

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

BIBLIOGRAPHIC COMPILATION ON THE USE OF GENETICS AS A TOOL FOR THE
CONSERVATION OF THE ATELIDAE FAMILY (GENERA: *ALOUATTA*, *LAGOTHRIX*
AND *ATELES*)RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL USO DE LA GENÉTICA COMO
HERRAMIENTA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAMILIA ATELIDAE
(GÉNEROS: *ALOUATTA*, *LAGOTHRIX* Y *ATELES*)

Andrea Maria Claudia Huatuco Asencios^{1*}; Barbara Isabella Cazartelli Solis¹; Fabricio Josue Céspedes Pasión¹; Solange Berenice Custodio Custodio¹; Erick Jesus Gutierrez Holguin¹; Yuliana Yudith Llamoca Baez¹; Celeste Montero Llanos¹; Jose Iannacone¹

¹ Laboratorio de Investigación en Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA), Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional Federico Villarreal (EPB/FCNM/UNFV), Lima, Perú.

* Autor de correspondencia: andrea.huatuco.asencios@gmail.com

Andrea Maria Claudia Huatuco-Asencios:  <https://orcid.org/0000-0001-5789-420X>

Barbara Isabella Cazartelli-Solis:  <https://orcid.org/0000-0002-2596-6261>

Fabricio Josue Céspedes-Pasión:  <https://orcid.org/0000-0002-8302-2138>

Solange Berenice Custodio-Custodio:  <https://orcid.org/0000-0003-3243-6450>

Erick Jesus Gutierrez-Holguin:  <https://orcid.org/0000-0002-1001-6802>

Yuliana Yudith Llamoca-Baez:  <https://orcid.org/0000-0002-2039-9130>

Celeste Montero-Llanos:  <https://orcid.org/0000-0001-9597-5414>

Jose Iannacone:  <https://orcid.org/0000-0003-3699-4732>

ABSTRACT

The loss of genetic diversity threatens the survival of a species. However, the use of molecular genetics has brought great conservation benefits. So, we conducted an exhaustive search from the year 2010 to 2024 in 3 databases: Google academic, PubMed, Scielo. Using keywords such as: Genetic variability, primates, (*Atelidae* / *Alouatta* / *Lagothrix* / *Ateles*); Molecular genetics in the conservation of primates of the family *Atelidae* (- / in Peru / microsatellites, markers); Molecular genetics in the conservation of primates of the genus (*Alouatta* / *Lagothrix*/ *Ateles*) (- / in Peru / microsatellites, markers). The results were placed in tables and figures according to the author, year of publication, name of the research, country, category, objective of study, among other data of interest. Where it was observed that a greater number of investigations by country and gender: Colombia for the genus *Lagothrix* (8); Mexico for the genus *Alouatta* (7); Ecuador for the genus *Ateles* (3). And by gender: for the genus *Lagothrix* (15); for the genus *Alouatta* (13); for the genus *Ateles* (10). It was

concluded that the number of studies carried out is influenced by the conservation status of the species. And that, in Peru, genetics is not yet used deeply as a tool for conservation.

Keywords: *Atelidae*, *Lagothrix*, *Alouatta*, *Ateles*, conservation.

RESUMEN

La pérdida de diversidad genética amenaza la supervivencia de una especie. Sin embargo, el uso de la genética molecular ha traído grandes beneficios para su conservación. Por lo que se realizó una búsqueda exhaustiva desde el año 2010 hasta el 2024 en 3 bases de datos de: Google académico, PubMed, Scielo. En las que se emplearon palabras clave como: Variabilidad genética, primates, (*Atelidae* / *Alouatta* / *Lagothrix* / *Ateles*); Genética molecular en la conservación de primates de la familia *Atelidae* (- / en el Perú / microsátélites, marcadores); Genética molecular en la conservación de primates del género (*Alouatta* / *Lagothrix* / *Ateles*) (- / en el Perú / microsátélites, marcadores). Los resultados fueron colocados en tablas y figuras según el autor, año de publicación, nombre del estudio, país, categoría, objetivo de estudio, entre otros datos de interés. Donde se observó una mayor cantidad de investigaciones según el país y el género: Colombia para el género *Lagothrix* (8); México para el género *Alouatta* (7); Ecuador para el género *Ateles* (3). Y según el género: para el género *Lagothrix* (15); para el género *Alouatta* (13); para el género *Ateles* (10). Se concluyó que la cantidad de estudios realizados se encuentra influenciados por el estado de conservación de la especie. Y que, en el Perú, todavía no se usa profundamente la genética como herramienta para la conservación.

Palabras clave: *Atelidae*, *Lagothrix*, *Alouatta*, *Ateles*, conservación.

INTRODUCCIÓN

Con aproximadamente el 60% de los taxones de primates identificados como amenazados de extinción (IUCN, 2024), los primatólogos deben aprovechar todas las herramientas disponibles para garantizar su supervivencia. Lo que nos lleva a los estudios sobre diversidad genética. Los cuales son clave para la gestión de la conservación dado que son un gran apoyo en la determinación de la resiliencia de las poblaciones de primates ante los cambios ambientales y antropogénicos (Melo-Carrillo et al. 2020).

Adicionalmente, el desarrollo de nuevos tipos de marcadores genéticos, así como la mejora en los métodos analíticos y la automatización de los análisis genéticos (Sunnucks, 2000; Deyoung, et al. 2005), ha vuelto factible y más generalizada la integración de métodos genéticos en los estudios de poblaciones de fauna silvestre (Deyoung, et al. 2005). Permitiendo de esta manera la investigación de aspectos biológicos y ecológicos (alimentación y comportamiento social, relaciones parentales, selección natural) de especies amenazadas y que a veces son imposibles de evaluar de manera confiable sólo con estudios de campo observacionales.

