia de primates al norte de la Amazonía peruana. En M. Kowalewski et al., *La primatología en Latinoamérica 2* (págs. 597-610). Caracas: Ediciones IVIC. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).
- Quesada-Quirós, M., Acosta, L., Arias, D., Rodríguez, A. (2017). Modelación de nichos ecológicos basado en tres escenarios de cambio climático para cinco especies de plantas en zonas altas de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(34), 1-12.
- Ramirez Chiriboga, J. (2009). *Evaluación del comportamiento de un grupo bajo cautiverio de *Lagothrix lagotricha* en el Zoológico de Guayllabamba*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.

- Ramis, L., Álvares-Solas, S., Peñuela, M. (2018). DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA PRESENCIA DE PRIMATES QUE HABITAN EL PIEDEMONTES DE LA RESERVA BIOLÓGICA COLONSO-CHALUPAS. *Revista de Investigación Talentos*, 1-11.
- Rimachi- Taricuarima, M. N., Pérez, J., Tirado, E., Zárate, R. (2019). Plantas consumidas por *Lagothrix lagotricha lagotricha* Humboldt, 1812 en la Amazonía peruana. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, VII(1), 93 - 110.
- Ron, S. R. (2017). *Regiones naturales del Ecuador*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2020, de BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphiweb/RegionesNaturales>
- Segovia, R. (2006). *Escatología Molecular en Lagothrix lagotricha (Primates: Platyrrhini): Un Método no Invasivo de Amplificación de ADN*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Tirira, D., De la Torre, S., Zapata Ríos, G. (2018). *Estado de conservación de los primates del Ecuador*. Quito: Grupo de Estudio de Primates del Ecuador / Asociación Ecuatoriana de Mastozoología.
- Tirira, D., De la Torre, S., Zapata Ríos, G. (2018). *Plan de acción para la conservación de los primates del Ecuador*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) / Grupo de Estudio de Primates del Ecuador (GEPE) / Asociación Ecuatoriana de Mastozoología (AEM).
- Torres, J. C., Castro, S., Oliva, D. (2008). Conservación de la biodiversidad: patrimonios y desafíos. En C. N. Ambiente, *Biodiversidad de Chile* (págs. 412-431). Santiago de Chile: Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- Valderrama, C., & Kattan, G. (2006). *Plan de manejo del mono aullador rojo (Alouatta seniculus) en la región del Sirap-Eje Cafetero y valle del Cauca*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fundación EcoAndina/WCS Colombia.
- Vázquez, M., & Freile, J. F. (2005). Los bosques del suroccidente de la provincia de Esmeraldas: una visión general. En M. Vázquez, & J. Freile, *Biodiversidad en el suroccidente de la provincia de Esmeraldas: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas* (págs. 5-8). Quito: EcoCiencia y MAE.
- Viracocha, F. O. (2020). *Distribución, estado de conservación y vulnerabilidad al cambio climático del mono araña (Ateles fusciceps fusciceps) en Ecuador*. Quito: Universidad de Salzburg.
- Zapata Ríos, G., Suárez, E., Utreras, V., Vargas, J. (2006). Evaluation of anthropogenic threats in Yasuní National Park and its implications for wild mammal conservation. *Lyonia*, 10(1), 47-57.