



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
Facultad de Medicina

ANÁLISIS DE LAS VOCALIZACIONES
ASOCIADAS A LA AFILIACIÓN Y AL JUEGO
SOCIAL EN MONOS ARAÑA (*Ateles geoffroyi*)
EN DOS CONDICIONES DE CAUTIVERIO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(**BIOLOGÍA AMBIENTAL**)

P R E S E N T A
MÁRQUEZ ARIAS ALEJANDRA

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS:

DRA. ANA MARIA SANTILLÁN DOHERTY

COMITÉ TUTOR:

DR. JUAN CARLOS SERIO SILVA

DRA. MARIA DEL CARMEN BAZUA DURAN

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE, 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 05 de septiembre de 2011, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** de la alumna **MÁRQUEZ ARIAS ALEJANDRA** con número de cuenta **94174582**, con la tesis titulada **"ANÁLISIS DE LAS VOCACIONES ASOCIADAS A LA AFILIACIÓN Y AL JUEGO SOCIAL EN MONOS ARAÑA (*Ateles geoffroyi*) EN DOS CONDICIONES DE CAUTIVERIO."**, realizada bajo la dirección del: **DR. ANA MARÍA SANTILLÁN DOHERTY**.

Presidente:	DR.	JUAN FERNÁNDEZ RUIZ
Vocal:	DR.	VÍCTOR ARROYO RODRÍGUEZ
Secretario:	DRA.	MARÍA GUADALUPE MÉNDEZ CÁRDENAS
Suplente:	DR.	JAIRO MUÑOZ DELGADO
Suplente:	DRA.	DIANA A. PLATAS NERI

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 11 de noviembre de 2011

M. del Coro Arizmendi
DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
COORDINADORA

c.c.p. Expediente de la interesada

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca recibida de febrero de 2008 a enero 2010 con Número 250484/215500 que correspondió a la convocatoria titulada “Convocatoria de Becas Nacionales CONACyT Enero-Julio 2008”.

A los miembros del Comité Tutor: Dra. Ana María Santillán Doherty, Dr. Juan Carlos Serio Silva, Dra. María del Carmen Bazúa Duran.

AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL

A mi familia: mi papá, mi mamá, mi hermano y mi Tía Queta. Las palabras me son insuficientes para expresarles mi agradecimiento por impulsarme a seguir mis sueños y trabajar conmigo para hacerlos realidad.

A la Dra. Ana María Santillán por su instrucción, su apoyo, su paciencia y su confianza en lo académico y sobre todo en lo personal.

A los miembros del Jurado: el Dr. Juan Fernández Ruiz, el Dr. Víctor Arroyo Rodríguez, la Dra. María Guadalupe Méndez Cárdenas, el Dr. Jairo Muñoz Delgado y la Dra. Diana A. Platas Neri, por sus valiosos comentarios.

A los compañeros de proyecto: Dra. Ana María Santillán Doherty, Biol. Rita Virginia Arenas Rosas, Ing. Andrés Gaona González, Ing. Miguel Ángel Aguillón Pantaleón y M en C. José Domingo Ordoñez Gómez.

Al Ing. Andrés Gaona González por su apoyo y explicaciones en el análisis de señales acústicas.

A mi abuelita, a mis tíos, a mis tías, a mis primos, a mis primas, a todos, por sus palabras de aliento.

A los compañeros del laboratorio por compartir el camino.

A mis amigos y amigas por su linda compañía.

A todos los que me brindaron su tiempo para realizar este proyecto.

A los monos.

DEDICATORIA

A MI PAPÁ. Te extraño mucho.

A MI MAMÁ

A MI HERMANO

ÍNDICE

FIGURAS Y CUADROS.....	iv
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
A. ANATOMÍA DEL APARATO FONADOR.....	3
B. VOCALIZACIONES EN PRIMATES.....	6
1. Vocalizaciones de afiliación.....	8
2. Vocalizaciones de juego social.....	12
C. EL MONO ARAÑA Y SU CONDUCTA VOCAL.....	16
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
IV. OBJETIVOS.....	26
A. OBJETIVO GENERAL.....	26
B. OBJETIVOS PARTICULARES.....	26
V. MATERIAL Y MÉTODO.....	27
A. SUJETOS DE ESTUDIO.....	27
B. MATERIAL.....	31
C. PROCEDIMIENTO.....	35
1. Colocación del arnés.....	35
2. Colocación del equipo de registro.....	35
3. Las sesiones de registro.....	38
D. MÉTODO DE REGISTRO.....	38
E. ANÁLISIS DE DATOS.....	39
1. Análisis de la conducta.....	39
2. Análisis de las vocalizaciones.....	40

2.a Análisis de Fourier.....	40
2.b Análisis cualitativo de las vocalizaciones.....	40
2.c Análisis cuantitativo de las vocalizaciones.....	40
3. Análisis estadístico.....	43
3.a Análisis cualitativo. Repertorio vocal.....	43
3.b Análisis cuantitativo. Características acústicas de las vocalizaciones.....	43
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
A. ANÁLISIS CUALITATIVO. REPERTORIO VOCAL.....	45
1. Vocalizaciones asociadas a la afiliación.....	45
2. Vocalizaciones asociadas al juego social.....	51
3. Uso de las vocalizaciones de afiliación.....	52
4. Comparación intra e intergrupal del uso las vocalizaciones asociadas a la afiliación.....	55
4.a Comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano.....	55
4.b Comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural.....	55
4.c Comparación intergrupal.....	55
5. Uso de las vocalizaciones asociadas al juego social.....	58
6. Comparación intra e intergrupal del uso de las vocalizaciones asociadas al juego social.....	58
6.a Comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano.....	58
6.b Comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural.....	58
6.c Comparación intergrupal del uso de las vocalizaciones asociadas a contextos de juego social	59
7. Discusión del análisis cualitativo de las vocalizaciones.....	61
B. ANÁLISIS CUANTITATIVO. CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DE LAS VOCALIZACIONES.....	66
1. Vocalizaciones asociadas a la afiliación.....	66
2. Vocalizaciones asociadas al de juego social.....	68
3. Comparación intragrupal e intergrupal de las vocalizaciones asociadas a la afiliación.....	69
3.a Comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano.....	69
3.b Comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural.....	78

3.c Comparación intergrupala de las características acústicas de las vocalizaciones asociadas a la afiliación.....	86
4. Comparación intragrupal e intergrupala de las características acústicas de las vocalizaciones asociadas al juego social.....	91
4.a Comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano.....	91
4.b Comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural.....	92
4.c Comparación intergrupala de las características acústicas de las vocalizaciones asociadas al juego social.....	93
5. Discusión del análisis cuantitativo de las vocalizaciones.....	95
C.DISCUSION GENERAL.....	100
VII. CONCLUSIONES.....	102
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	103
IX. APENDICE I.....	113
X. APENDICE II.....	117

FIGURAS Y CUADROS

FIGURAS

Figura 1	Espectrograma de la vocalización emitida por un mono araña del Instituto Nacional de Psiquiatría en la Ciudad de México.....	Pág. 4
Figura 2	Esquema del aparato fonador de los primates.....	Pág. 5
Figura 3	Espectrogramas de las vocalizaciones emitidas por <i>Cercocebus torquatus atys</i> en diferentes contextos conductuales.....	Pág. 8
Figura 4	Espectrograma de la vocalización emitida durante el juego por <i>Macaca sylvanus</i>	Pág. 15
Figura 5	Hembra de mono araña (<i>Ateles geoffroyi</i>) en la localidad de Pipiapan, Catemaco.....	Pág. 17
Figura 6	Espectrogramas de las vocalizaciones llamadas whinny emitidas por los monos araña durante la alimentación.....	Pág. 21
Figura 7	Vista tridimensional de la jaula-vivienda del encierro en un ambiente urbano (EAU).....	Pág. 29
Figura 8	Fotografía del encierro en el ambiente natural.....	Pág. 31
Figura 9	Dispositivo transmisor-receptor (DTR) de audio.....	Pág. 32
Figura 10	Arnés colocado al mono hembra Lola.....	Pág. 33
Figura 11	Ventana del Programa Cyberlink PowerDirector V.6 con el cual se registraron simultáneamente la señal de video y la de audio.....	Pág. 34
Figura 12	Esquema de los encierros en el que se muestra la posición del equipo receptor de audio al momento de los registros.....	Pág. 36
Figura 13	Esquema de las transformaciones de la señal acústica desde que es emitida por los monos hasta que es capturada en el equipo de cómputo.....	Pág. 37
Figura 14	Análisis de las vocalizaciones.....	Pág. 41
Figura 15	Vocalización tipo 1.....	Pág. 47
Figura 16	Vocalización tipo 2.....	Pág. 47
Figura 17	Vocalización tipo 3.....	Pág. 47
Figura 18	Vocalización tipo 4.....	Pág. 48
Figura 19	Vocalización tipo 5.....	Pág. 48

Figura 20	Vocalización tipo 6.....	Pág. 48
Figura 21	Vocalización tipo 7.....	Pág. 49
Figura 22	Vocalización tipo 8.....	Pág. 49
Figura 23	Vocalización tipo 9.....	Pág. 49
Figura 24	Vocalización tipo 10.....	Pág. 50
Figura 25	Vocalización tipo 11.....	Pág. 50
Figura 26	Vocalización tipo 12.....	Pág. 50
Figura 27	Vocalización tipo 13.....	Pág. 51
Figura 28	Vocalización emitida durante un encuentro de juego social.....	Pág. 51
Figura 29	Comparación intergrupar del uso de vocalizaciones asociadas a la afiliación.....	Pág. 57
Figura 30	Comparación intergrupar del uso de vocalizaciones asociadas al juego social.....	Pág. 60

CUADROS

Cuadro 1	Vocalizaciones de afiliación en diferentes especies de primates....	Pág. 10
Cuadro 2	Características físicas del mono araña.....	Pág. 18
Cuadro 3	Monos analizados que viven en un encierro en un ambiente urbano (EAU) y en un encierro en un ambiente natural (EAN).....	Pág. 28
Cuadro 4	Fechas de registro de los monos de ambos encierros.....	Pág. 38
Cuadro 5	Definición de conductas.....	Pág. 39
Cuadro 6	Parámetros acústicos medidos a cada vocalización.....	Pág. 42
Cuadro 7	Características cualitativas de las vocalizaciones ocurridas en contextos de afiliación por los monos araña de ambos encierros...	Pág. 46
Cuadro 8	Número de vocalizaciones emitidas por cada individuo en contextos de afiliación.....	Pág. 53
Cuadro 9	Tasa de vocalización por cada individuo en contextos de afiliación.....	Pág. 54
Cuadro 10	Número de vocalizaciones y tasa de vocalización durante el juego social por cada individuo.....	Pág. 58
Cuadro 11	Características acústicas de las vocalizaciones asociadas a la afiliación.....	Pág. 67

Cuadro 12	Resultados de las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk aplicado a cada parámetro de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en el encierro en ambiente urbano.....	Pág. 70
Cuadro 13	Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis aplicado para la comparación intragrupal de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en el encierro en ambiente urbano.....	Pág. 76
Cuadro 14	Resultados de prueba U de Mann-Whitney considerando el sexo, aplicado a las frecuencias armónicas que presentaron diferencias estadísticas en la comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano.....	Pág. 77
Cuadro 15	Resultados de las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk aplicado a cada parámetro de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en el encierro en ambiente natural.....	Pág. 79
Cuadro 16	Resultados del análisis de Kruskal-Wallis aplicado para la comparación intragrupal de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en el encierro en ambiente natural.....	Pág. 84
Cuadro 17	Resultados de prueba U de Mann-Whitney considerando el sexo, aplicado a las frecuencias armónicas que presentaron diferencias estadísticas en la comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural.....	Pág. 85
Cuadro 18	Resultados de las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk. aplicado a cada parámetro de la frecuencia fundamental de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en ambos encierros.....	Pág. 87
Cuadro 19	Valores significativos de la prueba U de Mann-Whitney para la comparación intergrupala de la frecuencia fundamental de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en ambos encierros.....	Pág. 89
Cuadro 20	Resultados del análisis U de Mann-Whitney de la comparación intergrupala considerando el sexo de los individuos.....	Pág. 90
Cuadro 21	Comparación intragrupal de las vocalizaciones asociadas al juego social considerando el sexo de los individuos. Encierro en ambiente urbano.....	Pág. 92

Cuadro 22	Comparación intragrupal de las vocalizaciones asociadas al juego social considerando el sexo de los individuos. Encierro en ambiente natural.....	Pág. 93
Cuadro 23	Comparación intergrupala considerando el sexo de los individuos...	Pág. 94

RESUMEN

Las vocalizaciones que ocurren en contextos de afiliación y de juego social sirven para mantener la cohesión social y fortalecer los lazos entre los primates. En esta investigación se identificaron las vocalizaciones que ocurrieron en contextos de afiliación de corta distancia y en contextos de juego social del mono araña (*Ateles geoffroyi*) de dos encierros diferentes. Se comparó intra e intergrupalmente el número de veces que cada vocalización se presentó, se identificaron las características acústicas de las vocalizaciones y finalmente se compararon intra e intergrupalmente las características acústicas de las emisiones. Para ello se analizaron las vocalizaciones de cinco monos de un encierro en un ambiente urbano (EAU) y cinco de un encierro en un ambiente natural (EAN), utilizando un dispositivo transmisor-receptor (DTR) de audio. El transmisor junto con un micrófono fue portado por el mono a estudiar. La vocalización fue transmitida mediante tecnología "bluetooth" al receptor de audio que, a su vez, se conectó a una computadora que grababa simultáneamente señal de audio y video con el fin de conocer el contexto en el que se presentaron las vocalizaciones. Se registró un mono a la vez empleando un muestreo focal del individuo en tres sesiones de ocho horas continuas hasta completar 24 horas. Las vocalizaciones ocurridas en contextos de afiliación se clasificaron considerando el número de sílabas, el número de armónicos, las modulaciones, las inflexiones y si eran vocalizaciones tonales o ruidosas. Se encontraron 11 vocalizaciones que se presentaron en ambos encierros y dos vocalizaciones que fueron exclusivas para cada encierro, completando un total de 13 tipos de vocalizaciones diferentes en su mayoría tonales, con modulaciones y frecuencias armónicas. Con la prueba de χ^2 se comparó intragrupalmente el número de veces que cada vocalización se presentó en cada encierro. Se encontró que en el EAU, 11 de los 12 tipos de vocalizaciones fueron emitidas en un número semejante de ocasiones y sólo se encontraron diferencias significativas en un tipo de vocalización. Para el EAN hubo diferencias significativas en cuatro de los 12 tipos de vocalizaciones. En la comparación intergrupala del uso del repertorio, la prueba U de Mann-Whitney detectó diferencias significativas en nueve de los once tipos de emisiones que comparten ambos encierros. La frecuencia mínima de estas vocalizaciones está alrededor de los 190 Hz, la frecuencia máxima: 12 202 Hz, el ancho de banda: 11 300 Hz, la frecuencia central: 2 500 Hz y en promedio duran 0.7 segundos. El análisis Kruskal-Wallis muestra que existen diferencias individuales en dos tipos de vocalizaciones en el EAU y en tres tipos de vocalizaciones en

el EAN. Estas variaciones están relacionadas con las características de las frecuencias armónicas y con la posición de la lengua y los labios de los monos durante la emisión. En la comparación intergrupala la prueba U de Mann-Whitney muestra que hay variaciones intergrupales en siete tipos de vocalizaciones.

Las vocalizaciones encontradas durante el juego social están formadas por sílabas ruidosas, que probablemente se originan por el movimiento corporal y por la respiración asociada a la conducta. En la comparación intragrupal del uso de estas vocalizaciones los monos juveniles de ambos encierros son los que las emiten significativamente un mayor número de veces; mientras que en la comparación intergrupala, los monos del EAU vocalizan más durante el juego social en comparación con los del EAN. Los valores promedios de las vocalizaciones de ambos grupos son: frecuencia mínima de 359 Hz, frecuencia máxima de 11 543 Hz, ancho de banda de 5 951 Hz, frecuencia central de 1 491 Hz, frecuencia inicial de 1 911 Hz, frecuencia final de 2 213 Hz, y duración de 38 segundos. Existen diferencias intrgrupales en las características acústicas de las emisiones de juego social que podrían estar relacionadas con la tensión de las cuerdas vocales de los monos. Se encontró que los monos del EAU producen vocalizaciones con frecuencias más altas lo que implica que posiblemente, hubo mayor tensión en las cuerdas vocales en comparación con los monos del EAN. En condiciones de cautiverio la comunicación vocal cara a cara es especialmente importante, ya que a través de ellas se resuelven tensiones sociales, se disminuye la tensión entre los individuos y se refuerzan los lazos sociales.

ABSTRACT

Affiliation behaviors and social play are used to maintain social cohesion and strengthen ties among primates. In this research, the vocalizations that occurred in both these contexts were described in two groups of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) living in different housing conditions. The acoustic features of the vocalizations were described, and the rate of the vocalizations and their acoustic features were compared both intra and between groups. Spider monkeys' groups consisted of 5 individuals housed in an urban environment enclosure (EAU) and 5 individuals housed in a natural environment enclosure (EAN). Vocalizations were recorded using a wireless transmitter-receptor audio device (DTR). The transmitter and the microphone were carried by the monkey, and the vocal signal was transmitted via Bluetooth technology to the audio receptor which was connected to a computer that filed both audio and video signals simultaneously in order to enable the behavioral contextualization of the vocalizations. Monkeys were registered one at a time using a focal sampling method in three sessions of 8 continuous hours until 24 hours were achieved. Vocalizations that occurred in affiliation contexts were classified considering the number of syllables, the number of harmonics, modulations, inflections, and whether vocalizations were tonal or noisy. From the total of 13 types of vocalizations found, 11 were present in both enclosures and only 2 were exclusive for each of them. Most of the vocalizations were tonal, with modulations and harmonic frequencies. A χ^2 test was used in the intragroup vocalization rate comparison for each enclosure. It was found that in the EAU, 11 of the 12 types of vocalizations for this enclosure were emitted in a similar number of occasions and only 1 had significant differences. In the EAN there were significant differences in 4 of the 12 types of vocalizations for this group. In the intergroup comparison of the use of the vocal repertoire, the U of Mann-Whitney test detected significant differences in 9 of the 11 types of vocalizations that the two enclosures share. The minimal frequency of these vocalizations ranged among the 190 Hz, the maximum frequency: 12 202 Hz, band-width: 11 300 Hz, main frequency: 2 500 Hz, and their duration is of 0.7 seconds in average. The intragroup Kruskal-Wallis analysis showed that there are individual differences in two types of vocalizations from the EAU and in three from the EAN. These variations are related to the harmonic frequencies in with the position of tongue and lips of the individuals during vocal emission. The U of Mann-Whitney test done for the intergroup comparison showed intergroup variation in seven types of vocalizations.

The vocalizations found during social play are formed by noisy syllables that are probably originated by body movement and the breathing rhythm associated to this behavior. In the intragroup comparison, it was found that juvenile monkeys of both enclosures emit a higher significant rate of vocalizations. On the other hand, the intergroup comparison showed that the EAU monkeys emit a higher significant rate of vocalizations than the EAN group. The mean values of the vocalizations of both groups are: minimal frequency 359 Hz, maximum frequency 11 543 Hz, band-width 5 951 Hz, mean frequency 1 491 Hz, initial frequency 1 911 Hz, final frequency 2 213 Hz, and duration 38 seconds. There are intragroup differences in the acoustic features of the emissions of social play vocalizations that could be related with the tension of the monkeys' vocal cords. It was found that monkeys of the EAU exhibit higher frequency vocalizations which could mean greater tension of the vocal cords compared to those of the EAN. Face to face vocal communication in captivity conditions is quite relevant as it helps animals to reduce social tensions and strengthen social ties.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta tesis fue describir el repertorio vocal de corta distancia asociado a conductas de cohesión como son la afiliación y el juego social del mono araña (*Ateles geoffroyi*). Identificar si el uso del repertorio es similar entre los individuos de un sólo grupo y si existen diferencias entre grupos. Además, ante la falta de conocimiento de las vocalizaciones asociadas a la afiliación de corta distancia y de juego social se describen las características acústicas de estas emisiones, y cada tipo de vocalización fue comparada intragrupalmente para identificar diferencias individuales e intergrupalmente para detectar diferencias poblacionales. En los “antecedentes” se dan las bases teóricas sobre la “anatomía del aparato fonador de los primates” y su funcionamiento durante la producción del sonido; sobre la comunicación vocal de los primates en particular de las vocalizaciones de afiliación y de juego social haciendo énfasis en la dinámica social; se menciona la biología del mono araña y se presenta una revisión cronológica de los estudios hechos sobre la comunicación vocal de esta especie que se han enfocado en los llamados de larga distancia que ocurren durante la fisión y la fusión de las tropas. En el “planteamiento del problema” se resalta la importancia de las vocalizaciones antes mencionadas y se plantean las preguntas centrales de la tesis y las respectivas hipótesis. En la sección de “material y método” se describen los individuos estudiados, el equipo con el que se obtuvieron las vocalizaciones detallando el dispositivo transmisión y recepción de la señal bluetooth como un método novedoso, práctico y eficiente para el registro de las emisiones vocales, se explica cómo se analizan cualitativa y cuantitativamente las vocalizaciones mediante espectrogramas que son las representaciones gráficas del sonido, y las pruebas estadísticas utilizadas para el análisis de los datos. En los “resultados” cualitativos de las vocalizaciones se describe el repertorio vocal y el uso de éste comparando intra e intergrupalmente, seguido por la discusión del análisis cualitativo. Después se describen las características cuantitativas de las vocalizaciones asociadas a la afiliación y al juego social, y se comparan intra e intergrupalmente estas emisiones y se hace la discusión de estos resultados. La “discusión general” está enfocada a plantear las investigaciones futuras que pueden realizarse considerando los resultados obtenidos en éste trabajo. En las “conclusiones” se enlistan los hallazgos encontrados, corroborando las hipótesis formuladas.

II. ANTECEDENTES

A partir del estudio de la comunicación vocal entre animales se ha desarrollado la disciplina de la bioacústica. El amplio crecimiento de la bioacústica en los últimos años se ha debido al desarrollo de los métodos tanto de registro como de análisis de las señales acústicas. Esta disciplina ha sido de gran utilidad no sólo por los conocimientos de investigación básica que ha producido, sino porque las vocalizaciones de los animales ayudan a distinguir variaciones taxonómicas entre especies o subespecies y sus relaciones filogenéticas (Tubaro, 1999; Méndez-Cárdenas *et al.*, 2008). Por ejemplo, Zimmermann *et al.* (2000) analizaron las vocalizaciones de lémures (*Microcebus murinus* y *Microcebus rufus*) como un método no invasivo para evaluar las variaciones entre las poblaciones, y encontraron que los *M. murinus* emitían llamados largos de frecuencias altas, mientras que *M. rufus* utilizaban vocalizaciones cortas de frecuencias bajas. Por otra parte, las diferencias vocales intraespecíficas (diferencias entre individuos de una misma especie) son una herramienta importante para estudiar especies que viven en ambientes de difícil acceso para el humano ya que son útiles, aunque con reservas, para estimar la densidad de las poblaciones (Nietsch, 1999; Eschmann *et al.*, 2008). Tal es el caso del estudio hecho por Estrada *et al.* (2004) en el que relacionaron las vocalizaciones con los avistamientos terrestres para estimar la presencia del mono aullador y del mono araña. Además, las características de las emisiones vocales como su amplitud y su dirección, permite estimar la distancia a la que los individuos de una especie se pueden comunicar (Gerhardt, 1998).

El método más común para registrar las vocalizaciones de los primates no humanos es mediante un micrófono que se dirige manualmente hacia los monos en estudio y se graba en cinta de forma analógica con una grabadora portátil. La distancia a la que las vocalizaciones se registran varía según las condiciones del ambiente. Por ejemplo, en condiciones de cautiverio, en la que los animales se encuentran habituados al humano, la distancia puede ser de 1 a 3 metros (Hauser, 1998), pero en condiciones de libertad la distancia puede variar de 10 a 30 metros (Teixidor y Byrne, 1999). Una vez que las emisiones vocales de los individuos se registran, se procesan por medios digitales para obtener espectrogramas que permiten el análisis visual de los sonidos con el propósito de describir patrones y relaciones entre estos, mediante herramientas matemáticas es posible caracterizar las propiedades acústicas de las vocalizaciones.

El análisis de la comunicación vocal de los animales utilizando espectrogramas comenzó a realizarse en los años 60 (Brandbury y Vehrencamp, 1998) con la finalidad de describir minuciosamente a las emisiones vocales de los primates para identificar patrones en las vocalizaciones que permitan su clasificación.

En un espectrograma, el eje de las ordenadas (o eje Y) muestra la frecuencia de los sonidos expresada en hercios (Hz). En el eje de las abscisas (o eje X) se muestra el tiempo medido en segundos (s). En la Figura 1 se puede observar un sonido de mayor potencia (de un mayor número de decibelios) corresponde un color intenso, mientras que los sonidos de baja potencia (de menos decibelios) se observan colores claros (Clements, 1998). Para cualquier sonido se puede identificar una frecuencia fundamental (F_0) que es la frecuencia más baja, y las frecuencias múltiplos de esta F_0 son denominados armónicos (Rossing, 1990; Gerhardt, 1998). Para el caso de las vocalizaciones, cada uno de estos elementos indica un cambio en la cantidad de energía que se produce en el aparato fonador de los primates. Así, la frecuencia fundamental se debe a la vibración de las cuerdas vocales y representa el tono de la emisión vocal (Owren y Rendall, 2001). Mientras que los armónicos se originan en el tracto vocal, es decir, en la cavidad resonante del aparato fonador. Estas frecuencias son el timbre de la señal acústica y se sabe que contienen información emocional (Smith, 1981).

A. ANATOMÍA DEL APARATO FONADOR

En el estudio de la comunicación animal es importante considerar que la emisión de cualquier sonido vocal se efectúa a través de un aparato fonador (Fig. 2). En los diferentes grupos de animales encontramos diferencias estructurales, sin embargo, todos ellos se caracterizan por tener un generador del sonido, un sistema vibrante y una cavidad resonante (Brandbury y Vehrencamp, 1998). El *sistema generador* está formado por los pulmones, el *sistema vibrante* son las cuerdas vocales, la laringe y la faringe y la *cavidad resonante* está integrada por la boca y la nariz (Rubin y Vatikotis-Bateson, 1998).

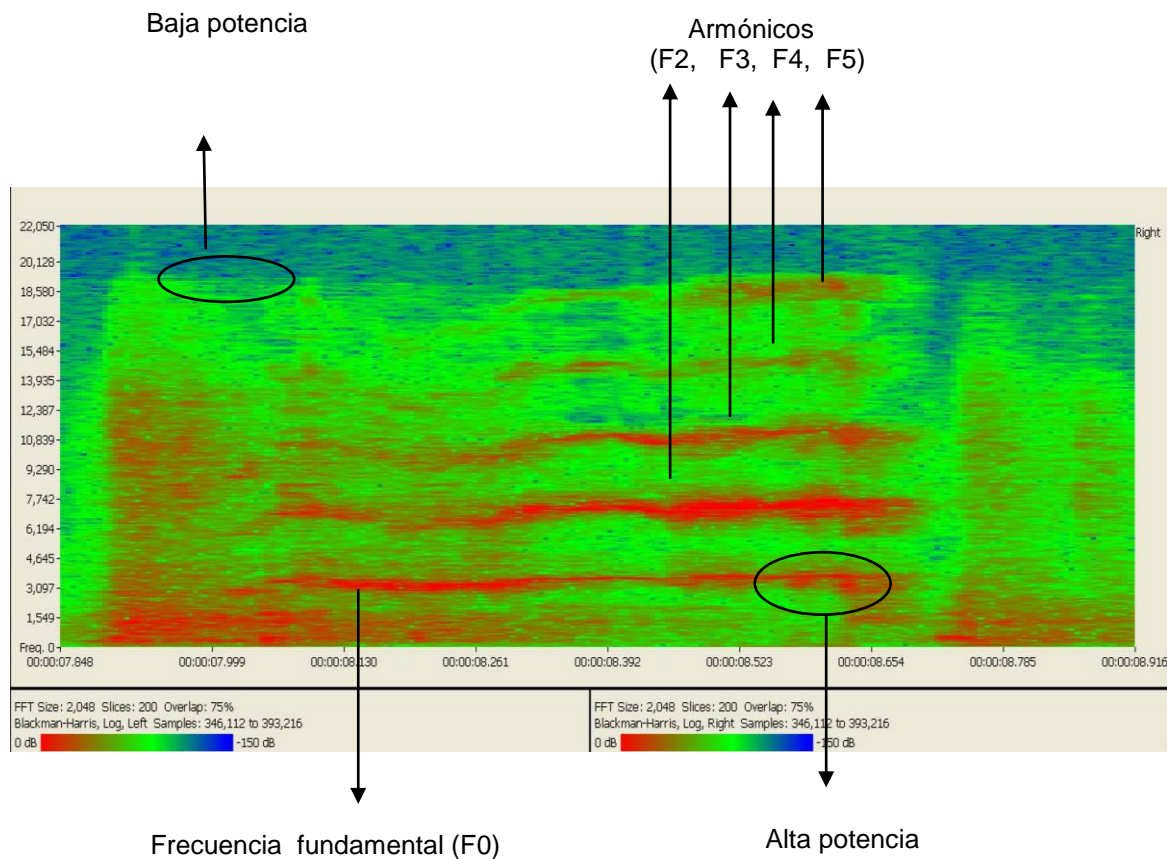


Figura 1. Espectrograma de la vocalización emitida por un mono araña del Instituto Nacional de Psiquiatría en la Ciudad de México. Se observan la frecuencia fundamental y los armónicos. La tonalidad del espectrograma indica la potencia de la vocalización en Decibelios; color rojo corresponde a un sonido de potencia alta (de un mayor número de decibelios), el color verde corresponde a sonidos de baja potencia (de menos decibelios). En el espectrograma se observa que esta emisión tiene una duración aproximada de 1 segundo con una frecuencia fundamental (F0) de alrededor de 3 000 Hz. Tiene al menos 5 armónicos (incluyendo la frecuencia fundamental) que se extienden hasta 19 000 Hz aproximadamente (F5 hacia el final de la vocalización). Esta frecuencia máxima está determinada por el equipo de grabación utilizado.

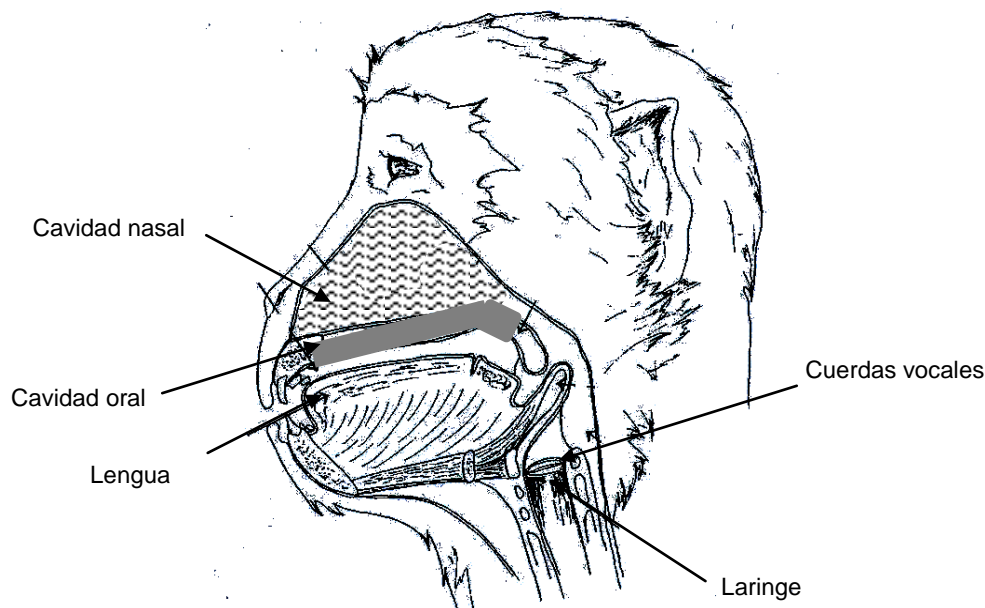


Figura 2. Esquema del aparato fonador de los primates (modificación de Rubin y Vatikiotis-Bateson, 1998).