Gracias a ello, una amplia variedad de cuestiones ecológicas puede ser resueltas mediante el uso de técnicas de genética molecular (Burke, 1994; Sunnucks, 2000). Entre las aplicaciones más frecuentes de la genética en el campo de la biología de especies se encuentran la determinación del sexo o la identificación específica de los individuos, la evaluación de la diversidad genética y la estructura poblacional, la determinación del parentesco, proporcionar el fundamento biológico el sistema de apareamiento, la estimación de la dispersión, migración y abundancia de individuos de una especie en un espacio y tiempo definidos, la historia demográfica poblacional, la detección de hibridación y la definición de unidades de manejo (Deyoung et al., 2005; Waits & Paetkau, 2005).

Además, es la única forma de determinar si es probable que los efectos genéticos deletéreos amenacen la supervivencia de una especie en el futuro a través de la pérdida de diversidad genética y la depresión por endogamia. La genética de la conservación es una disciplina joven, pero madura, que ha experimentado transformaciones rápidas a medida que los conjuntos de datos genéticos y genómicos se han vuelto cada vez más y más rápidamente disponibles para organismos no modelo (Ouborg et al., 2010; Shafer et al., 2015) incluidos primates no humanos (Girón-Galván et al., 2023; McManus et al., 2015; Prado-Martinez et al., 2013). Sin embargo, se ha observado que los investigadores de vida silvestre (y primatólogos) a menudo carecen de una formación genética adecuada para aplicar la información genética al manejo de poblaciones silvestres (Frankham, 2010; Shafer et al., 2015).

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la genética de poblaciones en primates, pertenecientes a la familia Atelidae, de los géneros *Alouatta*, *Lagothrix* y *Ateles*. Basándonos en la revisión bibliográfica encontrada y comparando la variabilidad de los géneros analizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó con una exhaustiva búsqueda de base de datos bibliográfico, para así tener los artículos más importantes del tema. La búsqueda se realizó en la base de datos de Google académico, PubMed, Scielo. Algunos artículos o revistas fueron descargadas a través del software SciHub. Donde se evaluó la información en las tres primeras páginas de los buscadores. Las palabras claves utilizadas en los buscadores fueron: Variabilidad genética, primates, *Alouatta*; Variabilidad genética, primates, *Lagothrix*; Variabilidad genética, primates, *Ateles*; Genética molecular en la conservación de primates de la familia Atelidae en

el Perú; Genética molecular en la conservación de primates de la familia Atelidae en el Perú, microsatélites, marcadores; Genética molecular en la conservación de primates de la familia Atelidae; Genética molecular en la conservación de primates de la familia Atelidae, microsatélites, marcadores; Genética molecular en la conservación de primates del género *Alouatta* en el Perú; Genética molecular en la conservación de primates del género *Alouatta* en el Perú, microsatélites, marcadores; Genética molecular en la conservación de primates del género *Alouatta*; Genética molecular en la conservación de primates del género *Alouatta*, microsatélites, marcadores; Genética molecular en la conservación de primates del género *Lagothrix* en el Perú; Genética molecular en la conservación de primates del género *Lagothrix* en el Perú, microsatélites, marcadores; Genética molecular en la conservación de primates del género *Lagothrix*; Genética molecular en la conservación de primates del género *Lagothrix*, microsatélites, marcadores; Genética molecular en la conservación de primates del género *Ateles* en el Perú; Genética molecular en la conservación de primates del género *Ateles* en el Perú, microsatélites, marcadores; Genética molecular en la conservación de primates del género *Ateles*; y Genética molecular en la conservación de primates del género *Ateles*, microsatélites, marcadores.

Se analizaron artículos de cinco países: México, Ecuador, Perú, Colombia y Costa Rica. Adicionalmente esta búsqueda fue restringida por el rango de año de publicación que fue del 2010 al 2024. Artículos más antiguos fueron descartados.

Se observó el estado de conservación de las familias y algunas especies para así poder describirlas y concluir o discutir sobre la información de cada una, para lo cual se ubicó el género en el Libro Rojo de la Fauna silvestre Amenazada del Perú, en el cual determina en qué categoría se encuentra la especie a investigar, el libro está dividido en cinco categorías: Peligro crítico, en peligro, vulnerable, casi amenazado y datos insuficientes. Finalmente se realizó una comparación entre la variabilidad de información encontrada en los géneros de primates analizados (*Alouatta*, *Lagothrix* y *Ateles*) y se elaboró cuadros y tablas comparativas, para el número de artículos encontrados, investigación según los países y categorías de investigación.

RESULTADOS

Como resultado, se encontraron 36 investigaciones, entre tesis y artículos. Entre las cuales se observaron los tipos de marcadores utilizados en las diferentes investigaciones se encontró: Microsatélites, Amplificación de loci y Genes mitocondriales como el empleo del COI y el COII. Los cuales fueron colocados en orden según su año de publicación, anotando datos de interés como: Autor, Nombre del Artículo, País donde se desarrolló la investigación, Categoría y Objetivo. Observándose que, según la categoría (Estado de conservación, Filogeografía, Variabilidad genética), fueron 22 las investigaciones que se abocaron al estudio del Estado de conservación, 24 investigaciones a la Variabilidad genética y 6 investigaciones a la Filogenia en específico (**Tabla 1**).

Tabla 1: Registros elegibles basados en nombre de revistas o conferencias y objetivos de los géneros *Lagothrix*, *Alouatta* y *Ateles*.

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL ESTUDIO	PAÍS	CATEGORÍA	OBJETIVO
Rengifo y Bueno	2011	Caracterización citogenética en individuos del género <i>Lagothrix</i> en Colombia (primates: Atelidae)	Colombia	Variabilidad genética	Analizar el cariotipo de varios individuos del género <i>Lagothrix</i> en cautiverio para determinar diferencias cromosómicas presentes en las dos subespecies que habitan en el país.
Argüello-Sánchez	2012	Genética de la conservación en <i>Alouatta palliata mexicana</i> : evaluación del efecto de la fragmentación del hábitat y sus poblaciones en Veracruz	México	Estado de conservación y Variabilidad genética	Comparar los patrones de variación y estructura genética de poblaciones aparentemente aislados con los de poblaciones en selva conservada de Mono aullador de manto.
Rodríguez-Matamoros et al.	2012	Viabilidad poblacional de <i>Alouatta palliata</i> (Primates: Atelidae) y <i>Cebus capucinus</i> (Primates: Cebidae) en el Refugio de Vida Silvestre Privado Nogal, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica	Costa Rica	Estado de conservación y Variabilidad genética	Comparar la viabilidad de las poblaciones fragmentadas actuales y poblaciones continuas si los fragmentos boscosos del RVSPN se unieran para formar un parche continuo.

