

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOSISTEMAS

**VARIACIONES EN EL REPERTORIO VOCAL DE *ATELES*
BELZEBUTH BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO Y SEMI-
LIBERTAD Y SU IMPACTO EN LA COMUNICACIÓN**

Proyecto de investigación previo a la obtención de Título de:

INGENIERO EN ECOSISTEMAS

AUTOR: DANIELA SOFÍA NARVÁEZ ARGUELLO

TUTOR: PhD. SARA ÁLVAREZ SOLAS

NAPO-ECUADOR

2023

DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Daniela Sofía Narváez Arguello, con documento de identidad N° 1723371595, declaro que los resultados Obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título de Ingeniería en Ecosistemas, son absolutamente inéditos, originales, auténticos y personales.

En virtud de lo cual, el contenido, criterios, opiniones, resultados, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en la presente investigación son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Tena, 14 de marzo de 2023



Daniela Sofía Narváez Arguello
1723371595

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Daniela Sofía Narváez Arguello, con documento de identidad N° 1723371595, en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación: VARIACIONES EN EL REPERTORIO VOCAL DE ATELES BELZEBUTH BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO Y SEMI-LIBERTAD Y SU IMPACTO EN LA COMUNICACIÓN de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, reconozco a favor de la Universidad Regional Amazónica Ikiam una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Así mismo autorizo a la Universidad Regional Amazónica Ikiam para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación superior.

Tena, 14 de marzo de 2023



Daniela Sofía Narváez Arguello

1723371595

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Certifico que el Trabajo de Integración Curricular Titulado: VARIACIONES EN EL REPERTORIO VOCAL DE *ATELES BELZEBUTH* BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO Y SEMI-LIBERTAD Y SU IMPACTO EN LA COMUNICACIÓN, en la modalidad: (artículo científico), fue realizado por: Daniela Sofía Narváez Arguello, bajo mi dirección.

El mismo ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad Regional Amazónica Ikiam, para su entrega y defensa.

Tena, 14 de marzo de 2023



Sara Álvarez Solas

1756474969

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por la Fundación para la Conservación Mohamed bin Zayed Species a través de un fondo obtenido por la PhD. Sara Álvarez para el estudio del mono araña. Agradezco a Klever Licuy por su inestimable ayuda de campo, y a Diana Morales por su guía para llevar a cabo el procesamiento de datos acústicos. También agradecemos a los dueños y administradores del Centro de Rescate AmaZOOnico, Zoológico El Arca, Paseo de los Monos y Zoorefugio Tarqui por permitirnos realizar este estudio en sus instalaciones.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mi madre por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mi tía y a mi abuela que con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mi padre por su apoyo a lo largo de estos años.

A todas mis amigas y amigos, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por demostrarme su determinación, fortaleza, ilusión y pasión en cada sueño. Siempre las llevo en mi corazón.

Y a cada uno de los monos araña que formaron parte de este estudio cuyos momentos a su lado fueron invaluable.

TABLA DE CONTENIDO

CARATULA	
DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
MATERIALES Y MÉTODOS	4
RESULTADOS	11
DISCUSIÓN	23
CONCLUSIONES	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Individuos de <i>A. belzebuth</i> en estudio por sitio de muestreo, composición y condición	15
Tabla 2. Posible repertorio vocal para de <i>Ateles belzebuth</i>	24
Tabla 3. Frecuencia relativa de cada llamada de acuerdo con cada centro y el estudio presentado con <i>Ateles hybridus</i>	24
Tabla 4. Frecuencia relativa de vocalizaciones asociadas a cada comportamiento por centro	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de los sitios de muestreo ..	4
Figura 2. Espectrogramas de llamadas de contacto.....	12
Figura 3. Espectrogramas de llamadas sociales.....	14
Figura 4. Espectrogramas de llamadas de alarma	15
Figura 5. Representación gráfica del Análisis de Función Discriminante para los tipos de vocalizaciones de los 5 grupos de estudio, usando 10 parámetros acústicos	16
Figura 6. Representación gráfica del resultado de PCA para los cuatro tipos de vocalizaciones más frecuentes y presentes en todos los centros.	18
Figura 7. Representación gráfica que muestra la diferencia entre hembras y machos en cautiverio para <i>knacker</i> , <i>long call</i> , <i>twitter</i> y <i>whinny</i>	22

ÍNDICE DE MATERIAL SUPLEMENTARIO

Anexo 1. Repertorio vocal reportado para el género <i>Ateles</i>	15
Anexo 2. Parámetros acústicos y sus definiciones medido para <i>Ateles belzebuth</i>	24
Anexo 3. Frecuencia relativa de cada llamada de acuerdo con cada centro y el estudio presentado con <i>Ateles hybridus</i>	24
Anexo 4. Frecuencia relativa de vocalizaciones asociadas a cada comportamiento por centro	25

RESUMEN

Los distintos sistemas de comunicación, incluyendo la comunicación acústica, son un buen indicador del bienestar de los animales sociales porque favorecen la supervivencia de un individuo, grupo social o especie. En los primates, las vocalizaciones transmiten información sobre aspectos de la vida como intenciones y emociones o coordinan actividades dentro o fuera del grupo en diferentes contextos. El mono araña de vientre amarillo (*Ateles belzebuth*) catalogado En Peligro (EN) para la lista roja de la UICN, es una de las especies de primates del nuevo mundo con mayor complejidad acústica debido a su marcado sistema fisión-fusión, sin embargo, los estudios acústicos en la especie son muy escasos. En este estudio se muestra el repertorio detallado de monos araña en condiciones de cautividad y semi-libertad, combinando análisis bioacústicos y observaciones en campo. Para el desarrollo de este trabajo se tomaron datos de 13 individuos en cautiverio localizados en el Centro de Rescate AmaZOOnico, El Arca, Paseo de los Monos, Tarqui y 7 individuos en semi-libertad en el Bosque Protector Selva Viva, acumulando alrededor de 300 horas de grabaciones con un micrófono unidireccional a una distancia máxima de 20 metros. Se describió las vocalizaciones a través de parámetros acústicos con el software Raven Pro, utilizando 20 variables relacionadas a la duración, frecuencia, entropía, energía, armónicos y notas. Adicionalmente, se registró el contexto comportamental en la que ocurría cada vocalización con el uso de la aplicación CyberTracker y un etograma establecido previamente. Nuestros resultados sugieren que los individuos en semi-libertad emiten los mismos tipos de vocalizaciones y en frecuencias similares reportadas en especies del mismo género en libertad, mientras que los individuos en cautiverio tienen un repertorio vocal reducido y en su mayoría las vocalizaciones están dirigidas hacia los humanos. Con respecto a la variación acústica, algunos tipos de vocalizaciones mostraron características propias para cada centro de estudio. Los estudios acústicos son una herramienta muy útil para determinar si las relaciones sociales son estables en un grupo, aportar información sobre el bienestar de los individuos, así como entender si los animales son aptos para procesos de reintroducción.

Palabras clave: acústica, comunicación, monos araña, cautividad, semi-libertad

ABSTRACT

Different communication systems, including acoustic communication, are good indicators of the welfare of social animals because they favor the survival of individuals, social groups or species. In primates, vocalizations convey information about aspects of life such as intentions and emotions or coordinate in-group and out-group activities in different contexts. The yellow-bellied spider monkey (Ateles belzebuth), listed as Endangered (EN) for the IUCN Red List, is one of the most acoustically complex primate species in the New World due to its marked fission-fusion system; however, acoustic studies on the species are very scarce. This study shows the detailed repertoire of spider monkeys in captive and semi-freedom conditions, combining bioacoustics analyses and field observations. For this work, data were taken from 13 individuals in captivity located in the AmaZOOnico Rescue Center, El Arca, Paseo de los Monos, Tarqui, and 7 individuals in semi-freedom in the Selva Viva Protected Forest, accumulating about 300 hours of recordings with a unidirectional microphone at a maximum distance of 20 meters. Vocalizations were described through acoustic parameters with Raven Pro software, using 20 variables related to duration, frequency, entropy, energy, harmonics, and notes. Additionally, the behavioral context in which each vocalization occurred was recorded using the CyberTracker application according to a previously established ethogram. Our results suggest that individuals in semi-freedom emit the same types of vocalizations and at similar frequencies reported in species of the same genus in the wild, while individuals in captivity have a reduced vocal repertoire, and most vocalizations are directed towards humans. With respect to acoustic variation, some types of vocalizations showed characteristics unique to each study site. Acoustic studies are a useful tool to determine whether social relationships are stable in a group, provide information on the welfare of individuals, and understand if the animals are suitable for reintroduction processes.

Keywords: *acoustic, communication, spider monkey, captivity, semi-freedom*

Introducción

El mono araña de vientre amarillo (*Ateles belzebuth* É. Geoffroy St.-Hilaire, 1806) es una de las especies que actualmente está catalogada En Peligro Crítico a nivel nacional [1] y En Peligro a nivel global [2]. También, está incluida en el Apéndice II de CITES, lo que regula cualquier tipo de comercio internacional [3]. La pérdida de hábitat por agricultura, la extracción de madera, la ganadería y la minería han provocado, que en las dos últimas décadas las poblaciones de este primate vayan en declive convirtiéndolo en el primate más amenazado de la Amazonía ecuatoriana [2,4]. Además, su carne es apetecida por comunidades mestizas o pueblos indígenas y su piel suele ser usada para hacer artesanías. También son víctimas del tráfico de vida silvestre y son vendidos a nacionales y extranjeros para ser criados como mascotas [4].

La distribución de esta especie incluye los países de Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia, Brasil y Ecuador [2]. En el país se lo puede encontrar en la región amazónica y en las estribaciones orientales entre los 200 y 1800 m de altitud, pero es común por debajo de los 700 m s.n.m y en la Amazonía baja se lo encuentra únicamente al sur del río Napo [5,6]. También se ha encontrado evidencia de su presencia en la Cordillera del Cóndor y río Nangaritza al sur del país [7]. Este primate es el más grande de la región y está asociado principalmente a bosques primarios, con menor frecuencia se encuentra en bosques secundarios y nunca en zonas agrícolas o abiertas lejos del bosque [4].

El género *Ateles* se caracteriza por su complejo sistema de agrupación conocido como sistema de fisión-fusión, en el cual el grupo se subdivide y varía de tamaño y composición de acuerdo con la disposición y distribución de los recursos [8]. Estos animales tienen un alto grado en la dinámica de fisión-fusión, lo que quiere decir que gran parte de su tiempo permanecen separados por lo que la forma en que se transfiere la información entre individuos o grupos es muy importante para mantener el conocimiento común sobre su entorno [9].

Los distintos sistemas de comunicación, incluyendo la comunicación vocal o acústica, son un indicador del bienestar de los animales sociales porque favorecen la supervivencia de los individuos, el grupo social y la especie [10]. En los primates las vocalizaciones cumplen funciones sustanciales porque transmiten información sobre aspectos de la vida como intenciones y emociones o coordinan actividades intra

grupales, extra grupales a cercanas o largas distancias y en diferentes contextos como alimentación, reproducción, delimitación del territorio y mecanismos de alarma [11].