La producción de sonidos está directamente relacionada con la contracción de la faringe y ocurre durante la expiración del aire. En este proceso, el *generador* (los pulmones) produce una diferencia de presión que provoca el flujo de aire a través del *sistema vibrante* (la laringe y las cuerdas vocales). El flujo de aire pasa finalmente por la *cavidad resonante* (cavidad vocal y nasal). La posición de los labios y de la lengua intervienen en la forma en que el flujo de aire es expulsado durante la vocalización (Fletcher, 1992), por lo que las diferentes formas que toman incrementan la gama de sonidos que se producen.

El paso del aire por el aparato fonador produce variaciones de energía que se reflejan en las características del sonido emitido. Estas variaciones de energía son elementos útiles para el análisis de las vocalizaciones. Por ejemplo en el sonograma, la vibración de las cuerdas vocales forma la F_0 y está relacionada directamente con el tono del sonido. Es así que, cuando las cuerdas vocales están tensas, vibran con más rapidez, produciendo un tono más agudo. En cambio, los tonos bajos o graves se producen cuando las cuerdas vocales se encuentran relajadas (Tortora y Anagnostakos, 1981). Las

frecuencias originadas en la cavidad resonante forman los armónicos (Brandbury y Vehrencamp, 1998). Estas frecuencias contienen la información psicoacústica del mensaje (Casacuberta y Vidal, 1987). Las frecuencias armónicas dan la calidad al sonido y es a lo que comúnmente llamamos timbre.

Las características morfológicas de los individuos, como el tamaño de la laringe o la cavidad vocal y el estado emocional, dan diferencias a los sonidos emitidos. De ahí la gran variedad de emisiones vocales de los diferentes grupos de animales.

La capacidad del humano para producir sonidos elaborados y tener lenguaje se debe a la presencia del hueso hioides, que es una estructura en forma de U que se localiza en el cuello entre la mandíbula, el maxilar superior y la laringe. A este hueso comúnmente se le conoce como la manzana de Adán y a pesar de que no está articulado con ningún otro hueso, da soporte a la lengua (Tortora y Anagnostakos, 1981). Por otro lado, la laringe del humano se encuentra en una posición más baja que en el resto de los primates, alcanzando una posición de 90° con respecto al resto del cuerpo. En los primates no humanos la faringe se inserta en la parte posterior del cuello haciendo que la faringe tenga una inclinación hacia adelante con respecto al resto del cuerpo (Rubin y Vatikiotis-Bateson, 1998) y la lengua permanece plana en la cavidad oral (Martín, 2006). La posición recta de la faringe en el humano permite que la lengua se pueda mover de arriba hacia abajo (modificando el tamaño de la cavidad oral) y de un lado hacia el otro (modificando el tamaño de la cavidad faríngea), ayudando a que el tracto vocal alcance su máxima contracción y pueda tomar una mayor cantidad de formas (Fitch y Hauser, 1995) y en consecuencia, se obtiene una amplia variedad de sonidos.

Con excepción del mono araña, los platirrinos el hueso hioides se caracteriza por ser muy corto en la parte anterior y largo en la parte posterior (Varela, 2005). Este hueso en el mono aullador (*Alouatta palliata*) está más desarrollado, lo que le permite emitir llamados de gran intensidad (Varela, 2005).

B. VOCALIZACIONES EN PRIMATES

Entre los primates las vocalizaciones son importantes para su dinámica social ya que a través de ellas, los individuos reconocen a los diferentes miembros del grupo (Owren y Rendall, 2003), encuentran pareja (Maestripiéri y Roney, 2005), transmiten información del medio, como la presencia de un depredador o de alimento (Zuberbühler *et al.*, 1997), y mantienen relaciones sociales con otros monos (Seyfarth *et al.*, 2005).

Las investigaciones más recientes con primates no humanos se enfocan en encontrar el significado y la función de las vocalizaciones (Rendall *et al.*, 1999) y cómo éstas se relacionan con la conducta de los individuos (Ghazanfar *et al.*, 2001). Range y Fischer (2004) realizaron un estudio del repertorio vocal del mono Mangabeye (*Cercocebus torquatus atys*) en el cual, además de analizar las características espectrográficas, relacionaron el contexto conductual de las vocalizaciones; encontrando 19 emisiones que difirieron entre sí por su duración y por los elementos o sílabas que las conformaban. Las vocalizaciones más emitidas por los sujetos fueron los “gruñidos” existiendo diferencias claras en la duración de las vocalizaciones emitidas por las hembras y por los machos (Fig. 3). Estos llamados se registraron mientras los monos forrajeaban o durante conductas sociales como acercamiento. Los “gritos” sólo se registraron en contextos agresivos, mientras que los “gemidos” o “gorjeos” se escucharon en hembras adultas y en individuos juveniles de ambos sexos. Las vocalizaciones sexuales fueron emitidas por las hembras mientras ocurría la cópula, aunque también durante la defecación.

Por su parte, Digweed *et al.* (2005) expusieron a un grupo de monos capuchinos (*Cebus capucinus*) a grabaciones de depredadores (específicamente de aves, serpientes y mamíferos terrestres) para conocer la respuesta vocal a estos estímulos. El llamado que los monos emitieron al escuchar a un depredador terrestre fue más corta que al escuchar a un depredador aéreo, por lo que Digweed *et al.*, (2005) sostienen que los monos capuchinos poseen un código que les permite dar significado a sus vocalizaciones. También se ha observado que los individuos contestan e identifican individualmente los llamados (Masataka *et al.*, 1987).

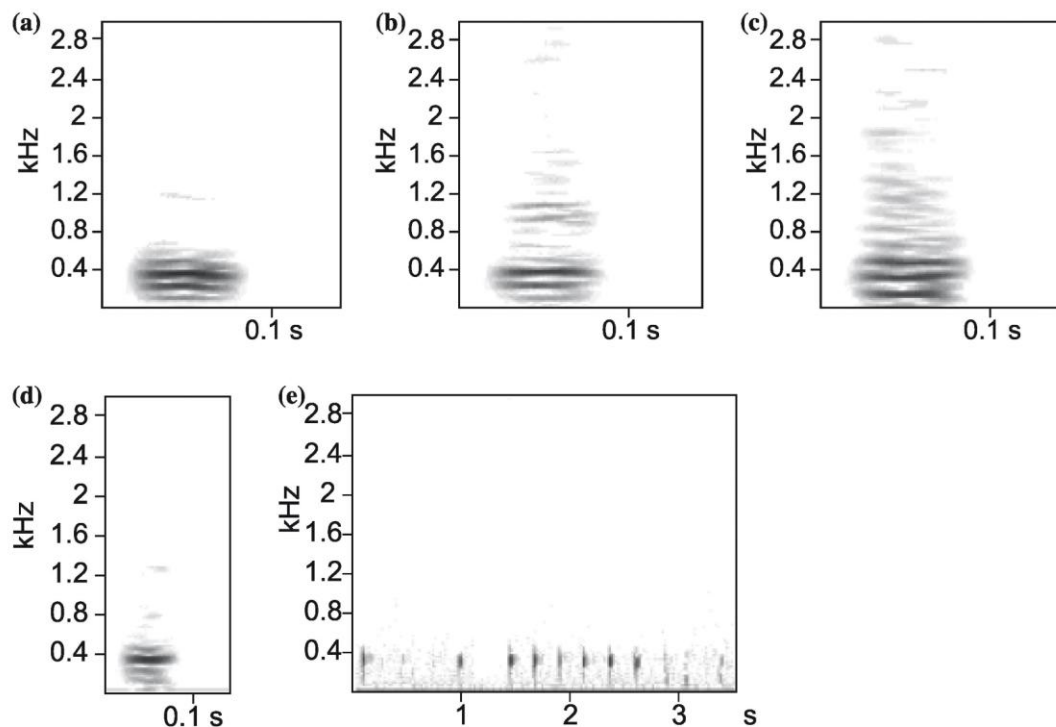


Figura 3. Espectrogramas de las vocalizaciones emitidas por *Cercocebus torquatus atys* en diferentes contextos conductuales: a) gruñido emitido por una hembra adulta durante el forrajeo, b) gruñido de hembra adulta dirigido a otra hembra que se alimentaba, c) gruñido dirigido a una hembra con infante, d) gruñido de un macho adulto durante el forrajeo, e) gruñido de un macho en combate. (Tomado de Range y Fischer, 2004).

1. Vocalizaciones de afiliación

Se consideran conductas de afiliación todas aquellas que sirven para mantener la cohesión entre un grupo de animales. Para los primates no humanos, como para otros animales, las vocalizaciones son una parte importante de la conducta de cohesión. Las vocalizaciones emitidas en contextos de afiliación facilitan las interacciones sociales, refuerzan los lazos entre los individuos (Dunbar, 1991) y tienen un papel importante en la reconciliación (Cheney *et al.*, 1995; Silk *et al.*, 1996) y para liberar tensión entre los individuos (Engh *et al.*, 2006).

La mayoría de estas vocalizaciones ocurren poco después del acercamiento de afiliación (Watson y Caldwell, 2010). Las conductas de afiliación también son importantes para la reconciliación después de un encuentro agonístico (Cheney *et al.*, 1995; Aureli *et al.*, 2002), ya que pueden ser usadas para disminuir la tensión social (von Holst, 1998). La importancia de las vocalizaciones de afiliación se ejemplifica en el papión (*Papio hamadryas*), en la que el 58.4% de las alianzas observadas por Witting *et al.*, (2007) ocurrieron mediante emisiones vocales.

Así, en cada especie encontramos vocalizaciones características de los acercamientos de afiliación (Cuadro 1). En cada especie de primates existen varias vocalizaciones que son usadas durante encuentros de afiliación que conforman el repertorio vocal. El uso del repertorio, el tipo de vocalizaciones y el número de veces que los monos producen las emisiones, dependen de la dinámica social. Por ejemplo, los chimpancés emiten el pant-hoot cuando sus aliados están cerca más que cuando se encuentran alejados (Nishida, 1993 en Ramos-Fernández, 2005). En especies donde se observa un gran movimiento diario se identifican llamados de larga distancia que permiten mantener la comunicación entre los individuos mientras se dispersan en su hábitat. Tal es el caso de los babuinos (*Papio cynocephalus ursinus*), los chimpancés (*Papio troglodytes*), los gorilas (*Gorilla gorilla*), los monos capuchinos (*Cebus capucinus*), los monos ardilla (*Saimiri sciureus*), los monos aulladores (*Allouata palliata*) y algunos macacos (*Macaca fuscata*, *M. mulatta*, *M. sínica*) (Boinski, 1991; Cheney *et al.*, 1995 y 1996; Oliveira y Ades, 2004). La mayoría de las vocalizaciones de larga distancia están por debajo de los 1 500 Hz, lo que se considera como frecuencia baja, y tienen amplitudes altas, es decir, son sonidos de tono grave y de volumen alto (Mitani y Stuht, 1998). Estos llamados han surgido como una adaptación para incrementar la propagación del sonido a través de la vegetación minimizando la atenuación. Prueba de esto es la diferencia en la frecuencia (Hz) entre los llamados de larga distancia y otro tipo de llamados de algunos primates. Por ejemplo, en *Galago senegalensis* los llamados de larga distancia están cercanos a los 380 Hz mientras que otras emisiones de la especie son de 2 100 Hz; en el mono tamarino los llamados de larga distancia son de 980 Hz y otros llamados son de 1 340 Hz (Mitani y Stuht, 1998).

Cuadro 1. Vocalizaciones de afiliación en diferentes especies de primates.

Especie	Vocalizaciones de afiliación
Monos capuchinos <i>Cebus capuchinus</i>	Vocalizaciones de alta frecuencia (Gros-Louis, 2002).
Macacos <i>Macaca sp.</i>	Los llamados “Coos” son los más frecuentes durante la afiliación. Son vocalizaciones ricas en armónicos (Rendall <i>et al.</i> , 1996).
Monos ardilla <i>Saimiri oerstedii</i>	La vocalización conocida como “chuck” está asociada a patrones de afiliación (Biben <i>et al.</i> , 1986).
Babuinos <i>Papio cynocephalus ursinus</i>	Los gruñidos sirven para mediar y reparar las relaciones sociales después de algún conflicto (Cheney <i>et al.</i> , 1995). Existen tres tipos de gruñidos graves y tonales (Koffi y Zuberbühler, 2009).
Monos gelada <i>Theropithecus gelada</i>	Existen cinco tipos de vocalizaciones que se presentan durante la afiliación. La frecuencia fundamental ésta entre los 160 y los 310 Hz, y tienen de 11 a 21 armónicos prominentes (Aich <i>et al.</i> , 1990; Martín, 2006).
Mandriles <i>Mandrillus leucophaeus</i>	Se presentan tres tipos diferentes de vocalizaciones de afiliación. Son emisiones tonales y moduladas, con varias frecuencias armónicas (Rendall <i>et al.</i> , 1999; Martín, 2006).
Chimpancés <i>Pan troglodytes</i>	Los llamados “pan-hoots” son frecuentes entre los machos adultos cuando hacen alianzas (Mitani y Nishida, 1993; Videan <i>et al.</i> , 2005).

Se sabe que existen diferencias en la estructura acústica de las vocalizaciones que permite identificar al individuo que emite algún sonido e incluso su estado emocional (Cheney *et al.*, 1996; Owren y Rendall, 2003). Éstas variaciones se deben al tamaño corporal y a la emoción de cada sujeto; provocando modificaciones en el aparato fonador durante la producción del sonido (Owren y Rendall, 2003), y en consecuencia diferencias en las frecuencias armónicas de los llamados (Casacuberta y Vidal, 1987; Brandbury y Vehrencamp, 1998). El reconocimiento de las diferencias individuales es de gran importancia para los animales porque pueden reconocer a individuos del mismo grupo o a sujetos extraños. Las madres pueden reconocer los llamados de sus hijos, y los machos pueden detectar la presencia de un macho enemigo o de un grupo amigo (Cheney y Seyfarth, 1980; Biben y Symmes, 1991, Rendall *et al.*, 1996; Engh *et al.*, 2006; Pistorio *et al.*, 2006). La variabilidad individual en las vocalizaciones de los primates se ha demostrado en los babuinos y en los macacos (Cheney *et al.*, 1996; Engh *et al.*, 2006).

Además de las diferencias individuales en la estructura acústica de las vocalizaciones también hay variaciones poblacionales aisladas geográficamente (Fischer *et al.*, 1988; Fischer, 1998; Gouzoules y Gouzoules, 1990; Mitani *et al.*, 1992; Marshall *et al.*, 1999; Rukstalis *et al.*, 2003). Esto ha sido reportado en monos tamarinos (*Saguinus oedipus*), en chimpancés (Maeda y Masataka, 1989; Jordan *et al.*, 2004) y en diferentes especies de macacos como *M. fuscata*, *M. rhesus* y *M. nemestrina* (Green, 1975; Mitani *et al.*, 1992; Egnor y Hauser, 2004). En el estudio hecho por Fischer (1998), la autora encuentra que los parámetros que varían entre las poblaciones cautivas de macacos barbery (*Macaca sylvanus*) son la frecuencia fundamental y la duración de las vocalizaciones llamadas ladridos.

Como hemos visto, las relaciones sociales de los animales influyen en las vocalizaciones que emiten. Aunado a esto es fundamental considerar que el ambiente influye en la manera en que ellos se comunican. Es bien sabido que el cautiverio provoca un aumento en las conductas agresivas y en las conductas estereotipadas, y se observa una disminución de las conductas exploratorias (Dickie, 1998; Reinhardt, 1999). Además esto, el confinamiento puede originar problemas de comunicación y en la plasticidad vocal (Rukstalis *et al.*, 2003). Se ha reportado que existe una disminución de vocalizaciones específicas en los primates confinados (Brent *et al.*, 1989; Rukstalis *et al.*, 2003; Egnor y Hauser, 2004). Además, la calidad y el tipo de interacciones entre los miembros del grupo pueden afectar la diversidad de las vocalizaciones (Maestriperi, 1996). Por ejemplo, los animales solitarios no emiten llamados de larga distancia (Whitesides *et al.*, 1988) y los

animales están en contacto con individuos extraños disminuyen las vocalizaciones (Rukstalis *et al.*, 2003).

El ambiente social de los primates es un factor importante en la plasticidad vocal (Rukstalis *et al.*, 2003). En los chimpancés y en los monos tamarinos (*S. labiatus*) por ejemplo, las vocalizaciones dependen de los congéneres presentes (Tomasello y Zuberbühler, 2002; Watson y Caldwell, 2010). Los infantes rhesus (*Macaca rhesus*) vocalizan más mientras están acompañados de sus madres que cuando se encuentran solos. Además, los tipos de llamados son diferentes cuando está un macho o su madre en la cercanía (Kalin *et al.*, 1992).

En monos que viven aislados se observa una modificación en la estructura de su comunicación vocal (Rukstalis *et al.*, 2003). En los monos ardilla se ha observado que los llamados conocidos como “chucks” y “witters” son comunes entre los individuos cautivos no así entre los monos en libertad (Newman, 1985).

2. Vocalizaciones de juego social

Al igual que las conductas de afiliación, el juego social sirve para facilitar y fortalecer las relaciones entre los individuos y establecer alianzas futuras (Maestriperi y Ross, 2004; Sharpe, 2005). Además de las funciones de afiliación que el juego social cumple, es posible expresar emociones de placer o alegría (Davila-Ross *et al.*, 2010). En edades tempranas, el juego les permite a los animales desarrollar habilidades sociales, neurológicas y físicas (Masson y McCarthy, 1995), por lo que es más frecuente entre los individuos infantes y juveniles que en los adultos.

En la mayoría de los primates, el juego se presenta como secuencias conductuales entre las que se observan saltar, correr, cambiar de dirección y rodar (De Haro, 1982). Estas conductas se distinguen de las agresiones por la relajación de los músculos y por la expresión facial; durante el juego los labios cubren los dientes de los monos mientras que en un contexto agresivo existe la retracción de labios, quedando los dientes expuestos (Fischer y Hammerschmidt, 2002).

Las emisiones vocales asociadas al juego se presentan mientras los participantes se encuentran en cercanía corporal y están asociadas a la respiración de los individuos (Kipper y Todt, 2002; Vettin y Dietmar, 2005). En los macacos, por ejemplo, se observa que estas vocalizaciones son una especie de expiraciones rítmicas (Preuschoft, 1992), mientras que en los chimpancés son jadeos.

Así como encontramos diferentes vocalizaciones que integran el repertorio vocal asociado a la afiliación también durante el juego social se identifica más de un tipo de vocalización. En los monos ardilla, por ejemplo, se distinguen dos tipos de vocalizaciones de juego social y éstas varían la intensidad y duración del juego (Biben *et al.*, 1986), mientras que en macacos barbary se distinguen tres tipos de vocalizaciones (Kipper y Todt, 2002), que son más evidentes al inicio del juego que al finalizar el encuentro, las vocalizaciones complementan otras conductas de contacto como “cara de juego” o en su caso pueden suplirlas por completo. En los espectrogramas de las emisiones de juego social en *Macaca sylvanus* (Fig. 4), se observan series de elementos cortos (de corta duración) que son como aspiraciones suaves (Fischer y Hammerschmidt, 2002). Que alcanzan los 8 000 Hz (Fischer y Hammerschmidt, 2002), en el humano la frecuencia fundamental de estas emisiones está cercana a los 199 Hz y las frecuencias armónicas alrededor de los 1 500 Hz (Szameitat *et al.*, 2007).

Los sonidos que ocurren en los primates no humanos durante el juego social están evolutivamente relacionados con la risa de los humanos (Preuschoft y van Hoof, 1995; Bea y Marijuán, 2003; Davila-Ross *et al.*, 2010). De hecho, estas vocalizaciones se consideran una homología con la risa por su similitud en la articulación del aparato fonador, en la expresión facial (Davila-Ross *et al.*, 2010), por la respiración acelerada (Marci *et al.*, 2004) y por presentarse en contextos sociales y emocionales semejantes (Ohala, 1996; Bea y Marijuán, 2003; Bekoff, 2001); al igual que las vocalizaciones del juego social en los primates no humanos como en chimpancés y gorilas juveniles, la risa de los humanos tiene un rol social. Con ella se resuelven tensiones sociales, se favorece la creación de nuevos lazos entre los individuos y es usada para comunicar emoción (Bea y Marijuán, 2003; Sharpe, 2005).

Al analizar espectrográficamente la risa, se ha encontrado que está formada por sonidos rítmicamente repetidos, con gran cantidad de energía que se ve como elementos ruidosos (Bea y Marijuán, 2003; Szameitat *et al.*, 2007; Kohler, 2008) similares a lo reportado en los espectrogramas de las vocalizaciones de juego social de primates no humanos. A diferencia de otro tipo de sonidos producidos por el humano en los que únicamente se exhala (Kohler, 2008), durante la risa también se involucra la inhalación; semejante a lo que ocurre durante las vocalizaciones de juego social de los monos (Kipper y Todt, 2002; Vettin y Dietmar, 2005; Szameitat *et al.*, 2007). También en cánidos y roedores como las ratas, ratones y hamsters, se han identificado vocalizaciones que ocurren durante el juego que conservan las características antes mencionadas y que

facilitan las interacciones sociales que están asociadas con emociones positivas y de afecto por lo que se relacionan evolutivamente con la risa (Panksepp y Burgdorf, 2003).

Durante el juego social se han detectado diferencias individuales en el número de veces que estas vocalizaciones son emitidas. Estas variaciones dependen de la edad porque con ésta disminuye el juego (Whitesides *et al.*, 1988; Masson y McCarthy, 1995; Szameitat *et al.*, 2007), del sexo de los individuos ya que entre los primates las hembras adultas a diferencia de los machos adultos, tienden a relacionarse más con los monos juveniles (Herman *et al.*, 2003), y de los compañeros de grupo y sus relaciones sociales de amistad y parentesco (Stanford, 1998; Tartabini, 1991).

De la misma forma que en las vocalizaciones de afiliación, en las vocalizaciones que ocurren durante el juego social se han detectado diferencias individuales en las características acústicas, las cuales se deben al tamaño de los individuos (Vettin y Dietmar, 2005; Szameitat *et al.*, 2007). En el juego social el ambiente es determinante en el desarrollo de las habilidades físicas y sociales entre los primates y en los animales en general. En individuos que han sido separados de sus congéneres no responden ante una invitación a jugar tal como lo haría un sujeto que ha crecido con sus semejantes (Panksepp y Burgdorf, 2003).

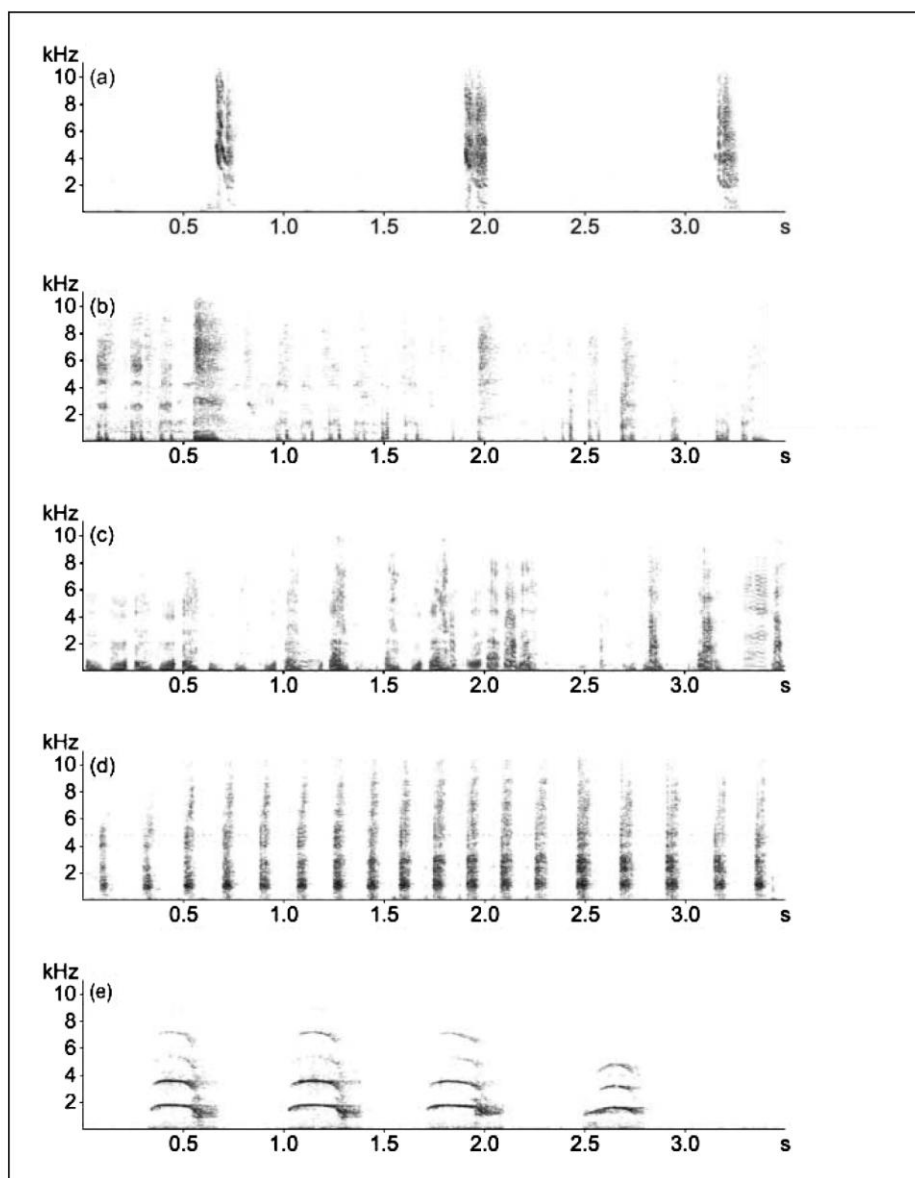


Figura 4. Espectrograma de la vocalización emitida durante el juego por *Macaca sylvanus*. a) emisión producida por individuo infante de 3 meses saltando por primera vez a una rama, b) emisión producida por mono juvenil durante el juego, c) hembra subadulta vocaliza mientras observaba a un individuo infante, d) vocalización de una hembra adulta observando a un mono infante, e) emisión vocal de una hembra adulta buscando a su hijo. (Tomado de Fischer y Hammerschmidt, 2002).

C. EL MONO ARAÑA Y SU CONDUCTA VOCAL

Antes de hablar de la conducta vocal del mono araña (Fig. 5), se expondrán algunas de las características físicas (cuadro 2) y de organización social de esta especie.

Esta especie se caracteriza por tener una organización social de fisión-fusión, en la cual una tropa de hasta 40 individuos se divide a lo largo del día en subgrupos o subunidades que varían en el número, sexo y edad de los individuos (Bramblett, 1984, Chaves *et al.*, 2011). La composición de los subgrupos cambia constantemente, siendo las relaciones más permanentes las de la madre y su cría o la del macho con una hembra y su cría (Feagle, 1988). Entre los primates, esta forma de organización social sólo se observa en el mono araña y en los bonobos (*Pan paniscus*) (Aureli y Schaffner, 2007) y la división de la tropa en subgrupos reduce la competencia entre los individuos por los recursos.

Generalmente los machos tienden a ser dominantes sobre las hembras y los adultos sobre los jóvenes pero, en ocasiones, algunas hembras pueden ser dominantes de un subgrupo y ellas determinan las actividades del mismo (Wilson, 1980). El juego se presenta entre juveniles o entre juveniles y adultos. Sin embargo el aseo social no es común en esta especie y, al contrario de como ocurre en la mayoría de los primates, los individuos de mayor rango asean más de lo que ellos son aseados (Wilson, 1980) y los machos asean más que las hembras. Así mismo, los machos son más cohesivos que las hembras ya que con frecuencia, las hembras pasan gran parte del tiempo solas o acompañadas de su cría (Feagle, 1988).

Los monos araña tienen glándulas cercanas a la base del cuello que parecen emitir señales olorosas; su abrazo estereotipado y la olfacción pectoral constituyen probablemente la inspección de estas glándulas (Bramblett, 1984). El abrazo y la olfacción son mutuas y a veces van acompañadas de vocalizaciones (Bramblett, 1984). Este abrazo representa una especie de saludo cuando los monos se encuentran, por lo que se pueden presentar más abrazos durante la fusión del grupo (Aureli y Schaffner, 2007) y frecuentemente es acompañado de vocalizaciones (Ramos-Fernández, 2005). Así mismo, esta conducta sirve como un regulador de la tensión entre los monos, de ahí que en cautiverio se presente un mayor número de abrazos por hora que en libertad (Schaffner y Aureli, 2005).

La agresión no es frecuente en esta especie, pero cuando se presenta, los animales se dan manotazos y patadas, agitan ramas, menean la cabeza y en ocasiones se

muerden (Wilson, 1980). Las interacciones agresivas son casi siempre intersexuales, involucrando agresiones de uno o más machos contra una hembra (Klein y Klein, 1971).

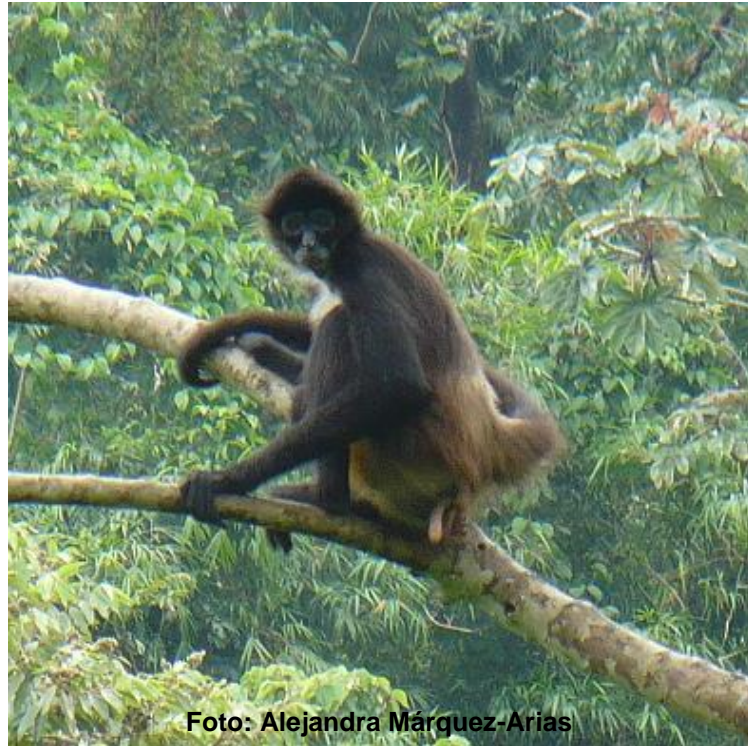


Foto: Alejandra Márquez-Arias

Figura 5. Hembra de mono araña (*Ateles geoffroyi*) en la localidad de Pipiapan, Catemaco, Veracruz.