Argüello-Sánchez y García-Feria	2014	La genética como herramienta para el estudio y conservación del género <i>Alouatta</i> en México	México	Estado de conservación y Variabilidad genética	El desarrollo de estrategias más efectivas para la conservación y supervivencia del género <i>Alouatta</i> en México.
Shanee, N. y Shane, S.	2014	Mono lanudo de cola amarilla (<i>Lagothrix flavicauda</i>): estado de conservación, amenazas antropogénicas e iniciativas de conservación	Colombia	Estado de conservación	Examinar las amenazas y las oportunidades de conservación de <i>Lagothrix flavicauda</i> utilizando estimaciones de rango actuales, hábitat disponible y estimaciones de densidad publicadas,
Ruiz-García et al.	2014	¿Cuántos géneros y especies de monos lanudos (Atelidae, Platyrrhine, Primates) hay? El primer análisis molecular de <i>Lagothrix flavicauda</i> , una especie endémica de primates peruanos	Perú	Filogenia y Variabilidad genética	Secuenciar genes mitocondriales COI y CO II de 141 monos lanudos neotropicales para proporcionar nuevos conocimientos sobre su filogeografía y relaciones filogenéticas.
Botero et al.	2015	Introducción a la filogeografía de <i>Lagothrix lagotricha</i> (sensu Fooden) en el norte de Sudamérica.	Colombia	Filogenia y Variabilidad genética	Revisar la filogeografía intraespecífica de <i>L. lagotricha</i> del noroeste de América del Sur, incluida la subespecie <i>L. l. poeppiggi</i> , <i>L. l. lagotricha</i> y <i>L. l. lugens</i> (sensu Fooden, 1963), utilizando datos de secuencia de ADN de la región I hipervariable de la región de control mitocondrial (HVI de bucle D).
Cerón	2015	Filogenia molecular y genética de poblaciones de <i>Alouatta palliata</i> e inferencias filogenéticas al interior del género <i>Alouatta</i> con secuencias de ADN mitocondrial	Colombia	Filogenia y Variabilidad genética	Determinar los niveles de diversidad genética y heterogeneidad mitocondrial en <i>Alouatta palliata</i> .
Murrieta-Villalobos	2015	Distribución y estado de conservación del Mono choro de cola amarilla (<i>Lagothrix flavicauda</i>) y el huapo colorado (<i>Cacajao calvus</i> ssp.) en el bosque de protección Alto Mayo (BPAM) – 2012	Perú	Estado de conservación	Determinar la distribución y el estado de conservación del Mono choro de cola amarilla (<i>Lagothrix flavicauda</i>) y del huapo colorado (<i>Cacajao calvus</i> spp.) en el BPAM en el año 2012.

Forero et al.	2016	Parámetros hematológicos en Monos araña de cabeza café (<i>Ateles fusciceps</i>) mantenidos en cautiverio en el centro de rescate Jambelí - Ecuador.	Ecuador	Estado de conservación y Variabilidad genética	Establecer parámetros hematológicos en Monos Araña de Cabeza Café (<i>Ateles fusciceps</i>).
Aliaga et al.	2016	Dieta del Mono araña marrón <i>ateles hybridus</i> en un fragmento de bosque en la reserva forestal de Caparo, Venezuela en temporada seca.	Perú	Estado de conservación	El objetivo fue caracterizar la dieta de <i>A. hybridus</i> , en un fragmento de bosque en temporada seca en la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela.
Páez	2016	Comportamiento y caracterización genética de churucos de montaña (<i>Lagothrix lagothricha lugens</i>) - inferencias en la filopatría de machos	Colombia	Estado de conservación y Variabilidad genética	Analizar los patrones de dispersión, relaciones de parentesco y paternidad en dos grupos de Monos churucos (<i>Lagothrix lagothricha lugens</i>) a partir de datos genéticos y comportamentales.
Albino	2017	Genética de poblaciones molecular de los primates del género <i>Lagothrix</i> (Atelidae; Platyrrhini; Primates): la posición sistemática del taxón Tschudii y la estructura espacial en <i>L. l. poeppigii</i> mediante secuencias mitocondriales	Colombia	Variabilidad genética	Aportar conocimiento molecular relevante para la sistemática y taxonomía del género <i>Lagothrix</i> .
Aquino et al.	2017	Estado de conservación de <i>Lagothrix flavicauda</i> y otros primates en bosques montanos de San Martín y Huánuco, Perú	Perú	Estado de conservación	Identificar las especies con quienes <i>L. flavicauda</i> comparte el hábitat, determinar la situación actual de sus poblaciones y del resto de especies e identificar sitios con poblaciones en buen estado de conservación para recomendar como áreas de Conservación y para el ecoturismo.
Rivera	2017	Filogeografía del Mono araña de cabeza café (<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>) en el Ecuador.	Ecuador	Filogenia y Variabilidad genética	Se aborda la influencia de la distribución geográfica, del Mono araña cabeza café (<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>), en el establecimiento de su estructura genética poblacional en el Ecuador