La bioacústica del género *Ateles* se conoce muy poco. Los estudios realizados señalan que las vocalizaciones emitidas por algunas especies del género pueden ser resumidas en alaridos fuertes y prolongados que se oyen a largas distancias, sonidos que generalmente sirven para coordinar el sistema de fisión-fusión [12]. También se pueden reconocer gemidos temblorosos y cortos que se oyen a distancias cortas, muchos de ellos con la finalidad de la reintegración al grupo [13]. La vocalización de alarma es similar a los ladridos de un perro que casi siempre lo hacen varios individuos al mismo tiempo [14]. Existen otras vocalizaciones menos marcadas que no han sido reconocidas con tanta precisión que forman parte del complejo repertorio vocal de los monos araña. Se sugiere que, en la dinámica fisión-fusión ciertas vocalizaciones permiten a los individuos iniciar contacto social, propiciar interacciones entre miembros dispersos del grupo y coordinar decisiones sobre dónde y cuándo asociarse nuevamente [12,13]. Incluso, algunas señales vocales podrían estar relacionadas a la selección sexual, en el caso de las hembras podría coordinar la integración a un grupo totalmente nuevo luego de abandonar el grupo parental al llegar a la maduración sexual.

Los trabajos sobre acústica realizados en cautiverio han aportado información importante, sin embargo, no se ha tomado en cuenta que las condiciones del encierro podrían afectar su comunicación vocal o la historia propia del animal. La cautividad a corto plazo puede generar mayores interacciones agonísticas entre los individuos. Por el contrario, a largo plazo pueden reducirse las interacciones de cualquier tipo debido a la imposibilidad de mantener espacio individual por lo que tienden a evitarse, reduciendo el contacto visual [15] y posiblemente la emisión de sonidos.

El estudio de la comunicación vocal de los primates puede contribuir en el perfeccionamiento de planes de manejo *in situ* y *ex situ* y por tanto las condiciones de bienestar de estos animales. En condiciones de cautividad se podrían crear estrategias de enriquecimiento de hábitat y entrenamiento acústico en posibles casos de reintroducción. Tomando en cuenta que hasta el 2013, el género *Ateles* se encontraba en el quinto lugar dentro de los primates más traficados del Ecuador, representando el 5% de los casos registrados con 109 individuos [16] y que posiblemente casi todos los casos terminaron en centros de manejo o zoológicos. En poblaciones libres la

información puede ser utilizada como herramienta en censos poblacionales, estimación de densidades y como un punto de partida para analizar cambios en el comportamiento y comunicación a causa de la contaminación acústica.

Con estos antecedentes, queremos evaluar: i) si existirá un mayor repertorio de vocalizaciones para el grupo en semi-libertad debido a una mayor interacción con el medio; ii) si se presentará una mayor tasa de vocalizaciones para el grupo en semi-libertad que aquellos que se encuentran en cautiverio, iii) si existirá una mayor tasa de vocalizaciones en hembras que en machos y iv) si la interacción del humano con los monos arañas en condiciones de cautividad y semi-libertad alteran el uso del repertorio vocal en los contextos comportamentales con respecto a lo reportado en libertad. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la bioacústica de la especie *A. belzebuth* en condiciones de cautiverio y semi-libertad como un aporte al desarrollo de planes de manejo y programas de reintroducción. Además, se identifica y describe el repertorio vocal de la especie *A. belzebuth* y se compara parámetros acústicos individuales, intragrupal e intergrupales de las vocalizaciones, analizando las diferencias entre distintas condiciones de vida.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Los sujetos de estudio se ubicaron en 4 centros de manejo de fauna silvestre en las provincias de la región Amazónica de Ecuador; Napo (C. R. AmaZOOnico y Zoológico El Arca) y Pastaza (Paseo de los Monos y Zoorefugio Tarqui) Todos los centros abrieron sus puertas en su mayoría a animales que provienen del tráfico de vida silvestre y que fueron decomisados por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Estos lugares fueron seleccionados para el estudio por la accesibilidad con respecto a transporte, costos y por ser importantes atractivos turísticos dentro de su área.

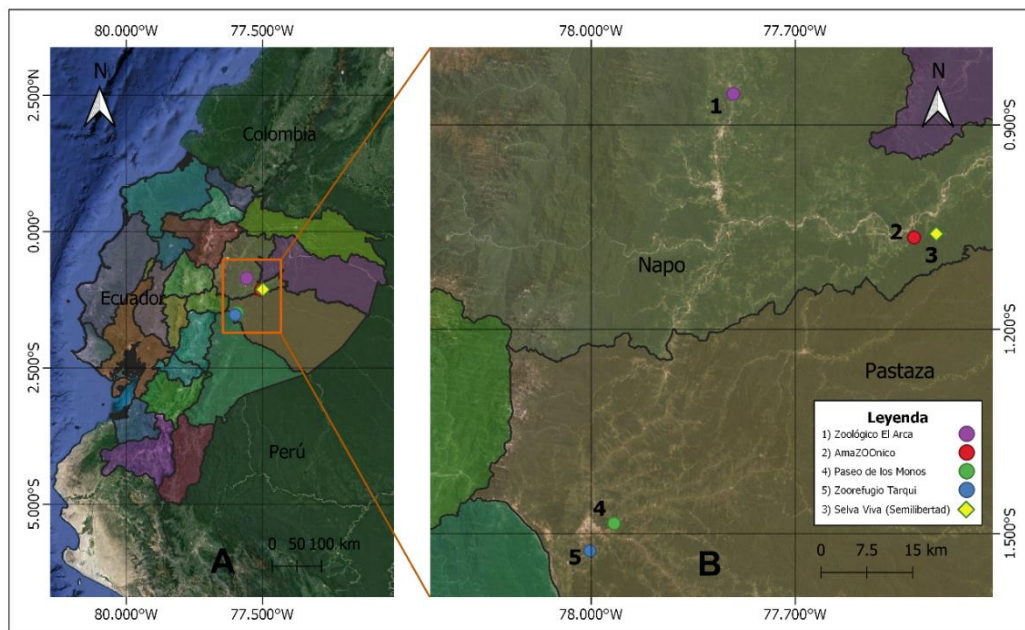


Figura 1. Mapa de los sitios de muestreo de *A. belzebuth* en Ecuador (A) y su ubicación en las provincias de Napo y Pastaza (B).

Elaboración: Narváez Sofía, 2022.

El Centro de Rescate de Animales silvestres AmaZOOnico está localizado en el cantón Tena, parroquia Ahuano (provincia de Napo, Ecuador – 1°03′46.75″ S y 77°31′34.79″ O). Tiene como objetivo principal la rehabilitación y reintroducción de especies en su hábitat natural. Los animales de este centro cuentan con una condición especial, al encontrarse dentro de un bosque protegido están rodeados de vegetación abundante y la visita de animales en libertad. En un área de 5 hectáreas, se albergan alrededor de 400 animales, algunos de ellos se encuentran dentro de un sendero que es parte de las actividades de interpretación y educación ambiental del centro. Sin embargo, se tienen estrictas medidas de control hacia los visitantes: está prohibido gritar, tocar o acercarse a menos de 2 metros de los animales. El recorrido tiene una duración de aproximadamente 40 minutos dependiendo del grupo, pero siempre está guiado y supervisado por al menos un voluntario del centro. Actividades de alimentación, limpieza o adecuación de los encierros es una actividad compartida entre trabajadores y voluntarios. Dos veces a la semana se implementaban actividades que mejoraban el bienestar físico y psicológico de todos los animales del centro, como instrumentos de locomoción y alimentación que fomenta comportamientos naturales, lo cual se conoce como enriquecimiento ambiental.

En este centro se trabajó con individuos en dos condiciones: semi-libertad y cautiverio. El grupo en semi-libertad se moviliza entre el centro de rescate y el bosque protector Selva Viva, (1°03′34.11″ S y 77°31′11.53″ O) con una altitud que varía entre los 365 y 492 m s.n.m. Esta es un área de 1750 hectáreas dedicada a la protección del bosque y la reintroducción de animales silvestres desde 1993. Dentro de este bosque se encuentra el Centro de Rescate AmaZOOnico, una escuela trilingüe y un lodge que promueve el ecoturismo. En Selva Viva suelen pasar la mañana y parte de la tarde, donde dependiendo de la época del año, pueden encontrar diversos árboles frutales y palmas nativas. En esta área protegida también reciben alimento en una plataforma de altura una vez al día. Por el contrario, en las tardes el tiempo es invertido en visitar varios de los recintos de AmaZOOnico y usar el dormidero permanente para descansar por las noches.

En contraste, los individuos en cautividad se encuentran en una jaula delante del área de loros y guacamayos quienes están constantemente emitiendo sonidos. Cuentan con 3 plataformas elevadas en donde suelen descansar y mantenerse fuera de la vista humana. Diariamente, reciben la visita de los monos araña en semi-libertad, con quienes

comparten e interactúan durante varios minutos u horas de la tarde. Los adultos suelen intercambiar vocalizaciones mientras que los juveniles aprovechan para jugar a través de la jaula. También son parte del recorrido turístico, pero su interacción con el ser humano suele ser mínima o nula.

El Zoológico El Arca ubicado en la parroquia Cotundo, cantón Archidona ($0^{\circ}51'09.53''$ S, $77^{\circ}47'27.87''$ O) presenta una elevación de 700 m s.n.m y un área total de 8 hectáreas. Aquí podemos encontrar 48 especies de animales que se pueden observar en un recorrido de 1 km. No se observaron voluntarios en el centro, por lo que actividades de alimentación y limpieza de los encierros era exclusivo de 1 o 2 trabajadores. Durante el periodo de estudio, los turistas siempre realizaron visitas autoguiadas por lo que no tenían restricción. En el área de primates, se observó a los visitantes interactuando directamente con acciones que incluían darles alimento, tocarlos y hablarles. Esto facilitado por la cercanía del sendero a las jaulas. Además todo el tiempo estaban visibles ya que su área de descanso solo estaba cubierta por el techo y en la zona baja del encierro.

En la provincia de Pastaza, cantón Pastaza encontramos el Paseo de los Monos ($1^{\circ}28'21.27''$ S, $77^{\circ}57'07.07''$ O) ubicado en la cabecera cantonal Puyo a 970 m s.n.m. Desde el 2005, se convirtió en un refugio para más de 200 animales que quedaron huérfanos o mal heridos debido al tráfico ilegal y que en su mayoría son primates. Una particularidad de este centro es que algunos monos chorongos y monos capuchinos se encuentran en parques, áreas cercadas, pero no enjauladas donde se mueven casi libremente entre árboles o plataformas instaladas. Los monos araña de este centro se encontraban dentro de una jaula con un laberinto cerrado a través del cual podían moverse más allá de su jaula e interactuar con plantas o animales. La visita de los turistas no era supervisada por lo que en ocasiones se les veía intentando tocar o alimentar a los animales. Los voluntarios del centro se encargaban de la alimentación diaria de los animales, a veces ayudaban en la reparación o adecuación de alguno de los recintos con la guía de uno de los administradores del centro.