Cuadro 2. Características físicas del mono araña.

Características	Descripción
Apariencia física	Es de apariencia delgada, con extremidades largas y tiene una cola prensil larga con dermatoglifos que utiliza como una extremidad más (Bramblett, 1984). La coloración de estos animales es en general negra, con tonalidades blancuzcas o amarillentas en las porciones ventrales y tonalidades rojizas en la región dorsal (Fig. 5).
Peso	Pesa de 4 a 8 kilogramos y mide de cabeza a cola entre 34 a 52 cm el macho, y entre 38 a 50 cm la hembra (Vaughan, 1988).
Dimorfismo sexual	Es poco evidente; en las hembras se presenta un clítoris pendular que es más visible que el pene y el escroto de los machos.
Hábitat	Bosque tropical lluvioso, bosque tropical húmedo, bosque tropical seco (González-Zamora, 2008).
Alimentación	La dieta varía con la fenología de la zona, pero de manera general el 67% de su alimentación son frutos y el 21% hojas maduras, las flores 7% e insectos y otras partes de plantas 2 % (Gonzalez-Zamora <i>et al.</i> , 2008).
Reproducción	Los monos araña en vida libre llegan a vivir hasta 20 años y en cautiverio hasta 25 años. A los 5 años de vida los individuos de ambos sexos alcanzan la madurez sexual (Smuts <i>et al.</i> , 1987). La gestación tiene una duración de entre 7 a 7.5 meses y regularmente por cada parto nace una sola cría (van Roosmalen y Klein, 1988); se pueden encontrar crías de todas las edades en cualquier época del año (Eisenberg y Kuehn, 1966).
Actividad diaria en vida silvestre	El 44% del tiempo en un día lo dedican a la alimentación, el 34 % al descanso, el 12 % al movimiento en su hábitat y el 10% a otras actividades. El tiempo que los dedican a cada actividad depende del clima y de la disponibilidad del alimento, por ejemplo en época seca los animales dedican más tiempo al descanso que en época de lluvia (Chavés <i>et al.</i> , 2011).

Los estudios de las vocalizaciones del mono araña se remontan a 1935, cuando Carpenter (1935) describe un llamado de largo alcance que ocurre cuando la tropa se fragmenta y sirve para coordinar a la tropa cuando ésta se encuentra separada y para mantener la cohesión de los individuos. Eisenberg (1976) describe que existen diferentes llamados en el repertorio vocal en la especie, además afirma que el *whinny* es la base acústica del repertorio y que se escucha entre los animales cuando comen, descansan o cuando se mueven en su hábitat. En 1990, Chapman y Weary mencionan que la estructura acústica de ésta vocalización cambia entre individuos y permite su reconocimiento. Por su parte, Chapman y Weary (1990) reportan que existen diferencias acústicas en el *whinny* emitido por diferentes individuos durante el forrajeo (Fig. 6). Estas diferencias permiten a los monos identificar a sus conespecíficos y facilita la fusión de los subgrupos. El análisis realizado por Chapman y Weary (1990) muestra que las madres y su descendencia son acústicamente similares.

En 1990, Chapman y Lefebvre reportan que el *whinny* sirve para regular el tamaño de los subgrupos y que la abundancia de alimentos determina la cantidad de vocalizaciones que se emiten. Es decir, los monos emiten más llamados cuando los grupos son pequeños para evitar los riesgos por depredadores, mientras que producen menos *whinnies* cuando hay muchos individuos en un subgrupo para evitar la competencia durante la alimentación.

Estudios más recientes incluyen las vocalizaciones de *A. geoffroyi* realizados por Teixidor y Byrne (1997) en el que reprodujeron con un altavoz las vocalizaciones de monos de la tropa y monos ajenos al grupo. Como respuesta a la grabación se observó que los monos pueden reconocer las vocalizaciones emitidas por miembros del grupo, ya que cuando las vocalizaciones eran de monos ajenos se observó el despliegue de conductas agresivas. En 1999, Teixidor y Byrne, hicieron un estudio a fondo del *whinny* encontrando que esta vocalización se emite mientras los monos están forrajeando, descansando o cuando un individuo se separa de su grupo y pierde de vista a sus congéneres. Teixidor y Byrne (1999) definen acústicamente el *whinny*: como un llamado tonal cuyos elementos son en forma de arco que contienen de dos a seis armónicos (en promedio, dos armónicos). En este estudio se reportó que la duración de la frecuencia fundamental es de 1.05 segundo, la frecuencia mínima de la frecuencia fundamental es de 250 Hz, la frecuencia máxima es de 4 830 Hz y el ancho de banda es de 4 610 Hz.

Por su parte, Ramos-Fernández (2005) identifica nueve tipos de vocalizaciones que sirven para la cohesión del grupo, mismas que fueron reproducidas a los monos para

determinar el efecto del *whinny* en las conductas de cohesión y para saber si este llamado determina el movimiento de los subgrupos. En su estudio, Ramos-Fernández encontró que estos llamados son usados por el mono araña para tener flexibilidad de movimiento mientras mantienen relaciones sociales específicas y que los monos emitieron más *whinnies* cuando otro subgrupo se encontraba en las cercanías, y sugiere que estos llamados influyen en el movimiento de subgrupos. Además describe que la frecuencia fundamental del *whinny* es modulada, que muestra cambios abruptos que tienen de dos a diez elementos que duran entre 0.3 a 1.5 segundos y la máxima frecuencia fundamental de ésta vocalización está cercana a los 5 000 Hz. La única vocalización que se estudiado ampliamente es el *whinny*, aún cuando se pueden identificar a oído otras emisiones diferentes.

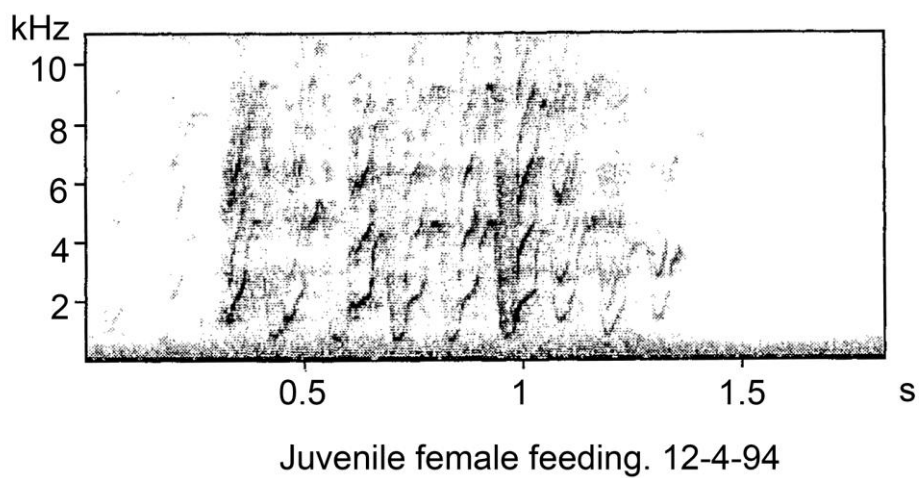
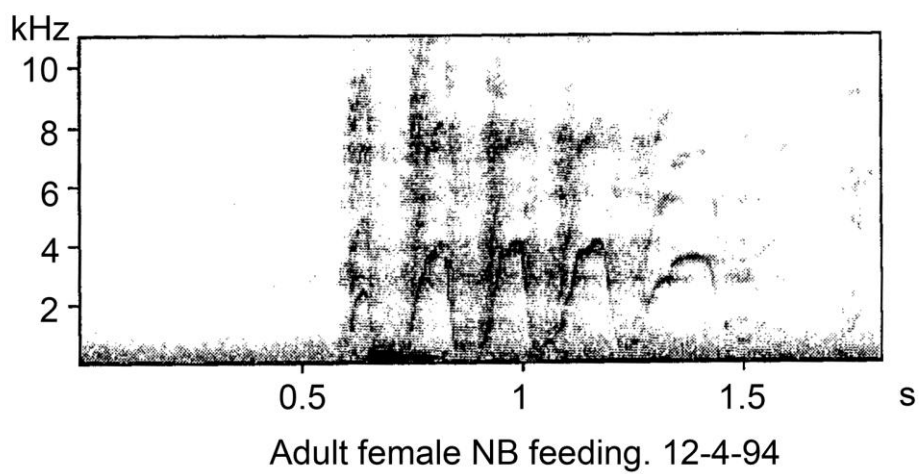


Figura 6. Espectrogramas de las vocalizaciones llamadas whinny emitidas por los monos araña durante la alimentación: arriba, hembra adulta; abajo: hembra juvenil (Tomado de Teixidor y Byrne, 1999).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De las vocalizaciones de afiliación del mono araña, sólo el whinny, que es una vocalización de larga distancia que los monos araña emiten para mantenerse en contacto con el resto de la tropa, ha sido analizada en su estructura (Carpenter, 1935; Eisenberg, 1976; Champan y Weaby, 1990 y 1997; Teixidor y Byrne, 1997 y 1999; Ramos-Fernández, 2005). Sin embargo, se ha demostrado que además del whinny existen otras vocalizaciones que permiten mantener las relaciones entre los individuos de un mismo grupo y con otros grupos (Eisenberg, 1976; Ramos-Fernández, 2005).

En la organización social de fisión-fusión de los monos araña, la comunicación vocal es fundamental para la cohesión social, no sólo en la coordinación del grupo cuando están alejados sino además cuando se re-encuentran. Es entonces que las vocalizaciones de corta distancia son muy importantes debido a que los monos deben comunicarse con compañeros de cada subgrupo con los que comparten poco tiempo. Ramos-Fernández (2005) reconoce la necesidad de estudiar con más detalle otras vocalizaciones de la especie que también sirven para mantener las relaciones entre los individuos de un mismo grupo y con otros grupos. Sin embargo, las vocalizaciones de corta distancia, que ocurren cara a cara entre los monos durante la afiliación, no han estudiadas.

Estudiar cualitativamente las emisiones vocales asociadas a la afiliación de corta distancia del mono araña resulta interesante porque en esta especie la jerarquía es poco definida y las relaciones sociales se establecen mediante conductas de afiliación y de juego social que ocurren entre un individuo y otro (Wilson, 1980). Esto es contrario a lo que ocurre en la mayoría de los primates en los que la jerarquía es lineal y se construye a través de encuentros agresivos. Ahora bien, en otras especies de primates las vocalizaciones emitidas durante contextos de afiliación son graves, tonales y con varias frecuencias armónicas (Cheney *et al.*, 1995; Rendall *et al.*, 1999). Por lo que cabe preguntarse si las vocalizaciones de afiliación de corta distancia del mono araña ¿comparten patrones acústicos con el whinny? y ¿conservan características acústicas que se observan en las vocalizaciones de afiliación de otros primates? Entonces, esperaríamos encontrar que las emisiones vocales asociadas a la afiliación sean tonales, con sílabas en forma de arco y con frecuencias armónicas bien definidas.

Las conductas de juego social además de desarrollar las capacidades físicas como en otras especies, en el mono araña permiten el establecimiento y reforzamiento de lazos entre los individuos (Sharpe, 2005). Esta función extra del juego en el mono araña permite

considerarla una conducta de afiliación pudiéndose estudiar por separado. Se ha visto que las vocalizaciones ocurridas durante el juego social de los primates y la risa de los humanos son similares en la articulación del aparato fonador durante la producción de estos sonidos, en la expresión facial y en sus características espectrográficas (Fischer y Hammerschmidt, 2002; 1998; Kipper y Todt, 2002; Kohler, 2008; Vettin y Dietmar, 2005; Davila-Ross *et al.*, 2010). En los análisis acústicos de estas vocalizaciones se identifican elementos rítmicos de tipo ruidoso, es decir, sin frecuencias armónicas evidentes (Fischer y Hammerschmidt, 2002; Bea y Marijuán, 2003; Kohler, 2008). Entonces ¿las vocalizaciones que los monos araña producen durante el juego social se parecerán a lo reportado en otras especies de primates incluyendo el humano? Si es así, podemos predecir que las vocalizaciones asociadas a contextos de juego social encontradas en el mono araña estarán formadas por sílabas ruidosas y rítmicas.

No hay que olvidar que el ambiente social de los primates es determinante en las vocalizaciones de afiliación que los individuos producen. La cantidad de compañeros de grupo (Whitesides *et al.*, 1988), el tipo de interacciones entre ellos (Maestriperi, 1996), el parentesco (Kalin *et al.*, 1992) y si los compañeros son conocidos o extraños (Rukstalis *et al.*, 2003), son factores que influyen en el número y el tipo de vocalizaciones que emiten los monos (Tomasello y Zuberbühler, 2002; Rukstalis *et al.*, 2003; Watson y Caldwell, 2010). Aunado a esto, el cautiverio por sí mismo, provoca modificaciones en las conductas, en la comunicación y en la plasticidad vocal de los individuos (Dickie, 1998; Reinhardt, 1999; Rukstalis *et al.*, 2003). En situaciones de confinamiento, la tensión entre individuos se incrementa por la cercanía entre ellos provocando que se modifique el comportamiento de los animales incluyendo las vocalizaciones como una expresión conductual más. Se sabe que los monos araña cautivos emiten un mayor número de abrazos y vocalizaciones de corta distancia por hora que los que se observan en libertad (Schaffner y Aureli, 2005), esto permite regular la tensión entre los monos. Es por eso que surge la pregunta de si habrá variaciones en el número de vocalizaciones durante la afiliación al compararla intragrupal e intergrupalmente. Se espera que el número de emisiones vocales en los monos de un mismo encierro sea semejante, y, que existan diferencias significativas al compararlos intergrupalmente.

Como ocurre en las vocalizaciones de afiliación, el número de vocalizaciones de juego social que cada mono produce está relacionado con la presencia y el número de los compañeros de grupo, el tipo de interacciones entre ellos y con la edad (Masson y McCarthy, 1995; Whitesides *et al.*, 1988; Maestriperi, 1996; Szameitat *et al.*, 2007).

Entonces podemos suponer que al comparar intra e intergrupalmente el número de vocalizaciones de este contexto, encontraremos diferencias, especialmente los monos juveniles producirán más vocalizaciones.

Así mismo, las características cuantitativas de las vocalizaciones del mono araña que ocurren durante la afiliación a corta distancia no se conocen, sin embargo, sabemos que la frecuencia fundamental de las vocalizaciones de corta distancia son superiores a los 1 500 Hz como en el mono tamarino o en el mono gelada (Mitani y Stuht, 1998; Martín, 2006). Entonces podríamos pensar que las vocalizaciones de afiliación de corta distancia del mono araña son similares a lo que ocurre en otras especies de primates, de ser así esperamos que la frecuencia fundamental de dichas emisiones vocales esté por arriba de los 1 500 Hz.

En lo que respecta a las vocalizaciones de juego social, sabemos que en especies como *Macaca sylvanus* las vocalizaciones alcanzan los 8 000 Hz (Fischer y Hammerschmidt, 2002), mientras que en el humano la frecuencia fundamental de estas emisiones está cercana a los 199 Hz y las frecuencias armónicas alrededor de los 1 500 Hz (Szameitat *et al.*, 2007). Entonces, ¿Qué características acústicas poseen las vocalizaciones producidas durante los encuentros de juego social del mono araña? Esperamos que las vocalizaciones, asociadas al juego social sean semejantes a lo reportado para otras especies de primates, y la frecuencia fundamental esté por debajo de los 1 500 Hz.

En estudios previos se han identificado variaciones individuales en las vocalizaciones que ocurren durante la afiliación de algunas especies de primates (Cheney *et al.*, 1996; Engh *et al.*, 2006) y en el whinny del mono araña (Chapman Weary, 1990). Estas variaciones se deben a las características morfológicas del aparato fonador y al estado emocional de los animales (Smith, 1981; Casacuberta y Vidal, 1987). Acústicamente, estas variaciones individuales se reflejan en las frecuencias armónicas que se originan en la cavidad resonante del aparato fonador y que dan el timbre a las emisiones vocales (Smith, 1981; Brandbury y Vehrencamp, 1998; Menon *et al.*, 2002). Entonces si existen diferencias individuales en las vocalizaciones de afiliación de primates incluyendo al whinny esperamos también encontrar variaciones individuales al analizar las características acústicas de las vocalizaciones emitidas durante los encuentros de afiliación. Estas variaciones se reflejarán en las características acústicas de los armónicos, específicamente en la frecuencia mínima, frecuencia máxima, frecuencia central y duración de los armónicos de las vocalizaciones de afiliación.

Además de las variaciones individuales de las vocalizaciones, se han detectado variaciones acústicas en la distribución de la frecuencia fundamental entre poblaciones aisladas geográficamente (Maeda y Masataka, 1989; Mitani *et al.*, 1992). Entonces, resulta interesante comparar las vocalizaciones de los monos que viven en dos condiciones de encierro para identificar si las características acústicas de emisiones vocales varían con el tipo de encierro. De ser así, las diferencias en las emisiones vocales de afiliación de los animales de cada encierro se detectarán al analizar la frecuencia fundamental que son el tono de las vocalizaciones (Smith, 1981).

Al igual que las vocalizaciones de afiliación que ocurren mientras los monos juegan, también se detectan variaciones individuales en sus características acústicas causadas por el tamaño de los individuos (Vettin y Dietmar, 2005; Szameitat *et al.*, 2007). Así esperamos que al comparar intragrupalmente las características acústicas de las vocalizaciones asociadas a contextos de juego social existan diferencias, particularmente en la frecuencia mínima, en la frecuencia máxima, en el ancho de banda y en la frecuencia central que dependen de la tensión en las cuerdas vocales producto de la articulación del aparato fonador durante el juego (Vettin y Dietmar, 2005; Szameitat *et al.*, 2007).

En los primates en general se sabe que las características acústicas de vocalizaciones de afiliación varían entre poblaciones (Maeda y Masataka, 1989; Mitani *et al.*, 1992), sin embargo existe poca información para las vocalizaciones ocurridas durante el juego social. Por lo tanto, se espera encontrar también diferencias intergrupales en las características acústicas en las vocalizaciones producidas durante el juego social en los monos araña.

IV. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

1. Identificar y describir el repertorio de las vocalizaciones asociadas a contextos de afiliación y juego social del mono araña en dos tipos de encierros.

B. OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar las vocalizaciones del mono araña relacionadas con contextos de afiliación y de juego social.
2. Comparar intra e intergrupalmente el uso de vocalizaciones de afiliación y de juego social.
3. Identificar las características acústicas de las vocalizaciones de afiliación y de juego social del mono araña encontradas en dos tipos de encierro.
4. Comparar intragrupalmente las frecuencias armónicas de las vocalizaciones asociadas a la afiliación y al juego social para detectar variaciones individuales.
5. Comparar intergrupalmente las características acústicas de la frecuencia fundamental de las vocalizaciones asociadas a la afiliación y al juego social en un encierro en ambiente urbano con las vocalizaciones emitidas en un encierro en ambiente natural para reconocer diferencias poblacionales.

V. MATERIAL Y MÉTODO

A. SUJETOS DE ESTUDIO

Se analizaron las vocalizaciones de diez monos araña (cuadro 3). En el Grupo 1 cinco monos viven juntos en un encierro en un ambiente urbano (EAU; N=5). En el grupo 2 viven en un encierro en un ambiente natural (EAN; N=5). En ambos encierros, se trabajó con un macho adulto, tres hembras adultas y un macho juvenil. La fecha de nacimiento de los monos se desconocen pero sus edades se estiman por sus características físicas.

Los monos han sido integrados al grupo de encierro en diferentes fechas. Todos en algún momento vivieron como mascotas que posteriormente se decomisaron o se donaron por sus dueños. Los monos del EAU fueron entregados al Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente” (INPRF), en donde se les utiliza para realizar investigación etológica. Los monos del EAN fueron entregados al Centro Mexicano de Rehabilitación para Primates A.C. y posteriormente, a la Universidad Veracruzana, para formar parte de un programa de rehabilitación, se mantienen con un contacto con el humano reducido al mínimo.

Los cinco monos estudiados del EAU comparten la vivienda con tres hembras adultas más (en total son 8 monos). La jaula-vivienda se encuentra en el Edificio de Neurociencias en el INPRF en la Ciudad de México, ubicada entre los 19°03' y 19°36' de latitud norte y los 98°57' y 99°22' de longitud oeste, a una altitud de 2 240 msnm, donde el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano.

La jaula-vivienda es de paredes de cemento con techo de malla ciclónica. Tiene una forma de sección trapezoidal (Fig. 7) con dimensiones de 6.20 m en el lado mayor, de 1.70 m en el lado menor y de 6.00 m en los lados iguales, por 6.30 m de altura (Ramírez y López, 1989).

En la pared del fondo de la jaula-vivienda, se encuentran dos plataformas de 6.20 m de largo por 1 m de ancho colocadas a 1.45 m y 3.20 m de altura, respectivamente. Dentro de la jaula también existen tubos que van desde el suelo hasta el techo y que permiten que los monos puedan subir a las plataformas y al techo. En una de las paredes laterales hay una pequeña plataforma de 1 m por 0.75 m a una altura de 3.40 m a la que se llega por escaleras marineras empotradas en la pared. En la pared más angosta existe una ventana de 1.70 m por 1.70 m situada a 4 m de altura frente a las plataformas. Desde esta ventana se realizan las observaciones. Justo debajo del observatorio se encuentra la

puerta para entrar a las jaulas (Ramírez y López, 1989).

Cuadro 3. Monos analizados que viven en un encierro en un ambiente urbano (EAU) y en un encierro en un ambiente natural (EAN).

INDIVIDUO	SEXO	EDAD	ENCIERRO
Canica	Hembra	Adulta	EAU
Celina	Hembra	Adulta	
Leakey	Macho	Adulto	
Lola	Hembra	Adulta	
Toto	Macho	Juvenil	
Frida	Hembra	Adulta	EAN
Latin	Macho	Adulto	
Lorenzo	Macho	Juvenil	
Niurka	Hembra	Adulta	
Sinaed	Hembra	Adulta	

Dentro de la jaula-vivienda existe una jaula de restricción de 80 cm por 100 cm por 60 cm. Los monos están entrenados para entrar a esta jaula, facilitando su manejo. También existen un juego de aros, una rueda de ejercicio y varias cuerdas (Fig. 7).

La jaula es lavada de lunes a sábado por las mañanas; la limpieza inicia entre las 8:00 y las 9:00 horas y termina entre las 11:00 y las 12:00 horas. Una vez que la jaula está limpia se proporciona fruta de temporada y alimento comercial para monos del nuevo mundo en forma de *pellets*. Los monos obtienen agua *ad libitum* accionando la palanca de un bebedero localizado en una de las paredes laterales.

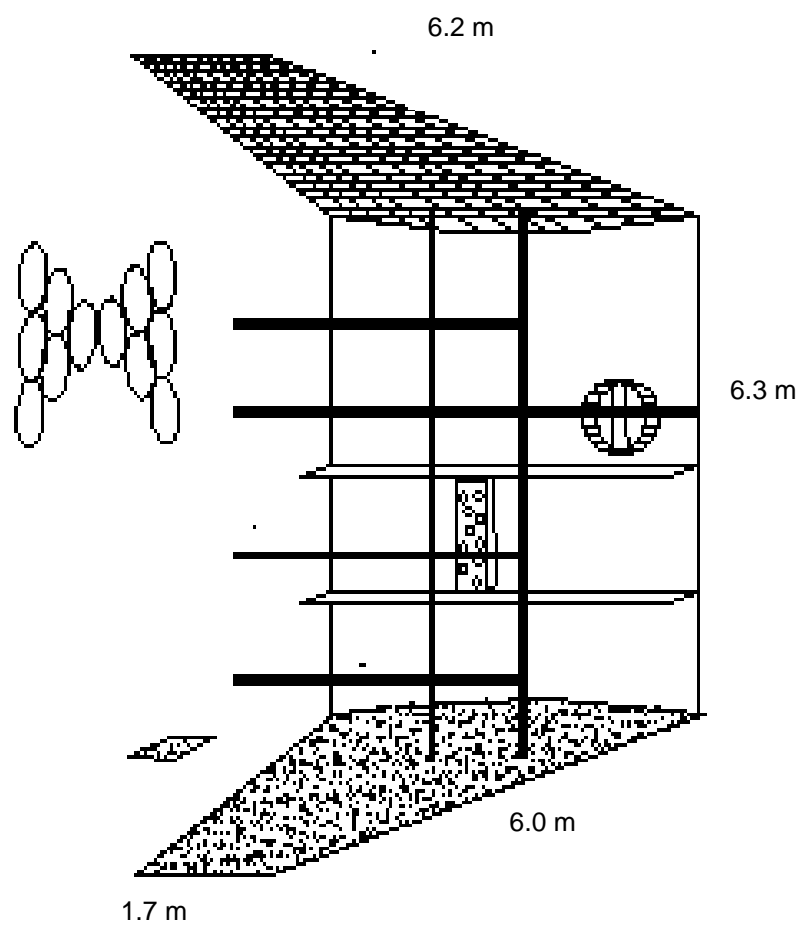


Figura 7. Vista tridimensional de la jaula-vivienda del encierro en un ambiente urbano (EAU).

Por su ubicación dentro del edificio, esta jaula-vivienda colinda con una vía vehicular rápida, por lo que los monos están expuestos a la luz artificial nocturna y al ruido que el tránsito genera. El techo de malla ciclónica de la jaula permite que los animales también estén siempre en contacto con las condiciones climáticas naturales.

Los cinco monos que viven en el EAN (ver cuadro 3), comparten el encierro con una hembra adulta y un macho juvenil más (en total son 7 monos). Este encierro se encuentra en la estación de Primatología de la Universidad Veracruzana en el Parque de la Flora y la Fauna Silvestre Tropical Pipiapan (PAFFASIT) en Catemaco, Veracruz. La estación se localiza en el km 8.5 de la carretera Catemaco-Coyame, entre los 18°26' y 18° 28' de latitud norte y 95° 01' y los 95° 03' de latitud oeste, a 12 km al este de la ciudad de Catemaco y a una altitud de 330 msnm (García-Cuevas, 2006), donde el clima es cálido con precipitación abundante durante casi todo el año. La estación se encuentra enclavada en un valle rodeado de selva perenifolia y selva mediana con asociaciones de vegetación, jimbal y pastizal. Esto permite que los animales en estudio estén relativamente aislados de las alteraciones provocadas por las actividades humanas.

La jaula-vivienda del EAN consiste en una jaula de malla ciclónica de 12 m de largo por 6 m de ancho por 3 m de altura con piso de tierra y techo de lámina corrugada (Fig. 8). Esta jaula está subdividida en 8 subjaulas cuyas dimensiones son de 3 por 4 m².

Los individuos están en contacto con las condiciones de clima e iluminación natural. Los animales son alimentados con frutas y verduras frescas una vez al día, alrededor de las 9 am.



Figura 8. Fotografía del encierro en el ambiente natural.

B.MATERIAL

Equipo de grabación de audio: Las vocalizaciones se obtuvieron utilizando un dispositivo transmisor-receptor (DTR) de audio (Fig. 9) (marca Philips modelo SHB2000/77) denominado “stereo headset receiver and transmitter”. Este equipo opera con tecnología “bluetooth”, que comunica información de manera inalámbrica en una banda de radio de 2.4 GHz en un rango amplio sincronizando los dispositivos informáticos. En conjunto, el dispositivo utilizado es omnidireccional y maneja dos canales de alta fidelidad.

En el uso de la Tecnología Bluetooth es necesario un codificador que rechaza las frecuencias enmascaradas e incluye procesos de codificación y decodificación de la señal de audio empleando su propia versión del algoritmo denominado SBC (por las siglas en inglés “Sub-Band Codec”), el cual está basado en el empleo de sub-bandas de frecuencia y del manejo de bandas enmascarables para lograr transmitir el ancho de banda de audio deseado.

El *transmisor* es de modelo SHB2000/77 e incluye servicios de comunicación de audio (música) (perfil A2DP, Audio Advanced Distribution Profile). Este equipo transmite la señal Bluetooth arriba de 1 Mbps (Mega bit de audio por segundo) y tiene una banda de operación de 2.4 a 2.48 GHz. El transmisor pesa 13 g.



Transmisor de audio



Receptor de audio

Figura 9. Dispositivo transmisor-receptor (DTR) de audio.

El *receptor* opera en un radio de 10 metros (dispositivo de clase 2); su peso es de 23.6 g y opera en un ancho de banda de 2.4 Hz a 2.48 GHz. Tiene un bajo consumo de energía en el modo de operación (25 mA), siendo el consumo de energía de 0.6 mA en modo de espera.

Para poder registrar las vocalizaciones de los monos se utilizó un *micrófono* omnidireccional marca Electret modelo UCM 97100, cuyas dimensiones son 0.97 cm por 1.0 cm y que opera con 1.5 Volts. Su resistencia es de 680 Ohms y su consumo máximo de corriente es de 0.5 mA. Este micrófono fue adaptado al DTR ya que originalmente fue fabricado para la transmisión de música. El micrófono también funciona como un filtro de la señal acústica, ya que el ancho de banda es de 20 Hz a 20 000 Hz y cuenta con un circuito preamplificador modelo LM386N.

Con la finalidad de que el micrófono y el transmisor de DTR fueran portados por el mono a estudiar, se diseñó un *arnés*. El micrófono se colocó en un collar de perro 1.5 cm de ancho y 28 cm de largo que fue unido a una correa de 12 cm de largo a la que se cosió una bolsa de 11 cm de alto, 9 cm de ancho y 5 cm de profundidad que se colocaba sobre la espalda del mono (Fig. 10). En la bolsa del arnés se introdujo el equipo transmisor, una batería que lo alimentaba y otra que alimentaba al micrófono. El material de la bolsa era de poliéster con forro de vinil, lo que permitió mantener al equipo aislado de las condiciones ambientales. Para evitar que la bolsa del arnés se moviera y fuera incómoda

para el mono, se sujetó con una correa elástica alrededor del tórax y utilizando dos correas de 20 cm de largo en forma de tirantes.



Figura 10. Arnés colocado al mono hembra Lola. Dentro de la bolsa se encuentra el aparato transmisor con dos pilas. En el collar se ubica el micrófono. Izquierda: al momento de colocar el arnés. Derecha: mono en la jaula-vivienda en el encierro en ambiente urbano.

Para alimentar de energía eléctrica al micrófono, al transmisor y al receptor se utilizaron, para cada uno, una *batería* de litio Sony marca LIS2106. Cada pila era recargable y capaz de suministrar energía durante 200 horas, ya que consumían 1 A por hora.

Entonces, el transmisor envía de manera inalámbrica la señal acústica a un *receptor* que se colocó dentro de una caja de acrílico de 4 cm por 4 cm por 4 cm que estaba unida a una manguera de plástico de 4 mm de grosor y 1.5 cm de diámetro interno que la sostenía en el centro de la jaula y en cuyo interior corría un cable que permitía conectar al receptor con la computadora.

A fin de conocer el contexto en el que se presentaron las vocalizaciones, la conducta de los individuos fue videograbada con una *video-cámara* digital marca Sony modelo HDR-SR10 E23 en el EAN y una video cámara marca Sony modelo CCD-TRV128 NTSC en el EAU.

Para grabar el sonido obtenido por el DTR y el video obtenido por la video-cámara se empleó una *computadora* con procesador Core 2-Duo y se utilizó el programa de computo Cyberlynk PowerDirector V.6 (Fig. 11) que permitió registrar simultáneamente la señal de audio y la señal de video analógico.