Morelos- Juarez et al.	2018	Distribución actual, ecología y estrategias para la conservación de un primate críticamente amenazado (<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>) en el Ecuador.	Ecuador	Estado de conservación	El objetivo es desarrollar acciones de conservación enfocadas a proteger esta especie de primate que incluyan la participación de las comunidades locales.
Quiroga	2018	Variación de las comunidades de parásitos gastrointestinales de Monos churuco (<i>Lagothrix lagothricha</i>) durante un proceso de reintroducción	Colombia	Estado de conservación	Caracterizar las comunidades de parásitos de un grupo de Monos churuco antes y después de un proceso de reintroducción con la intención de observar el cambio en las comunidades parasitarias en la fase de cautiverio y vida silvestre.
Rodríguez	2018	Una estrategia didáctica con base en los procesos ecosistémicos presentes en el <i>Lagothrix lagothricha</i> (churuco) para su conservación y valoración en la Uribe - Meta, Colombia	Colombia	Estado de conservación	Diseñar una estrategia didáctica para comprender el valor de esta especie y su importancia en cuanto a la regeneración de los bosques y así, permitir una valoración y conservación en ellos.
Almeyda et al.	2019	Preferencia de hábitat en el Mono choro de cola amarilla (<i>Lagothrix flavicauda</i>) en peligro crítico de extinción en La Esperanza, Perú	Perú	Estado de conservación	Identificar las características del hábitat más utilizado por <i>L. flavicauda</i> proporcionar información que sea útil para la selección de sitios prioritarios para las medidas de conservación.
Guerrón	2019	Análisis de la efectividad de las políticas, estrategias y acciones de conservación para las especies de primates: <i>Lagothrix lagothricha</i> , <i>Leontocebus lagonotus</i> y <i>Cebuella pygmaea</i> en la Amazonía Ecuatoriana	Ecuador	Estado de conservación	Evaluar las políticas, estrategias y acciones de conservación para los primates: <i>Cebuella pygmaea</i> , <i>Lagothrix lagothricha</i> , <i>Leontocebus lagonotus</i> para realizar recomendaciones de mejoras.
Novoa	2019	Análisis comportamental y físico para la predicción del grado de éxito en la reintroducción de Monos churucos (<i>Lagothrix lagothricha</i>) en Colombia	Colombia	Variabilidad genética	Comparar los cambios comportamentales en las distintas fases de un proyecto de reintroducción generando un modelo para evaluar el éxito o fracaso en el proceso, según características físicas y comportamentales de los individuos.

Guerra	2020	Diversidad de primates en los bosques montanos de la región amazonas, Perú-2018.	Perú	Variabilidad genética	Determinar la diversidad y abundancia de primates en los bosques montanos de la Región Amazonas, al norte del Perú; para ello se utilizó la metodología de censos por transectos, con las recomendaciones dadas por Aquino (2015) y entrevistas abiertas a la población aledaña.
McHugh et al.	2020	Primer registro del Mono choro de cola amarilla peruano <i>Lagothrix flavicauda</i> en la Región Junín, Perú	Perú	Variabilidad genética	Reportar el descubrimiento de una población al sur de su rango previamente conocido, en la Región Junín y presentar una oportunidad única para la conservación de esta especie en peligro crítico.
Melo-Carrillo et al.	2020	Baja diversidad genética y limitada estructura genética en toda la distribución del Mono aullador de México (<i>Alouatta palliata mexicana</i>), una especie en peligro crítico de extinción	México	Estado de conservación y Variabilidad genética	Evaluar la diversidad genética y la estructura poblacional de la subespecie <i>Alouatta palliata mexicana</i>
García	2020	Efecto de los ríos como barrera genética en <i>Ateles hybridus</i> y <i>Cebus versicolor</i> , Magdalena medio, Colombia	Colombia	Estado de conservación y Variabilidad genética	Evaluar el efecto de los ríos en la diferenciación genética en <i>Ateles hybridus</i> y <i>Cebus versicolor</i>
Martín	2021	Estructura genética del Mono aullador de manto (<i>Alouatta palliata mexicana</i>) y su conservación en México	México	Estado de conservación Variabilidad genética	Estudiar la estructura genética de las poblaciones silvestres del Mono aullador de manto <i>A. p. mexicana</i> a lo largo de su distribución en México, y así evaluar la estructura genética de sus poblaciones, tamaño efectivo poblacional, endogamia y parentesco.
Solórzano-García et al.	2021	Implicaciones de conservación al vivir en remanentes de bosque: endogamia y estructura genética de los monos aulladores de manto más septentrionales.	México	Estado de conservación y Variabilidad genética	Determinar los efectos genéticos negativos en <i>A. p. mexicana</i> como resultado del aislamiento, la fragmentación y el pequeño tamaño efectivo de la población. Empleando técnicas de muestreo no invasivas y evaluando los loci de microsatélites y secuencias de citocromo b

					mitocondrial de 127 individuos de 15 poblaciones silvestres y dos poblaciones semicautivas.
Zaldaña-Orantes et al.	2021	Diversidad genética del Mono araña de manos negras <i>Ateles geoffroyi</i> (Primates: Atelidae), especie en peligro de extinción, en un paisaje fragmentado de El Salvador	El salvador	Estado de conservación y Variabilidad genética	Evaluar la diversidad genética y la estructura de las cuatro poblaciones utilizando marcadores microsatélites
Pineda-Rodríguez	2021	Diversidad genética del género <i>Alouatta</i> en Panamá a partir de secuencias de citocromo C oxidasa subunidad 1	Panamá	Variabilidad genética	Esclarecer el número de especies de <i>Alouatta</i> en el país, comparando las genéticas a partir de las secuencias parciales del gen citocromo oxidasa C subunidad 1 de 51 individuos designados como <i>A. p. palliata</i> (Chiriquí), <i>A. c. coibensis</i> (Coiba), <i>A. p. aequatorialis</i> (Gamboa y Darién) y <i>A. c. trabeata</i> (Azuero).
Steinberg et al.	2022	¿Qué nos dicen los primates neotropicales bajo la mirada de la citogenética?	Argentina	Variabilidad genética	Contribuir de manera original al conocimiento sobre la especiación a diferentes niveles, así como sobre la arquitectura y dinámica del genoma de estos primates.
Urbani y Kowalewski	2022	Filogenia y comportamiento: implicaciones en estudios primatológicos.	Venezuela y Argentina	Filogenia, Variabilidad genética.	Explorar la relación entre la filogenia y el comportamiento, y las posibles restricciones que esta ofrece a la expresión de comportamientos.
Van Belle y Di Fiore	2022	Patrones de dispersión en Monos aulladores negros (<i>Alouatta pigra</i>): integración de datos demográficos y moleculares plurianuales.	México	Estado de conservación	Describir las diversas estrategias de dispersión de los Monos aulladores negros machos y hembras (<i>Alouatta pigra</i>) que habitan el Parque Nacional Palenque, México.
Girón-Galván et al.	2023	Esfuerzos de conservación e investigación para el Mono araña de Geoffroy (<i>Ateles geoffroyi</i>) en El Salvador	El salvador	Estado de conservación	Determinar el estado de conservación de <i>Ateles geoffroyi</i> en El Salvador