El Zoorefugio Tarqui ($1^{\circ}31'35.24''$ S, $78^{\circ}00'04.85''$ O) se ubica en la parroquia que lleva el mismo nombre dentro de la provincia de la Pastaza a 925 m s.n.m. En un área de 2 hectáreas se albergan más de 500 animales de al menos 30 especies. Casi todos los animales son parte del recorrido autoguiado que realizan los turistas. Al ser un centro

grande es difícil el control de los visitantes a quienes se observó gritando y arrojando objetos a los animales. En la zona de primates existe una barrera y un riachuelo que lo separa del sendero, sin embargo, muchos de los turistas intentaban cruzar para poder tocarlos. La jaula incluía varios troncos en la parte baja por donde podían movilizarse y algunas cuerdas en la parte superior. Las labores de alimentación y limpieza en el área de primates eran exclusivas del trabajador de turno.

En total se analizaron las vocalizaciones de 20 individuos, incluyendo los individuos en semi-libertad (Tabla 1).

Tabla 1. Individuos de *A. belzebuth* en estudio por sitio de muestreo, composición y condición.

Lugar	Individuos	Composición del grupo (n)	Condición	Tamaño del recinto m ²
Zoológico El Arca	3	2:1 ^a	Cautividad	180
Centro de Rescate AmaZOOnico	4	1:2 ^a , 1:0 ^b	Cautividad	270
Paseo de los Monos	3	1:2 ^a	Cautividad	160
Zoorefugio Tarqui	3	1:2 ^a	Cautividad	320
Selva Viva	7	0:5 ^a , 1:1 ^b	Semi-libertad	NA
Individuos totales	20			

^a Número de machos: Número de hembras, ^b Número de machos juveniles: Número de hembras juveniles

Elaboración: Narváez Sofía, 2022.

Grabaciones vocales

Previo a la obtención de los datos se realizó una visita a los centros de rescate para identificar los individuos en estudio, ubicar el sitio del encierro en el caso de los individuos en cautiverio y los patrones de desplazamiento para los sujetos en semi-libertad. Para reconocer a los individuos y a los grupos de manera general se utilizó el método de observación *ad libitum* [2]. El muestreo se mantuvo durante 5 meses de trabajo, comprendidos entre julio y diciembre de 2021. Durante este periodo se realizó un esfuerzo de muestreo de 14 a 16 horas por individuo [3], con un total de 300 horas. La toma de datos acústicos se realizó en dos horarios: de 6:00 a 16:00 o de 9:30 a 18:30 con descanso para el desayuno y el almuerzo.

Las señales acústicas fueron capturadas y almacenadas con una grabadora TASCAM DR70D y el micrófono direccional RODE NTG4 con una frecuencia de muestreo de 24

KHz. Se utilizó el método de muestreo ocurrencial [17], el cual consiste en grabar todas las vocalizaciones realizadas por cualquier individuo del grupo, a una distancia máxima de 25 metros en el caso de los individuos en semi-libertad. Cada grabación fue codificada (inicial del centro, la fecha y un serial), se registró fecha y hora de la vocalización, la identificación del emisor, el contexto y la respuesta a la vocalización emitida si existía. Además, se acompañó con monitoreo comportamental realizando focales de 1 hora con registros instantáneos cada 5 minutos y su registro en la aplicación móvil Cyber Tracker que permitía incluir el punto GPS, lo que facilitaba la estimación de la distancia a la que puede ser escuchada una vocalización. Para las llamadas de larga distancia se calculó la distancia máxima a la que podía ser escuchada la vocalización.

Clasificación de los tipos de vocalizaciones

La preclasificación de cada llamada fue hecha en campo de acuerdo con los criterios presentados en la Tabla 2, basados en el repertorio vocal que describen León y Link para *Ateles hybridus* [14] y a un etograma basado en trabajos previos con otras especies relacionadas filogenéticamente en libertad y cautiverio [18–20]. La categorización fue confirmada o reclasificada usando los espectrogramas de Raven Pro versión 2.0.1 (Cornell Lab of Ornithology) [21].

De forma general se reconocen vocalizaciones relacionadas a tres tipos de contexto (Tabla S2). Las llamadas de contacto son aquellas que permiten mantener la comunicación entre los subgrupos o individuos a corta o larga distancia, de tal manera que obtengan información sobre la posición u otros aspectos importantes. Se consideran vocalizaciones sociales aquellas en las que existe interacción directa con otro individuo con intenciones afiliativas, agonísticas o de juego. Las llamadas de alarma son emitidas frente a situaciones de peligro como la presencia de depredadores o animales considerados amenazantes. Adicionalmente, se registró si existían otros sonidos dirigidos hacia humanos o si había vocalizaciones acompañadas de movimientos repetitivos o posturas sin una función clara conocidas como estereotipias, así como en otros tipos de contextos no reportado en la literatura.

Análisis acústicos

Se aplicó un preprocesamiento para mejorar la calidad de los audios efectivos, es decir, aquellos que contenían vocalizaciones. Utilizando el software libre OcenAudio [22], se normalizó cada grabación -3 dB y se aplicó atenuación de ruido a 6 dB [23]. Los archivos de audio se analizaron con el software Raven Pro, en el cual se seleccionaron únicamente las vocalizaciones y se tomó como unidad de estudio la llamada [18]. Para obtener una adecuada resolución de las llamadas se usó un tamaño de 1024 puntos para la Transformada Rápida de Fourier (TRF) y una ventana Hann con una superposición del 50%. De cada una se extrajeron 18 parámetros acústicos (variables) utilizados en otros estudios [24,25]. Adicional a esto, se incluyeron dos variables más relacionadas al número de notas y armónicos que presentaba cada vocalización (no se incluyeron vocalizaciones que mostraban superposición con otras señales acústicas). Los códigos y definición de cada parámetro se describen en la Tabla S2. Estos datos fueron exportados como archivo de texto y posteriormente importados en una hoja de cálculos.

Análisis estadísticos

Se aplicó un AFD (Análisis de Función Discriminante) en el software estadístico PAST [26] incluyendo todos los datos de los 4 centros con el fin de reconocer si se pueden diferenciar de manera general entre tipos de vocalizaciones o entre centros. Además, se aplicó un biplot-ACP (Análisis de Componentes Principales) por cada tipo de vocalización para evaluar si pueden ser explicados por diferentes parámetros acústicos. Se usaron los valores de ocurrencias de cada comportamiento (social, alimentación, humanos, estereotipia, inactividad, atención, locomoción y manipulación) asociados a vocalizaciones y usamos GLMM (Modelo Lineal Generalizado Mixto) tomando en cuenta a los individuos como factor aleatorio para conocer si existen diferencias entre centros [27].

Para evaluar los tipos de llamadas, se estimó la contribución a los contextos de llamadas mediante pruebas binomiales que comparan las proporciones observadas de cada variable binaria [25] para los contextos más frecuentes registrados. La distribución esperada se calculó para cada variable usando el tiempo observado del total muestreado durante el estudio (independientemente de cualquier emisión vocal). Para

evitar la dependencia contextual entre las llamadas emitidas durante el mismo ataque de aullidos, se seleccionó aleatoriamente solo una llamada por cada evento.

Se calculó la tasa de contribución total entre hembras y machos adultos en cautiverio debido a la falta de machos en semi-libertad. Para esto se dividió el número de llamadas para el número de individuos de cada sexo y luego para el número total de llamadas. Se utilizó el análisis no paramétrico U Mann Whitney para comparar las tasas de vocalización de cada una de las llamadas entre hembras u machos.

Todos los análisis estadísticos se realizaron a través del software RStudio [28] con el uso de las paqueterías dplyr, tidyverse, broom.mixed y lme4.

Resultados

Identificación del repertorio

Se obtuvieron un total de 2118 grabaciones de las cuales 864 registraban al menos 1 evento de algún tipo de vocalización, de estas se realizó un submuestreo y 479 vocalizaciones fueron analizadas acústicamente. Se reconocieron 12 tipos de llamadas de las cuales 9 coincidieron con el repertorio vocal presentado para *Ateles hybridus* y son consideradas para este estudio. No se incluyeron los otros tres tipos de vocalización ya que no mostraron una frecuencia ni contexto representativo.

Long call

Esta es una llamada muy fuerte que se pudo escuchar a más de 700 m de distancia a través del bosque. Esta vocalización fue emitida únicamente por individuos adultos y en su gran mayoría durante las primeras horas de la mañana (n= 31). En individuos en semi-libertad se les registró emitiendo esta vocalización mientras se alimentaban de un árbol cargado de frutos. En promedio este es el tipo de vocalización con la mayor duración de tiempo 8.28 +/- 4.69 s (min. 2.24- máx. 26.96 s) y que presenta múltiples armónicos 5.32 +/- 4.55 (min. 2 - máx. 30) (Figura 2). En condiciones de cautividad, siempre fue el macho quien iniciaba los llamados de larga distancia o *long calls* pero su función no era clara.

Whinny

Vocalización que se usa en varios contextos comportamentales y por lo tanto la convierte en una de las más comunes (n = 373). Es usada por individuos juveniles y adultos de ambos sexos tanto en cautiverio como en semi-libertad. Se registró su uso cuando accedían a un alimento en específico, al acercarse a otro individuo pudiendo o no interactuar posteriormente, en el reencuentro de subgrupos y al momento de llegar o instalarse en el área de descanso. Esta vocalización también fue comúnmente dirigida hacia humanos, especialmente a aquellos que estaban en constante contacto como trabajadores del centro, algunos voluntarios o durante la colecta de datos hacia el investigador. En promedio esta llamada tiene una duración de 1.36 +/- 0.96 segundos

(min. 0.05 - máx. 8.14 s). La estructura del *whinny* o relincho se caracteriza por formar arcos e interarcos casi en la misma proporción (Figura 2). En algunas ocasiones se presentaron armónicos (0.43 ± 0.72 , min. 0.0 – máx. 3.0).

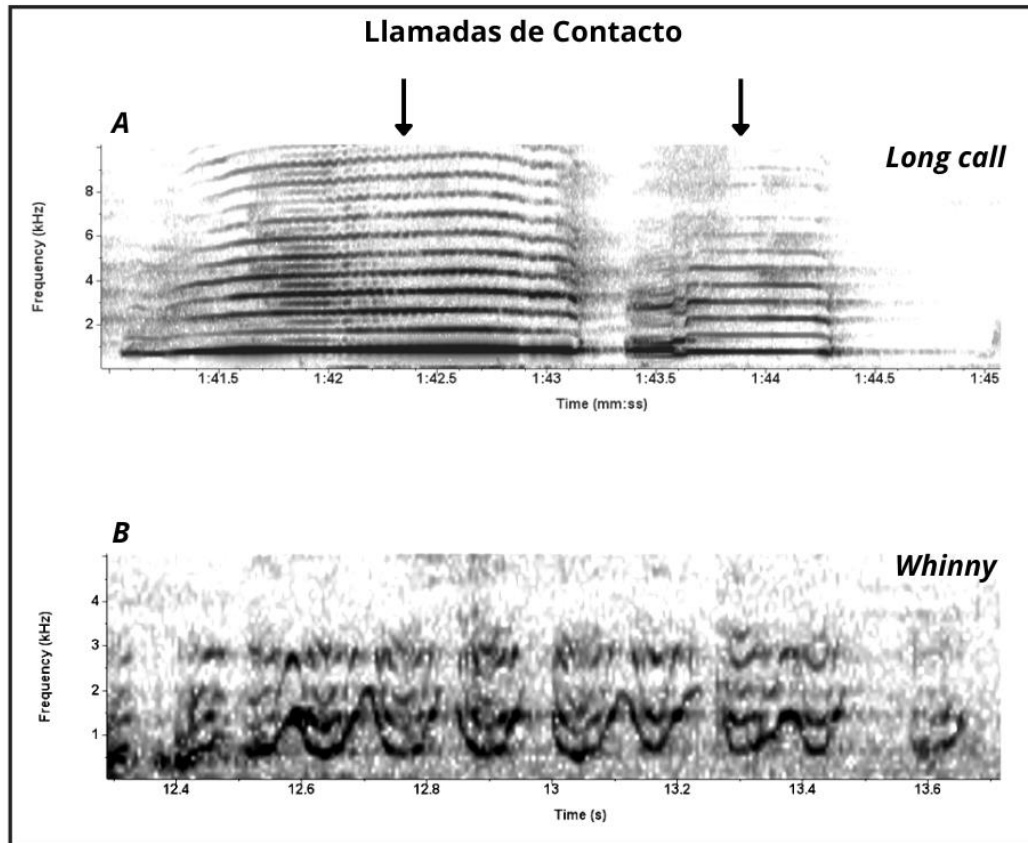


Figura 2. Espectrogramas de llamadas de contacto.
Elaboración: Narváez Sofía, 2022.