La señal de video analógico se digitalizó en la computadora mediante una tarjeta para video compuesto marca Kworld modelo Plus TV HD Hybrid stick 330V que se conectó a la computadora mediante un puerto USB 2.0

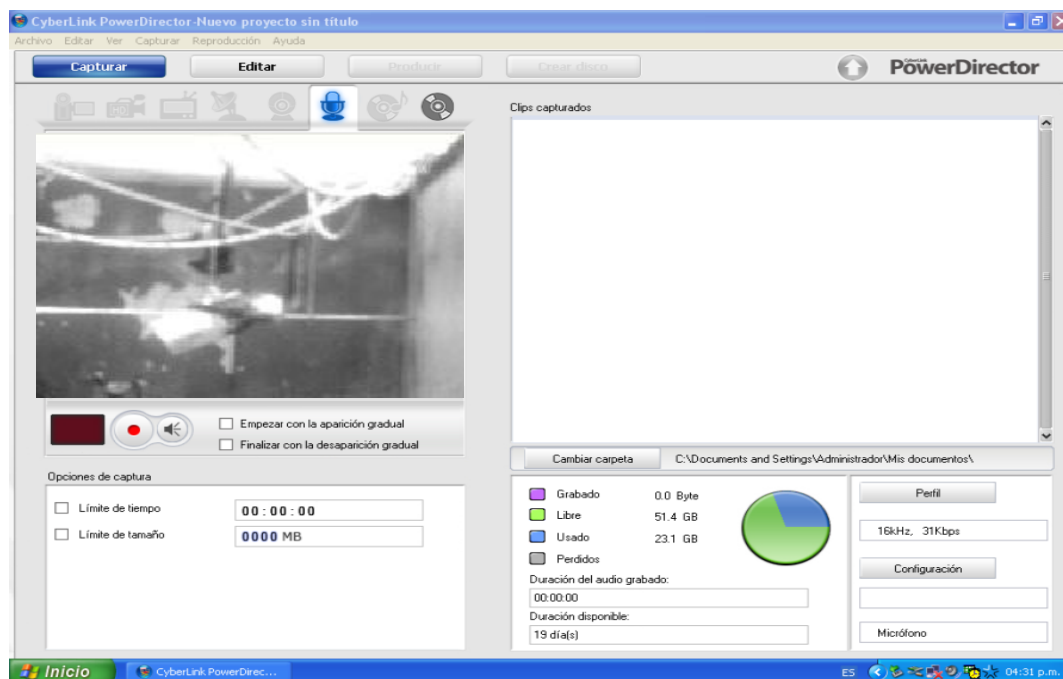


Figura 11. Ventana del Programa Cyberlink PowerDirector V.6 con el cual se registraron simultáneamente la señal de video y la de audio.

C. PROCEDIMIENTO

1. Colocación del arnés

Para que el mono seleccionado pudiera portar el arnés con el micrófono y el equipo transmisor, fue necesario retirar al mono en cuestión del resto de los animales. Los animales del encierro en un ambiente urbano están entrenados para entrar a una jaula de paso que se localiza dentro de la jaula-vivienda. Una vez allí se le alentaba a entrar a una jaula de contención en la que, mediante una pared movable, se imposibilitaba su movimiento para que pudiera ser anestesiado con Zoletil 50 (tiletamina y zolazepam) vía intramuscular, 0.8 mg/kg (Ruiz-Cervantes y Hernández-Ávalos, 2010). Este anestésico produce catalepsia rápida sin agitación, seguida de relajación muscular y analgesia superficial inmediata, se conservan los reflejos laríngeos, faríngeos y palpebrales. Dicho anestésico ofrece una recuperación suave y sin agitación (de entre 30 minutos y 2 horas), con recuperación rápida de la coordinación muscular (Ruiz-Cervantes y Hernández-Ávalos, 2010).

Después de poner el arnés, el mono permaneció en la jaula de contención hasta su completa recuperación para que pudiera ser reintroducido a su jaula vivienda. Para asegurar que el mono se recuperara por completo y permitirle un tiempo de adaptación, el registro de conducta y vocalizaciones se llevó a cabo al día siguiente de la colocación del arnés. Los monos se adaptaron a cargar el arnés ya que no mostraron signos de incomodidad, además de que el resto del grupo no prestó mayor atención al arnés.

Es importante mencionar que estos procedimientos fueron aprobados por el Comité de Investigación Científica del Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente Múñiz” en septiembre de 2007 con el número de proyecto 3330-B “Análisis sonográfico del repertorio vocal del mono araña (*Ateles geoffroyi*) en cautiverio”.

2. Colocación del equipo de registro

Al iniciar cada sesión de registro, la computadora fue configurada como se muestra en el apéndice I. Posteriormente, se conectó la video-cámara a la tarjeta digitalizadora de video y se suspendió el receptor dentro de la jaula-vivienda (Fig. 12). En ese momento el receptor fue encendido para que se estableciera la conexión con el transmisor; proceso que toma menos de cuatro segundos. La manguera quedaba colgada a dos metros del

techo en el encierro urbano (Fig. 12a) y a un metro en el encierro en ambiente natural (Fig. 12b). Cuando las conexiones funcionaban correctamente se daba inicio al registro sincronizado del audio y el video.

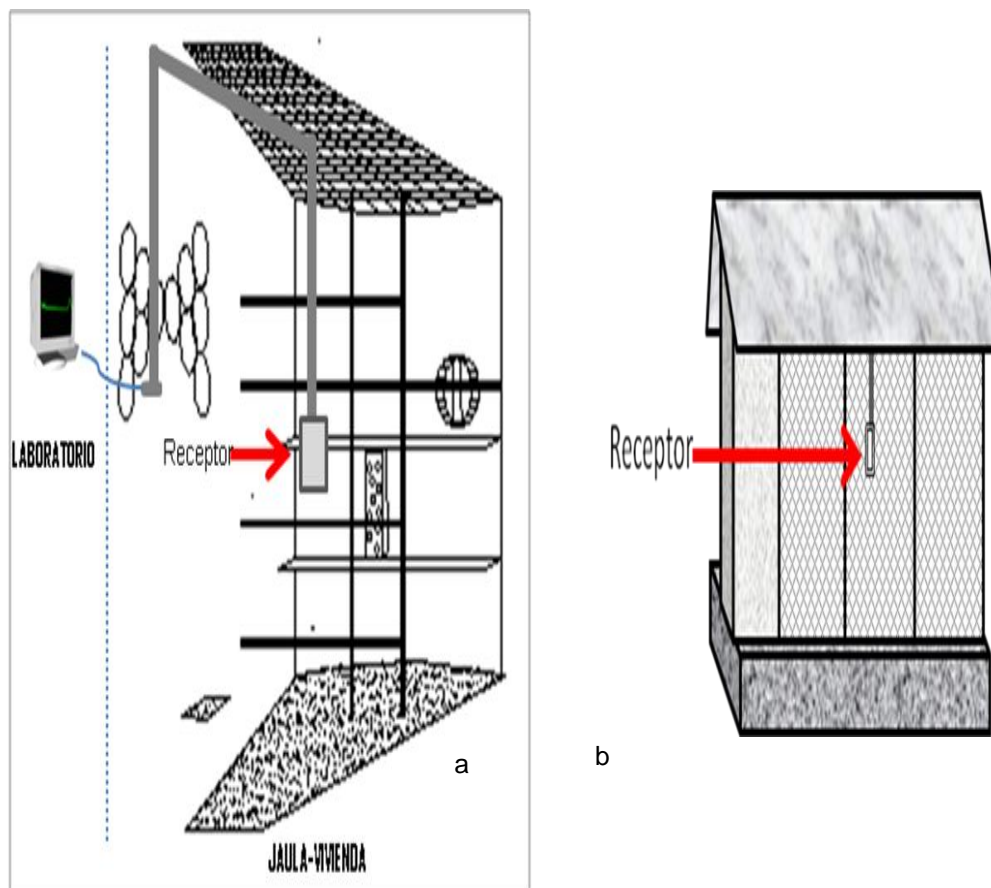


Figura 12. Esquema de los encierros en el que se muestra la posición del equipo receptor de audio al momento de los registros. a) encierro en ambiente urbano. b) encierro en ambiente natural.

La señal de video analógico se digitalizó en la computadora mediante una tarjeta para video compuesto que se conectó a la computadora mediante un puerto USB 2.0. El canal de video de 30 cuadros por segundo fue configurado en formato Mpeg4 a color (con un compresor llamado Avid AVI códec 1.0d2) con 24 bits de resolución y con 160 por 120 pixeles por cuadro.

La señal de audio captada por el DTR fue registrada por el equipo de cómputo a través de una tarjeta de audio PCI marca Sound Blaster Live. El audio fue registrado en la computadora sin ningún proceso de compresión, con muestreo monoaural a 48 000 Hz y

16 bits de resolución.

Es importante considerar que la vocalización que fue emitida por el mono se transforma hasta que llega a la computadora (Fig. 13). Cuando la onda sonora es producida por el mono, esta es una señal acústica mecánica que el micrófono registra y transforma en una señal eléctrica. El micrófono funciona como un filtro debido a que registra sonidos entre los 20 Hz y los 20 000 Hz. Entre el micrófono y el transmisor existe un circuito preamplificador que amplía la señal eléctrica analógica de milivolts a casi un volt. Una vez que la señal es registrada por el transmisor, es codificada de señal analógica (señal de variable continua) a señal digital (señal binaria) que será enviada al receptor con tecnología "Bluetooth" sin que sus características esenciales se modifiquen. El receptor decodifica la señal y la convierte nuevamente a una señal analógica que viaja por un cable hasta la computadora, en donde se convierte de nuevo en una señal digital con la tarjeta Sound Blaster.

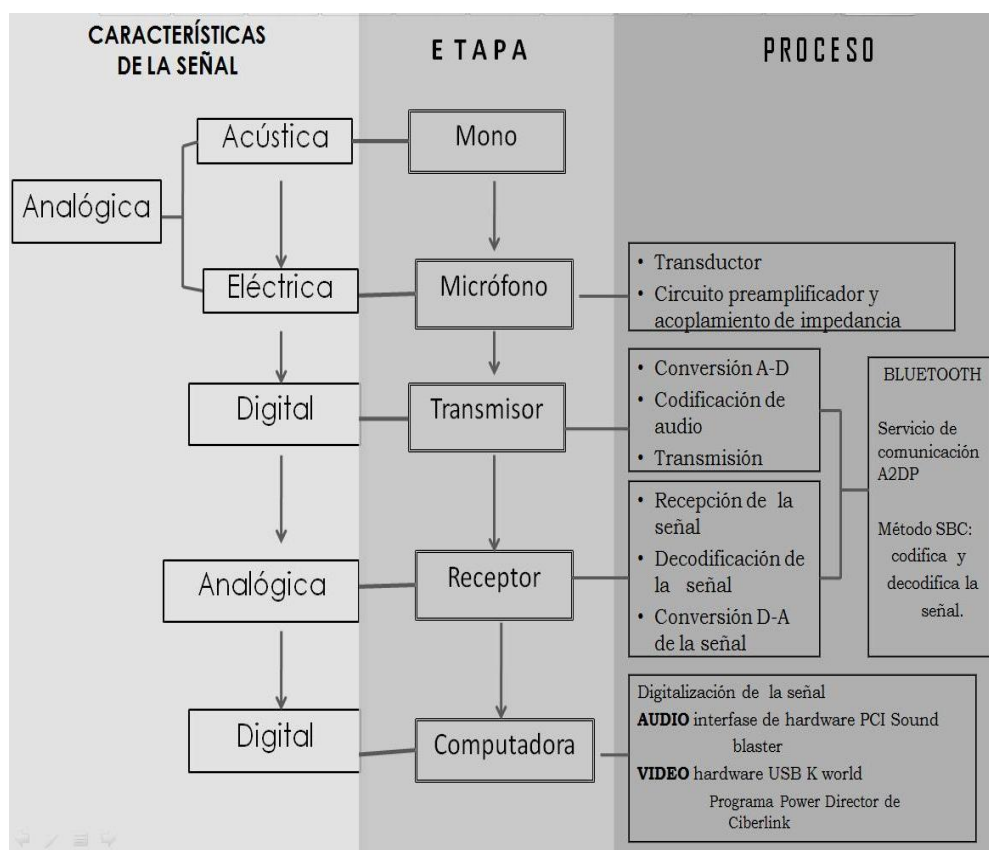


Figura 13. Esquema de las transformaciones de la señal acústica desde que es emitida por los monos hasta que es capturada en el equipo de cómputo.

3. Las sesiones de registro

Las sesiones de registro ocurrieron en días consecutivos, entre las 8:00 hrs y las 19:00 hrs hasta completar 24 horas de registro para cada individuo. Los registros se realizaron de diciembre de 2008 a agosto de 2009 (Cuadro 4). El período de tiempo entre el registro de un mono y otro, dependió de la cooperación de los animales para entrar a la jaula de paso. En ocasiones el aparato fue retirado el mismo día que finalizó el registro, en otras una semana después. Toda vez que este trabajo es descriptivo de las vocalizaciones de corta distancia no se consideraron la etapa de reproducción de la especie por ser una variable más.

Cuadro 4. Fechas de registro de los monos de ambos encierros.

ENCIERRO EN AMBIENTE URBANO		
INDIVIDIO	FECHA INICIO	FECHA TERMINO
Toto	27 de diciembre	2 de enero
Leakey	16 de enero	19 de enero
Celina	20 de febrero	24 de febrero
Canica	14 de marzo	16 de marzo
Arwen	4 de abril	8 de abril
ENCIERRO EN AMBIENTE NATURAL		
INDIVIDIO	FECHA INICIO	FECHA TERMINO
Latín	7 de marzo	9 de marzo
Frida	25 de marzo	28 de marzo
Lorenzo	2 de abril	4 abril
Sinead	7 de agosto	10 de agosto
Niurka	11 de agosto	13 de agosto

D. MÉTODO DE REGISTRO

Para realizar la recolección de los datos acústicos y conductuales se registró un mono por vez. Esto facilitó la identificación de las vocalizaciones que fueron emitidas en conductas de afiliación y de juego social. Así que simultáneamente al registro de audio, la conducta del sujeto que portaba el equipo transmisor se filmó empleando un muestreo

focal del individuo (Martin y Bateson, 1991), que consistió en observar al mono de interés durante las 8 horas diarias de registro hasta completar 24 horas por mono. Cuando se llevaba a cabo el registro el individuo que portaba el micrófono se encontraba en la misma jaula con los otros animales por lo que podía relacionarse con los otros individuos del encierro como ocurre habitualmente.

Para iniciar el registro acústico, se configuró la computadora para muestrear a 48 000 Hz y 16 bits. Para que los archivos resultantes de los registros acústicos pudieran ser posteriormente manejados por los programas de análisis, el registro fue detenido cada hora para grabar el archivo de audio. Cuando el archivo terminaba de almacenarse, en aproximadamente un minuto se continuaba con el registro.

E. ANALISIS DE DATOS

1. Análisis de la conducta

Una vez que se completaron las 24 horas de registro de cada mono, las videograbaciones fueron analizadas con el programa Sound Forge 9.0, utilizando un muestreo de conducta, que consiste en registrar cada vez que se presenta el comportamiento de interés y los detalles de los participantes (Martin y Bateson, 1991). Así, se pudieron identificar las emisiones vocales que ocurrieron durante las conductas de *afiliación* y *juego social* (cuadro 5) producidas por el individuo observado, así como el receptor de la conducta al tiempo que ocurrió.

Cuadro 5. Definición de conductas.

CONTEXTO	DEFINICIÓN
Afiliación	Se incluyen conductas como: asear, solicitar aseo, abrazar, estar junto, seguir, tocar o presentar la glándula pectoral a otro individuo.
Juego social	Acto conductual que incluye varias pautas como: prender, jalar, zarandear, perseguir, tocar y sacudir la cabeza, presentándose sin causar daño a los participantes.

2. Análisis de las vocalizaciones

2.a Análisis de Fourier

El sonido puede ser analizado mediante el análisis de Fourier. Esta técnica está basada en el hecho de que una onda continua puede ser descompuesta en una serie de ondas sinusoidales con diferentes fases que con el objetivo de poder ser cuantificadas. El análisis de Fourier trata a cada una de estas ondas fragmentadas como si fuera una señal única. Posteriormente, las pone juntas para ver cómo varía su frecuencia a través del tiempo (Brandbury y Vehrencamp, 1998). el análisis de Fourier descompone al sonido para poderlo analizar cualitativamente y cuantitativamente gráficamente. A la gráfica resultante se le llama espectro y al conjunto de espectros se le llama espectrograma.

Los espectrogramas permiten realizar el análisis visual de los sonidos para describir patrones y relaciones entre sonidos. La finalidad de la descripción minuciosa de las emisiones vocales en los primates es identificar patrones que sean comunes en las vocalizaciones y que permitan su clasificación.

2.b Análisis cualitativo de las vocalizaciones

Para identificar y describir el repertorio de las vocalizaciones asociadas a contextos de afiliación y juego social del mono araña se analizaron los espectrogramas de las vocalizaciones que se presentaron durante estos contextos. Para ello se utilizó el programa RAVEN que es un programa interactivo para el análisis de sonido desarrollado por el Laboratorio de Ornitología Cornell en Nueva York, Estados Unidos.

Debido a la variedad de vocalizaciones que se presentaron en contextos de afiliación fue necesario clasificarlas considerando algunas variables cualitativas como el número de sílabas, el número de armónicos, las modulaciones, las inflexiones y si son vocalizaciones tonales o ruidosas (ver apéndice II). Al total de tipos de vocalizaciones resultantes en cada encierro le llamaremos repertorio vocal durante la afiliación.

2.c Análisis cuantitativo de las vocalizaciones

Para conocer las características cuantitativas de cada tipo de vocalización se analizaron cada uno de los parámetros acústicos enlistados en el cuadro 6, que se

definen en el apéndice II y se muestran en la figura 14. Estos parámetros fueron elegidos porque describen las características de las emisiones vocales, además de ser usados ampliamente en otros trabajos con primates (Zuberbühler *et al.*, 1997; Hsu *et al.*, 2005; Gamba y Giacoma, 2007).

Para comparar intragrupalmente las vocalizaciones asociadas a la afiliación se consideraron las características acústicas de las frecuencias armónicas (Cuadro 6) para cada tipo de vocalización. Para la comparación intergrupala de estas vocalizaciones se analizaron los parámetros acústicos de la frecuencia fundamental (Cuadro 6).

Debido a que las vocalizaciones asociadas al juego social son de tipo ruidosas es decir que no se distinguen frecuencias armónicas, se analizó toda la vocalización para llevar a cabo la comparación intragrupal e intergrupala.

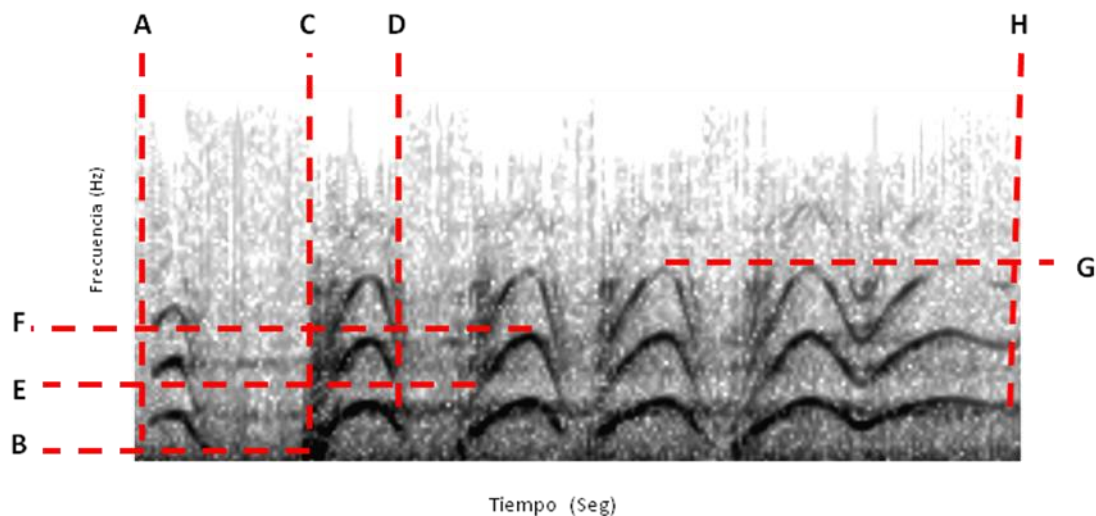


Figura 14. Análisis de las vocalizaciones. Vocalización tonal con cinco sílabas y dos frecuencias armónicas, todas las sílabas presentan modulación en la frecuencia, la última sílaba es evidente la inflexión de la frecuencia. Se muestran los parámetros medidos a cada vocalización. Distancia A-H: Duración de la vocalización. Distancia C-D: Duración de la segunda sílaba. B: Frecuencia más baja de F0. E: Valor mínimo de F2. F: Valor máximo del F2. G: Frecuencia más alta de la vocalización.

Cuadro 6. Parámetros acústicos medidos a cada vocalización.

No.	PARAMETRO	SIGLAS	UNIDADES
1	Frecuencia mínima de la vocalización	F min	Hz
2	Frecuencia máxima de la vocalización	F max	Hz
3	Ancho de banda de la vocalización	AB	Hz
4	Frecuencia central de la vocalización	FC	Hz
5	Frecuencia inicial de la vocalización	F ini	Hz
6	Frecuencia final de la vocalización	F fin	Hz
7	Duración de la vocalización	Dur voca	Seg
8	Frecuencia mínima de la frecuencia fundamental	F0 min	Hz
9	Frecuencia máxima de la frecuencia fundamental	F0 max	Hz
10	Ancho de banda de la frecuencia fundamental	AB F0	Hz
11	Frecuencia central de la frecuencia fundamental	FC F0	Hz
12	Frecuencia inicial de la frecuencia fundamental	F0 ini	Hz
13	Frecuencia final de la frecuencia fundamental	F0 fin	Hz
14	Duración de la frecuencia fundamental	Dur F0	Seg
15	Frecuencia mínima del segundo armónico	F2 min	Hz
16	Frecuencia máxima del segundo armónico	F2 max	Hz
17	Ancho de banda del segundo armónico	AB F2	Hz
18	Frecuencia central del segundo armónico	FC F2	Hz
19	Frecuencia inicial del segundo armónico	F2 ini	Hz
20	Frecuencia final del segundo armónico	F2 fin	Hz
21	Duración del segundo armónico	Dur F2	Seg
22	Frecuencia mínima del tercer armónico	F3 min	Hz
23	Frecuencia máxima del tercer armónico	F3 max	Hz
24	Ancho de banda del tercer armónico	AB F3	Hz
25	Frecuencia central del tercer armónico	FC F3	Hz
26	Frecuencia inicial del tercer armónico	F3 ini	Hz
27	Frecuencia final del tercer armónico	F3 fin	Hz
28	Duración del tercer armónico	Dur F3	Seg

3. Análisis estadístico

3.a Análisis cualitativo. Repertorio vocal

Después de identificar la variedad de emisiones que se presentaron en contextos afiliativos y de juego social entre los monos analizados y con la finalidad de comparar intragrupalmente la ocurrencia de las vocalizaciones, es decir, el número de veces que cada vocalización se presentó entre los monos de un encierro, se aplicó una prueba de χ^2 con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$ (Siegel y Castillan, 2005).

Para comparar intergrupalmente la ocurrencia de cada tipo de vocalización entre los dos encierros, se utilizó una prueba no paramétrica para dos muestras independientes U de Mann-Whitney con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$ (Siegel y Castillan, 2005). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS 17.0 para Windows.

3.b Análisis cuantitativo. Características acústicas de las vocalizaciones.

Para conocer la dispersión de los datos analizó con una prueba de normalidad Shapiro-Wilk (para muestras menores $n=30$) cada parámetro de cada tipo de vocalización asociada a la afiliación considerando los valores acústicos de cada encierro por separado. Dado que las vocalizaciones asociadas al juego social son mayores a 30 se aplicó una prueba Kolmogorov-Smirnov para conocer la distribución de los datos. Siendo $p \leq 0.05$ indicador de una distribución normal de los datos (Daniel, 2005). Dado que los datos no muestran una distribución normal, se utilizó estadística no paramétrica.

Con el objetivo de comparar las características cuantitativas de cada tipo de vocalización asociada a la afiliación emitida por los monos de cada encierro (comparación intragrupal) se aplicó el análisis de Kruskal-Wallis, que permite probar que las medias de las poblaciones son iguales, con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$ (Daniel, 2005; Triola, 2006).

Para estimar las variaciones de las características acústicas de las vocalizaciones emitidas por los monos del EAU comparándolos con los monos del EAN (comparación intergrupala) se utilizó una prueba de U de Mann-Whitney para cada uno de los parámetros de la frecuencia fundamental (cuadro 6) de cada vocalización asociada a la afiliación, con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$ (Daniel, 2005).

Dado que las vocalizaciones que se presentaron en contexto de juego social son de tipo ruidoso, el análisis de estas emisiones se realizó considerando las características generales de la vocalización. Para la comparación intragrupal se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$ (Daniel, 2005; Triola, 2006) para cada uno de los parámetros acústicos (cuadro 6). Para la comparación intergrupala se utilizó prueba de U de Mann-Whitney para cada uno de los parámetros acústicos (cuadro 6) un nivel de significancia de $p \leq 0.05$ (Daniel, 2005; Triola, 2006).

Todos los análisis estadísticos se efectuaron con el programa SPSS Statistics 17.0 para Windows.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por cuestiones prácticas y de orden a partir de esta sección, el lector encontrará los datos cualitativos de las vocalizaciones asociadas a contextos de afiliación y de juego social, es decir, el repertorio vocal, el uso del repertorio vocal comparando intra e inter grupalmente, seguido por la discusión de estos resultados. Posteriormente se muestran las características cuantitativas de estas vocalizaciones, es decir, las características acústicas de las emisiones de afiliación y juego social, la comparación intra e intergrupal de estas emisiones y la discusión de estos resultados.

A. ANÁLISIS CUALITATIVO. REPERTORIO VOCAL

1. Vocalizaciones asociadas a la afiliación

Para identificar las características de las vocalizaciones de afiliación se analizaron los espectrogramas considerando el número de sílabas, el número de armónicos, las modulaciones, las inflexiones y si eran emisiones tonales o ruidosas (ver apéndice II). Con esto se obtuvo un total de 13 tipos de emisiones cuyos espectrogramas se muestran de la figura 15 a la figura 27. En el cuadro 7 se concentran las características cualitativas de estas 13 vocalizaciones para facilitar su comparación.

Cuadro 7. Características cualitativas de las vocalizaciones ocurridas en contextos de afiliación por los monos araña de ambos encierros (EAU n=5; EAN n= 5).

Tipo de vocalización	No. de sílabas	No. promedio de sílabas	No. de armónicos	No. promedio de armónicos	Modulaciones	Inflexiones	Tonal	Ruidosa
1	3 a 5	3.8	2 a 5	2.80	En todas las sílabas	Si. En todas las sílabas	Si	No
2	1 a 7	4.2	2 a 8	3.37	En todas las sílabas	Si. En todas las sílabas	En primera sílaba	Entre las inflexiones de la segunda sílaba
3	2 a 8	5.4	1 a 6	2.70	En todas las sílabas	En la última sílaba	En todas las sílabas	No
4	3 a 9	5.7	1 a 7	3	En todas las sílabas	No	En todas las sílabas	La primera sílaba
5	3 a 7	5.4	1 a 3	2.28	No	No	En todas las sílabas	No
6	2 a 9	3.9	1 a 5	2.40	Sólo en la primera sílaba	No	En todas las sílabas	No
7	1 a 15	7.5	1 a 5	1.70	En todas las sílabas	no	Primera y última sílaba	En sílabas intermedias
8	1 a 6	3	1 a 4	1.27	No	No	En todas las sílabas	No
9	1 a 3	1.5	1 a 5	2.29	En todas las sílabas	No	En todas las sílabas	No
10	1 a 3	1.6	1 a 6	3.40	En todas las sílabas	No	En todas las sílabas	No
11	2 a 8	5	1 a 6	3.27	En todas las sílabas	No	En todas las sílabas	No
12	1 a 3	2	1 a 4	0.83	No	No	No	En todas las sílabas
13	3 a 6	4.3	1 a 2	1.30	Ligeramente ascendente al inicio de la sílaba cada sílaba	No	En todas las sílabas	No

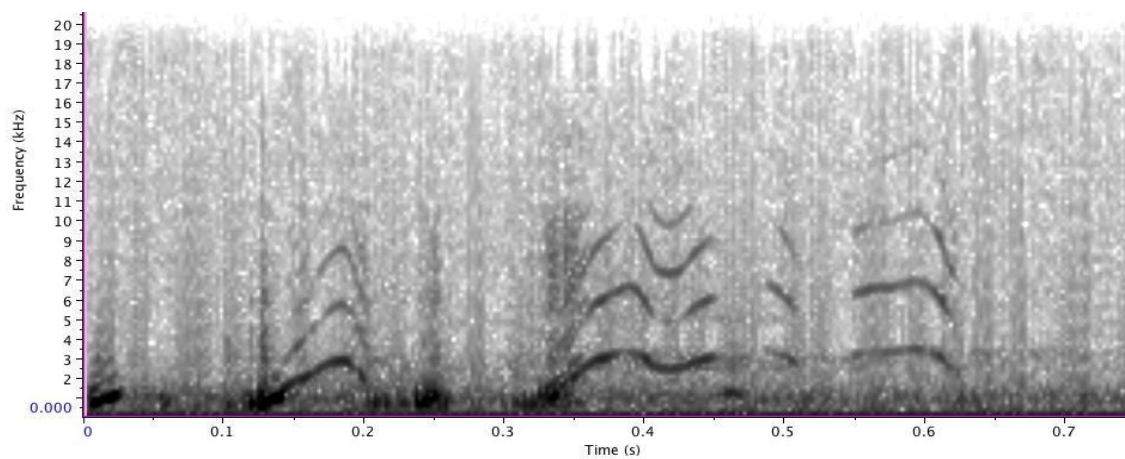


Figura 15. Vocalización tipo 1.

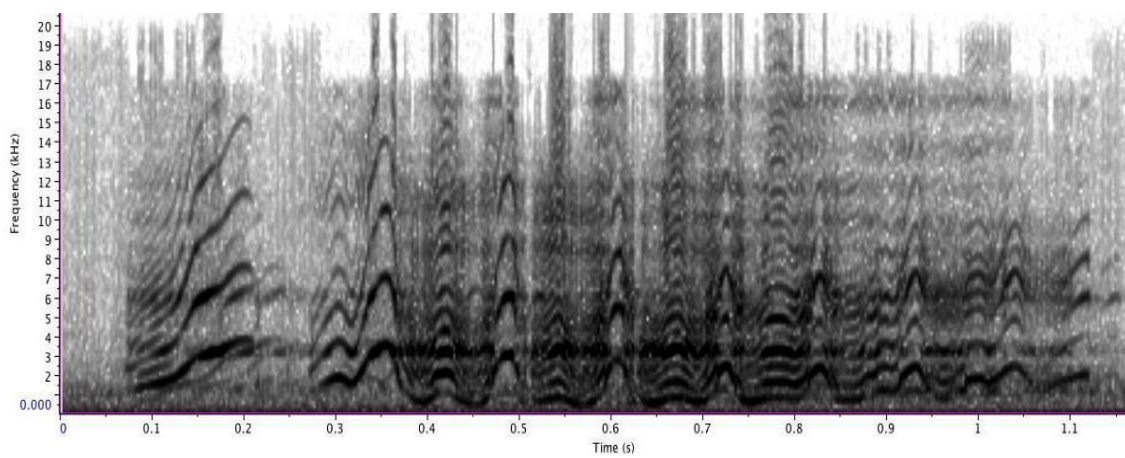


Figura 16. Vocalización tipo 2.