Díaz-Ferguson et al.	2024	Aproximación genética del Mono aullador de la Isla de Coiba <i>Alouatta coibensis coibensis</i> de Panamá y sus implicaciones para la conservación	Panamá	Estado de conservación, Variabilidad genética	Estudiar la diversidad genética y la conectividad en una muestra de la población de Mono aullador <i>Alouatta coibensis coibensis</i> de isla Coiba en Panamá.
Rincón	2024	Filogeografía del Mono araña café (<i>Ateles hybridus</i>): influencia del aislamiento geográfico sobre la estructura genética de poblaciones en Colombia y Venezuela	Colombia y Venezuela	Filogeografía y Variabilidad genética	Evaluar la influencia de las barreras geográficas y el aislamiento por distancia sobre la estructura genética de <i>A. hybridus</i> en Colombia, mediante el análisis de secuencias del gen citocromo c oxidasa subunidad II (COII) y la región hipervariable 1 (HVI) de la sección mitocondrial D-loop

Se observó una mayor cantidad de investigaciones según el país y el género: Colombia para el género *Lagothrix*, 8 investigaciones; México para el género *Alouatta*, 7 investigaciones; Ecuador para el género *Ateles*, 3 investigaciones. Y según el género: para el género *Lagothrix*, 15 investigaciones; para el género *Alouatta*, 13 investigaciones; para el género *Ateles*, 10 investigaciones (**Tabla 2**).

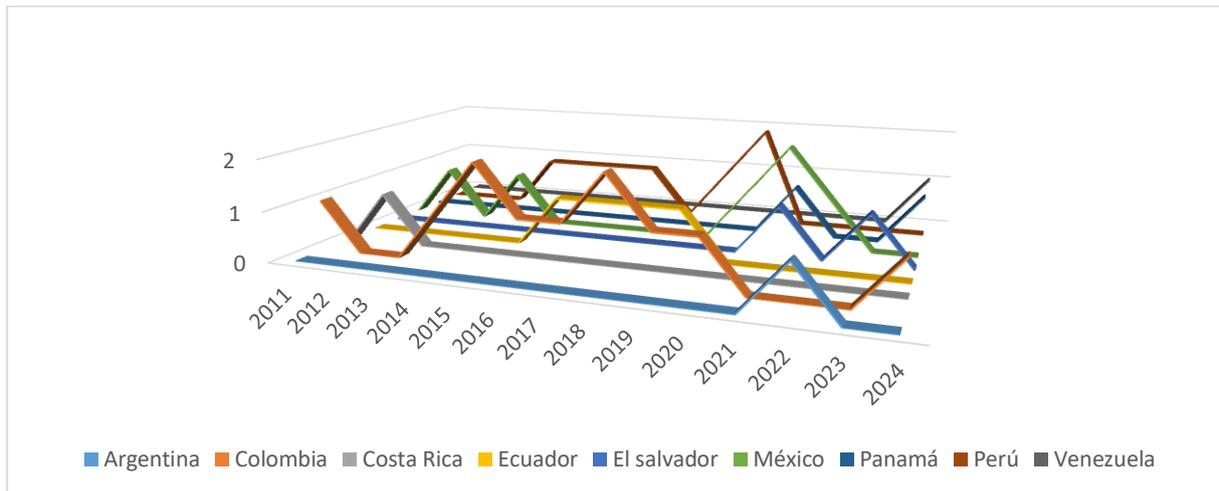
Tabla 2: Distribución según el país de la investigación para *Lagothrix*, *Alouatta* y *Ateles*.

País\Género	<i>Lagothrix</i>	<i>Ateles</i>	<i>Alouatta</i>	TOTAL
Colombia	8	2	1	11
México	0	0	7	7
Costa Rica	0	0	1	1
Perú	6	1	0	7
Ecuador	1	3	0	4
El salvador	0	2	0	2
Panamá	0	0	2	2
Argentina	0	1	1	2
Venezuela	0	1	1	2
TOTAL	15	10	13	38

La Figura 1 muestra una presentación de investigaciones más presente a lo largo de los años en Colombia, seguido por México y Perú, con menos presencia sigue Ecuador, y ya con

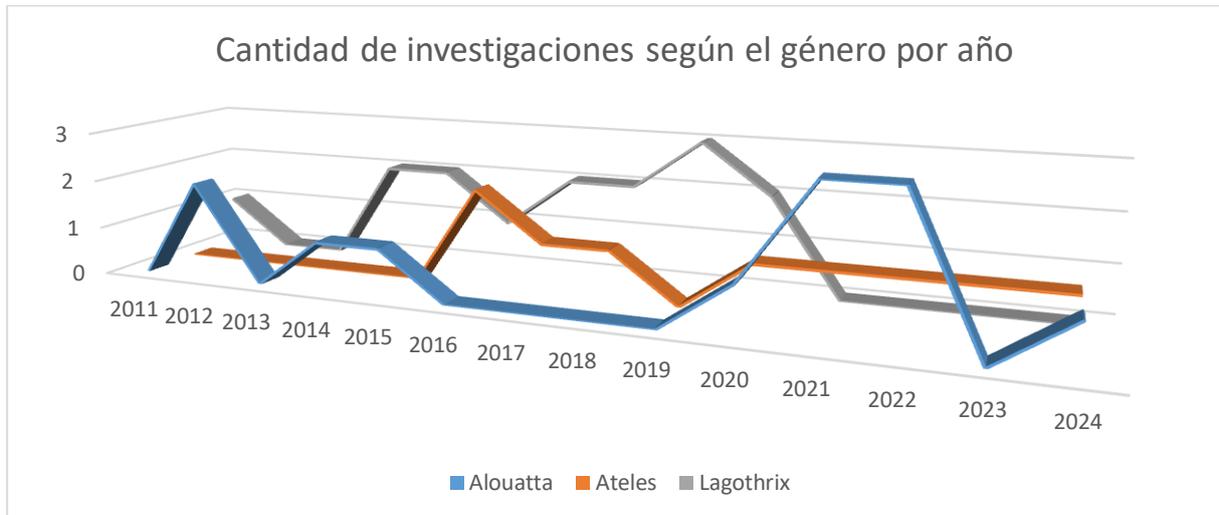
solo 1 o 2 investigaciones presentadas entre el 2010 y el 2024 están Argentina, Costa Rica, El Salvador, Panamá, Venezuela.