Knacker

Vocalización usada principalmente durante el juego por juveniles en individuos en semi-libertad. Por otro lado, en monos araña cautivos se les observó usando esta vocalización a individuos adultos al interactuar con trabajadores o voluntarios que imitaban y repetían esta vocalización, animales que pasaban cerca como monos ardilla o coatíes y hacia objetos antrópicos que podían resultar novedosos como paraguas o micrófono ($n = 121$). Es una de las vocalizaciones con menos estructura, en el espectrograma se observa como bandas verticales. La duración puede variar dependiendo del tiempo de juego o interacción 1.54 ± 1.50 (min. 0.03 – máx. 7.33 s) (Figura 3).

Growl

El *growl* o gruñido es generalmente emitido durante encuentros antagónicos entre dos individuos. Es emitido por el agresor en señal de amenaza o también suele emitirse cuando el juego se torna excesivamente brusco ($n = 19$). Su duración suele variar dependiendo del contexto e intensidad de la agresión 2.0 ± 3.96 (min. 0.10 – máx. 12.48 s). Al igual que el *knacker* presenta una estructura sencilla, pero con mayor energía. El rango de frecuencia se encuentra entre los 0.19 kHz hasta 7.66 kHz, en ocasiones superando los 10 kHz (Figura 3).

Squeal

Este tipo de vocalización es usada frecuentemente por individuos que han sido agredidos por otros miembros del grupo, incluyendo aquellas dirigidas de madres a crías ($n = 95$). También, se observó en interacciones no agonísticas entre machos juveniles por varios minutos. En algunos individuos en cautiverio solía presentarse acompañado de alguna estereotipia. El *squeal* o chillido se caracteriza por tener un sonido agudo y ser de corta duración 0.37 ± 0.39 segundos (min. 0.02 – máx. 1.74). Presenta pocos armónicos 0.39 ± 0.63 (min. 0.0 – máx. 2.0) y está compuesta por dos a cuatro notas 2.16 ± 1.32 (min. 1.0 – máx. 6.0) (Figura 3).

Twitter

El *twitter* o trino es usado luego de eventos estresantes, emitido por hembras y juveniles que han sido agredidos por otro miembro del grupo o al ser mordidos por algún insecto ($n = 16$). Esta vocalización es una de las más complejas con respecto a su estructura pues está compuesta por una primera nota sola que luego va acompañada de 2 a 4 notas con armónicos. También es una llamada corta con una duración promedio de 0.81 ± 0.58 segundos (min. 0.04 – máx. 3.38 s) (Figura 3).

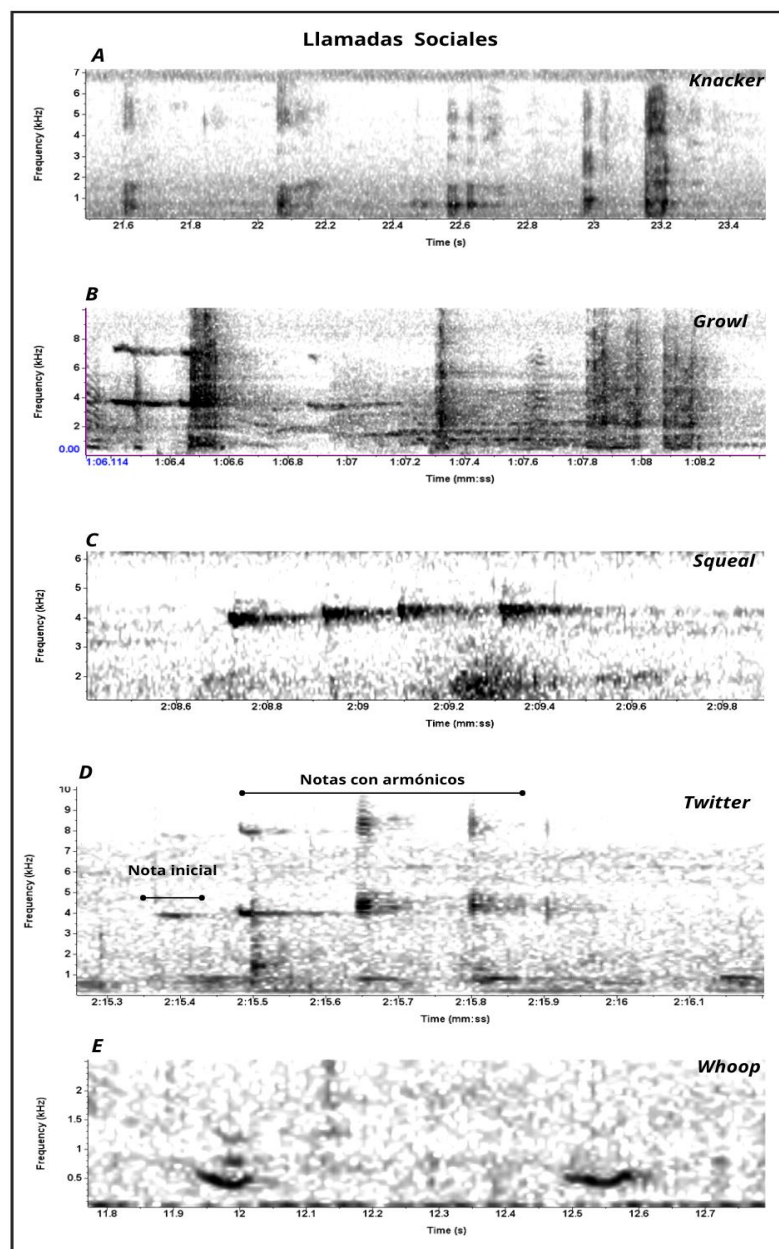


Figura 3. Espectrogramas de llamadas sociales.
(eje X: duración en segundos; eje Y: frecuencia en kHz).
Elaboración: Narváez Sofía, 2022.

Whoop

Vocalización emitida en situaciones estresantes, generalmente acompañadas de algún comportamiento estereotipado ($n = 56$). El *whoop* o uup era emitido mientras un individuo daba vueltas alrededor de la jaula caminando o suspendido y se observó que mientras más vueltas realizaba, aumentaba la repetición de esta vocalización. Esta vocalización tiene una estructura sencilla y en forma de 'U'. Esta es una de las

vocalizaciones más cortas con 0.12 ± 0.14 segundos (min. 0.02 – 0.80 s). No siempre presenta armónicos, pero cuando lo hace suele ser un armónico como máximo (Figura 3).

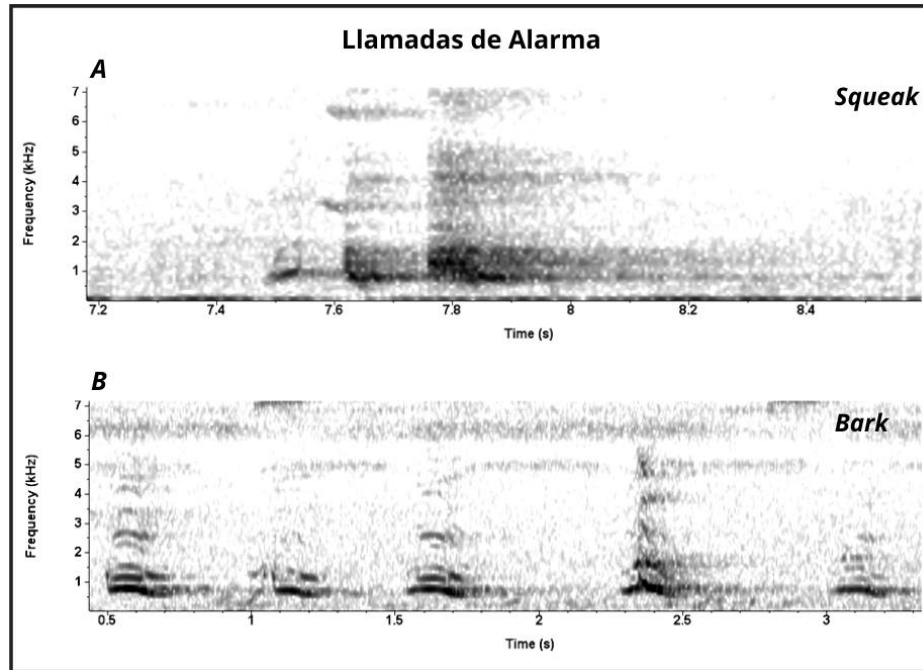


Figura 4. Espectrogramas de llamadas de alarma (eje X: duración en segundos; eje Y: frecuencia en kHz).
Elaboración: Narváez Sofía, 2022.

Squeak

Vocalización relacionada a individuos que quedan aislados del resto del grupo sin darse cuenta. Es una de las llamadas menos comunes ($n = 5$). Suele ser parecida al *bark* pero tiene una primera nota que los distingue y con duración promedio de 0.51 ± 0.58 segundos (min. 0.06 – máx. 1.49 s) (Figura 4).

Bark

El ladrido o *bark* es una llamada de alerta muy común ante depredadores o animales amenazantes los cuales no siempre son fáciles de observar ($n = 5$). Si bien cada vocalización dura en promedio 0.13 ± 0.06 segundos (min. 0.04 – máx. 0.21), el evento de la llamada fue registrado desde un par de minutos hasta 15 minutos aproximadamente. Aunque en estructura es muy parecida al *whoop* con duración corta

y frecuencias bajas el tiempo que repiten esta llamada es lo que la hace reconocible. Además, es una vocalización emitida solo por los miembros adultos del grupo (Figura 4).