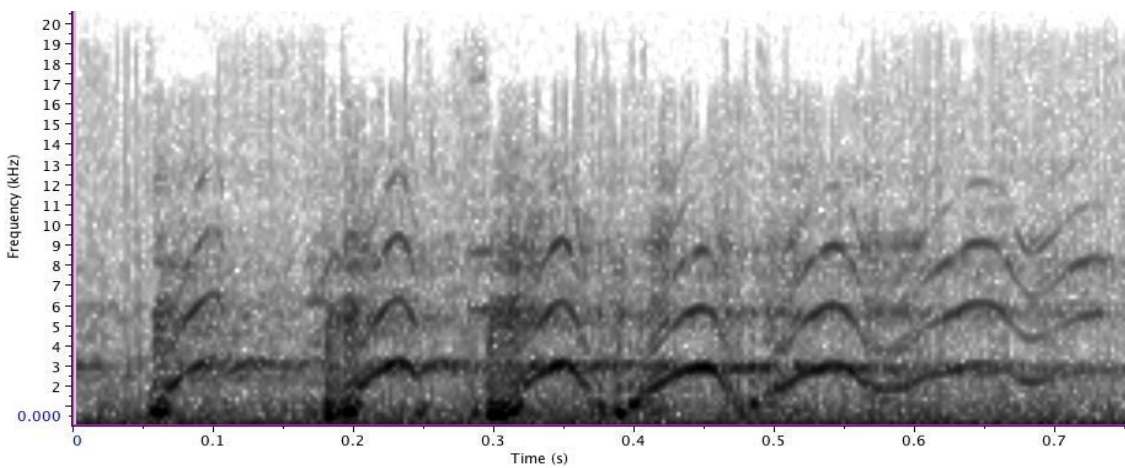


Figura 17. Vocalización tipo 3.

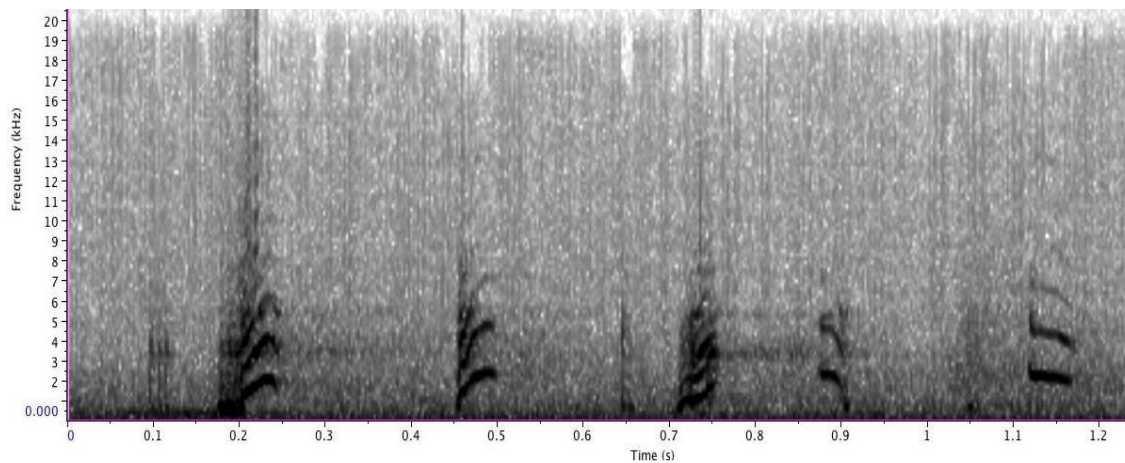


Figura 18. Vocalización tipo 4.

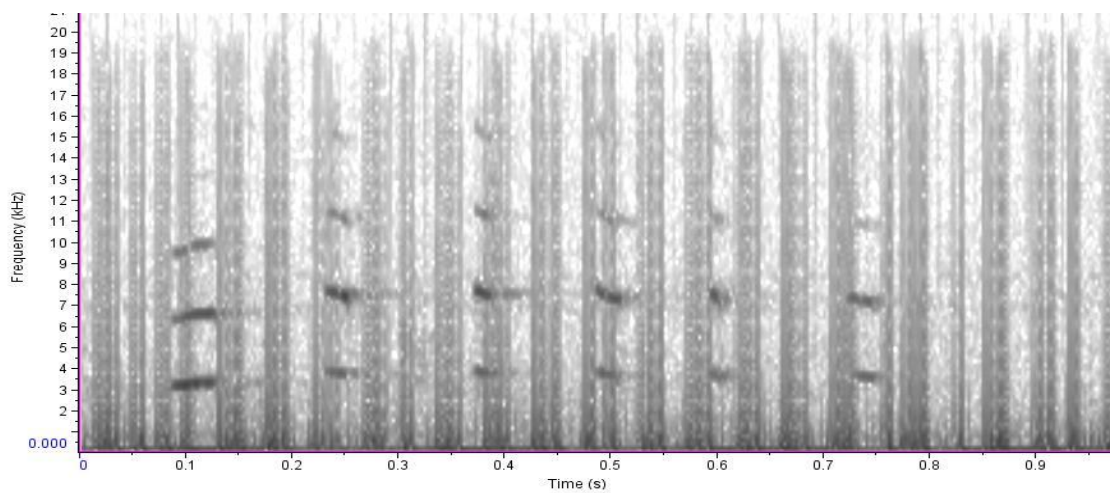


Figura 19. Vocalización tipo 5.

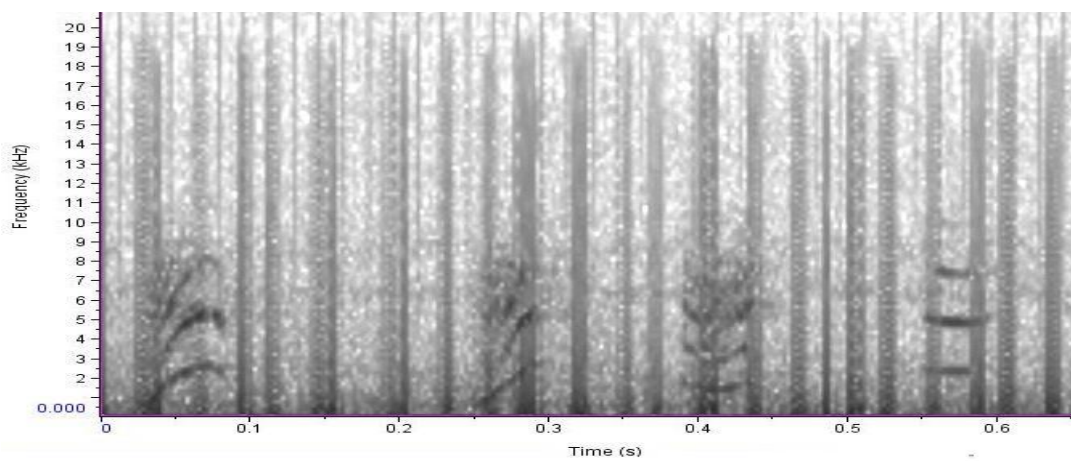


Figura 20. Vocalización tipo 6.

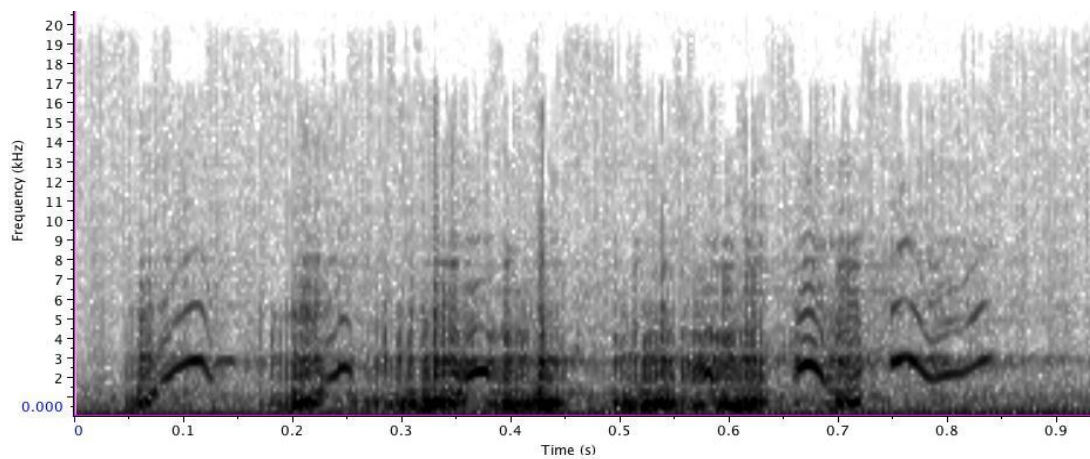


Figura 21. Vocalización tipo 7.

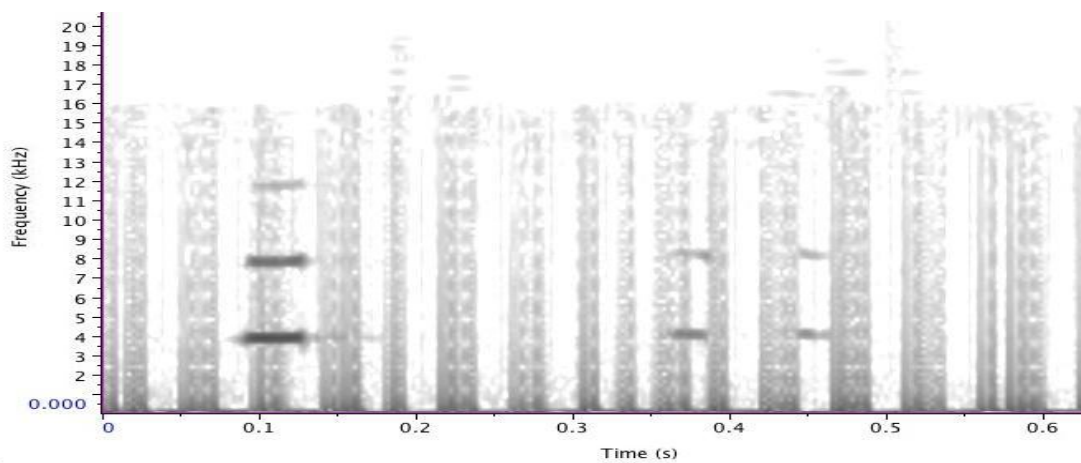


Figura 22. Vocalización tipo 8.

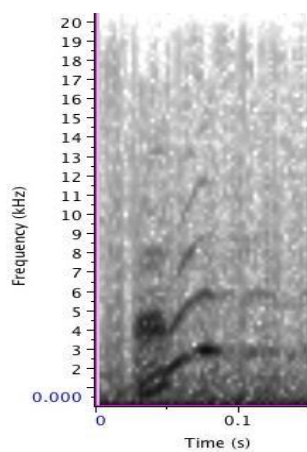


Figura 23. Vocalización tipo 9.

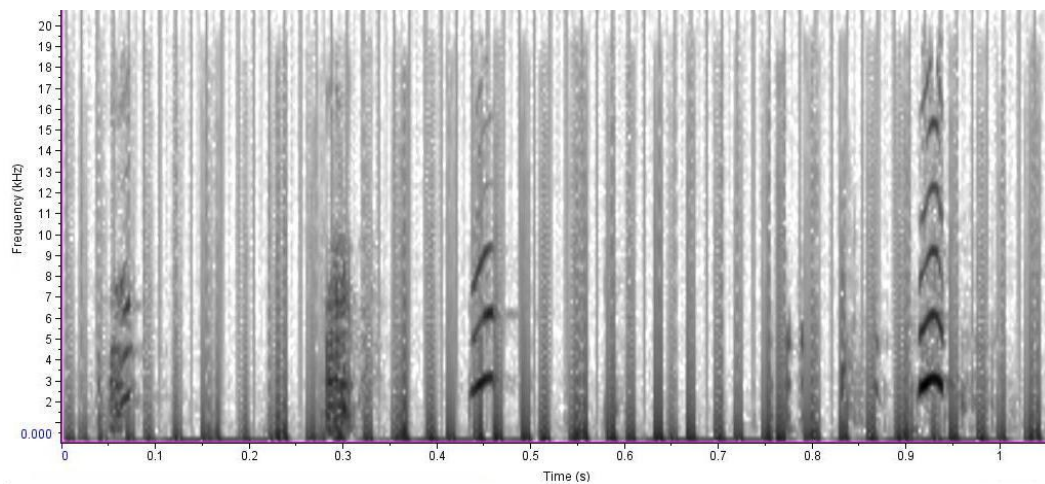


Figura 24. Vocalización tipo 10.

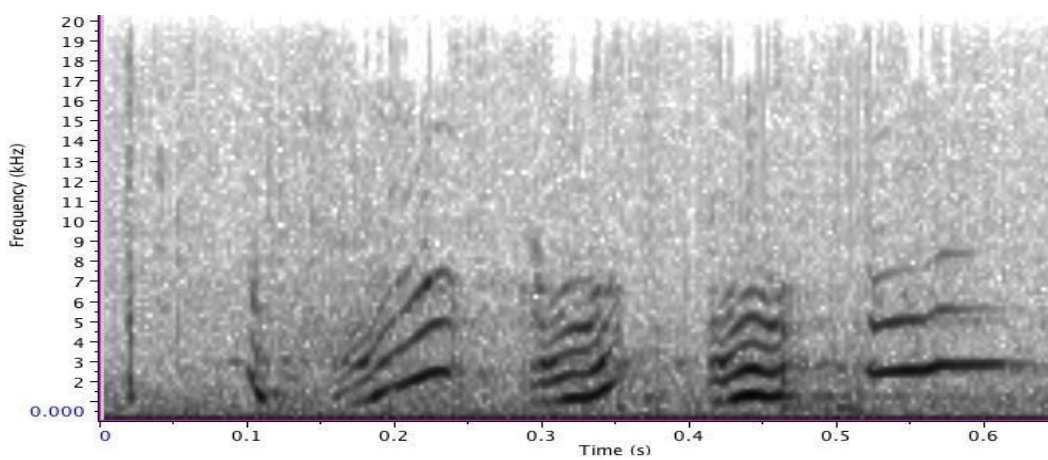


Figura 25. Vocalización tipo 11.

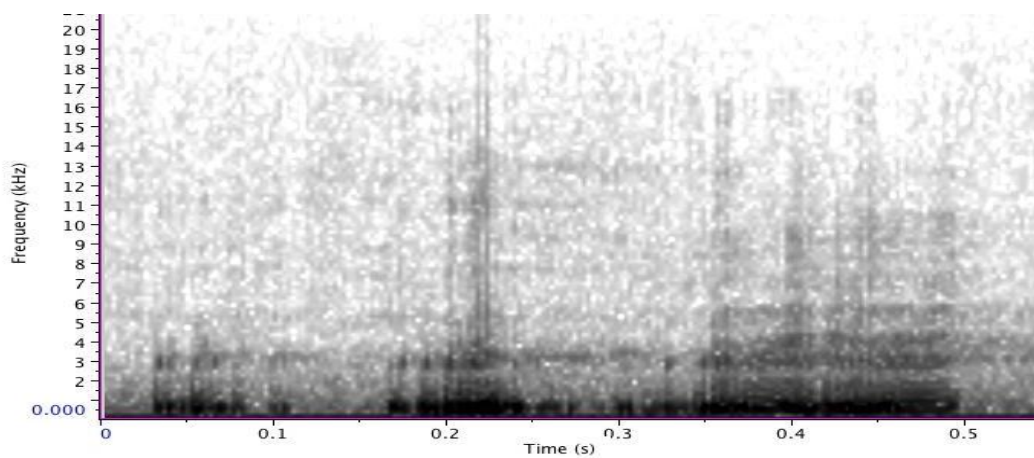


Figura 26. Vocalización tipo 12.

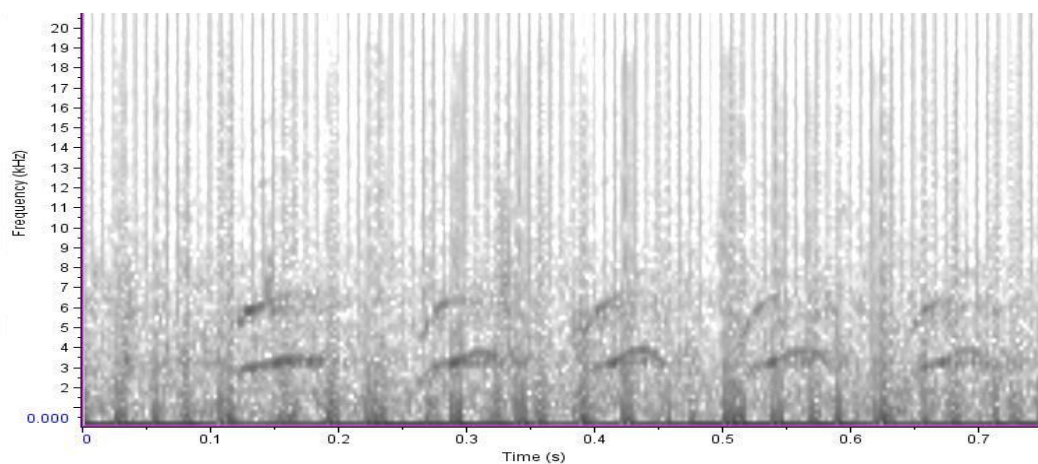


Figura 27. Vocalización tipo 13.

2. Vocalizaciones asociadas al juego social

En los espectrogramas de las vocalizaciones que los monos de ambos encierros emitieron mientras jugaban con otro individuo, se observa que están formadas por sílabas ruidosas y rítmicas. El número de sílabas está relacionado con la duración del juego (Fig. 28). Este tipo de vocalizaciones fueron registradas mientras los monos jugaban cuerpo a cuerpo o mientras sacudían la cabeza.

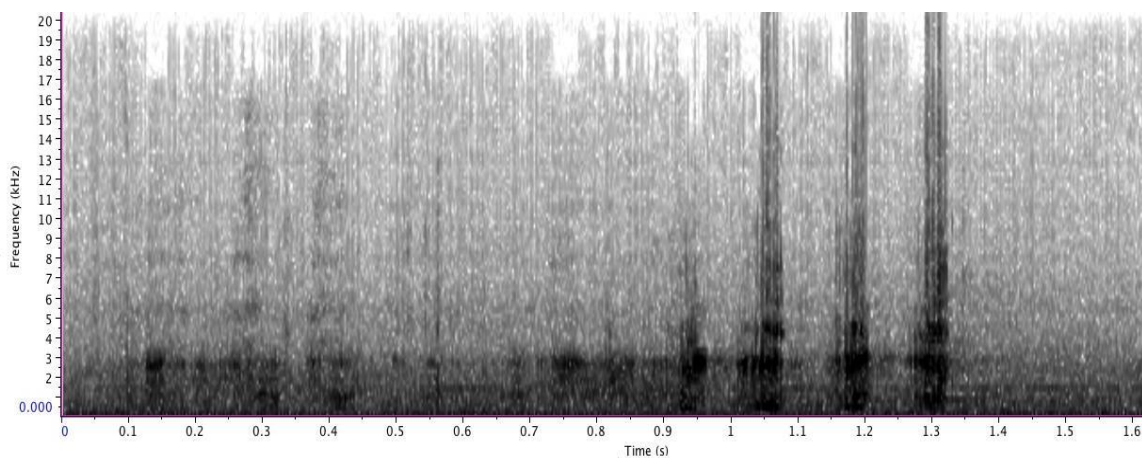


Figura 28. Vocalización emitida durante un encuentro de juego social.

3. Uso de las vocalizaciones de afiliación

Durante las 240 horas de registro se detectaron 216 emisiones que pudieron asociarse con certeza a contextos de afiliación. 109 de las vocalizaciones fueron producidas por los monos del EAU, siendo la mona adulta Arwen quien emitió un mayor número de vocalizaciones de afiliación, seguida por el macho adulto Leakey, la hembra adulta Celina, el macho juvenil Toto y la adulta Canica fue la que menos emitió vocalizaciones.

Los monos de la reserva de Pipiapan produjeron 107 vocalizaciones; la hembra adulta Frida fue la que vocalizó el mayor número de veces durante los encuentros de afiliación, la hembra adulta Niurka y el macho adulto Latin emitieron el mismo número de vocalizaciones, el macho juvenil emitió 11 vocalizaciones y la hembra Sinaed 9 emisiones. En el cuadro 8 se muestra el número de vocalizaciones de cada tipo que cada individuo emitió y en el cuadro 9 la tasa de vocalización por hora (número de vocalizaciones por mono/por 24 horas de registro a cada mono).

Cuadro 8. Número de vocalizaciones emitidas por cada individuo en contextos de afiliación.

TIPO DE VOCALIZACIÓN*	SUJETO												GRAN TOTAL
	Encierro en ambiente urbano						Encierro en ambiente natural						
	Arwen	Canica	Celina	Leakey	Toto	TOTAL EAU	Frida	Latín	Lorenzo	Niurka	Sinead	TOTAL EAN	
Tipo 1	4	2	0	1	1	8	4	0	0	0	0	4	12
Tipo 2	4	0	1	3	0	8	0	0	0	0	0	0	8
Tipo 3	13	1	1	5	3	23	7	0	0	1	0	8	31
Tipo 4	2	0	3	6	2	13	0	1	0	9	0	10	23
Tipo 5	1	0	0	0	0	1	4	2	0	0	0	6	7
Tipo 6	2	0	5	2	1	10	14	4	0	2	0	20	30
Tipo 7	12	3	3	10	0	28	1	0	0	0	1	2	30
Tipo 8	0	0	0	0	0	0	2	4	5	0	0	11	11
Tipo 9	2	0	0	1	1	4	7	1	3	0	0	11	15
Tipo 10	0	0	0	0	3	3	3	2	2	1	2	10	13
Tipo 11	1	2	0	1	1	5	0	0	0	0	6	6	11
Tipo 12	0	0	0	4	0	4	3	1	1	3	0	8	12
Tipo 13	0	0	2	0	0	2	10	1	0	0	0	11	13
TOTAL Número de vocalizaciones emitidas por cada sujeto	41	8	15	33	12	109	55	16	11	16	9	107	216

*Los tipos de vocalizaciones son descritas en la sección A.1.

Cuadro 9. Tasa de vocalización por cada individuo en contextos de afiliación.

TIPO DE VOCALIZACIÓN*	S U J E T O												GRAN TOTAL
	Encierro en ambiente urbano						Encierro en ambiente natural						
	Arwen	Canica	Celina	Leakey	Toto	TOTAL EAU	Frida	Latín	Lorenzo	Niurka	Sinead	TOTAL EAN	
Tipo 1	0.17	0.08	0.00	0.04	0.04	0.33	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.50
Tipo 2	0.17	0.00	0.04	0.13	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
Tipo 3	0.54	0.04	0.04	0.21	0.13	0.96	0.29	0.00	0.00	0.04	0.00	0.33	1.29
Tipo 4	0.08	0.00	0.13	0.25	0.08	0.54	0.00	0.04	0.00	0.38	0.00	0.42	0.96
Tipo 5	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.17	0.08	0.00	0.00	0.00	0.25	0.29
Tipo 6	0.08	0.00	0.21	0.08	0.04	0.42	0.58	0.17	0.00	0.08	0.00	0.83	1.25
Tipo 7	0.50	0.13	0.13	0.42	0.00	1.17	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.08	1.25
Tipo 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.17	0.21	0.00	0.00	0.46	0.46
Tipo 9	0.08	0.00	0.00	0.04	0.04	0.17	0.29	0.04	0.13	0.00	0.00	0.46	0.63
Tipo 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.13	0.08	0.08	0.04	0.08	0.42	0.54
Tipo 11	0.04	0.08	0.00	0.04	0.04	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	0.46
Tipo 12	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17	0.13	0.04	0.04	0.13	0.00	0.33	0.50
Tipo 13	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08	0.42	0.04	0.00	0.00	0.00	0.46	0.54
TOTAL Tasa de vocalización por cada sujeto	1.71	0.33	0.63	1.38	0.50	4.54	2.29	0.67	0.46	0.67	0.38	4.46	9.00

*Los tipos de vocalizaciones son descritas en la sección A.1.

4. Comparación intra e intergrupala del uso de las vocalizaciones asociadas a la afiliación

4.a Comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano

Al comparar con la prueba χ^2 el número de veces que presentó cada tipo de vocalización en contextos de afiliación entre los monos del EAU, se encontró que todas ellas menos la vocalización tipo 3 fue emitida en un número de veces similares, siendo la vocalización tipo 7 la más producida (1.17 vocalizaciones/hr) y la vocalización tipo 5 la menos (0.04 vocalizaciones/hr). En la vocalización tipo 3 (0.96 vocalizaciones/hr) hay diferencias estadísticas en el número de emisiones producidas por los monos ($n=5$, $z=15.091$, $p=0.002$). Por otro lado, hubo vocalizaciones que fueron emitidas por sólo un mono: tipo 5 (0.04 vocalizaciones/hr), tipo 10 (0.13 vocalizaciones/hr), tipo 12 (0.17 vocalizaciones/hr) y tipo 13 (0.08 vocalizaciones/hr). La vocalización tipo 8 no se presentó en este encierro.

4.b Comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural

El número de veces que cada mono del EAN emitió cada vocalización fue comparado con la prueba χ^2 , se detectaron diferencias significativas en cuatro tipos de vocalizaciones: tipo 3 ($n=2$, $z=4.5$, $p=0.034$), tipo 4 ($n=2$, $z=6.4$, $p=0.011$), tipo 6 ($n=3$, $z=18$, $p=0.000$), y tipo 13 ($n=5$, $z=7.364$, $p=0.007$). El número de vocalizaciones emitidas fue semejante en los tipos 1 (0.17 vocalizaciones/hr), 5 (0.25 vocalizaciones/hr), 8 (0.46 vocalizaciones/hr), 9 (0.46 vocalizaciones/hr), 10 (0.42 vocalizaciones/hr), 11 (0.25 vocalizaciones/hr) y 12 (0.33 vocalizaciones/hr). La vocalización tipo 2 no se presentó en monos que viven en este encierro, mientras que la vocalización tipo 6 es la que se presenta un mayor número de veces (0.83 vocalizaciones/hr).

4.c. Comparación intergrupala

Al comparar el número de veces que cada vocalización fue emitida por los monos del EAU con respecto a los monos del EAN, la prueba U de Mann-Whitney detectó que existen variaciones significativas en nueve de los once tipos de emisiones que se presentan en ambos encierros. En el EAU la vocalización tipo 1 ($n_{EAU}=5$; $n_{EAN}=1$, $z=-$

2.823, $p= 0.005$), la vocalización tipo 3 ($nEAU=3$; $nEAN=2$, $z=-4.347$, $p=0.000$), la vocalización tipo 4 ($nEAU=4$; $nEAN=2$, $z=-4.202$, $p=0.000$) y la vocalización tipo 7 ($nEAU=4$; $nEAN=2$, $z=-2.457$, $p= 0.014$) se produjeron significativamente más veces que en el EAU. Mientras que las vocalizaciones tipo 6 ($nEAU=4$; $nEAN=3$, $z=-4.687$, $p= 0.000$), tipo 9 ($nEAU=3$; $nEAN=3$, $z=-3.036$, $p= 0.002$), tipo 11 ($nEAU=4$; $nEAN=1$, $z=-2.995$, $p= 0.003$), tipo 12 ($nEAU=1$; $nEAN=4$, $z=-2.807$, $p= 0.005$) y tipo 13 ($nEAU=5$; $nEAN=1$, $z=-2.994$, $p= 0.003$) se produjeron con significancia estadística, más frecuentemente en el EAN. Sin alcanzar valores estadísticos significativos, los tipos de vocalizaciones 5 y 10 también fueron más frecuentes en el EAN. La vocalización tipo 2 sólo se presentó entre los monos del EAU mientras que la vocalización tipo 8 sólo fue emitida por los monos de Pipiapan. La vocalización tipo 7 fue la más frecuente entre los monos del EAU mientras que en el EAN fue la que se emitió el menor número de veces. La vocalización tipo 6 fue la que se emitió con más frecuencia por los individuos de EAN (Fig. 29).

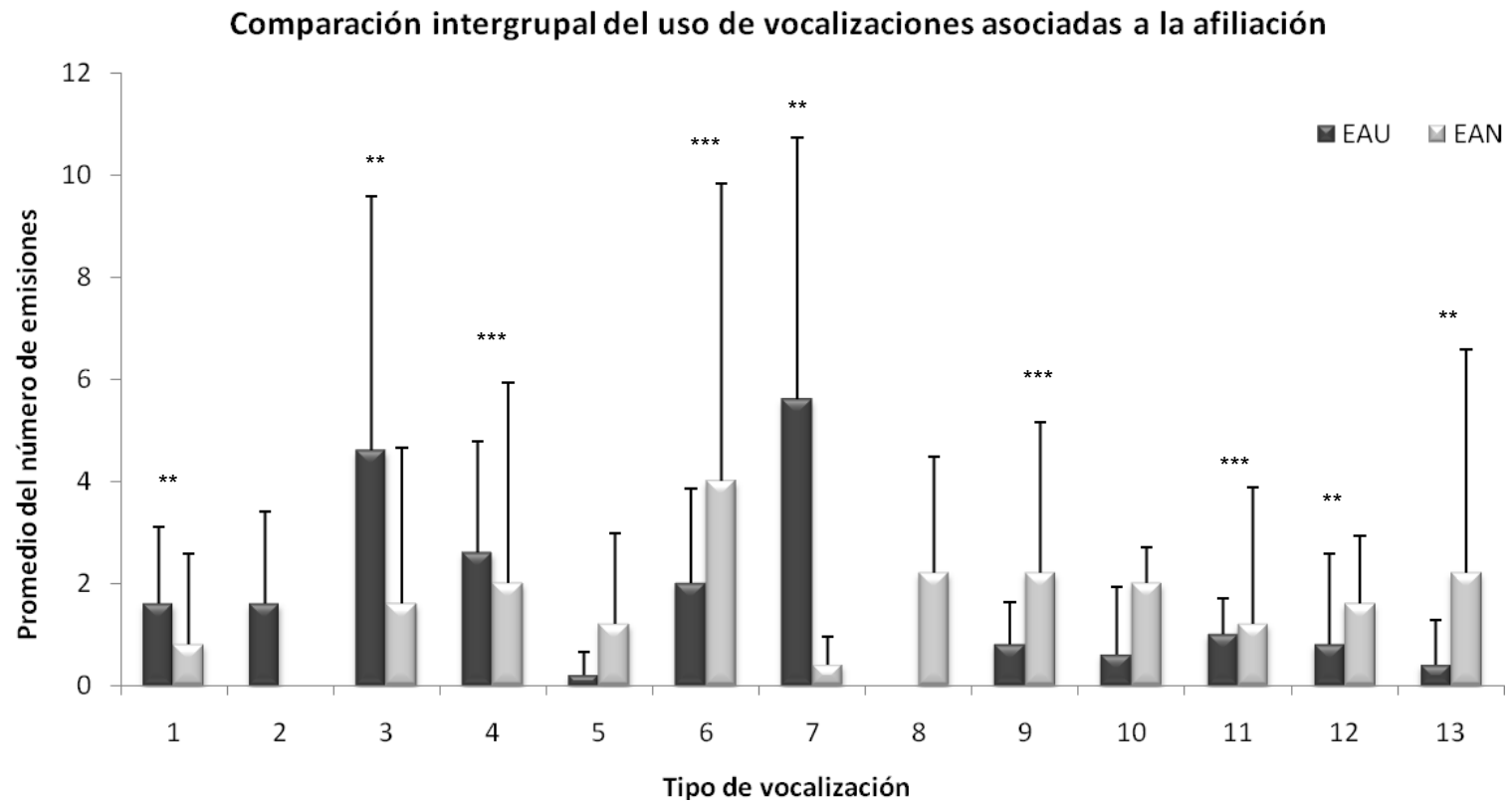


Figura 29. Comparación intergrupal del uso de vocalizaciones asociadas a la afiliación. Promedio del número de emisiones y desviación estándar de cada tipo de vocalización que fueron emitidas durante la afiliación por los individuos en el EUA y el EAN. U de Mann-Whitney $**p \leq 0.01$, $***p \leq 0.000$.