Figura 1. Distribución en líneas 3D en una línea de tiempo según la cantidad de investigaciones por país.



La Figura 2 señala una mayor investigación hasta el 2021 del género *Lagothrix*, siendo el 2019 el año con más investigaciones, 3 en total para el género; para el género *Alouatta* entre el 2016 al 2019 no se encontraron investigaciones y en otros años se encontraron entre 1 o 2 investigaciones; y para el género *Ateles* a partir del 2017 recién iniciaron las investigaciones para este género.

Figura 2. Distribución en líneas 3D en una línea de tiempo según la cantidad para *Lagothrix*, *Alouatta* y *Ateles*.



DISCUSIÓN

Para la especie *Lagothrix flavicauda*, especie endémica del Perú y en donde, según el Libro Rojo (IUCN, 2024), se le encuentra catalogada como especie en peligro crítico, se encontraron 5 investigaciones desde el año 2014 hasta el año 2020. A diferencia de la especie *Lagothrix lagotricha* para la cual solo se encontró 1 investigación en el periodo anteriormente mencionado para el Perú a pesar de que se encuentra en peligro según el Libro Rojo (IUCN, 2024). Más si se encontró investigación significativa en Colombia donde se identificaron 6 artículos y en Ecuador se identificó 1 artículo.

Para la especie *Ateles fusciceps* se encontraron unas tres investigaciones realizados en Ecuador, cabe mencionar que en el Libro Rojo (IUCN, 2024) está categorizada como especie en peligro crítico para dicho país. También, para la especie *Ateles hybridus* se encontraron en unas 3 investigaciones, 1 antiguo en Perú y 2 actuales en Colombia (uno de ellos en colaboración con Venezuela), en donde el Libro Rojo (IUCN, 2024) menciona que en Colombia se encuentra categorizada como especie en peligro crítico. En el Perú no se encontraron artículos relacionados a su conservación, probablemente debido a que no se encuentra en el amenazada en el Perú según en el Libro Rojo (IUCN, 2024).

Alouatta palliata fue identificada en 5 investigaciones realizadas en Costa Rica, Colombia, México y Panamá. Sin embargo, no se registraron artículos recientes para Perú, aunque se registra como especie vulnerable tanto en Perú como en los otros países en los que

se realizaron los estudios encontrados según el Libro Rojo (IUCN, 2024). Las investigaciones encontradas podrían funcionar como modelo de guía para la conservación en el Perú.

El estudio del Estado de conservación, Variabilidad genética y Filogenia de las poblaciones de primates de la familia Atelidae se ve claramente diferenciado en cuanto a cantidad de artículos y el país en el que se realicen las investigaciones. Encontrando una mayor cantidad los artículos dirigidos al estudio sobre el fueron 22 las investigaciones que se abocaron al estudio del Estado de conservación, 24 investigaciones a la Variabilidad genética y 6 investigaciones a la Filogenia en específico. Por otro lado, también, para los tres géneros estudiados se observó una clara diferencia en el número de investigaciones que al parecer están relacionadas con la presencia o no de la especie estudiada en el Libro Rojo (IUCN, 2024) del país en el que el estudio se efectúe.

En la actualidad las especies de los géneros como *Alouatta*, *Ateles* y *Lagothrix* como *Alouatta seniculus*, *Lagothrix flavicauda* & *Ateles chamek*; se encuentran catalogadas como especies en amenazadas en el Perú según Libro Rojo (IUCN, 2024). Sin embargo, se encontraron más artículos sobre la conservación de estas especies o especies del mismo género en Colombia para el género *Lagothrix*, México para el género *Alouatta* y Ecuador para el género *Ateles*. También se encontró que, dentro de los estudios observados sobre el Estado de conservación, el uso de marcadores como Microsatélites Amplificación de loci y Genes mitocondriales fue popular en los géneros *Alouatta* & *Lagothrix*. No obstante, se puede observar que en el estudio del género *Ateles*, solo a partir del 2017 se inició con la investigación del género y por ende la aplicación de marcadores moleculares en su conservación. Evidenciando el resarcimiento de un claro descuido del género mencionado, teniendo en cuenta la presencia del género *Ateles* en el Libro Rojo no es reciente (IUCN, 2024).