Variaciones de las llamadas de acuerdo con los parámetros acústicos

Se encontró que 10 de los 20 parámetros acústicos elegidos (HF, LF, F5, F25, F75, F95, DF, PFC_MF, EN) tenían una muy buena calidad de representación de las variables (≥ 0.7 , $\text{cor.} \leq 0.4$). A través del Análisis de Factor Discriminante se muestra la aglomeración y diferencia entre cada una de las 9 vocalizaciones. Este análisis permitió confirmar diferencias entre los tipos de llamadas, de las cuales 63.27% fue asignada de manera correspondiente a la preclasificación (Figura 5). Los errores de la clasificación fueron distribuidos de la siguiente manera: *Long call* 29/31; *whinny* 65/117; *growl* 7/9; *knacker* 33/81; *twitter* 42/62; *squeal* 39/44; *whoop* 92/141; *bark* 3/5. Los parámetros acústicos que estuvieron más correlacionados con las componentes 1 y 2 fueron baja frecuencia (LF) y alta frecuencia (HF).

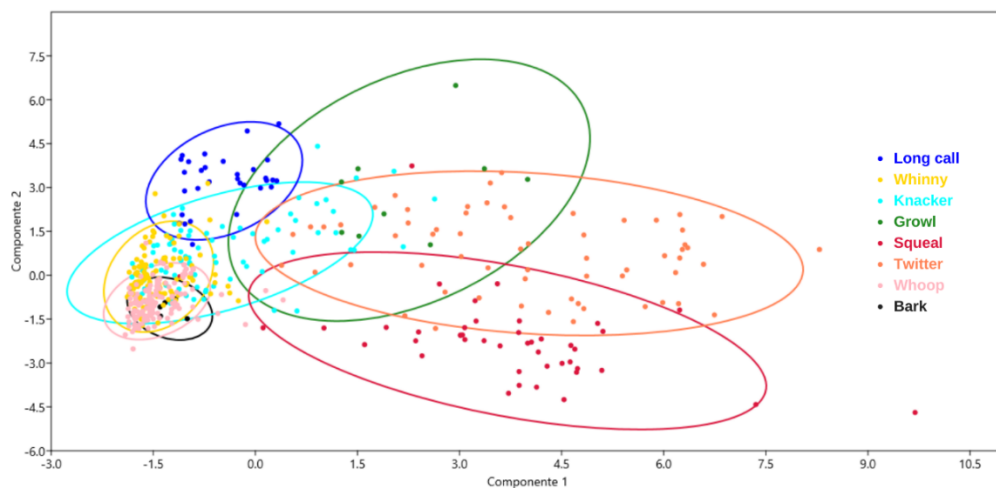


Figura 5. Representación gráfica del Análisis de Función Discriminante para los tipos de vocalizaciones de los 5 grupos de estudio, usando 10 parámetros acústicos.

Elaboración: Narváez Sofía, 2022.

De acuerdo con sus características acústicas (Tabla S2) podemos dividir en tres grupos a las vocalizaciones (Figura 5): el primero incluye aquellas vocalizaciones explicadas en valores altos de frecuencias y en valores bajos de energía, el *squeal* y *twitter*, que no son vocalizaciones dispersas en el espectrograma y se encuentran en la parte superior del mismo, su rango entre alta frecuencia (HF) y baja frecuencia (LF) es reducida. Por

el contrario, en el segundo grupo se encuentran las vocalizaciones que tienen valores bajos en las frecuencias y también en la energía, el *whinny*, el *whoop* y el *bark*, que son vocalizaciones con un rango de frecuencias reducido pero que encontramos en la parte inferior del espectrograma. El tercer grupo es una mezcla entre los dos grupos previos, en el espectrograma el *growl*, *knacker* y *long call*, que se podrán observar ampliamente dispersos desde frecuencias bajas (LF) hasta alcanzar frecuencias medias y altas (HF).

En el análisis individual, tres de las cuatro vocalizaciones más frecuentes no mostraron diferencias entre centros los cuales se encuentran solapados entre sí para las vocalizaciones *whinny*, *knacker* y *squeal* (Figura 6). Por otro lado, el *long call* también muestra zonas solapadas, es el que mostró mayor diferencia entre centros. Con respecto a los parámetros acústicos, se encontraron ciertas variaciones entre las cuatro vocalizaciones y frente al análisis general donde se incluía todo el repertorio. El *whinny* y el *knacker* recogen 8 de las 10 variables iniciales (HF, LF, F5, F25, F75, F95, DF, PFC_MF) agregando BW90 y AE respectivamente. El *squeal* incluye 7 variables iniciales (HF, LF, F5, F25, F75, DF, PFC_MF). Finalmente, el *long call* recoge 4 de las 10 variables (F5, F25, F75, F95) agregando MF, AE y una variable de tiempo PT.

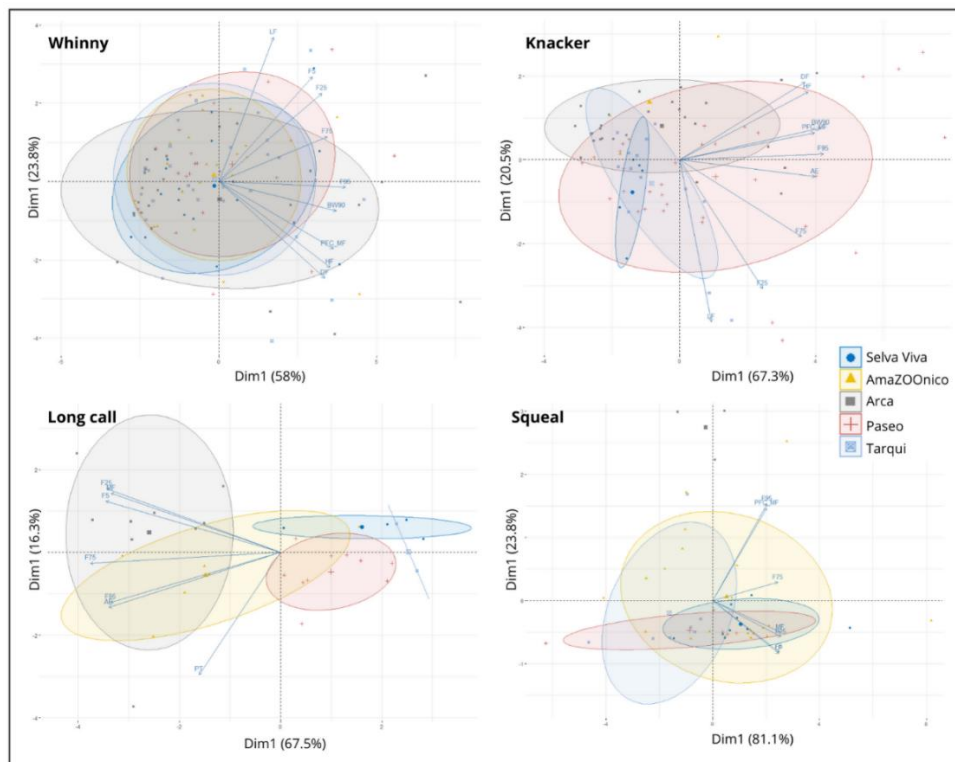


Figura 6. Representación gráfica del resultado de PCA para los cuatro tipos de vocalizaciones más frecuentes y presentes en todos los centros.

Elaboración: Narvaez Sofia, 2022.

Variaciones de las llamadas

Se calcularon las frecuencias de cada tipo de llamada y se comparó con los resultados obtenidos para *A. hybridus* en libertad, siendo el grupo en semi-libertad el que obtuvo los porcentajes con mayor similitud, seguido del centro de rescate AmaZOOnico, donde se observa que ambos presentaron en su repertorio vocal todos los tipos de vocalizaciones registrados para libertad (Tabla 2). Sin embargo, para los centros Arca y Tarqui se identificó la ausencia de dos tipos de vocalizaciones correspondientes a las llamadas de alarma *bark* y *squeak*, y para el Paseo de los Monos las vocalizaciones no registradas fueron *bark* y *growl*. Independientemente de la condición de los individuos, se identificó que el *whinny* fue el tipo de llamada más frecuente. Otras llamadas más comunes también fueron *long call*, *knacker* y *squeal* que junto al *whinny* acumulan alrededor del 80% del total de las vocalizaciones. El *whoop* también fue una vocalización representativa para AmaZOOnico y Tarqui.

Tabla 2. Frecuencia relativa de cada llamada de acuerdo con el centro y al estudio presentado con *Ateles hybridus*.

Tipo de vocalización	Frecuencia (%) <i>A. hybridus</i> (León y Link, 2013)	Frecuencia (%) Selva Viva	Frecuencia (%) AmaZOOnico	Frecuencia (%) Arca	Frecuencia (%) Paseo	Frecuencia (%) Tarqui
<i>Long call</i>	5.0	8.04	15.22	13.6	9.41	1.19
<i>Whinny</i>	59.0	43.75	38.41	60.7	50.5	36.9
<i>Knacker</i>	9.0	17.86	5.07	19.0	29.4	13.6
<i>Squeal</i>	10.0	16.07	18.84	4.55	3.53	22.0
<i>Growl</i>	5.5	1.79	10.14	0.41	0	0.60
<i>Twitter</i>	6.0	3.57	1.45	0.83	1.18	4.17
<i>Whoop</i>	2.5	3.57	7.97	0.83	3.53	21.4
<i>Squeak</i>	1.0	2.68	1.45	0	2.35	0
<i>Bark</i>	2.0	2.68	1.45	0	0	0

Elaboración: Narváez Sofia, 2022.

De acuerdo con resultados comportamentales, la mayoría de las vocalizaciones fueron utilizadas en contexto social (Tabla 3), es decir, entre individuos de la misma especie. La alimentación es otro comportamiento que promueve una alta emisión de sonidos. En

los centros sin control de visitantes (Arca, Paseo de los Monos y Tarqui), las vocalizaciones dirigidas a humanos sobrepasan el 25% del total de llamadas. Sin embargo, destaca El Arca porque representa el valor más alto y muestra diferencias significativas con respecto al resto de centros (GLMM; $z = 3.950$; $p < 0.001$). Por otro lado, Tarqui es el centro con mayor número de vocalizaciones en estereotipias (GLMM; $z = 2.993$; $p < 0.01$).

Tabla 3. Frecuencia relativa de vocalizaciones asociadas a cada comportamiento por centro.

Comportamiento	Frecuencia (%) Selva Viva	Frecuencia (%) AmaZOOnico	Frecuencia (%) Arca	Frecuencia (%) Paseo	Frecuencia (%) Tarqui
Social	71.43	81.88	44.21	44.71	39.88
Alimentación	22.32	2.90	3.31	20.06	7.98
Humanos	1.79	10.87	47.11	27.06	36.20
Estereotipia	0	3.62	2.89	2.35	12.88
Inactividad	1.79	0.0	0.0	4.71	1.84
Atención	0.89	0.0	0.41	1.18	0.0
Locomoción	0.00	0.0	2.07	0.0	0.61
Manipulación	1.79	0.72	0.0	0.0	0.61

Elaboración: Narváez Sofía, 2022.

Algunos tipos de llamadas no se emitieron exclusivamente en un contexto particular sino en una amplia gama de situaciones. En la Tabla 4 se describe un patrón no aleatorio de asociación entre algunos de los tipos de llamadas y cuatro de los contextos más frecuentes. Se observa que todas las vocalizaciones en semi-libertad como en cautiverio son principalmente usadas en un contexto social como ya hemos mencionado, y en semi-libertad, el *whinny* (44.8%) también tiene una alta probabilidad de ser usado en contextos alimenticios. Sin embargo, el *knacker* (28.71%), *squeal* (37.66%) y *whinny* (45.90%) son vocalizaciones con una considerable probabilidad de ser relacionada a la interacción con humanos, y el *whoop* (59.61%) establece una relación directa con contextos estereotípicos en cautividad.