5. Uso de las vocalizaciones asociadas al juego social

En las 240 horas de registro se encontraron 175 vocalizaciones ocurridas mientras los monos de ambos encierros jugaban con otro individuo (cuadro 10). En el EAU las 91 emisiones fueron producidas por dos hembras adultas, el macho adulto y el macho juvenil. En el EAN se registraron 84 vocalizaciones en contextos de juego social emitidas por dos hembras adultas y el macho juvenil.

Cuadro 10. Número de vocalizaciones y tasa de vocalización durante el juego social por cada individuo.

	SUJETO												GRAN TOTAL
	Encierro en ambiente urbano						Encierro en ambiente natural						
	Arwen	Canica	Celina	Leakey	Toto	TOTAL	Frida	Latín	Lorenzo	Niurka	Sinead	TOTAL	
Número de emisiones	0	2	5	33	51	91	18	0	65	0	1	84	175
Tasa de vocalización	0.00	0.08	0.21	1.38	2.13	3.79	0.75	0.00	2.71	0.00	0.04	3.50	7.29

6. Comparación intra e intergrupala del uso de las vocalizaciones asociadas al juego social

6.a Comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano

El número de emisiones que se presentaron durante el juego social de los monos del EAU se compararon con la prueba de χ^2 la cual muestra que hay diferencias significativas ($n=4$, $z=72.4$, $p=0.000$). El mono juvenil mientras jugaba, emitió el mayor número vocalizaciones con una tasa de 2.13 vocalizaciones por hora, mientras que en la hembra adulta Arwen no se detectaron vocalizaciones de juego social durante los registros.

6.b Comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural

Entre los tres monos que vocalizaron en contextos de juego social hay diferencias significativas en el número vocalizaciones ($n=3$, $z=78.4$, $p=0.000$). En el cuadro 10 se

observa que el macho juvenil es el que produce mayor número de vocalizaciones (2.71 vocalizaciones/hr) de de juego social. Por otro lado, en una hembra adulta (Nieurka) y macho adulto (Latin) no se observan vocalizaciones asociadas al juego social.

6.c Comparación intergrupal del uso de las vocalizaciones asociadas a contextos de juego social

Entre los monos del EAU se encontraron 91 vocalizaciones que pudieron asociarse con certeza al juego social; entre los monos del EAN se encontraron 84 emisiones. Con la prueba de U de Mann-Whitney se encontró que los monos del EAU vocalizan significativamente un mayor número de veces ($n_{EAU}=4$, $n_{EAN}=3$, $z=-11.925$, $p=0.000$) que los monos del EAN mientras juegan (Fig. 30).

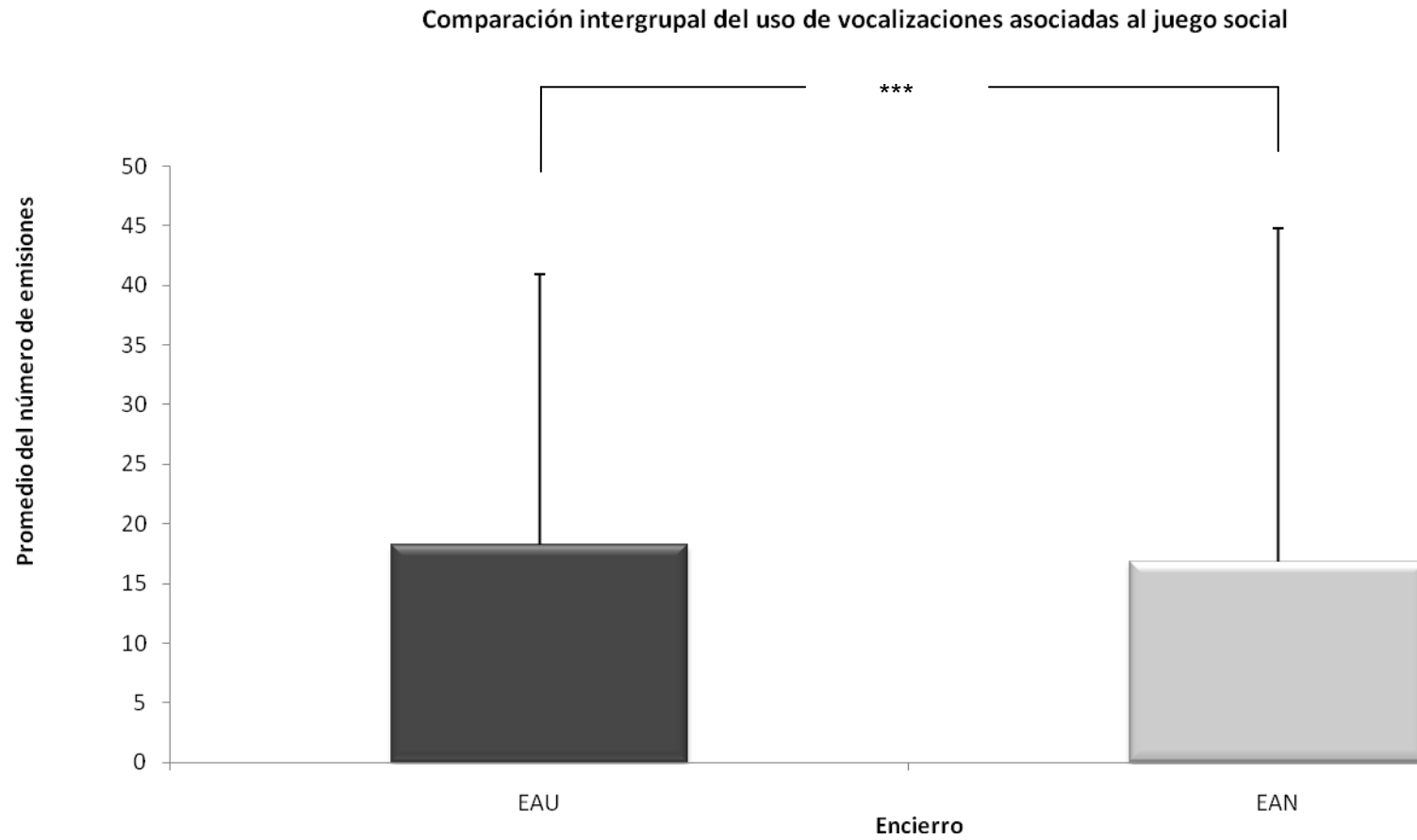


Figura 30. Comparación intergrupal del uso de vocalizaciones asociadas al juego social. Promedio del número de emisiones y desviación estándar. U de Mann-Whitney *** $p \leq 0.000$.

7. Discusión del análisis cualitativo de las vocalizaciones

La clasificación de las vocalizaciones en primates basada en la presencia o ausencia de determinadas características cualitativas es un método frecuentemente utilizado (Boinski, 1991). En el presente trabajo, este método nos permitió reconocer los patrones acústicos que existen en el repertorio vocal, y que se ven reforzados con el análisis de los parámetros acústicos que se presentarán más adelante comparando cuantitativamente las vocalizaciones en contextos de afiliación y de juego social. En el caso de que la clasificación de las vocalizaciones aquí realizada no fuera apropiada, se encontrarían variaciones importantes al analizar características cuantitativas en cada tipo de emisión.

De las 13 vocalizaciones de corta distancia identificadas durante los encuentros de afiliación, 12 son tonales y 9 muestran modulaciones en su frecuencia. Sin embargo, las vocalizaciones 5, 8 y 12 no presentan modulaciones, es decir, aumento o disminución en la frecuencia y sólo la vocalización tipo 12 presenta sílabas ruidosas.

Las vocalizaciones encontradas durante los encuentros de afiliación de corta distancia en el mono araña, cumplen con la hipótesis planteada, es decir, son tonales, con modulaciones y frecuencias armónicas, conservando las características reportadas para otras especies de primates, como chimpancés y lémures (Fischer y Hammerschmidt, 2002; Crockord *et al.*, 2004; Díaz-López y Bernal-Shirai, 2009). La producción de sonidos con estas características refleja un control voluntario sobre el aparato fonador. Esto sugiere una especialización de la comunicación y la habilidad de la especie para producir sonidos ruidosos o tonales lo que refiere un control cortical sobre la faringe (Rauschecker, 1998).

Las vocalizaciones tipos 2 y 3 son espectrográficamente semejantes a lo reportado por Teixidor y Byrne (1999) y Ramos-Fernández (2005) para el whinny. Estos llamados son tonales, están formados hasta por 8 sílabas en forma de arco y tienen 8 armónicos como máximo. Sólo en estos dos tipos de vocalizaciones se cumple la hipótesis planteada para las emisiones de afiliación, ya que las vocalizaciones tipo 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 no se parecen espectrográficamente al whinny. Las vocalizaciones tipo 5 y 8 son tonales pero no tienen inflexiones. La emisión tipo 6 y la 7 tienen sílabas con y sin modulaciones en su frecuencia fundamental. La vocalización tipo 9 es tonal, monosilábica con modulación ascendente.

La diversidad de vocalizaciones de afiliación encontradas, apoya lo reportado por

Ramos-Fernández (2005) quien menciona que hay nueve tipos de vocalizaciones entre los monos araña que él estudió. La complejidad del repertorio de afiliación del mono araña puede relacionarse a la dispersión de los monos en su hábitat, donde la visibilidad en los bosques tropicales es reducida por la vegetación por lo que la comunicación vocal es la principal vía de comunicación. Además el sistema social de fisión-fusión obliga a los animales a relacionarse con varios individuos al encontrarse con otros subgrupos de la tropa e incluso cambiar de subgrupo (Suplemento A y H de Aureli *et al.*, 2008). Así, vemos que en el repertorio vocal intervienen el ambiente, la estructura social e incluso la evolución de las características morfológicas de la especie.

El whinny ha despertado gran interés en los investigadores que han dedicado sus esfuerzos en estudiarlo, probablemente por la espectacularidad de su volumen, por la evidente reacción de los monos al escucharlo o por la facilidad de grabarlo a distancia para su posterior análisis. La notoriedad del whinny ha originado que se le considere como la base del repertorio vocal de la especie (Eisenberg, 1976) ya que se puede escuchar en diferentes circunstancias tales como: durante la alimentación y durante el movimiento de la tropa en libertad. Sin embargo, es interesante destacar que existen otras vocalizaciones utilizadas por los monos durante los encuentros de afiliación.

Las emisiones vocales identificadas durante los encuentros de afiliación, fueron producidas específicamente durante las siguientes conductas: aseo, tocar, estar en contacto con otro individuo, abrazo y presentación de glándula pectoral. Relacionar el tipo de vocalizaciones con la conducta en la que se emite es importante para tener más detalles sobre la comunicación de la especie. Se ha visto que determinadas conductas tienen una función específica, “el abrazo”, por ejemplo, disminuye la tensión entre los monos; en vida libre se presenta cuando los monos se encuentran durante la fusión del grupo y se acompaña de vocalizaciones y en cautiverio se presenta un mayor número de veces (Ramos-Fernández, 2005; Schaffner y Aureli, 2005). Se sugiere hacer este análisis en trabajos posteriores.

El análisis de las vocalizaciones de cohesión como las ocurridas durante los contextos de afiliación y de juego social, aportan información valiosa sobre la comunicación vocal del mono araña. Encontrar por un lado 13 tipos de emisiones utilizadas durante los encuentros de afiliación y por otro lado frecuencias cercanas a los 20 000 Hz representa un hallazgo que hace evidente la complejidad del repertorio vocal de la especie que implica una especialización no sólo del aparato fonador relacionado con un control cortical sobre la faringe para poder producir sonidos ruidosos o tonales

(Rauschecker, 1998), sino además del aparato auditivo relacionado con el área cortical auditiva (Tian *et al.*, 2001), lo cual permite a los individuos interpretar las vocalizaciones y emitir una conducta apropiada.

Ahora bien, en los espectrogramas de las vocalizaciones ocurridas durante el juego social se observan patrones rítmicos de sílabas ruidosas, coincidiendo con lo reportado para otras especies de primates incluido el humano (Bea y Marijuán, 2003; Kohler, 2008, Szameitat *et al.*, 2007) y apoyando la hipótesis para esta parte de la investigación en la que se esperaba encontrar vocalizaciones formadas por sílabas ruidosas y rítmicas. Estas características espectrográficas se pueden explicar por los movimientos corporales que el mono araña realiza durante el juego social como sacudir la cabeza y mantener el cuerpo encorvado, lo que provoca tensión en las cuerdas vocales y el aire ejerce presión en la región subglotal, que aunado a la turbulencia del aire en la cavidad nasal y oral dan origen a la apariencia ruidosa de las emisiones (Fitch y Hauser, 1995). El patrón rítmico de las sílabas en los espectrogramas puede deberse a la respiración acelerada que provoca un mayor flujo de aire por la glotis (Fitch y Hauser, 1995).

Es importante mencionar que la jaula-vivienda de los monos del EAU que se encuentra en el Instituto Nacional de Psiquiatría colinda con la jaula-vivienda de una colonia de macacos con los que tienen contacto auditivo, mientras que los monos del EAN que se ubica en la reserva de Pipiapan están en contacto con monos de su propia especie y demás animales de la selva. Vale la pena estudiar en el futuro las vocalizaciones que hacen los monos al interactuar con su entorno.

En lo referente a la comparación intragrupal del uso de las vocalizaciones asociadas a la afiliación, encontré que entre los monos del EAU el número de emisiones es semejante en diez tipos de vocalizaciones mientras que para el EAN el uso es similar en siete tipos de vocalizaciones. Estos resultados sustentan la hipótesis para esta parte de la investigación en la que se esperaba que el uso de las vocalizaciones de un mismo encierro fuera semejante. Sin embargo, el hecho que en los monos del EAU se encontraran semejanzas en más tipos de vocalizaciones que entre los monos del EAN puede deberse a que los monos del EAU, con excepción del macho juvenil, han permanecido más de cinco años juntos y las relaciones entre ellos son más estables. En contraste, los monos del EAN, como parte del proceso de rehabilitación en el que se encuentran, son movidos de una jaula a otra por lo que constantemente cambian de compañeros y en consecuencia deben modificar la manera de comunicarse con cada individuo según el tiempo que han estado juntos. Es posible entonces, que la semejanza

en el uso del repertorio que existe entre los monos del EAU manifieste que la cohesión que existe entre ellos es mayor que la que se presenta entre los monos del EAN. Al igual que en otras especies, las relaciones sociales entre los animales influyen en las vocalizaciones que emiten (Maestripieri, 1996; Tomasello y Zuberbühler, 2002; Watson y Caldwell, 2010). Considerando que las conductas de afiliación, incluidas las vocalizaciones de juego social, reflejan la cohesión social del grupo, podemos decir que los monos del EAU son un grupo con lazos sociales más estrechos que los monos del EAN.

En la comparación intergrupala del uso de las vocalizaciones asociadas a contextos de afiliación observamos que de los 13 tipos de vocalizaciones, 11 se presentan en ambos encierros por lo que no se puede pensar que existen diferencias en el repertorio de afiliación. Si bien es cierto que no existen diferencias en el número total de vocalizaciones asociadas a contextos de afiliación identificadas en cada encierro, 107 en el EAU y 109 en el EAN, si podemos hablar de un uso diferencial del tipo de vocalizaciones por los individuos de cada encierro. Esto puede explicarse considerando que las vocalizaciones presentadas en contextos de afiliación dependen de los congéneres presentes, de las relaciones que existan entre los individuos y, del grado de cohesión que existe entre los monos (Kalin *et al.*, 1992; Tomasello y Zuberbühler, 2002; Aureli *et al.*, 2008; Watson y Caldwell, 2010).

Los estudios previos sobre las diferencias de vocalizaciones específicas entre grupos geográficamente aislados están enfocadas al análisis de las características acústicas (Fischer, 1998; Fischer *et al.*, 1988; Gouzoules y Gouzoules, 1990; Marshall *et al.*, 1999; Mitani *et al.*, 1992; Rukstalis *et al.*, 2003), sin embargo, en este trabajo se muestra que no sólo la frecuencia fundamental varían entre poblaciones, también el número de veces que se emiten las vocalizaciones en los encuentros de afiliación difiere según el encierro.

La comunicación vocal de corta distancia del mono araña en condiciones de encierro juega un papel particular ya que en cautiverio están obligados a compartir todas las horas del día y difícilmente pierden contacto visual con sus compañeros, como ocurriría en libertad en donde es evidente la organización de fisión-fusión. Así, estrategias como la comunicación vocal cara a cara que disminuyen la tensión de los individuos, son especialmente importantes (Ramos-Fernández, 2005; Schaffner y Aureli, 2005; Aureli *et al.*, 2008).

Para las vocalizaciones asociadas al juego social, recordemos la hipótesis para la

comparación intragrupal en la que se esperaba que existieran diferencias en el número de vocalizaciones, encontramos que en ambos encierros el número de vocalizaciones es diferente entre los individuos, para ambos encierros los monos juveniles emiten un mayor número de emisiones vocales mientras jugaban que el resto de los individuos; esto puede deberse a que los primates como otros animales, en las primeras etapas de la vida los individuos juegan más como parte de el desarrollo social, físico y cognitivo, disminuyendo las conductas lúdicas con la edad.

Es interesante notar que en el EAU el macho adulto es el que emite un mayor número de vocalizaciones de juego social, coincidiendo con lo reportado por Feagle (1988), quien afirma que los machos son más cohesivos que las hembras. En el EAN sólo en tres monos se detectaron vocalizaciones de juego, en una mona adulta sólo se pudo registrar una emisión. Los cambios de compañeros en el EAN, resultado del proceso de rehabilitación puede ser la causa del bajo número de vocalizaciones durante el juego que hay entre los monos del encierro.

Las diferencias intergrupales en la cantidad de vocalizaciones emitidas durante el juego social pueden deberse a las condiciones físicas del encierro pueden influir en la forma en que los monos interactúan. En el EAU los monos pueden estar en contacto visual y físico, en pocas ocasiones son separados de sus compañeros. Sin embargo, en el EAN, a pesar de que los monos se encuentran en la misma jaula-vivienda, los individuos en ocasiones son separados del resto del grupo por mallas ciclónicas perdiendo contacto físico. Esto impide que los monos puedan jugar y en consecuencia el número de vocalizaciones de juego social disminuye. Recordemos que estas ocurren mientras los monos se encuentran en estrecha cercanía corporal (Kipper y Todt, 2002; Vettin y Dietmar, 2005).

B. ANALISIS CUANTITATIVO. CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DE LAS VOCALIZACIONES

1. Vocalizaciones asociadas a la afiliación

Para conocer las características acústicas cuantitativas de las vocalizaciones que los monos producen en encuentros de afiliación de corta distancia, se analizaron los parámetros acústicos mostrados en el cuadro 6 de los 13 tipos de vocalizaciones, considerando para cada tipo de emisión la frecuencia fundamental y sus frecuencias armónicas.

Se obtuvo que la frecuencia mínima promedio es de 191 Hz, encontrando sus valores menores en la vocalización tipo 2: 191 Hz y los valores máximos en la vocalización tipo 8: 2 574 Hz. La frecuencia máxima promedio es de 12 202 Hz, siendo la vocalización tipo 13 la que muestra menores valores para este parámetro: 8 014 Hz, mientras que la vocalización tipo 2 alcanza frecuencias de 19 672 Hz. El ancho de banda promedio es de 11 331 Hz, los valores mínimos de 6 211 Hz los encontramos en la vocalización tipo 13 y los valores más altos son de 19 481 Hz en la vocalización tipo 2. La frecuencia central promedio es de 2 456 Hz, la vocalización tipo 7 muestra los valores mínimos: 1 250 Hz y la vocalizaciones tipo 8 los valores máximos: 3 869 Hz. La frecuencia inicial promedio es de 1 566 Hz, cuyos valores mínimos son de 846 Hz de la vocalización tipo 2 y los valores máximos 3 160 Hz de la vocalización tipo 8. La frecuencia final promedio es de 3 150 Hz, con valores mínimos de 1 749 Hz de la vocalización tipo 2 y los valores máximos son de 5 714 Hz de la vocalización tipo 5. La duración promedio de las emisiones es de 0.71 segundos, la vocalización 10 es la que tiene una menor duración, 0.21 segundos, mientras que la vocalización tipo 5 es la que tienen una mayor duración de 1.9 segundos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Características acústicas de las vocalizaciones asociadas a la afiliación. Valores promedios de los parámetros acústicos analizados a las 216 emisiones de los 10 individuos para cada tipo de vocalización asociadas a la afiliación, considerando la frecuencia fundamental y sus frecuencias armónicas.

Tipo de vocalización*	Frecuencia mínima		Frecuencia máxima		Ancho de banda		Frecuencia central		Frecuencia inicial		Frecuencia final		Duración	
	Promedio (Hz)	Desviación estándar	Promedio (Hz)	Desviación estándar	Promedio (Hz)	Desviación estándar	Promedio (Hz)	Desviación estándar	Promedio (Hz)	Desviación estándar	Promedio (Hz)	Desviación estándar	Promedio (Segundos)	Desviación estándar
Tipo 1	770.4	690.03	12759.9	2771.35	11989.5	2315.22	2781.25	1516.60	1354.2	771.87	3163.1	1002.21	0.50	0.14
Tipo 2	191.3	72.36	19672.4	4524.20	19481.2	4532.38	1687.5	1194.29	846.5	480.98	1749.3	676.57	0.99	0.33
Tipo 3	920.7	2183.57	14543.1	3675.67	13622.3	4401.67	2481.2	2315.68	1166.9	968.50	3025.0	1131.66	0.74	0.23
Tipo 4	516.9	598.67	12762.9	4263.83	12245.9	4201.83	2307.0	1366.70	971.3	652.43	2696.5	1364.97	0.69	0.27
Tipo 5	1349.0	1141.58	12443.6	5551.53	11094.6	5930.83	2812.5	1871.87	2202.6	1148.92	5714.7	2490.90	1.9	199.86
Tipo 6	861.9	647.38	10777.8	4077.37	9915.9	4359.99	2607.4	1293.23	1827.5	1446.82	3282.6	1622.10	0.55	0.28
Tipo 7	217.5	153.94	13045.8	6110.82	12828.2	6131.26	1250.0	941.16	1145.1	916.42	2076.9	1545.35	0.98	0.69
Tipo 8	2574.2	2025.72	9299.0	1796.21	6724.9	2865.11	3869.3	2787.73	3160.9	1028.97	3941.6	1298.76	0.92	92.38
Tipo 9	519.8	576.70	9838.9	2723.06	9319.2	2709.35	2250.0	1511.67	1087.6	628.21	2555.7	1405.27	0.35	0.61
Tipo 10	908.6	785.64	12817.8	5802.89	11909.2	5985.31	3201.9	1022.58	1275.9	839.75	4586.1	4498.15	0.21	0.18
Tipo 11	359.9	231.93	13634.7	4620.36	13274.8	4562.48	2590.9	1651.32	1530.5	975.55	2824.9	1703.38	0.58	0.21
Tipo 12	336.1	293.98	9022.6	4346.52	8686.6	4250.00	1282.3	1406.41	1146.4	733.34	2187.9	1606.74	0.25	0.15
Tipo 13	1803.0	981.16	8014.2	1646.93	6211.1	1509.93	2812.5	1190.78	2645.1	1325.40	3149.0	1061.49	0.51	0.14

*Los tipos de vocalizaciones son descritas en la sección A.1.

2. Vocalizaciones asociadas al de juego social

Las características acústicas promedio de las 175 vocalizaciones de juego social encontradas son: frecuencia mínima de 359 Hz, con valores mínimos de 341 Hz y valores máximos de 2 376 Hz; la frecuencia máxima es de 11 543 Hz con valores mínimos de 1 362, alcanzando los 21 000 Hz; el ancho de banda es de 5 951 Hz, variando de los 1 167 Hz a los 20 869 Hz; la frecuencia central de las vocalizaciones se ubica alrededor de los 1 491 Hz, con valores mínimos de Hz a los 200 Hz y máximos de 6 000 Hz; la frecuencia inicial es de 1 911 Hz, los valores mínimos se ubican en los 448 Hz y valores máximos de 6 137 Hz; la frecuencia final es de 2 213 Hz con frecuencias que van de los 506 Hz a los 10 006 Hz; la duración es de 38 segundos, con valores mínimos de 0.037 segundos y valores máximos de 7 433 segundos.

3. Comparación intragrupal e intergrupala de las vocalizaciones asociadas a la afiliación

3.a Comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano

La prueba de normalidad Shapiro-Wilk mostró que no todos los datos tienen una distribución normal (cuadro 12) ya que existen valores de $p \leq 0.05$ por lo que se considero aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar los valores acústicos de cada armónico (ver cuadro 6) de cada tipo de vocalización presentadas en encuentros de afiliación en este encierro.

En análisis de normalidad no se realizó a las vocalizaciones tipos 5, 12 y 13 debido a que sólo se presentaron en un mono ni a la vocalización tipo 8 porque no se presentó en este encierro.

Cuadro. 12. Resultados de las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk aplicado a cada parámetro de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en el encierro en ambiente urbano.

Tipo de vocalización	Armónico	Frecuencia mínima			Frecuencia máxima			Ancho de banda			Frecuencia central			Frecuencia inicial			Frecuencia final			Duración		
		Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Seg)	z=	p=
Tipo 1	Segundo	2677	0.795	0.958	6443	0.919	0.973	3763	0.982	0.984	3890	0.087	0.846	2796	0.174	0.876	5356	0.983	0.985	0.53	0.008	0.748
	Tercero	4594	0.065	0.834	8297	0.001	0.67	3704	0.44	0.818	5273	0.038	0.812	4397	0.204	0.884	6538	0.809	0.035	0.44	0.507	0.929
Tipo 2	Segundo	2675	0.946	0.675	5825	0.888	0.225	3150	0.908	0.304	9586	0.533	0	3193	0.895	0.26	3912	0.938	0.587	0.84	0.962	0.828
	Tercero	4574	0.945	0.712	7502	0.822	0.049	2928	0.945	0.664	5391	0.93	0.519	4613	0.937	0.578	5704	0.886	0.217	0.57	0.894	0.254
Tipo 3	Segundo	2806	0.936	0.16	6521	0.966	0.618	3715	0.947	0.278	4048	0.848	0.003	3144	0.974	0.795	5280	0.986	0.983	0.75	0.969	0.687
	Tercero	5628	0.979	0.901	9515	0.933	0.145	3888	0.959	0.477	6682	0.946	0.263	6133	0.946	0.263	8187	0.926	0.099	0.7	0.925	0.098
Tipo 4	Segundo	3089	0.812	0.009	6715	0.827	0.015	3625	0.988	0.999	4457	0.742	0.002	3850	0.762	0.002	5210	0.828	0.015	0.75	0.738	0.001
	Tercero	5195	0.901	0.136	8653	0.899	0.13	3458	0.851	0.029	6505	0.885	0.083	6346	0.944	0.506	7701	0.915	0.214	0.52	0.821	0.012
Tipo 6	Segundo	2606	0.97	0.905	6357	0.722	0.002	3750	0.921	0.369	3544	0.916	0.322	3260	0.978	0.951	8210	0.44	0	0.72	0.96	0.788
	Tercero	2882	0.844	0.05	4929	0.733	0.007	2047	0.837	0.041	3544	0.833	0.036	3290	0.848	0.055	4279	0.755	0.044	0.35	0.845	0.051
Tipo 7	Segundo	192	0.859	0.001	3907	0.853	0.001	1986	0.865	0.002	2411	0.843	0.001	2104	0.861	0.002	2786	0.789	0	0.51	0.885	0.002
	Tercero	1754	0.65	0	3106	0.648	0	3240	0.673	0	1902	0.617	0	1876	0.613	0	2427	0.627	0	0.19	0.652	0
Tipo 9	Segundo	2729	0.775	0.065	5968	0.986	0.935	2971	0.822	0.148	3234	0.816	0.135	3115	0.89	0.385	4938	0.982	0.914	0.11	0.769	0.057
	Tercero	5417	0.937	0.637	8387	0.96	0.777	2971	0.997	0.999	4964	0.862	0.266	5729	0.952	0.73	7198	0.979	0.894	0.897	0.915	0.508

Valores de $p \leq 0.05$, indican que los datos no presentan una distribución normal.

Vocalización tipo 1

Se observa que las vocalizaciones de este tipo son semejantes entre los cuatro monos que la emitieron ($n=4$), es decir, no existen diferencias en los cuatro armónicos según lo reportado por la prueba Kruskal-Wallis (Cuadro 13). En promedio, el segundo armónico tiene una frecuencia mínima de 2 679 Hz, la frecuencia máxima es de 6 442 Hz, el ancho de banda es de 3 762 Hz, la frecuencia central es de 3 964 Hz, la frecuencia inicial es de 2 796 Hz, la frecuencia final es de 5 355 Hz, y la duración es de 0.525 segundos. En el tercer armónico la frecuencia mínima promedio es de 4 593 Hz, la frecuencia máxima es de 8 297 Hz, el ancho de banda es de 3 703 Hz, la frecuencia central es de 5 273 Hz, la frecuencia inicial es de 4 397 Hz, la frecuencia final es de 6 537 Hz, y la duración es de 0.43 segundos.

Vocalización tipo 2

La prueba no paramétrica aplicada a las vocalizaciones producidas por tres monos de este encierro ($n=3$) muestra que no existen variaciones significativas en cada una de sus frecuencias armónicas (Cuadro 13). Los valores promedios del segundo armónico son: frecuencia mínima: 2 674 Hz, frecuencia máxima: 5 824 Hz, ancho de banda: 3 150 Hz; frecuencia central: 9 585 Hz; frecuencia inicial: 3 193 Hz; la frecuencia final 3 912 Hz; y duración: 0.84 segundos. El tercer armónico tiene una frecuencia mínima promedio de 4 573 Hz, la frecuencia máxima es 7 501 Hz, el ancho de banda es de 2 928 Hz, la frecuencia central es de 5 398 Hz, la frecuencia inicial es de 4 612 Hz, la frecuencia final es de 5 703 Hz y la duración es de 0.81 segundos.

Vocalización tipo 3

En este tipo de vocalización existen diferencias estadísticas intragrupalas en la frecuencia mínima ($n= 5$, $\chi^2=9.712$, $p=0.021$) del segundo armónico y la frecuencia central ($n= 5$, $\chi^2=7.441$, $p=0.05$) y la frecuencia inicial del tercer armónico ($n= 5$, $\chi^2=7.441$, $p=0.05$). En el resto de los parámetros analizados para el segundo armónico y el tercer armónico los valores de p son mayores de 0.05 por lo que decimos que se conservan las características acústicas entre los individuos (Cuadro 13).