El deterioro genético para especies en cautiverio puede deberse a procesos de entrecruzamiento, también se da por reducción del hábitat natural (Cancino, 2005). Y si en adición no hay migración entre poblaciones la variabilidad genética disminuirá, lo que significa una reducción del éxito en programas de reintroducción (Melo-Carrillo et al. 2020). Por otro lado, la baja diversidad genética para países de diferentes continentes se puede deber a la historia de colonización y expansión, en donde se observa una relación negativa entre diversidad y latitud, a medida que aumenta la latitud se reduce el número promedio de alelos, heterocigosidad esperada y observada (Cevallos, 2017). Por lo que, en el estudio sobre conservación, hay muchos datos que se deben de tomar en cuenta y que justifican y exigen una mayor investigación para un mayor éxito en la recuperación de las especies amenazadas.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, A. E. Genética de poblaciones molecular de los primates del género *Lagothrix* (Atelidae; Platyrrhini; Primates): la posición sistemática del taxón *Tschudii* y la estructura espacial en *L. l. poeppigii* mediante secuencias mitocondriales. 2017. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana Facultad De Ciencias.
- ALIAGA SAMANEZ, A.; DUQUE-SANDOVAL, D. y IANNACONE, J. Dieta del mono araña marrón *Ateles hybridus* en un fragmento de bosque en la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela en temporada seca. *The biologist*, v. 14, n. 1, p. 109-119, 2016.
- ALMEYDA, S. L.; BROADBENT, E. N.; SHANEE, S.; SHANEE, N.; DELUYCKER, A.; STEINBERG, M.; FORD, S. A.; HERNÁNDEZ, A.; FERNANDEZ-HILARIO, R., LAGOS, C.; ALMEYDA, A. M. Habitat preference in the critically endangered yellow - tailed woolly monkey (*Lagothrix flavicauda*) at La Esperanza, Perú. *American Journal of Primatology*, v. 81, n. 8, e23032, 2019.
- AQUINO, R.; GARCÍA, G.; CHARPENTIER, E.; LÓPEZ, L. Estado de conservación de *Lagothrix flavicauda* y otros primates en bosques montanos de San Martín y Huánuco, Perú. *Revista peruana de biología*, v. 24, n. 1, p. 25-34, 2017.
- ARGÜELLO-SÁNCHEZ, L. E. Genética de la conservación en *Alouatta palliata* mexicana: evaluación del efecto de la fragmentación del hábitat y sus poblaciones en Veracruz. 2012. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología.
- ARGÜELLO-SÁNCHEZ, L. E. y GARCÍA-FERIA, L. M. La genética como herramienta para el estudio y conservación del género *Alouatta* en México. *Acta zoológica mexicana*, v. 30, n. 2, p. 387-394, 2014.
- BOTERO, S.; STEVENSON, P. R.; DI FIORE, A. A primer on the phylogeography of *Lagothrix lagotricha* (sensu Fooden) in northern South America. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 82, p. 511-517, 2015.
- CANCINO, J. D. J. Factores ecológicos y antropogénicos que influyen en el estatus del berrendo peninsular (*Antilocapra americana peninsularis*): La estrategia para su recuperación. 2005. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, s.c.
- CERÓN, Á. M. Interferencia filogenética al interior del género *Alouatta* con secuencias de ADN mitocondrial. En: *Huila biodiverso: conceptos y desafíos*, 1 ed. Bogotá. Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO, 2022.
- CEVALLOS, O. F. Caracterización morfométrica y molecular del bovino criollo en la provincia de Manabí (ECUADOR). 2017. Tesis de Doctorado. Universidad de Córdoba.
- DEYOUNG, R. W.; HONEYCUTT, R. L. The molecular toolbox: genetic techniques in wildlife ecology and management. *Journal of Wildlife Management*, v. 69, p. 1362-1384, 2005.
- DÍAZ-FERGUSON, E.; RAMOS, C. W.; PINEDA, Y.; GUTIÉRREZ-PINEDA, K. M.; CASTRO-PÉREZ, E.; MÉNDEZ-CARVAJAL, P. G. Genetic approach of the Coiba Island howler monkey *Alouatta coibensis coibensis* from Panama, and its conservation implications. *Tecnociencia*, v. 26, n. 1, p. 112-128, 2024.
- FORERO, A. S.; MUÑOZ, M. A.; MONTERO, N. Parámetros hematológicos en monos araña de cabeza café (*Ateles fusciceps*) mantenidos en cautiverio en el centro de rescate Jambelí – Ecuador. 2016. Trabajo de Conclusión de Curso (Graduación en Medicina Veterinaria) - Universidad San Francisco de Quito, Quito, 2016.

- FRANKHAM, R. Where are we in conservation genetics and where do we need to go? Conservation genetics. v. 11, n. 2, p. 661-663, 2010.
- GARCÍA, S. Efecto de los ríos como barrera genética en *Ateles hybridus* y *Cebus versicolor*, Magdalena medio, Colombia. 2020. Tesis de Maestría. Universidad de los Andes.
- GIRÓN-GALVÁN, L. E.; ZALDAÑA-ORANTES, K.; SANCHEZ-TREJO, L.; CASTILLO, E.; RODRÍGUEZ, M. E. Conservation and research efforts for Geoffroy's spider monkey (*Ateles geoffroyi*) in El Salvador. Neotropical Primates, v. 29, n. 1, p. 92-96, 2023.
- GUERRÓN, D. Análisis de la efectividad de las políticas, estrategias y acciones de conservación para las especies de primates: *Lagothrix lagotrichia*, *Leontocebus lagonotus* y *Cebuella pygmaea* en la Amazonía Ecuatoriana. Trabajo de Conclusión de Curso (Graduación en Ingeniería Geógrafa en Gestión Ambiental) - Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2019.
- THE INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE [IUCN]. *The Red List categories and criteria 2024*. [en línea] [citado el 9 de noviembre del 2024]. Disponible en <https://www.iucnredlist.org/es>.
- MARTÍN, D. Z. Estructura genética del mono aullador de manto (*Alouatta palliata mexicana*) y su conservación en México. 2021. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- MCHUGH, S. M.; CORNEJO, F. M.; MCKIBBEN, J.; ZARATE, M.; TELLO, C.; JIMÉNEZ, C. F.; SCHMITT, C. A. First record of the Peruvian yellow-tailed woolly monkey *Lagothrix flavicauda* in the Región Junín, Perú. Oryx, v. 54, n. 6, p. 814-818, 2020.
- MCMANUS, K. F.; KELLEY, J. L.; SONG, S.; VEERAMAH, K. R.; WOERNER, A. E.; STEVISON, L. S.; ... HAMMER, M. F. Inference of gorilla demographic and selective history from whole-genome sequence data. Molecular biology and evolution, v. 32, n. 3, p. 600-612, 2015.
- MELO-CARRILLO, A.; DUNN, J. C.; CORTÉS-ORTIZ, L. Low genetic diversity and limited genetic structure across the range of the critically endangered Mexican howler monkey (*Alouatta palliata mexicana*). American Journal of Primatology, v. 82, n. 8, e23160, 2020.
- MORELOS-JUAREZ, C. TAPIA, A.; CERVERA, L.; ALFONSO-CORTEZ, F.; FUENTES, N.; ARAGUILLIN, E.; ZAPATA-RIOS, G.; SPAAN, D.; PECK, M. Distribución actual, ecología y estrategias para la conservación de un primate críticamente amenazado (*Ateles fusciceps fusciceps*) en el Ecuador. 1era ed. Brighton. University of Sussex. 2018.
- MURRIETA-VILLALOBOS, E. Distribución y estado de conservación del mono choro de cola amarilla (*Lagothrix flavicauda*) y el huapo colorado (*Cacajao calvus* ssp.) en el bosque de protección Alto Mayo (BPAM) - 2012. Tesis de Conclusión de Curso (Graduación en Ingeniería Ambiental) - Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2015.
- NOVOA, T. Análisis comportamental y físico para la predicción del grado de éxito en la reintroducción de monos churucos (*Lagothrix lagotricha*) en Colombia. Tesis de Conclusión de Curso (Graduación en Biología) - Universidad de los Andes, Bogotá, 2019.
- OUBORG, N. J.; Pertoldi, C.; Loeschcke, V.; Bijlsma, R. K.; Hedrick, P. W. Conservation genetics in transition to conservation genomics. Trends in genetics, v. 26, n. 4, p. 177-187, 2010.
- PÁEZ, E. Comportamiento y caracterización genética de churucos de montaña (*Lagothrix lagotricha lugens*) - inferencias en la filopatría de machos. Tesis de Maestría. Universidad de los Andes, Bogotá, 2016.