Tabla 4. Relación de los tipos de llamadas y contextos comportamentales en cautiverio (C) y semi-libertad (S).

Tipo de llamada	Alimentación		Humanos		Social		Estereotipia		Total C	Total S
	C (comiendo 0.10/no comiendo 0.90)	S (comiendo 0.14/no comiendo 0.86)	C (con interacción 0.05/sin interacción 0.95)	S (con humanos 0.01/sin humanos 0.99)	C (hacia conespecíficos 0.06/sin conespecíficos 0.94)	S (hacia conespecíficos 0.07/sin conespecíficos 0.93)	C (se muestra 0.09/no se muestra 0.91)	S		
<i>Long call</i>	0/64**	0/9	0/64	0/9	64/0***	9/0***	0/64**	NA	64	9
<i>Whinny</i>	37/268	22/27***	140/165** *	2/47***	116/189***	22/27***	0/305***	NA	305	49
<i>Knacker</i>	1/100** *	0/15	29/72***	0/15	69/32**	13/2***	0/101***	NA	101	15
<i>Squeal</i>	1/76**	0/18	29/48***	0/18	36/41***	18/0***	8/69	NA	77	18
<i>Growl</i>	0/16	0/2	0/16	0/2	16/0***	2/0**	0/16	NA	16	2
<i>Twitter</i>	0/12*	0/4	5/7**	0/4	7/5***	4/0***	0/12	NA	12	4
<i>Whoop</i>	3/49*	3/1**	8/44**	0/4	10/42***	1/3	31/21***	NA	52	4
<i>Squeak</i>	0/4	0/3	0/4	0/3	4/0***	3/0***	0/4	NA	4	3
<i>Bark</i>	0/2	0/3	0/2	0/3	2/0*	3/0***	0/2	NA	2	3

Elaboración: Narváez Sofía, 2022

Para la comparación entre los tipos de llamados emitidos entre machos y hembras, excluimos al grupo en semi-libertad por no encontrarse una muestra de machos adultos en el grupo. En el caso de los individuos en cautividad, todos los tipos de vocalizaciones fueron emitidos por machos ($n = 5$) y hembras ($n = 6$) adultas. Los machos en promedio tuvieron tasas de llamada más altas (70.2 ± 0.989 llamadas por individuo) que las hembras (46.83 ± 0.872). Así, encontramos que cuatro llamados no vocalizan en tasas equivalentes. El *knacker* (relación %: 76.34/23.65, U Mann Whitney; $U = 55$; $p = 0,002$) y el *long call* (relación %: 95.16/4.83, U Mann Whitney; $U = 36$; $p = 0,008$), son vocalizaciones más usada por machos. Mientras que, el *twitter* (relación %: 23.07/76.92, U Mann Whitney; $U = 21$; $p = 0,03$) y el *whinny* (relación %: 48.43/51.56, U Mann Whitney; $U = 78$; $p < 0,001$) es superior en hembras. El resto de las vocalizaciones no mostraron diferencias significativas.

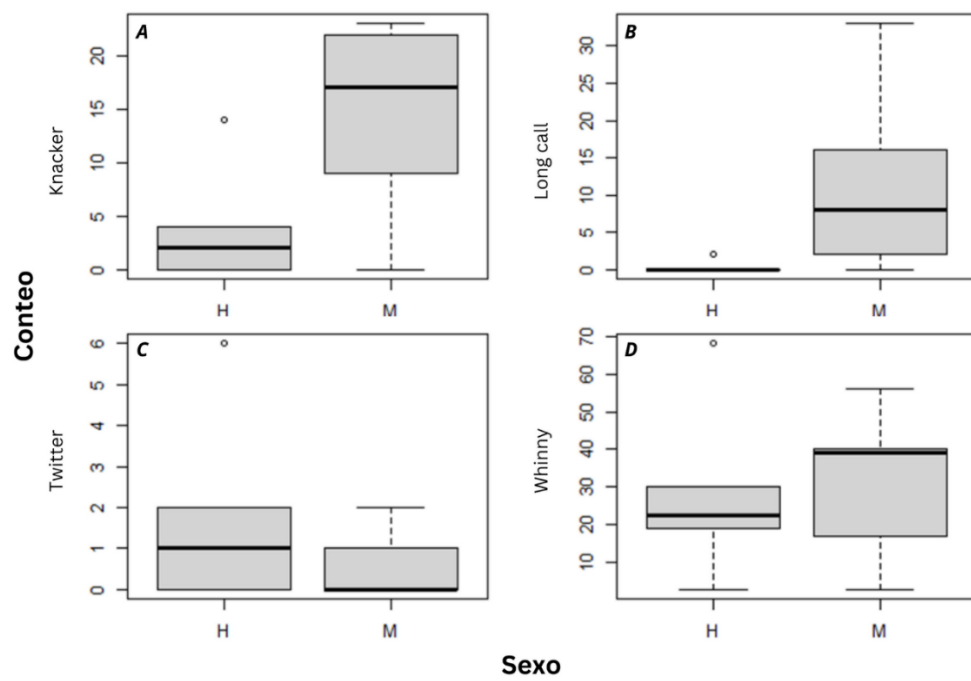


Figura 7. Representación gráfica que muestra la diferencia entre hembras y machos en cautiverio.

Elaboración: Narváez Sofia, 2022.

Discusión

En este estudio se describieron 9 vocalizaciones para *Ateles belzebuth* que coinciden con el repertorio presentado para *A. hybridus* y a su vez son similares a descripciones realizadas para *A. geoffroyi* y *A. fusciceps* [18]. Aunque no existe un análisis comparativo Defler (2010) menciona que el repertorio de *A. belzebuth* tiene un tono más grave o frecuencias más bajas que *A. hybridus* [29] y esto parece ser consistente al comparar nuestros resultados con los datos de la literatura (Defler, 2010) respectivamente: para el *long call* (0.34 – 1.8 vs 0.13 – 2.4 kHz), *whinny* (0.2 – 1.4 vs 1.7 - 3.5 kHz), *knacker* (0.19 – 4.6 vs 0.3 - 5.2), *bark* (0.41 – 1.01 vs 0.3 - 1.5 kHz) y *whoop* (0.31 – 1.11 vs 0.3 - 5.5 kHz). Por el contrario, con respecto a lo presentado por Eisenberg (1976) parece mostrar un tono ligeramente más agudo o frecuencias más altas que *A. fusciceps* en el *long call* (0.34 – 1.8 vs 0.58 - 1.6 kHz). Por este motivo se deberían realizar nuevos estudios que puedan explicar estas variaciones como se ha hecho en otros primates y mamíferos donde se ha relacionado a diferencias en el tamaño corporal como ocurre en el género *Eulemur* [30] o por diferencias evolutivas en comportamientos sociales como en el género *Alouatta* [31]. Para otros primates del neotrópico como *Saguinus fuscicollis* y *Callithrix jacchus* se ha reportado que existen diferencias incluso entre poblaciones de una misma especie los cuales son conocidos como dialectos [32] [33]. Se sugiere realizar estudios comparativos con *Ateles chamek*, la especie evolutivamente más cercana [34], así como otras especies del género y otras poblaciones de esta especie para entender estas diferencias.

La ausencia de vocalizaciones para los grupos en cautiverio era un resultado esperado debido a la historia de los animales los cuales han estado casi toda su vida en cautividad. La ausencia del *squeak* y *bark*, ambas llamadas de alarma ante depredadores pueden deberse a su vez a la ausencia de estímulos que las provoquen y aunque puedan percibirlos es muy poco probable que sean atacados. Por ejemplo, en el Arca los primates se encontraban diagonal a los encierros de jaguarundis y ocelotes y en una ocasión se observó a una serpiente entrando a la jaula de monos araña en Tarqui. En ninguno de los casos se emitió ninguna llamada de alarma, aunque sí atraía la atención de los individuos. Sin embargo, otra explicación puede deberse a la separación de estos monos de su madre y grupo a temprana edad como resultado del tráfico de especies, esto teniendo en cuenta que la ausencia de respuestas vocales y repeticiones puede

retrasar el aprendizaje como se ha observado en *Cebuella pygmaea* [35] y que la transferencia de información es más evidente en interacciones entre madres y crías [36]. Los individuos de AmaZOOnico si presentaron todo el repertorio vocal igual que los individuos en semi-libertad, lo que podría estar relacionado con una relación constante con el grupo libre, que puede reforzar el uso de señales acústicas y comportamentales.

En semi-libertad todas las vocalizaciones fueron especialmente dirigidas en contextos sociales o intraespecíficos como alimentación, contacto o al llegar al área de descanso [13,14,18]. El *whinny* fue dirigido a humanos, pero no representó una relación significativa. Esto concuerda con otros estudios en libertad, ya que esta vocalización puede presentarse en grupos libres habituados [18]. El *bark* y el *growl* también pueden ser dirigidos a humanos, pero en grupos no habituados, para los cuales el humano representa una amenaza [18]. En cautiverio el *whinny* dirigido a humanos se comportaba como un saludo amistoso y también estaba relacionado al suministro de alimento, como se ha visto en otros estudios [18,37,38]. El *knacker* y el *squeal* fueron vocalizaciones emitidas sobre todo por adultos hacia humanos; este uso es novedoso debido a que su registro en libertad y en los individuos en semi-libertad de este estudio está ligado a infantes y juveniles en contexto de juego [14].

Por otra parte, el *squeal* y *whoop* fueron relacionados significativamente con comportamientos que han sido corroborados como estereotípicos o anómalos, algunos de ellos fueron: envolverse la cola sobre cuerpo, jalar la oreja con la cola o caminar hacia atrás sobre las extremidades inferiores, *pacing* (desplazamiento repetitivo sobre un mismo camino) en posición cuadrúpeda sobre troncos o en braquiación alrededor de toda la jaula [39]. Estos resultados pueden ser el reflejo de condiciones de cautividad no deseadas que se ajustan a lo observado en estos centros. En más de 12 especies de primates se ha observado que presentaron mayor interacción directa y comportamientos anormales hacia los humanos con grupos de turistas que buscaban llamar su atención [40,41].

Con respecto a las diferencias entre hembras y machos, los análisis solo se pudieron realizar en cautividad ya que el estudio no contó con machos en la condición de semi-libertad. Los resultados en cautividad indicaron que los machos vocalizan en una tasa significativamente superior que las hembras, coincidiendo con lo presentado por Spehar y Di Fiore en un grupo en libertad [42]. No obstante, en esta condición de cautiverio no

eran emitidos bajo un estímulo claro [18] y no obtenían respuesta de otros individuos a excepción de AmaZOOnico donde en ocasiones era correspondido por alguno de los individuos en semi-libertad. El *whinny*, mostró lo contrario a lo que indica la literatura, pues las hembras no tuvieron tasas de vocalización mayores a los machos [43]. Sin embargo, esto puede estar relacionado a que las hembras en cautiverio eran las que menores interacciones vocales producían. Incluso una de las hembras de Paseo de los Monos tuvo que ser descartada para este estudio porque no produjo ningún tipo de vocalización durante todo el tiempo de muestreo. En el caso de Tarqui, una de las hembras obtuvo una de las tasas de vocalización más bajas, debido a que en presencia humana se ocultaba inmediatamente, conducta catalogada como un grave problema de comportamiento en otros estudios [40]. El *knacker*, como ya hemos mencionado anteriormente, en cautividad presentó un contexto poco común, fueron emitidos de forma singular por adultos, y relacionado directamente a los machos. Por un lado, puede deberse a la poca flexibilidad y adaptabilidad que se ha registrado en otros estudios ante condiciones de cautividad [44] o por falta de una crianza efectiva al ser alejados de la madre con prontitud por lo que no existe un uso adecuado [45].