Vocalización tipo 4

Al comparar los parámetros acústicos de los armónicos de la vocalización tipo 4, se observan variaciones de importancia estadística en la frecuencia mínima ($n=4$; $\chi^2=8.154$, $p=0.043$), la frecuencia máxima ($n=4$; $\chi^2=9.165$, $p=0.027$) y la frecuencia central ($n=4$; $\chi^2=8.722$, $p=0.033$) del segundo armónico (Cuadro 13). Mientras que para el tercer armónico la frecuencia central ($n=4$; $z=8.078$, $p=0.044$) es estadísticamente diferente entre los monos de este encierro (Cuadro 13).

Vocalización tipo 5

Este tipo de vocalización fue emitida sólo por una hembra adulta ($n=1$) por lo que el análisis de varianza no se aplicó. El segundo armónico tiene una frecuencia mínima promedio de 4 417 Hz, la frecuencia máxima es 7 435 Hz, el ancho de banda es de 3 018 Hz, la frecuencia central es de 5 625 Hz, la frecuencia inicial es de 5 135 Hz, la frecuencia final es de 6 331 Hz y la duración es de 0.84 segundos. La frecuencia mínima del tercer armónico es de 6 920 Hz, la frecuencia mínima es de 10 527 Hz, el ancho de banda es de 3 607 Hz, la frecuencia central es de 8 062 Hz, la frecuencia inicial es de 8 025 Hz, la frecuencia final es de 9 129 Hz y la duración es de 0.67 segundos.

Vocalización tipo 6

El análisis Kruskal-Wallis aplicado a los parámetros del segundo y tercer armónico de esta vocalización muestra que entre los cuatro monos del encierro en ambiente urbano que emitieron las 10 vocalizaciones de este tipo, no existen variaciones estadísticas intragrupalas (Cuadro 13).

Vocalización tipo 7

El análisis de Kruskal-Wallis muestra que las 28 emisiones ($n=4$) encontradas entre los monos del Instituto Nacional de Psiquiatría fueron estadísticamente similares en el segundo y tercer armónico (Cuadro 13). El segundo armónico, en promedio, tiene una frecuencia mínima es 1 921 Hz, la frecuencia máxima es 3 621 Hz, el ancho de banda es de 1 985 Hz, la frecuencia central es de 2 410 Hz, la frecuencia inicial es de 2 104 Hz, la

frecuencia final es de 2 104 Hz y la duración media es de 0.525 segundos. En promedio, el tercer armónico tiene una frecuencia mínima de 1 754 Hz, la frecuencia máxima es de 3 106 Hz, el ancho de banda es de 1 351 Hz, la frecuencia central es de 1 901 Hz, la frecuencia inicial es de 1 876 Hz, la frecuencia final es de 2 427 Hz y la duración es de 0.19 segundos.

Vocalización tipo 9

En las vocalizaciones de este tipo emitidas por tres monos del Instituto de Psiquiatría la frecuencia mínima, la frecuencia máxima, el ancho de banda, la frecuencia central, la frecuencia inicial y la frecuencia final del segundo y tercer armónico conservan semejanzas entre los monos (Cuadro 13).

Vocalización tipo 10

Este tipo de vocalización fue emitida sólo por el macho juvenil del Instituto Nacional de Psiquiatría por lo que el análisis de varianza no se aplicó. El segundo armónico tienen los siguientes valores promedios: frecuencia mínima: 1 590 Hz, frecuencia máxima: 5 290 Hz, ancho de banda: 3 619 Hz, frecuencia central: 2 812 Hz, frecuencia inicial: 2 406 Hz, frecuencia final: 4 537 Hz y duración: 0.302 segundos. En el tercer armónico, en promedio, la frecuencia mínima es de 2 678 Hz, la frecuencia máxima es de 4 889 Hz, el ancho de banda es de 2 210 Hz, la frecuencia central es de 3 000 Hz, la frecuencia inicial es de 3 683 Hz, la frecuencia final es de 4 360 Hz, y la duración es de 0.155 segundos.

Vocalización tipo 11

En las vocalizaciones de este tipo (n=4) las características acústicas del segundo y tercer armónico se conservan entre los monos ya que los datos de p arrojados por el análisis son mayores a 0.05. (Cuadro 13). Los valores medios del segundo armónico son: frecuencia mínima: 2 142 Hz, frecuencia máxima: 6 371 Hz, ancho de banda: 4 229 Hz, frecuencia central: 3 225 Hz, frecuencia inicial: 267 Hz, frecuencia final: 1 034 Hz y duración: 0.57 segundos. En promedio el tercer armónico la frecuencia mínima es de 2 327 Hz, la frecuencia máxima es de 4 695 Hz, el ancho de banda es de 2 368 Hz, la

frecuencia central es de 2 662 Hz, la frecuencia inicial es de 2 711 Hz, la frecuencia final es de 4 116 Hz y la duración es de 0.21 segundos.

Vocalización tipo 12

Esta vocalización fue emitida en cuatro ocasiones por el macho adulto (n=1) de EAU por lo que al análisis Kruskal-Wallis no se aplicó. Para el segundo armónico encontramos en promedio, que la frecuencia mínima es de 1 705 Hz, la frecuencia máxima es de 4 269 Hz, el ancho de banda es de 2 563 Hz, la frecuencia central es de 2 531 Hz, la frecuencia inicial es de 2 479 Hz, la frecuencia final es de 1 750 Hz y la duración es de 0.24 segundos. En el tercer armónico encontramos que en promedio la frecuencia mínima es de 1 105 Hz, la frecuencia máxima es de 3 544 Hz, el ancho de banda es de 2 439 Hz, la frecuencia central es de 1 359 Hz, la frecuencia inicial es de 1 187 Hz, la frecuencia final es de 1 431 Hz y la duración es de 0.7 segundos.

Vocalización tipo 13

Estas vocalizaciones fueron emitidas por una hembra adulta Celina del encierro EAU (n=1). En el segundo armónico identificamos los siguientes valores medios, que la frecuencia mínima es de 1 984 Hz, la frecuencia máxima es de 5 110 Hz, el ancho de banda es de 3 125 Hz, la frecuencia central es de 2 437 Hz, la frecuencia inicial es de 2 926 Hz, la frecuencia final es de 3 755 Hz y la duración es de 0.56 segundos. En promedio, en el tercer armónico la frecuencia mínima es de 1 869 Hz, la frecuencia máxima es de 3 521 Hz, el ancho de banda es de 1 652 Hz, la frecuencia central es de 1 968 Hz, la frecuencia inicial es de 1 869 Hz, la frecuencia final es de 2 913 Hz y la duración es de 0.22 segundos.

En el cuadro 13 se muestran los valores los resultados estadísticamente significativos arrojados por el análisis de Kruskal-Wallis aplicado a cada parámetro de cada tipo de vocalización para los monos que viven en el encierro en ambiente urbano.

Para identificar si las variaciones intragrupalas en las vocalizaciones están relacionadas con el sexo de los individuos se aplicó una prueba de U de Mann-Whitney a los valores de las vocalizaciones tipos 3 y 4 encontrando que para la mayoría de los

parámetros no hay diferencias sexuales en las frecuencias armónicas, sólo en la frecuencia mínima (machos $n=2$, hembras $n=3$, $z=-2.184$, $p= 0.029$) del segundo armónico de la vocalización tipo 3 (cuadro 13).

Cuadro 13. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis aplicado para la comparación intragrupal de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en el encierro en ambiente urbano.

Tipo de vocalización	Armónico	Frecuencia mínima		Frecuencia máxima		Ancho de banda		Frecuencia central		Frecuencia inicial		Frecuencia final		Duración	
		$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$
Tipo 1	Segundo	3.792	0.285	3.33	0.343	1.667	0.644	3.247	0.355	3.208	0.361	5.458	0.141	1.333	0.721
	Tercero	1.833	0.608	0.875	0.831	3.333	0.343	1.675	0.642	2.208	0.53	3.167	0.367	1.667	0.664
Tipo 2	Segundo	2.33	3.11	1.2087	0.547	1.833	0.4	1.208	0.547	1.875	0.392	1.764	0.414	1.208	0.547
	Tercero	0.98	0.612	0.474	0.789	2.302	0.316	0.98	0.612	0.98	0.612	0.615	0.735	1.796	0.407
Tipo 3	Segundo	9.712	0.021	3.225	0.358	3.483	0.323	7.687	0.53	3.763	0.288	4.206	0.204	2.153	0.541
	Tercero	6.492	0.09	4.394	0.22	3.715	0.294	7.441	0.05	7.441	0.05	6.955	0.073	3.481	0.323
Tipo 4	Segundo	8.154	0.043	9.165	0.027	3.11	0.375	8.722	0.033	7.495	0.58	7.132	0.068	4.407	0.221
	Tercero	8.132	0.43	7.68	0.053	2.503	0.471	8.078	0.044	5.752	0.124	5.62	0.132	2.733	0.435
Tipo 6	Segundo	5.531	0.137	5.018	0.17	2.095	0.553	4.698	0.195	6.578	0.087	5.946	0.114	1.396	0.706
	Tercero	0.9	0.825	0.18	0.981	1.341	0.719	1.109	0.775	2.154	0.541	0.226	0.973	0.691	0.875
Tipo 7	Segundo	2.831	0.418	4.89	0.18	1.08	0.78	3.08	0.378	0.203	0.977	1.004	0.8	5.563	0.135
	Tercero	4.53	0.21	4.668	0.198	3.552	3.14	6.168	0.104	5.926	0.115	4.059	0.255	4.668	0.198
Tipo 9	Segundo	2.7	0.259	2.7	0.259	2.7	0.259	2.7	0.259	1.8	0.407	2.8	0.259	1.8	0.407
	Tercero	2.7	0.259	2.7	0.259	1.8	0.407	0.917	0.632	2.7	0.259	0.27	0.259	0.3	0.861
Tipo 11	Segundo	3.2	0.362	3.2	0.362	3.2	0.362	4	3261	0.8	0.849	2.2	0.532	2.2	5.32
	Tercero	1.421	0.701	1.421	0.701	1.421	0.701	1.421	0.701	2.684	0.443	1.421	0.701	2.684	0.443

Valores $p \leq 0.05$ indican que hay diferencias intragrupal en el parámetro en cuestión.

Cuadro 14. Resultados de prueba U de Mann-Whitney considerando el sexo, aplicado a las frecuencias armónicas que presentaron diferencias estadísticas en la comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano.

Tipo de vocalización	Armónico	Parámetro	Machos			Hembras			U de Mann-Whitney	
			n=	Promedio	Desviación estándar	n=	Promedio	Desviación estándar	z=	p=
3	Segundo	Frecuencia mínima	2	2470.62	564.93	3	2998.15	526.2	-2.184	0.029
	Tercer	Frecuencia central		6522.32	1378.18		564.93	1090.71	-0.617	0.57
		Frecuencia inicial		6522.32	1378.18		564.93	1090.71	-0.617	0.57
4	Segundo	Frecuencia mínima	2	3506.98	1927.03	2	2421.48	872.21	-0.025	0.354
		Frecuencia máxima		7279.92	2142.66		5810.02	1346.66	-0.732	0.524
		Frecuencia central		5062.5	2687.39		3487.5	1145.13	-1.178	0.284
	Tercer	Frecuencia central		6773.43	5746.4		6075	1811.09	0	1

Valores $p \leq 0.05$ indican que hay diferencias en las vocalizaciones emitidas por los machos con respecto a las hembras.

3.b Comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural

Dado que en el análisis de normalidad Shapiro-Wilk $p < 0.05$ indica que los datos no tienen una distribución normal (cuadro 15) se aplicó la prueba Kruskal-Wallis para conocer las diferencias intragrupal en los armónicos de cada tipo de vocalización encontrada en este encierro. Para las vocalizaciones tipo 1 y 11 que fueron emitidas por un mono y la vocalización 2 no se presentó en este encierro la prueba no se realizó.

Vocalización tipo 1

Entre los monos del encierro en Pipiapan este tipo de vocalización sólo detectó en la mona Frida por lo que el análisis para detectar diferencias entre los monos no se realizó. En el segundo armónico en promedio la frecuencia mínima es de 2 679 Hz, la frecuencia máxima es de 714 Hz, el ancho de banda es de 3 762 Hz, la frecuencia central es de 3 964 Hz, la frecuencia inicial es de 2 796 H, la frecuencia final es de 5 355 Hz y duración de 0.46 segundos. En el tercer armónico encontramos los siguientes valores promedios: frecuencia mínima, 4 965 Hz; frecuencia máxima, 8 629 Hz; ancho de banda, 3 703 Hz; frecuencia central 5 273 Hz; frecuencia inicial 4 397 Hz; frecuencia final, 6 537 Hz; duración, 0.43 segundos.

Vocalización tipo 2

La vocalización tipo 2 no se presenta en este encierro por lo que el análisis estadístico no se realizó.

Cuadro 15. Resultados de las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk aplicado a cada parámetro de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en el encierro en ambiente natural.

Tipo de vocalización	Armónico	Frecuencia mínima			Frecuencia máxima			Ancho de banda			Frecuencia central			Frecuencia inicial			Frecuencia final			Duración		
		Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Hz)	z=	p=	Promedio (Seg)	z=	p=
Tipo 3	Segundo	3028	0.881	0.194	7350	0.925	0.469	4323	0.896	0.267	4523	0.824	0.051	3997	0.943	0.064	6070	0.823	0.05	0.65	0.91	0.355
	Tercero	4276	0.864	0.131	7763	0.827	0.055	3488	0.843	0.081	5109	0.0792	0.024	4783	0.792	0.024	6836	0.847	0.089	0.42	0.943	0.638
Tipo 4	Segundo	2638	0.943	0.59	5747	0.933	0.481	3110	0.88	0.131	4219	0.935	0.499	3086	0.861	0.077	4620	0.929	0.436	0.55	0.965	0.838
	Tercero	4931	0.962	0.809	8469	0.939	0.541	3538	0.852	0.062	5963	0.898	0.21	5724	0.744	0.003	6957	0.922	0.37	0.51	0.942	0.579
Tipo 5	Segundo	4894	0.841	0.133	7449	0.96	0.817	2555	0.862	0.195	6438	0.948	0.723	5444	0.797	0.055	6642	0.951	0.75	0.63	0.838	0.126
	Tercero	5399	0.819	0.086	7345	0.801	0.06	1946	0.863	0.198	6156	0.836	0.121	5681	0.069	0.808	6864	0.834	0.115	0.49	0.912	0.45
Tipo 6	Segundo	3348	0.91	0.054	6649	0.944	0.244	3301	0.977	0.868	4901	0.821	0.001	4075	0.869	0.008	6863	0.345	0	0.39	0.006	0.164
	Tercero	3473	0.81	0.001	5855	0.734	0	2383	0.85	0.003	4082	0.776	0	3960	0.854	0.004	4893	0.785	0	0.25	0.823	0.001
Tipo 8	Segundo	5708	0.834	0.027	7278	0.713	0.001	1570	0.942	0.545	6614	0.724	0.001	6240	0.798	0.009	6577	0.818	0.016	0.03	0.959	0.755
Tipo 9	Segundo	2281	0.93	0.344	5895	0.847	0.026	3614	0.966	0.836	3404	0.891	0.102	2852	0.81	0.009	5925	0.803	0.007	0.11	0.859	0.038
	Tercero	2761	0.805	0.008	5564	0.68	0	2802	0.783	0.004	3404	0.742	0.002	2954	0.77	0.003	4670	0.774	0.003	0.05	0.586	0
Tipo 10	Segundo	3290	0.9	0.217	5667	0.96	0.784	2377	0.89	0.169	4256	0.887	0.158	3906	0.911	0.288	4246	0.964	0.833	0.10	0.603	0
	Tercero	4776	0.932	0.387	7135	0.931	0.461	2359	0.969	0.878	5925	0.925	0.398	5475	0.98	0.965	6068	0.902	0.228	0.09	0.633	0
Tipo 12	Segundo	967	0.598	0	2059	0.615	0	835	0.602	0	1383	0.582	0	1149	0.593	0	1570	0.584	0	0.08	0.605	0
Tipo 13	Segundo	4751	0.953	0.689	7181	0.976	0.938	2430	0.937	0.487	5795	0.974	0.921	4979	0.929	0.396	6166	0.978	0.953	0.43	0.942	0.541
	Tercero	2771.79	0.604	0	3289	0.603	0	423	0.612	0	2489	0.604	0	2491	0.611	0	2521	0.612	0	0.07	0.609	0

Valores $p \leq 0.05$ indican que los datos no presentan una distribución normal.

Vocalización tipo 3

Ya que los valores de p son mayores que 0.05 arrojados por el análisis de Kruskal-Wallis (Cuadro 16) podemos decir que hay semejanzas en los parámetros analizados en el segundo armónico y tercer armónico de esta vocalización.

Vocalización tipo 4

Para el caso del segundo armónico de esta emisión, la prueba Kruskal-Wallis no muestra diferencias intragrupal en los parámetros analizados (Cuadro 16) en el segundo y tercer armónico.

Vocalización tipo 5

Esta vocalización fue emitida por dos monos del encierro en ambiente natural y al analizarla estadísticamente con la prueba Kruskal-Wallis se encontró que en el segundo y tercer armónico hay semejanzas entre los individuos (Cuadro 16).

Vocalización tipo 6

Para las 20 vocalizaciones emitidas por tres monos del EAN, se encontraron diferencias significativas en la duración ($n=3$; $\chi^2=8.021$, $p=0.046$) del segundo armónico (Cuadro 16). Mientras que para el tercer armónico encontramos diferencias en la frecuencia máxima ($n=3$; $\chi^2=11.106$, $p=0.011$), en el ancho de banda ($n=3$; $\chi^2=8.273$, $p=0.041$), en la frecuencia inicial ($n=3$; $\chi^2=8.715$, $p=0.033$), la frecuencia final ($n=3$; $\chi^2=8.132$, $p=0.043$), y la duración ($n=3$; $\chi^2=8.593$, $p=0.035$).

Vocalización tipo 7

En las dos vocalizaciones que se encontraron en este encierro se conservan las características acústicas en las frecuencias armónicas por lo que la prueba Kruskal-Wallis no detectó diferencias significativas en las emisiones de este encierro. En promedio, el segundo armónico tiene una frecuencia mínima de 1 329 Hz, la frecuencia máxima es de 3 249 Hz, el ancho de banda es de 1 920 Hz, la frecuencia central es de 2 343 Hz, la

frecuencia inicial es de 2 326 Hz, la frecuencia final es de 2 511 Hz, y la duración es de 0.28 segundos. En promedio, el tercer armónico tiene una frecuencia mínima de 2 843 Hz, la frecuencia máxima de 4 615 Hz, el ancho de banda de 1 772 Hz, la frecuencia central de 3 281 Hz, la frecuencia inicial es de 3 249 Hz, la frecuencia final es de 3 027 Hz, y la duración es de 0.43 segundos.

Vocalización tipo 8

Después de analizar la variabilidad en las 11 vocalizaciones de este tipo emitidas por tres monos de este encierro encontramos que en el segundo armónico existen diferencias significativas en la frecuencia mínima ($n=3$; $\chi^2=7.568$, $p=0.023$), en el ancho de banda ($n=3$; $\chi^2=7.255$, $p=0.027$), y en la frecuencia inicial ($n=3$; $\chi^2=7.77$, $p=0.021$). En la tercer armónico no hay variaciones en los parámetros considerados (Cuadro 16).

Vocalización tipo 9

Para este tipo de vocalización encontramos (Cuadro 16) que en segundo armónico hay diferencias en el ancho de banda del segundo armónico ($n=3$, $\chi^2=8.556$, $p=0.036$) y en todos los parámetros del tercer armónico: frecuencia mínima ($n=3$; $\chi^2=10.047$, $p=0.018$), frecuencia máxima ($n=3$; $\chi^2=10.047$, $p=0.018$), en el ancho de banda ($n=3$; $\chi^2=10.047$, $p=0.018$), frecuencia central ($n=3$; $\chi^2=9.681$, $p=0.021$), la frecuencia inicial ($n=3$; $\chi^2=10.047$, $p=0.018$), frecuencia final ($n=3$; $\chi^2=9.568$, $p=0.023$) y la duración ($n=3$; $\chi^2=7$, $\chi^2=9.09$, $p=0.028$).

Vocalización tipo 10

Las características acústicas analizadas a las 10 vocalizaciones producidas por los cinco monos ($n=5$) de este encierro son similares en el segundo y en el tercer armónico (Cuadro 16). En promedio la frecuencia mínima del segundo armónico es de 3 290 Hz, la frecuencia máxima es de 5 667 Hz, el ancho de banda es de 2 376 Hz, la frecuencia central es de 4 256 Hz, la frecuencia inicial es de 3 905 Hz, la frecuencia final es de 4 245 Hz y la duración es de 0.10 segundos. En el tercer armónico la frecuencia mínima promedio es de 4 776 Hz, la frecuencia máxima es de 7 135 Hz, el ancho de banda es 2 359 Hz, la frecuencia central es de 5 925 Hz, la frecuencia inicial es de 5 474 Hz, la

frecuencia final es de 6 068 Hz y la duración es de 0.09 segundos.

Vocalización tipo 11

Este tipo de vocalización fue emitida sólo por un mono de este encierro por lo que el análisis no se realizó. En promedio el segundo armónico tiene una frecuencia mínima de 2 692 Hz, una frecuencia máxima de 5 442 Hz, un ancho de banda de 2 750 Hz, una frecuencia central de 4 156 Hz, una frecuencia inicial de 3 668 Hz, una frecuencia final de 4 714 Hz y la duración es de 0.65 segundos. La frecuencia mínima del tercer armónico, en promedio es de 5 595 Hz, la frecuencia máxima es de 8 416 Hz, el ancho de banda es de 2 821 Hz, la frecuencia central es de 6 656 Hz, la frecuencia inicial es de 6 493 Hz, la frecuencia final es de 7 102 Hz, la duración es de 0.59 segundos.

Vocalización tipo 12

Este tipo de emisión se presentó en cuatro monos de este encierro (n=4) y el análisis estadístico no muestra variaciones significativas en la frecuencia armónica de esta vocalización (Cuadro 16). Los valores medios de el segundo armónico son: frecuencia mínima, 966 Hz; la frecuencia máxima, 2 058 Hz; el ancho de banda, 834 Hz; la frecuencia central 1 382 Hz; la frecuencia inicial 1 148Hz; la frecuencia final, 1 570 Hz; la duración, 0.07 segundos. Para el tercer armónico encontramos los siguientes valores promedios: frecuencia mínima, 593 Hz; la frecuencia máxima, 1 680 Hz; el ancho de banda, 815 Hz; la frecuencia central 1 125 Hz; la frecuencia inicial 968 Hz; la frecuencia final, 1 909 Hz; la duración, 0.03 segundos.

Vocalización tipo 13

Las características acústicas de las vocalizaciones de este tipo emitidas por una hembra adulta y un macho adulto de este encierro (n=2) no varían en las características acústicas analizadas (Cuadro 16). En promedio para el segundo armónico, la frecuencia mínima es de 4 751 Hz; la frecuencia máxima es de 7 181 Hz; el ancho de banda es de 2 430 Hz; la frecuencia central es de 5 795 Hz; la frecuencia inicial es de 4 979 Hz; la frecuencia final es de 6 166 Hz; la duración es de 1.028 segundos. Para el tercer armónico, la frecuencia mínima es de 2 771 Hz; la frecuencia máxima es de 3 289 Hz; el

ancho de banda es de 423 Hz; la frecuencia central es de 2 488 Hz; la frecuencia inicial es de 2 490 Hz; la frecuencia final es de 2 521 Hz; la duración es de 0.068 segundos.

En el cuadro 16 se muestran los resultados arrojados por el análisis Kruskal-Wallis aplicado a cada parámetro de cada tipo de vocalización para los monos que viven en el encierro en ambiente natural. Valores $p < 0.05$ se interpretan como diferencias en las vocalizaciones.

Con la finalidad de identificar si las variaciones intragrupalas que se presentaron en los tipos de vocalizaciones 6, 8 y 9 se relacionan con el sexo de los individuos, se aplicó una prueba U de Mann-Whitney (cuadro 17), la cual mostro que en la vocalización tipo 8 no se encontraron variaciones relacionadas con el sexo de los monos. En la vocalización tipo 9, hay diferencias en las vocalizaciones relacionadas con el sexo de los individuos, en el ancho de banda del segundo armónico (machos $n=2$; hembras $n=1$; $z=-2.472$, $p=0.011$) y del tercer armónico (machos $n=$; hembras $n=1$; $z=-2.063$, $p=0.05$). En las vocalizaciones tipo 6 y 8 no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 16. Resultados del análisis de Kruskal-Wallis aplicado para la comparación intragrupal de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en el encierro en ambiente natural.

Tipo de vocalización	Armónico	Frecuencia mínima		Frecuencia máxima		Ancho de banda		Frecuencia central		Frecuencia inicial		Frecuencia final		Duración	
		$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$	$\chi^2=$	$p=$
Tipo 3	Segundo	2.33	0.127	2.33	0.127	2.33	0.127	0.198	0.657	0.233	0.127	0.233	0.127	0.233	0.127
	Tercero	0.434	0.51	0.434	0.51	0.434	0.51	0.434	0.51	0.434	0.51	0.434	0.51	2.361	0.124
Tipo 4	Segundo	0.03	0.862	1.485	0.223	2.455	0.117	2.531	0.112	0.758	0.384	0.758	0.384	2.455	0.117
	Tercero	0.273	0.602	2.455	0.117	1.485	0.223	0.123	0.725	2.455	0.117	2.455	0.117	2.455	0.117
Tipo 5	Segundo	0.214	0.643	0.857	0.355	0.857	0.355	0.496	0.481	0.214	0.643	1.929	0.165	0.214	0.643
	Tercero	3.529	0.06	3.529	0.06	3.529	0.06	3.529	0.06	3.529	0.06	3.529	0.06	3.529	0.06
Tipo 6	Segundo	2.378	0.498	0.512	0.916	0.464	0.927	3.929	0.269	1.176	0.759	0.661	0.882	8.021	0.046
	Tercero	6.736	0.081	11.106	0.011	8.273	0.041	6.664	0.083	0.8715	0.033	8.132	0.043	8.593	0.035
Tipo 7	Segundo	1	0.317	1	0.317	1	0.317	1	0.317	1	0.317	1	0.317	1	0.317
	Tercero	1	0.317	1	0.317	1	0.317	1	0.317	1	0.317	1	0.317	1	0.317
Tipo 8	Segundo	7.568	0.023	4.25	0.119	7.255	0.027	5.096	0.078	7.77	0.021	2.114	0.348	5.155	0.076
	Tercero	0.49	0.783	0.49	0.783	0.6	0.741	0.49	0.783	0.49	0.783	0.49	0.783	0.6	0.741
Tipo 9	Segundo	2.374	0.499	5.684	0.128	8.556	0.036	2.556	0.465	4.187	0.242	3.248	0.355	3.299	0.348
	Tercero	10.047	0.018	10.047	0.018	10.047	0.018	9.681	0.021	10.047	0.018	9.568	0.023	9.09	0.028
Tipo 10	Segundo	7.636	0.106	5.273	0.26	3.418	0.49	4.081	0.395	5.818	0.213	6.418	0.17	1.573	0.814
	Tercero	3.582	0.466	3.636	0.457	5.818	0.213	3.938	0.415	4.364	0.359	3.964	0.411	4.42	0.315
Tipo 12	Segundo	0.81	0.847	0.81	0.847	0.81	0.847	0.81	0.847	0.81	0.847	0.81	0.847	0.81	0.847
	Tercero	1.667	0.644	1.667	0.644	1.667	0.644	1.667	0.644	1.667	0.644	1.667	0.644	1.667	0.644
Tipo 13	Segundo	0.4	0.527	0.25	0.114	0.25	0.114	0.23	0.631	0.4	0.527	0.9	0.343	2.5	0.114
	Tercero	0.364	5.46	0.364	5.46	0.364	5.46	0.364	5.46	0.364	5.46	0.364	5.46	0.364	5.46

Valores $p \leq 0.05$ indican que hay diferencias intrgrupales en el parámetro en cuestión.

Cuadro 17. Resultados de prueba U de Mann-Whitney considerando el sexo, aplicado a las frecuencias armónicas que presentaron diferencias estadísticas en la comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural.

Tipo de vocalización	Armónico	Parámetro	Machos			Hembras			U de Mann-Whitney	
			n=	Promedio	Desviación estándar	n=	Promedio	Desviación estándar	z=	p=
6	Segundo	Duración	1	0.28	0.022	2	0.4079	0.164	-1.789	0.081
	Tercero	Frecuencia máxima		0	0		7156.5	4023.28	-2.442	0.014
		Ancho de banda		0	0		2912.17	1904.07	-2.442	0.014
		Frecuencia inicial		0	0		4840.05	3035.78	-2.442	0.014
		Frecuencia final		0	0		5980.05	3035.78	-2.442	0.014
		Duración		0	0		0.29	0.22	-2.442	0.014
8	Segundo	Frecuencia mínima	2	6334.65	1427.11	1	2886.1	4081.56	-1.414	0.281
		Ancho de banda		2429.72	2729.74		607.55	859.2	-1.414	0.281
		Frecuencia inicial		697766	1222.54		2924	4135.16	-1.65	0.145
9	Segundo	Ancho de banda	2	1363.4	1574.89	2	4614.53	1683.6	-2.472	0.011
	Tercero	Frecuencia mínima		1441.12	3348.22		3348.22	2010.17	-0.952	0.414
		Frecuencia máxima		2374.95	4749.9		6980.6	3984.94	-0.952	0.414
		Ancho de banda		933.82	1867.65		3632.44	2147.48	-2.063	0.05
		Frecuencia central		1546.87	3093.75		4229.16	2471.71	-1.118	0.33
		Frecuencia inicial		1464.25	2928.5		3616.22	2117.48	-0.952	0.414
		Frecuencia final		2259.75	4519.5		5741.33	3735.14	-1.111	0.33
		Duración		0.0098	0.019		0.064	0.093	-1.587	0.148

Valores $p \leq 0.05$ indican que hay diferencias en las vocalizaciones emitidas por los machos con respecto a las hembras.

3.c Comparación intergrupala de las vocalizaciones asociadas a la afiliación

Para conocer la distribución de los datos se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk a cada parámetro de cada tipo vocalización presentada en este encierro, encontrando que para algunos datos hay valores de $p \leq 0.05$ lo que se interpreta como que los datos no tienen una distribución normal (Cuadro 18).

Por lo anterior cada parámetro de la frecuencia fundamental (Cuadro 6) fue analizado con la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney con nivel de significancia $p \leq 0.05$ para conocer las diferencias intergrupales de vocalización. Las vocalizaciones tipo 2 y 8 no fueron analizadas por solo presentarse en un encierro.

Cuadro 18. Resultados de las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk aplicado a cada parámetro de la frecuencia fundamental de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en ambos encierros.