- PINEDA-RODRÍGUEZ, Y. Y. Diversidad genética del género *Alouatta* en Panamá a partir de secuencias de citocromo C oxidasa subunidad 1. 2021. Tesis de Doctorado. Universidad de Panamá.
- PRADO-MARTINEZ, J.; Sudmant, P. H.; Kidd, J. M.; Li, H.; Kelley, J. L.; Lorente-Galdos, B.; Veeramah, K. R.; Woerner, A. E.; O'Connor, T. D.; Santpere, G.; Cagan, A.; Theunert, C.; Casals, F.; Laayouni, H.; Munch, K.; Hobolth, A.; Halager, A. E.; Malig, M.; Hernandez-Rodriguez, J.; ... Marques-Bonet, T. Great ape genetic diversity and population history. *Nature*, v. 499, n. 7459, p. 471-475, 2013.
- QUIROGA, C. A. Variación de las comunidades de parásitos gastrointestinales de monos churuco (*lagothrix lagothricha*) durante un proceso de reintroducción. 2018. Tesis de Maestría. Universidad de los Andes.
- RENGIFO, L. Y.; BUENO, M. L. Caracterización citogenética en individuos del género *Lagothrix* en Colombia (Primates: Atelidae). *Acta Biológica Colombiana*, v. 16, n. 2, p. 99-107, 2011.
- RINCÓN, J. Z. Filogeografía del mono araña café (*Ateles hybridus*): influencia del aislamiento geográfico sobre la estructura genética de poblaciones en Colombia y Venezuela. 2024. Tesis de Maestría. Universidad de los Andes.
- RIVERA, E. S. Filogeografía del mono araña de cabeza café (*Ateles fusciceps fusciceps*) en el Ecuador. Trabajo de Conclusión de Curso (Graduación en Ciencias Biológicas y Ambientales) - Universidad Central del Ecuador, Quito, 2017.
- RODRÍGUEZ-MATAMOROS, J.; VILLALOBOS-BRENES, F. y GUTIÉRREZ-ESPELETA, Gustavo A. Population viability of *Alouatta palliata* (Primates: Atelidae) and *Cebus capucinus* (Primates: Cebidae) at Refugio de Vida Silvestre Privado Nogal, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, v. 60, n. 2, p. 809-832, 2012.
- RODRÍGUEZ, S. Una estrategia didáctica con base en los procesos ecosistémicos presentes en el *Lagothrix lagothricha* (churuco) para su conservación y valoración en la Uribe - Meta, Colombia. Trabajo de Conclusión de Curso (Graduación en Biología) - Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, 2018.
- RUIZ-GARCÍA, M.; PINEDO-CASTRO, M.; SHOSTELL, J. M. How many genera and species of woolly monkeys (Atelidae, Platyrrhine, Primates) are there? The first molecular analysis of *Lagothrix flavicauda*, an endemic Peruvian primate species. *Molecular phylogenetics and evolution*, v. 79, p. 179-198, 2014.
- SHAFER, A. B. A., WOLF, J. B. W.; ALVES, P. C.; BERGSTRÖM, L.; BRUFORD, M. W.; BRÄNNSTRÖM, I.; COLLING, G.; DALÉN, L.; DE MEESTER, L.; EKBLOM, R.; FAWCETT, K. D.; FIOR, S.; HAJIBABAEI, M.; HILL, J. A.; HOEZEL, A. R.; HÖGLUND, J.; JENSEN, E. L.; KRAUSE, J.; KRISTENSEN, T. N.; ... & ZIELIŃSKI, P. Genomics and the challenging translation into conservation practice. *Trends in ecology & evolution*, v. 30, n. 2, p. 78-87, 2015.
- SHANEE, N.; SHANEE, S. Yellow-Tailed Woolly Monkey (*Lagothrix flavicauda*): Conservation Status, Anthropogenic Threats, and Conservation Initiatives. *The Woolly Monkey*, v. 39, p. 283-299, 2014.
- SOLÓRZANO-GARCÍA, B.; ZUBILLAGA, D.; PIÑERO, D.; VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, E. Conservation implications of living in forest remnants: inbreeding and genetic structure of the northernmost mantled howler monkeys. *Biotropica*, v. 53, n. 4, p. 1163-1177, 2021.
- STEINBERG, E. R.; BRESSA, M. J.; MUDRY, M. D. What do neotropical primates tell us under the look of cytogenetics? *Journal of Basic and Applied Genetics*, v. 33, n. 1, p. 97-105, 2022.

- SUNNUCKS, P. Efficient genetic markers for population biology. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 15, p. 199-203, 2000.
- URBANI, B.; KOWALEWSKI, M. Filogenia y comportamiento: implicaciones en estudios primatológicos. *Estudios de Antropología Biológica*, v. 19, 2022.

Recibida Enero, 2025.

Aceptada Marzo, 2025.