Conclusiones

En resumen, nuestro estudio muestra que el uso de múltiples parámetros acústicos y registros comportamentales para describir distintos tipos de vocalizaciones pueden ser usados como herramientas más precisas para la clasificación de tipos vocalizaciones como se presenta en este trabajo. Se demostró que las llamadas se asociaban con las variables contextuales específicas. Además, se reconocieron vocalizaciones en contextos que no han sido descritos antes en cautividad.

Sin embargo, el repertorio presentado para *Ateles belzebuth* debe considerarse con precaución y es necesario estudios más detallados que permitan incluir con claridad otros tipos de vocalizaciones que no pudieron incluirse en este trabajo y que podrían coincidir con otras vocalizaciones reportadas para otras especies del género [18]. Con respecto a las diferencias entre hembras y machos se debería considerar otros aspectos que puedan estar influyendo en la baja tasa de interacción de las hembras que tienen con respecto a los machos en cautividad.

Este estudio contribuye a un mejor entendimiento del repertorio vocal y las funciones que cumple en una de las especies más grandes de la región y en Peligro Crítico de extinción para Ecuador. Además, este estudio muestra alteraciones en los usos y diferencias vocales entre hembras y machos en condiciones de cautividad, principalmente debido a la forma en que se manejan los centros de tenencia de animales silvestres, sobre todo relacionado a la interacción de los turistas. Finalmente, con este trabajo alentamos a usar las vocalizaciones como indicadores de bienestar animal para mejorar las condiciones de cautividad o implementar proyectos de evaluación y entrenamiento acústico para posibles casos de reintroducción.

Este estudio abre nuevas líneas de investigación empírica y teórica sobre la coevolución entre las estructuras u organizaciones sociales de los primates y los repertorios o usos vocales.

Referencias

1. Tirira D, editor. Lista Roja de los Mamíferos del Ecuador. Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador (3a edición). Quito: Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador.; 2021.
2. Link A, Palacios E, Stevenson P, Boubli J, Mittermeier R, Shanee S, et al. *Ateles belzebuth*. In: The IUCN Red List of Threatened Species. 2021. doi:<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T2276A191684587.en>
3. CITES. Convención Sobre El Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna Y Flora Silvestres. In: Apendices I, II, III [Internet]. 2022. Available: https://speciesplus.net/#/taxon_concepts/4938/legal
4. Álvarez S, Link A, Di Fiore A, de la Torre S, Rivera W, Tirira D. Mono Araña de Vientre Amarillo. In: Tirira D, De la Torre S, Zapata G, editors. Estado de conservación de los primates del Ecuador. 2018. pp. 163–171.
5. Tirira D. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. 1a edición. Ediciones Murciélag Blanco, editor. Quito: Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador; 2007.
6. Tirira D. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. 2a. edició. Quito: Asociación Ecuatoriana de Mastozoología / Editorial Murciélag Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 11.; 2017.
7. Tirira D, de la Torre S. Mono araña de vientre amarillo (*Ateles belzebuth*). Serie Libr. In: Tirira D, editor. Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. Serie Libr. Quito: SIMBIOE / EcoCiencia / Ministerio del Ambiente del Ecuador / UICN.; 2001. pp. 103–104.
8. Aureli F, Schaffner C. Social interactions, social relationships and the social system of spider monkeys. In: Campbel C, editor. Spider monkeys: behavior, ecology and evolution of the genus *Ateles*. New York: Cambridge University Press; 2009. pp. 236–264. doi:10.5860/choice.46-5023
9. Ramos-Fernández G, Boyer D, Aureli F, Vick LG. Association networks in spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Behav Ecol Sociobiol*. 2009;63: 999–1013. doi:10.1007/s00265-009-0719-4
10. de Martín M. Aspectos lingüísticos en las vocalizaciones de los primates. *Anu Psicol / UB J Psychol*. 2006;37: 121–140. Available: <https://www.raco.cat/index.php/anuariopsicologia/article/view/61834>
11. Oliveira DAG, Ades C. Long-distance calls in Neotropical primates. *An Acad Bras Cienc*. 2004;76: 393–398. doi:10.1590/s0001-37652004000200031
12. Spehar SN, Di Fiore A. Loud calls as a mechanism of social coordination in a fission-fusion taxon, the white-bellied spider monkey (*Ateles belzebuth*). *Behav Ecol Sociobiol*. 2013;67: 947–961. doi:10.1007/s00265-013-1520-y
13. Teixidor P, Byrne RW. The ‘ Whinny ’ of spider monkeys: Individual recognition before situational meaning. *Behaviour*. 1999;136: 279–308. doi:<https://doi.org/10.1163/156853999501333>
14. León J, Link A. Repertorio vocal de los monos araña café (*Ateles hybridus*). *Primates Colomb en peligro extinción*. 2013; 281–293.
15. López MC, Tárano Z. Comportamiento social del mono capuchino común *cebus olivaceus* (Primates: Cebidae) en tres exhibiciones zoológicas de caracas, Venezuela. *Rev Biol Trop*. 2008;56: 1503–1520. doi:10.15517/rbt.v56i3.5725
16. Tirira D. Tráfico de primates nativos en el Ecuador. *Boletín Técnico Ser Zoológica*. 2013. Available

https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1455%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Diego_Tirira/publication/320471475_Trafico_de_primates_nativos_en_el_Ecuador/links/59e760890f7e9bed362be98f/Trafico-de-primates-nati

17. Altmann J. Observational study of behavior: sampling methods. *Anim Behav.* 1974;49: 227–266.
18. Eisenberg JF. Communication mechanisms and social integration in the black spider monkey, *Ateles fusciceps robustus*, and related species. *Smithson Contrib to Zool.* 1976; 1–108. doi:10.5479/si.00810282.213
19. Defler TR. Recorrido y uso del espacio en un grupo de *Lagothrix lagothricha* (Primates, Cebidae), mono lanudo churucó, en la Amazonía colombiana. *Trigona* 3. 1989; 183–205.
20. Wallace R. Diurnal activity budgets of black spider monkeys, *Ateles chamek*, in a southern amazonian tropical forest. *Neotrop Primates.* 2001;9: 111–112. Available: <http://www.primate-sg.org/storage/PDF/NP9.3.pdf#page=21>
21. Cornell Lab of Ornithology. Raven Pro. Ithaca, USA; 2022. Available: <https://ravensoundsoftware.com/>
22. OcenAudio Team. OcenAudio. Santa Catalina, BR; 2022. Available: <https://www.ocenaudio.com/>
23. Caycedo-Rosales PC, Ruiz-Muñoz JF, Orozco-Alzate M. Reconocimiento automatizado de señales bioacústicas: Una revisión de métodos y aplicaciones. *Ing y Cienc.* 2013;9: 171–195. doi:10.17230/ingciecia.9.18.10
24. Ordóñez-Gómez JD, Santillan-Doherty AM, Hammerschmidt K. Acoustic variation of spider monkey (*Ateles geoffroyi*) contact calls is related to caller isolation and affects listeners' responses. *PLoS One.* 2019;14: 1–16. doi:10.1371/journal.pone.0213914
25. Briseño-Jaramillo M, Biquand V, Estrada A, Lemasson A. Vocal repertoire of free-ranging black howler monkeys' (*Alouatta pigra*): Call types, contexts, and sex-related contributions. *Am J Primatol.* 2016;79. doi:10.1002/ajp.22630
26. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1); 2001. p. 9. Available: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
27. Fischer J, Noser R, Hammerschmidt K. Bioacoustic field research: A primer to acoustic analyses and playback experiments with primates. *Am J Primatol.* 2013;75: 643–663. doi:10.1002/ajp.22153
28. RStudio Team. RStudio: Integrated Development for R. Boston, MA: RStudio, PBC; 2022. Available: <http://www.rstudio.com/>
29. Defler TR. Historia Natural de los Primates Colombianos. Conservación Internacional. 2010.
30. Gamba M, Friard O, Giacoma C. Vocal Tract Morphology Determines Species-Specific Features in Vocal Signals of Lemurs (*Eulemur*). *Int J Primatol.* 2012;33: 1453–1466. doi:10.1007/s10764-012-9635-y
31. Bergman TJ, Cortés-Ortiz L, Dias PAD, Ho L, Adams D, Canales-Espinosa D, et al. Striking differences in the loud calls of howler monkey sister species (*Alouatta pigra* and *A. palliata*). *Am J Primatol.* 2016;78: 755–766. doi:10.1002/ajp.22539
32. Hodun A, Snowdon CT, Soini P. Subspecific Variation in the Long Calls of the Tamarin, *Saguinus fuscicollis*. *Z Tierpsychol.* 1981;57: 97–110. doi:10.1111/j.1439-0310.1981.tb01315.x
33. Zürcher Y, Burkart JM. Evidence for Dialects in Three Captive Populations of Common Marmosets (*Callithrix jacchus*). *Int J Primatol.* 2017;38: 780–793. doi:10.1007/s10764-017-9979-4

34. Morales-Jimenez AL, Disotell T, Di Fiore A. Revisiting the phylogenetic relationships, biogeography, and taxonomy of spider monkeys (genus *Ateles*) in light of new molecular data. *Mol Phylogenet Evol.* 2015;82: 467–483. doi:10.1016/j.ympev.2014.09.019
35. Takahashi DY, Liao DA, Ghazanfar AA. Vocal Learning via Social Reinforcement by Infant Marmoset Monkeys. *Curr Biol.* 2017;27: 1844-1852.e6. doi:10.1016/j.cub.2017.05.004
36. Maestriperi D, Call J. Mother-Infant Communication in Primates. *Adv Study Behav.* 1996;25: 613–642. doi:10.1016/S0065-3454(08)60344-7
37. Hargrave S. Activity Budgets and Behavior of Captive Black-handed Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi*) at the Central Florida Zoo and Botanical Gardens. University of Central Florida. 2019.
38. Pérez L. Comunicación vocal de un grupo de *Ateles hybridus* en el parque recreativo Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca. Pontificia Universidad Javeriana. 2010.
39. Lutz CK. Stereotypic behavior in nonhuman primates as a model for the human condition. *ILAR J.* 2014;55: 284–296. doi:10.1093/ilar/ilu016
40. Hosey GR. How does the zoo environment affect the behaviour of captive primates? *Appl Anim Behav Sci.* 2005;90: 107–129. doi:10.1016/j.applanim.2004.08.015
41. Collins CK, Corkery I, Haigh A, Mckeown S, Quirke T, O’Riordan R, et al. The effect of environmental factors on the behaviour of captive red-fronted lemurs (*Eulemur fulvus rufus*). *Appl Anim Behav Sci.* 2005;106: 105–127. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2007.04.013>
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13504622.2014.940282>
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10888700701313595>
42. Spehar SN, Link A, di Fiore A. Male and female range use in a group of white-bellied spider monkeys (*Ateles belzebuth*) in Yasuní National Park, Ecuador. *Am J Primatol.* 2010;72: 129–141. doi:10.1002/ajp.20763
43. Dubreuil C, Notman H, Pavelka MSM. Sex Differences in the Use of Whinny Vocalizations in Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Int J Primatol.* 2015;36: 412–428. doi:10.1007/s10764-015-9832-6
44. Rangel A, Alfaro J, Valdez R, Romano M, Serio J. Stress in Yucatan spider monkeys: effect s of environmental conditions on fecal cortisol levels in wild and captive populations. *Anim Conserv.* 2009;12: 496–502. doi:https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00280.x
45. Taglialatela JP, Reamer L, Schapiro SJ, Hopkins WD. Social learning of a communicative signal in captive chimpanzees. *Biol Lett.* 2012;8: 498–501. doi:10.1098/rsbl.2012.0113

Anexos

Anexo 1. Repertorio vocal reportado para el género *Ateles*.

Contexto	Tipo de vocalización	Descripción
Contacto	<i>Long call</i>	Llamadas fuertes emitidas por individuos adultos para ubicar a miembros distantes, previo a patrullajes de territorio o al momento de detectar miembros de otros grupos. Proporciona un medio potencial para coordinar el movimiento individual o grupal [12].
	<i>Whinny</i>	Llamada con múltiples usos. Se escucha más comúnmente en forrajeo y al ingerir ciertos alimentos. Al establecer la posición de un individuo de un subgrupo diferente (antes de la fusión). Durante eventos afiliativos (abrazos, amamantar, acicalamiento). Cuando los subgrupos ingresan a un sitio para dormir [13]. En cautiverio puede dirigirse hacia humanos como cuidadores [18].
Social	<i>Knacker</i>	Generalmente emitido por juveniles durante el juego.
	<i>Growl</i>	Al inicio de encuentros agonísticos, advierte una posible agresión por parte de quien lo emite. Puede ir acompañado con sacudidas de ramas.
	<i>Squeal</i>	Común en respuesta a gruñidos de agresor. Emitida por hembras adultas y juveniles, rara vez en machos adultos.
	<i>Twitter</i>	Emitida generalmente por juveniles o subadultos tras una situación estresante o de conflicto. Situaciones en las que el animal es atraído por un estímulo y temeroso al mismo tiempo, evita un acercamiento cercano [18]
	<i>Whoop</i>	Emitido usualmente por individuos machos, al detectar individuos de otros grupos.
Alarma	<i>Squeak</i>	Emitido tras la detección de un posible depredador, generalmente aéreo. Puede ser usado cuando se encuentran perdidos del resto del grupo. Rara vez emitido por individuos jóvenes
	<i>Bark</i>	Realizado ante la presencia de un depredador, tras movimientos bruscos en el sotobosque o sonidos fuertes. Emitida por adultos y ocasionalmente por jóvenes.

Nota: Tabla adaptada de León y Link (2013). Spehar y Di Fiore (2013). Teixidor y Byrne (1999). Eisenberg (1976).

Elaboración: Narváez Sofía, 2022.

Anexo 2. Parámetros acústicos y sus definiciones medido para *Ateles belzebuth*.

N°	Código	Parámetro	Definición
1	DT	Delta Tiempo (s)	Tiempo total
2	T5	Tiempo al 5% (s)	La frecuencia que divide la selección en dos intervalos de tiempo que contienen el 5 % y el 95 % de la energía de la selección. El cálculo de esta medida es que la energía sumada debe exceder el 5% de la energía total
3	T95	Tiempo al 95% (s)	La frecuencia que divide la selección en dos intervalos de frecuencia que contienen el 5 % y el 95 % de la energía de la selección. El cálculo de esta medida es que la energía sumada debe exceder el 95% de la energía total
4	PT	Pico de Tiempo (s)	La primera vez en la selección en la que se produce una muestra con amplitud igual al pico de amplitud.
5	HF	Frecuencia alta (Hz)	El límite de frecuencia superior de la selección.
6	LF	Frecuencia baja (Hz)	El límite de frecuencia inferior de la selección.
7	F5	Frecuencia 5% (Hz)	La frecuencia que divide la selección en dos intervalos de frecuencia que contienen el 5 % y el 95 % de la energía de la selección. El cálculo de esta medida es que la energía sumada debe exceder el 5% de la energía total
8	F25	Frecuencia al 25% (Hz)	La frecuencia que divide la selección en dos intervalos de frecuencia que contienen el 25 % y el 75 % de la energía de la selección. La energía sumada debe exceder el 25% de la energía total.
9	F75	Frecuencia al 75% (Hz)	La frecuencia que divide la selección en dos intervalos de frecuencia que contienen el 25 % y el 75 % de la energía de la selección. El cálculo de esta medida es que la energía sumada debe exceder el 95% de la energía total
10	F95	Frecuencia al 95% (Hz)	La frecuencia que divide la selección en dos intervalos de frecuencia que contienen el 55 % y el 5 % de la energía de la selección. El cálculo de esta medida es que la energía sumada debe exceder el 25% de la energía total

11	MF	Frecuencia máxima (Hz)	La frecuencia a la que se produce el pico de poder dentro de la selección. Si el pico de poder se produce en más de una vez y/o frecuencia, es la frecuencia más baja en el tiempo máximo en la que se produce pico de poder.
12	DF	Delta Frecuencia (Hz)	La diferencia entre los límites de frecuencia superior e inferior de la selección.
13	PFC_MF	Contorno del Pico de Frecuencia Máxima (Hz)	Máximo del contorno del pico de frecuencia (Mediciones de frecuencia máxima para cortes de espectrograma).
14	PFC_MIF	Contorno del Pico de Frecuencia Mínima (Hz)	Mínimo del contorno del pico de frecuencia (Mediciones de frecuencia máxima para cortes de espectrograma).
15	AE	Agregado de Entropía (bits)	El desorden en un sonido analizando la distribución de energía dentro de una selección.
16	BW90	Ancho de banda al 90% (Hz)	La diferencia entre la frecuencia al 5% y 95%.
17	EN	Energía (dB/FS)	La energía total dentro de los límites de selección.
18	PP	Pico de Poder	
19	AR	Armónicos	Frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental.
20	NO	Notas	Representación de la altura y duración de un sonido.

Definiciones tomadas del Manual de Uso para Raven Pro.

Elaboración: Narváez Sofía, 2022.

Anexo 3. 10 parámetros acústicos (media y desviación estándar) para cada tipo de llamada (N = 495 llamadas, ver Tabla S1 para las definiciones de las medidas acústicas).

	Tipos de llamadas				
	<i>Long call</i>	<i>Whinny</i>	<i>Growl</i>	<i>Knacker</i>	<i>Twitter</i>
HF (Hz)	7243.47 ± 4238.70	1477.68 ± 1201.65	7659.92 ± 2352.75	3710 ± 3150.49	9394.07 ± 2441.68
LF(Hz)	344.01 ± 86.22	204.68 ± 122.72	190.76 ± 153.01	207.07 ± 198.95	1782.26 ± 1242.89
F25% (Hz)	874.16 ± 215.44	406.25 ± 131.43	2197.92 ± 730.88	644.65 ± 385.23	2652.78 ± 1386.67
F75% (Hz)	1216.22 ± 431.03	588.94 ± 234.16	3833.33 ± 683.26	1192.12 ± 731.19	4753.47 ± 1797.20
MF(Hz)	1031.25 ± 368.43	491.19 ± 201.39	2437.50 ± 910.15	861.11 ± 555.05	3963.54 ± 2083.09
DF (Hz)	6899.46 ± 4259.70	1273.00 ± 1221.38	7469.16 ± 2415.96	3502.93 ± 3174.34	7611.81 ± 2280.25
F5% (Hz)	755.07 ± 163.80	310.10 ± 129.26	968.75 ± 513.49	343.75 ± 246.26	2097.22 ± 1336.70
F95% (Hz)	1872.47 ± 741.98	938.30 ± 537.07	5250.00 ± 1205.15	2177.08 ± 1518.13	6442.71 ± 1438.42
PFC_MF (Hz)	3851.35 ± 1559.27	1192.31 ± 865.98	4916.67 ± 1486.10	2667.82 ± 2290.08	6592.01 ± 1576.10
EN (dB FS)	35.43 ± 8.60	8.48 ± 7.20	15.56 ± 10.77	10.28 ± 6.95	9.50 ± 5.56
	Tipos de llamadas				
	<i>Squeal</i>	<i>Whoop</i>	<i>Squeak</i>	<i>Bark</i>	
HF (Hz)	4982.39 ± 2187.68	1114.60 ± 766.97	5326.85 ± 980.78	1018.93 ± 252.59	
LF(Hz)	3217.47 ± 1191.28	311.35 ± 95.88	353.05 ± 229.12	414.49 ± 56.49	
F25% (Hz)	3450.37 ± 1130.77	452.13 ± 108.22	750.00 ± 132.58	600.00 ± 51.35	
F75% (Hz)	3773.90 ± 1163.53	605.05 ± 281.36	1143.75 ± 694.00	806.25 ± 194.40	
MF(Hz)	3529.41 ± 1120.43	518.62 ± 169.40	918.75 ± 383.12	675.00 ± 102.70	
DF (Hz)	1764.91 ± 2311.32	803.24 ± 99.14	4973.81 ± 1154.54	604.44 ± 216.11	
F5% (Hz)	3349.26 ± 1174.25	391.62 ± 99.14	637.50 ± 139.05	506.25 ± 51.35	
F95% (Hz)	4170.96 ± 1228.14	830.45 ± 511.36	2268.75 ± 1341.31	900.00 ± 244.47	
PFC_MF (Hz)	4177.65 ± 1492.58	635.64 ± 276.54	2175.00 ± 1161.27	881.25 ± 205.40	
EN (dB FS)	10.22 ± 7.51	7.88 ± 5.56	17.00 ± 10.90	8.82 ± 4.54	

	Análisis de Componentes Principales				
	PC1	PC2	PC3	PC4	
HF (Hz)	0.3206363	0.3428980	0.0936808	0.4106257	
LF(Hz)	0.3063237	-0.3661388	-0.2763735	0.3460156	
F25% (Hz)	0.3277780	-0.3036343	-0.3123082	0.2806197	
F75% (Hz)	0.3515487	-0.2278873	-0.1923482	0.0260523	
MF(Hz)	0.3660988	-0.0657112	0.1611113	-0.4271297	
DF (Hz)	0.3590819	0.0714950	0.3384105	-0.1977015	
F5% (Hz)	0.3558200	-0.1322166	0.0003105	-0.4634763	
F95% (Hz)	0.2456668	0.4978123	0.1957625	0.3302988	
PFC_MF (Hz)	0.3426954	0.1953646	0.1447218	-0.0202811	
EN (dB FS)	0.0704620	0.5397608	-0.7619458	-0.2939203	

PC1-4: Contribución de los diferentes parámetros acústicos para el Análisis de Componentes Principales

Elaboración: Narváez Sofía, 2022.