Tipo de vocalización	Frecuencia mínima				Frecuencia máxima				Ancho de banda				Frecuencia central				Frecuencia inicial				Frecuencia final				Duración			
	Promedio EAU(Hz)	Promedio EAN(Hz)	Z=	p=	Promedio EAU(Hz)	Promedio EAN(Hz)	Z=	p=	Promedio EAU(Hz)	Promedio EAN(Hz)	Z=	p=	Promedio EAU(Hz)	Promedio EAN(Hz)	Z=	p=	Promedio EAU(Hz)	Promedio EAN(Hz)	Z=	p=	Promedio EAU(Hz)	Promedio EAN(Hz)	Z=	p=	Promedio EAU(Hz)	Promedio EAN(Hz)	Z=	p=
Tipo1	684	1366	0.78	0.006	3529	3524	0.94	0.625	2845	2158	0.91	0.254	1828	2438	0.90	0.201	985	2042	0.74	0.002	2700	2839	0.96	0.855	0.55	0.41	0.72	0.002
Tipo3	515	1006	0.78	0.00	3426	3815	0.93	0.875	2910	2809	0.97	0.663	1739	2672	0.89	0.008	917	1650	0.80	0.000	2699	3187	0.95	0.211	0.78	0.69	0.96	0.369
Tipo4	611	417	0.55	0.00	3547	3115	0.88	0.012	2935	2697	0.93	0.115	1851	1069	0.73	0.00	1182	800	0.67	0.00	2363	2283	0.93	0.167	0.75	0.58	0.76	0
Tipo5	1316	2019	0.88	0.23	4558	3933	0.91	0.444	3341	1914	0.96	0.871	300	2656	0.83	0.087	1455	2329	0.79	0.04	3030	3530	0.94	0.674	0.84	0.75	0.98	0.967
Tipo6	612	1131	0.88	0.002	3303	3455	0.95	0.197	2691	2324	0.97	0.765	1838	2097	0.93	0.041	1162	1923	0.90	0.01	2098	2777	0.82	0.00	0.79	0.44	0.91	0.011
Tipo7	406	583	0.67	0.00	6911	7564	0.73	0.00	6528	6978	0.72	0.00	11.65.17	2250	0.86	0.002	1019	2836	0.89	0.00	1682	28742	0.95	0.221	0.97	0.76	0.72	0
Tipo9	756	703	0.83	0.01	3223	2816	0.89	0.063	2467	2094	0.90	0.111	1922	1760	0.96	0.691	992	1133	0.97	0.448	2338	2293	0.87	0.035	0.12	0.12	0.80	0.004
Tipo10	533	1209	0.80	0.007	2830	3188	0.88	0.073	2366	1978	0.94	0.5	2313	2152	0.8	0.038	934	1562	0.91	0.225	3347	2196	0.90	0.169	0.31	0.14	0.78	0.005
Tipo11	372	482	0.90	0.228	2707	2874	0.95	0.724	2334	2391	0.96	0.8	863	1875	0.8	0.043	717	1118	0.81	0.015	2012	2089	0.94	0.605	0.58	0.54	0.94	0.515
Tipo12	143	454	0.79	0.009	2970	6504	0.82	0.307	2826	6049	0.90	0.202	609	1619	0.90	0.162	681	1168	0.90	0.2	1271	2034	0.93	0.407	0.31	0.21	0.93	0.418
Tipo13	193	2208	0.84	0.025	2905	3785	0.95	0.596	2712	1577	0.89	0.113	1125	3034	0.70	0.001	720	2739	0.94	0.568	1925	3077	0.75	0.002	0.64	0.47	0.96	0.845

Valores de $p \leq 0.05$ indican que los datos no presentan una distribución normal.

Considerando que las variaciones en las vocalizaciones de dos grupos aislados geográficamente se encuentran en la frecuencia fundamental de las vocalizaciones se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney a cada uno de los parámetros de F0 (ver cuadro 6). Los resultados muestran que para la vocalización tipo 1 hay diferencias intergrupales en el ancho de banda ($n_{EAU}=4$, $n_{EAN}=1$; $z=-2.038$, $p=0.048$) y la duración ($n_{EAU}=4$, $n_{EAN}=1$; $z=-2.378$, $p=0.016$). En la vocalización tipo 3 existen diferencias en la frecuencia máxima ($n_{EAU}=5$, $n_{EAN}=2$, $z=-2.439$, $p=0.013$), en la frecuencia central ($n_{EAU}=5$, $n_{EAN}=2$; $z=-2.829$, $p=0.004$) y en la frecuencia final ($n_{EAU}=5$, $n_{EAN}=2$; $z=-2.861$, $p=0.003$). Para la vocalización tipo 6, la frecuencia inicial ($n_{EAU}=4$, $n_{EAN}=3$; $z=-2.115$, $p=0.035$), la frecuencia final ($n_{EAU}=4$, $n_{EAN}=3$; $z=-2.602$, $p=0.008$) y la duración ($n_{EAU}=4$, $n_{EAN}=3$; $z=-2.927$, $p=0.003$) varían entre encierros. La vocalización tipo 7 difiere significativamente entre encierros en la frecuencia inicial ($n_{EAU}=4$, $n_{EAN}=2$, $z=-2.162$, $p=0.018$). En la vocalización tipo 11, la frecuencia central ($n_{EAU}=4$, $n_{EAN}=1$; $z=-2.022$, $p=0.05$). Para la vocalización tipo 12 existen diferencias intergrupales en la frecuencia mínima ($n_{EAU}=1$, $n_{EAN}=4$; $z=-2.382$, $p=0.016$), en la frecuencia máxima ($n_{EAU}=1$, $n_{EAN}=4$; $z=-2.038$, $p=0.048$), en el ancho de banda ($n_{EAU}=1$, $n_{EAN}=4$; $z=-2.038$, $p=0.048$), la frecuencia central ($n_{EAU}=1$, $n_{EAN}=4$; $z=-2.12$, $p=0.028$). En la vocalización tipo 13 hay variaciones intergrupales en la frecuencia mínima ($n_{EAU}=1$, $n_{EAN}=2$; $z=-2.171$, $p=0.026$), en la frecuencia máxima ($n_{EAU}=1$, $n_{EAN}=2$; $z=-2.174$, $p=0.026$), en la frecuencia central ($n_{EAU}=1$, $n_{EAN}=2$; $z=-2.214$, $p=0.026$), en la frecuencia inicial ($n_{EAU}=1$, $n_{EAN}=2$; $z=-2.177$, $p=0.026$), en la frecuencia final ($n_{EAU}=1$, $n_{EAN}=2$; $z=-2.174$, $p=0.026$). En las vocalizaciones tipos 4, 5, 9 y 10 todos los parámetros medidos son semejantes entre los monos del EAU y el EAN (Cuadro 19). Para las vocalizaciones tipos 2 y 8 no se aplicó el análisis por presentarse sólo en un encierro.

Para conocer si las diferencias intergrupales encontradas al comparar la frecuencia fundamental de las vocalizaciones tipo 1, 3, 6, 7, 11, 12 y 13 se deben al sexo de los individuos (cuadro 20), se aplicó la prueba U de Mann-Whitney, identificando que para la mayoría no hay diferencias en las emisiones de machos y hembras. Sólo se identificaron diferencias en la frecuencia máxima (machos $n=2$; hembras $n=4$; $z=-1.923$, $p=0.05$) y la frecuencia final (machos $n=2$; hembras $n=4$; $z=-1.923$, $p=0.05$) de la vocalización tipo 3 y para la frecuencia mínima de la vocalización tipo 12 (machos $n=3$; hembras $n=2$; $z=-2.005$, $p=0.041$), en ambos casos las hembras emiten frecuencias más altas que los machos.

Cuadro 19. Valores significativos de la prueba U de Mann-Whitney para la comparación intergrupar de la frecuencia fundamental de las vocalizaciones asociadas a la afiliación ocurridas en ambos encierros.

Tipo de vocalización	Frecuencia mínima		Frecuencia máxima		Ancho de banda		Frecuencia central		Frecuencia inicial		Frecuencia final		Duración	
	z=	p=	z=	p=	z=	p=	z=	p=	z=	p=	z=	p=	z=	p=
Tipo 1	-1.564	0.154	-0.679	0.57	-2.038	0.048	-1.197	0.283	-1.868	0.073	-0.17	0.933	-2.378	0.016
Tipo 3	-1.503	0.142	-2.439	0.013	-0.141	0.909	-2.829	0.004	-1.829	0.07	-2.861	0.003	-1.8853	0.063
Tipo 4	-0.062	0.976	-1.116	0.284	-0.744	0.483	-1.789	0.077	-1.612	0.115	-0.31	0.784	-1.302	0.208
Tipo 5	-0.5	0.857	-1.5	0.286	-1.5	0.286	-0.5	0.857	-0.5	0.857	-1	0.571	-0.5	0.857
Tipo 6	-1.81	0.07	0.813	0.434	.1423	0.163	-0.964	0.345	-2.114	0.035	-2.602	0.008	-2.927	0.003
Tipo 7	-1.664	0.115	-0.665	0.556	-0.665	0.556	-1.518	0.166	-2.162	0.018	-1.081	0.331	-0.166	0.901
Tipo 9	-0.057	0.956	-0.113	0.956	0.734	0.782	-0.171	0.871	0.365	0.412	-0.227	0.871	-4.53	0.703
Tipo 10	-1.69	0.112	-0.338	0.811	-0.507	0.683	-0.426	0.692	-1.352	0.217	-0.845	0.459	-1.521	0.161
Tipo 11	-0.548	0.662	-0.183	0.931	-0.365	0.792	-2.022	0.05	-1.826	0.082	0	1	0	1
Tipo 12	-2.382	0.016	-2.038	0.048	-2.038	0.048	-2.12	0.028	-1.529	0.154	-1.359	0.214	-1.359	0.214
Tipo 13	-2.171	0.026	-2.174	0.026	-1.579	0.154	-2.214	0.026	-2.177	0.026	-2.174	0.026	-1.776	0.103

Valores $p \leq 0.05$ indican que hay diferencias en las vocalizaciones ocurridas en el encierro en ambiente urbano con respecto al encierro en ambiente natural.

Cuadro 20. Resultados del análisis U de Mann-Whitney de la comparación intergrupal considerando el sexo de los individuos.

Tipo de vocalización	Parámetro	Machos			Hembras			U de Mann-Whitney	
		n=	Promedio	Desviación estándar	n=	Promedio	Desviación estándar	p=	z=
1	Ancho de banda	2	2043.15	12.23	3	2658318	538.34	-0.859	0.485
3	Frecuencia máxima	2	3315.72	309.82	4	3607.85	418.99	-1.923	0.05
	Frecuencia central		1570.31	1041.24		2139.2	861.48	-1.344	0.185
	Frecuencia final		2573.25	466.32		2922	690.1	-1.923	0.05
6	Frecuencia inicial	3	1795.57	718.91	4	1654.12	1069.11	-0.98	0.348
	Frecuencia final		2478.42	643.2		258.56	920.21	-0.023	0.982
	Duración		0.46	0.23		0.56	0.29	-0.866	0.395
7	Frecuencia inicial	1	1306.2	925.27	5	1103.68	874.04	-1.144	0.267
11	Frecuencia central	2	937.5	530.33	3	1520.83	934.89	-0.712	0.582
12	Frecuencia mínima	3	201.96	120.9	2	499.86	340.27	-2.005	0.041
	Frecuencia máxima		4317.3	2741.91		6334.2	3511.61	-1.121	0.31
	Ancho de banda		4115.33	2714.28		5834.33	3595.19	-1.21	0.31
	Frecuencia central		1093.75	921.74		1470.83	984.78	-1.123	0.31
13	Frecuencia mínima	1	1620.3	0	2	1921.93	941.1	-0.802	0.615
	Frecuencia máxima		4354.4	0		3591.26	517.85	-1.338	0.308
	Frecuencia central		3000	0		2718.75	777.2	-0.136	0.923
	Frecuencia inicial		1976	0		2465.58	1181.09	-0.804	0.615
	Frecuencia final		2965	0		2894.5	518.61	-0.535	0.769

Valores $p \leq 0.05$ indican que hay diferencias en las vocalizaciones emitidas por los machos con respecto a las hembras.

4. Comparación intragrupal e integrupal de las características acústicas de las vocalizaciones asociadas al juego social

Considerando que las vocalizaciones que se presentaron en contexto de juego social son ruidosas, es decir, no se aprecian frecuencias armónicas evidentes, el análisis de estas emisiones se realizó considerando las características generales de la vocalización.

4.a Comparación intragrupal. Encierro en ambiente urbano

La normalidad de los datos fue analizada con la prueba de Kolmogorov –Smirnov detectando que no existe una distribución normal (Cuadro 21).

Al comparar las vocalizaciones emitidas por los monos del EAU durante el juego social, la prueba U de Mann muestra existen diferencias significativas en la frecuencia mínima ($n=4$; $z=37.103$, $p=0.000$), la frecuencia máxima ($n=4$; $z=17.517$, $p=0.001$), el ancho de banda ($n=4$; $z=15.766$, $p=0.001$), la frecuencia central ($n=4$; $z=53.083$, $p=0.000$), la frecuencia inicial ($n=4$; $z=29.621$, $p=0.000$), frecuencia final ($n=4$; $z=20.698$, $p=0.000$), la duración ($n=4$; $z=17.205$, $p=0.001$). Para todos los parámetros el mono juvenil Toto fue el que emitió vocalizaciones significativamente más agudas, es decir con frecuencias más altas, seguido por el mono adulto Leakey, por la hembra adulta Celina y la hembra adulta Canica emite sonido más graves mientras juega.

Se aplicó una prueba de U de Mann-Whitney a los datos de los parámetros que mostraron diferencias significativas en la prueba Kruskal-Wallis para saber si las variaciones se deben al sexo de los monos encontrando que la frecuencia máxima (machos $n=2$; hembras $n=2$; $z=-3.813$; $p=0.000$), el ancho de banda (machos $n=2$; hembras $n=2$; $z=-3.798$, $p=0.000$), tienen valores significativamente más altos en las hembras que en los machos, mientras que en la frecuencia central (machos $n=2$; hembras $n=2$; $z=-2.156$, $p=0.031$), la frecuencia inicial (machos $n=2$; hembras $n=2$; $z=-2.279$, $p=0.023$), y la frecuencia final (machos $n=2$; hembras $n=2$; $z=-1.921$, $p=0.05$) los machos muestran frecuencias mayores (Cuadro 18).

Cuadro 21. Comparación intragrupal de las vocalizaciones asociadas al juego social considerando el sexo de los individuos. Encierro en ambiente urbano.

Parámetro	Machos			Hembras			U de Mann-Whitney	
	n=	Promedio	Desviación estándar	n=	Promedio	Desviación estándar	z=	p=
Frecuencia mínima	2	435.04	365.09	2	378.62	287.35	-0.447	0.655
Frecuencia máxima		16327.18	4647.48		5847.94	3853.28	-3.813	0.000
Ancho de banda		15892.14	4666.45		5469.31	3826.94	-3.798	0.000
Frecuencia central		2069.19	1233.28		1044.64	261.98	-2.156	0.031
Frecuencia inicial		2465.01	1332.92		1369.64	261.98	-2.279	0.023
Frecuencia final		2589.19	1236.35		1527.57	1091.83	-1.921	0.055
Duración		37.35	111.75		2.77	2.68	-2.606	0.009

Valores $p \leq 0.05$ indican que hay diferencias en las vocalizaciones emitidas por los machos con respecto a las hembras.

4.b Comparación intragrupal. Encierro en ambiente natural

En lo que respecta al EAN, al comparar con la prueba Kruskal-Wallis las vocalizaciones ocurridas durante el juego se observan diferencias estadísticas en la frecuencia máxima ($n=3$; $\chi^2=12.017$, $p=0.002$) y el ancho de banda ($n=3$, $\chi^2=11.727$, $p=0.003$); en la frecuencia mínima ($n=3$; $\chi^2=5.008$, $p=0.082$); la frecuencia central ($n=3$; $\chi^2=3.954$, $p=0.139$), la frecuencia inicial ($n=3$; $\chi^2=0.809$, $p=0.667$), la frecuencia final ($n=3$; $\chi^2=1.246$, $p=0.536$) y la duración ($n=3$; $\chi^2=3.281$, $p=0.194$).

Con la finalidad de detectar si el sexo de los individuos influye en las diferencias intrgrupales detectadas por la prueba Kruskal-Wallis se aplicó una prueba U de Mann-Whitney a los parámetros que mostraron diferencias significativas, detectando que para la frecuencia máxima (machos $n=1$; hembras $n=2$; $z=-3.042$, $p=0.002$) y el ancho de banda (machos $n=1$; hembras $n=2$; $z=-2.978$, $p=0.003$) los machos emiten frecuencias significativamente más altas que las hembras (Cuadro 22).

Cuadro 22. Comparación intragrupal de las vocalizaciones asociadas al juego social considerando el sexo de los individuos. Encierro en ambiente natural.

Parámetro	Machos			Hembras			U de Mann-Whitney	
	n=	Promedio	Desviación estándar	n=	Promedio	Desviación estándar	z=	p=
Frecuencia máxima	1	6497.67	3698.36	2	9755.48	4071.86	-3.042	0.002
Ancho de banda		6227.6	3676.88		9730.57	4135.43	-2.978	0.003

Valores $p \leq 0.05$ indican que hay diferencias en las vocalizaciones emitidas por los machos con respecto a las hembras.

4.c Comparación intergrupala de las vocalizaciones asociadas al juego social

La comparación estadística con la prueba U de Mann-Whitney de las vocalizaciones producidas por los monos en el EAU y los EAN durante el juego social muestra que los monos del EAU emiten vocalizaciones con frecuencias más altas que los monos del EAN. Estas diferencias resultan significativas para la frecuencia mínima (nEAU=4; nEAN=3; $\chi^2 = -3.147$, $p=0.002$), la frecuencia máxima (nEAU=4; nEAN=3; $\chi^2 = -8.419$, $p=0.000$), el ancho de banda (nEAU=4; nEAN=3; $\chi^2 = -8.285$, $p=0.000$), la frecuencia central (nEAU=4; nEAN=3; $\chi^2 = -5.87$, $p=0.000$) y la frecuencia inicial (nEAU=4; nEAN=3; $\chi^2 = -5.415$, $p=0.000$). La frecuencia final (nEAU=4; nEAN=3; $\chi^2 = -4.779$, $p=0.000$) de estas vocalizaciones tiene valores más altos y la duración es mayor entre los monos del EAN (nEAU=4; nEAN=3; $\chi^2 = -5.801$, $p=0.000$) que en las vocalización asociadas al juego social de los monos del EAU.

Con el interés de determinar si las diferencias intergrupales detectadas por la prueba T están asociadas al sexo de los individuos se aplicó una prueba de U de Mann-Whitney la cual mostró que en la frecuencia máxima (machos n=3; hembras n=4; $z = -2.265$, $p=0.023$) y el ancho de banda (machos n=3; hembras n=4; $z = -2.219$, $p=0.026$) muestran valores significativamente mayores en las hembras que en los machos, mientras en la frecuencia inicial (machos n=3; hembras n=4; $z = -3.203$, $p=0.001$), la frecuencia final (machos n=3; hembras n=4; $z = -2.112$, $p=0.035$), y la duración (machos n=3; hembras n=4; $z = -3.278$, $p=0.001$), de los machos es estadísticamente mayor que las hembras (Cuadro 23).

Cuadro 23. Comparación intergrupar considerando el sexo de los individuos.

Parámetro	Machos			Hembras			U de Mann-Whitney	
	n=	Promedio	Desviación estándar	n=	Promedio	Desviación estándar	z=	p=
Frecuencia mínima	3	363.07	293.7	4	339.37	175.83	-0.017	0.865
Frecuencia máxima		12039.14	6476.17		8703.45	4315.71	-2.265	0.023
Ancho de banda		11676.07	6417.52		8364.08	4363.36	-2.219	0.026
Frecuencia central		1570.46	1121.71		1038.46	352.7	-1.462	0.144
Frecuencia inicial		2028.48	1220.81		1242.76	472.82	-3.203	0.001
Frecuencia final		1927.89	1874.18		1781.12	1143.45	-2.112	0.035
Duración		118.41	921.53		57.36	242.76	-3.278	0.001

Valores $p \leq 0.05$ indican que hay diferencias en las vocalizaciones emitidas por los machos con respecto las hembras.

5. Discusión del análisis cuantitativo de las vocalizaciones

Considerando que las características acústicas de las vocalizaciones en contextos de afiliación de corta distancia y de juego social no han sido descritas, los resultados obtenidos aportan información importante. La frecuencia central de la frecuencia fundamental de las vocalizaciones asociadas a la afiliación está cercana a los 2 500 Hz, cumpliendo así con la hipótesis planteada en la que se esperaba que la frecuencia fundamental fuera superior a los 1 500 Hz, como ocurre en las vocalizaciones de corta distancia de otras especies como en el mono tamarino o en el mono gelada (Mitani y Stuht, 1998; Martín, 2006). Esto puede deberse a que durante la emisión de los llamados de corta distancia hay mayor contracción del tracto vocal y las cuerdas vocales, provocando que los llamados sean más agudos en comparación con los llamados de larga distancia que son sonidos graves menores a los 1 500 Hz, en los que los monos adquieren una postura alargada, haciendo el tracto vocal más largo.

Por su función conductual, el whinny ha sido considerado como un llamado de larga distancia, por lo que su frecuencia fundamental debería ser menor a 1 500 Hz lo que facilitaría su propagación (Mitani y Stuht, 1998). Sin embargo, se reporta que la frecuencia mínima de la frecuencia fundamental es de 2 500 Hz y la frecuencia máxima es de 4 830 Hz (Teixidor y Byrne, 1999). Estas características son típicas de un sonido agudo que es como se percibe a simple oído este llamado. Aunado a esto, sólo se conocen algunos parámetros acústicos como la duración, la frecuencia mínima, la frecuencia máxima y el ancho de banda para la frecuencia fundamental sin considerar las frecuencias armónicas que contienen información emocional y confiere individualidad a las emisiones (Cheney *et al.*, 1996; Owren y Rendall, 2003). De hecho en los espectrogramas reportados por Teixidor y Byrne (1999) y Ramos-Fernández (2005), los valores máximos de frecuencia están por debajo de los 10 000 Hz, cuando en este trabajo ocho de los trece tipos de vocalizaciones identificadas registran frecuencias superiores a los 10 000 Hz. Las vocalizaciones tipo 1, 6, 9 y 10 alcanzan los 13 000 Hz, mientras que las vocalizaciones 4 y 5 tienen armónicos superiores a los 15 000 Hz. Los armónicos de la vocalización tipo 2, por ejemplo, están cercanos a los 20 000 Hz, que es el límite auditivo del humano (Fitch y Hauser, 1995). Por todo esto la información obtenida en esta investigación representa una importante contribución al conocimiento de la comunicación vocal de esta especie. Así mismo, lo reportado para el whinny emitido durante la alimentación, el descanso, o el movimiento del grupo (Teixidor y Byrne, 1999) no coincide con lo que aquí se encontró

por lo que la función del whinny antes reportada es diferente a las vocalizaciones tipo whinny encontradas durante la afiliación de corta distancia. Debido a esto se recomienda el futuro análisis de whinnies emitidos en contextos de afiliación para su descripción incluyendo la distancia a la que puede escucharse el whinny ya que no se conoce con certeza y representa una adaptación importante para la comunicación en el hábitat de la especie. Ramos-Fernández (2005) asume que la distancia máxima a la que puede escucharse es de 300 metros. Sin embargo, la distancia promedio recorrida cada día por el mono araña en promedio de 2 km (Campbell, 2008). De hecho Ramos-Fernández (2005) señala que un subgrupo de individuos puede separarse hasta 2 km de otro subgrupo. Esto implica que si el whinny es el llamado utilizado por los monos para mantenerse en contacto, éste debería propagarse a una distancia cercana a los 2 km. Una vez caracterizado este llamado debería ser comparado con las vocalizaciones de afiliación de corta distancia encontradas en el presente trabajo, para conocer si además de la función comparten características acústicas.

Con respecto a las características acústicas de vocalizaciones de juego social esperábamos que la frecuencia fundamental estuviera por debajo de 1 500 Hz (Fischer y Hammerschmidt, 2002) y los resultados muestran que justamente, la frecuencia fundamental esta cercana a los 1 500 Hz. Esto puede deberse a que durante el juego social las cuerdas vocales están tensas resultado de la postura encorvada y los movimientos corporales involucrados en este contexto. De ahí que las frecuencias de las vocalizaciones ocurridas en el contexto de juego social por los monos araña son de tono grave. Es posible también que para cada especie existan rangos de frecuencia específicos, recordemos que entre los primates las vocalizaciones que ocurren durante el juego social van de los 199 Hz en el humano a los 8 000 Hz en macacos (Fischer y Hammerschmidt, 2002; Szameitat *et al.*, 2007). Este intervalo esta relacionado con las diferencias en el tamaño corporal y por la emoción involucrada en cada contexto. Entre los humanos la risa puede ser controlada según el contexto en el que se presente, es decir si se trata de un entorno de confianza como puede ser entre amigos o si se trata de un ambiente más formal, repercutiendo en las características acústicas de las vocalizaciones (Marci *et al.*, 2004). En primates no humanos a pesar de que estas vocalizaciones estén limitadas dentro de las reglas sociales de la especie y en particular de cada grupo, puede ser que no exista un control tan evidente de las vocalizaciones (Riede *et al.*, 2005).

Es importante destacar que el dispositivo de registro utilizado permitió registrar

sonidos que no fueron detectados por el oído humano por el bajo volumen en el que fueron producidas por los monos.

Al comparar intragrupalmente las características acústicas de las frecuencias armónicas de las vocalizaciones en contextos de afiliación encontramos que en el EAU existen diferencias en el segundo armónico en dos de las once emisiones (vocalizaciones tipo 3, 4); mientras que entre los monos del EAN se encontraron variaciones en el segundo armónico en tres tipos de emisiones (tipo 6, 8 y 9), y en el tercer armónico de las vocalizaciones tipos 6 y 9. Estas variaciones individuales se pueden relacionar con las características del aparato fonador de cada individuo y de su articulación durante la producción de estos sonidos; específicamente las variaciones en el segundo armónico dependen de la posición de la lengua y en consecuencia al paso del aire en la glotis de los monos (Fitch y Hauser, 1995); mientras que las diferencias en el tercer armónico de las vocalizaciones tipo 6 y 9 del EAN probablemente ocurren por las variaciones de la cavidad nasal y oral de los individuos, incluyendo la posición de los labios durante la emisión (Riede *et al.*, 2005). Al encontrar diferencias intrgrupales en las emisiones de afiliación se cumple con la hipótesis planteada en la que esperábamos encontrar diferencias en las frecuencias armónicas.

El hecho de que en la mayoría de los tipos de vocalizaciones no se encontraran variaciones estadísticas entre individuos pueden deberse a que las emisiones vocales analizadas ocurrieron durante encuentros de afiliación cercanos; por lo que cada individuo posiblemente identifica al otro participante por su cara y su olor que la individualidad en las vocalizaciones no es tan importante en estos encuentros.

A diferencia de lo encontrado en los gorilas (Maestriperi y Ross, 2004) y en macacos (Greeno y Semple, 2009) el sexo de los monos araña parece no influir en las variaciones individuales encontradas en la comparación intragrupal de las vocalizaciones ocurridas durante la afiliación. La variación individual que se encontró no se debió a las diferencias por sexo en algunas vocalizaciones y características de las mismas.

Para la comparación intergrupala de las vocalizaciones asociadas a la afiliación, en la hipótesis se planteó que se encontrarían variaciones poblacionales en la frecuencia fundamental conforme lo reportado por Maeda y Masataka (1989) y por Mitani *et al.* (1992), encontrando diferencias estadísticas en siete de los 11 tipos de vocalizaciones compartidas por ambos encierros (vocalizaciones tipo 1, 3, 6, 7, 11, 12 y 13). Hay vocalizaciones que tienen frecuencias mayores en un encierro que en otro, por ejemplo en el EAU las vocalizaciones tipo 1, 4 y 10 la frecuencia fundamental tiene valores mayores,

es decir, es más aguda que en el EAN; lo contrario ocurre para las vocalizaciones tipo 3, 6 y 11 en las que se observan valores mayores que en el EAN. Recordemos que la frecuencia fundamental está controlada por el flujo de aire que pasa a través de la laringe y por la tensión de las cuerdas vocales durante la producción del sonido. Un incremento en la tensión de las cuerdas vocales produce un incremento en la frecuencia fundamental (Fitch y Hauser, 1995).

Las variaciones en las características acústicas de las vocalizaciones tienen importancia taxonómica, es por eso que con el análisis de las vocalizaciones también se puede analizar la filogenia de un grupo (Snowdon, 1993; Rendall *et al.*, 1999; Martín, 2006; Davila y Geissmann, 2007; Davila-Ross *et al.*, 2010). En poblaciones en libertad, las variaciones individuales de las vocalizaciones resultan particularmente importantes y pueden ser utilizadas para la identificación de individuos, en caso de estudios ecológicos, etológicos, censos poblacionales o de dinámica social. También el análisis de las emisiones vocales puede ser utilizado como complemento de la técnica de telemetría.

Debido a que los espectrogramas de las vocalizaciones asociadas al juego social son de tipo ruidoso, no se encontraron armónicos bien definidos, se consideró toda la vocalización en la comparación intra e intergrupala. Retomando la hipótesis para la comparación intragrupal en la que se esperaba que existieran diferencias en la frecuencia mínima, en la frecuencia máxima, en el ancho de banda y en la frecuencia central. En el EAN las diferencias dentro del grupo se encontraron justamente en estos parámetros; entre los monos del EAU se encontraron variaciones intragrupales además de los parámetros antes mencionados, en la frecuencia inicial y la frecuencia final.

Estas diferencias también existen en la comparación intergrupala en todos los parámetros de las vocalizaciones asociadas al juego social emitidas en ambos encierros. Las vocalizaciones que ocurrieron mientras los monos del EAU jugaban alcanzaron mayores frecuencias que las emisiones de los monos del EAN, lo que sugiere que en los monos del EAU las cuerdas vocales hubo mayor tensión que en los monos del EAN produciendo sonidos más agudos.

Estas variaciones pueden interpretarse como diferencias en la tensión de las cuerdas vocales producidas por las características del aparato fonador del tamaño del individuo, la postura, la actividad muscular, la intensidad del juego e incluso la emoción involucrada (Bea y Marijuán, 2003; Sharpe, 2005).

A diferencia de las vocalizaciones ocurridas durante la afiliación en las que los armónicos confieren individualidad a las emisiones, en las vocalizaciones de juego social

no hay un control del aparato fonador por el movimiento corporal; por lo que las diferencias se encuentran al analizar la vocalización en su totalidad. Para las vocalizaciones asociadas al juego social, a diferencia de las vocalizaciones de afiliación, el sexo es un factor que interviene en las diferencias individuales.

Es conveniente mencionar que para los individuos de especies amenazadas como el mono araña que frecuentemente son separados de su tropa por el tráfico de especies o por la fragmentación del hábitat tiene repercusiones también en la comunicación, debido a que en la adquisición del lenguaje es indispensable la experiencia auditiva en edades tempranas y esto se refleja en la vida adulta de los individuos que se modifica también el comportamiento normal de la especie. El aislamiento de los infantes constituye una interrupción de su desarrollo normal en su ambiente social aunque mantengan contacto visual, auditivo y olfatorio. La ausencia de conductas de afiliación y de juego social tiene efectos importantes en el desarrollo social de los individuos provocando la disolución de un grupo.

C.DISCUSIÓN GENERAL

Las conductas de afiliación y de juego social son muy importantes para los primates y en particular para los monos araña, es a través de estas conductas los monos se reconcilian, refuerzan los lazos, reducen la ansiedad y establecen su jerarquía social (Dunbar, 1991; Cheney *et al.*, 1995; Silk *et al.*, 1996; Aureli *et al.*, 2002; Engh *et al.*, 2006). Los datos que se reportan en este trabajo sobre las vocalizaciones asociadas a la afiliación y al juego social habían sido descritos para la especie.

Ahora bien, es importante hacer algunas consideraciones sobre los trabajos que se pueden hacer en el futuro acerca de la comunicación vocal de la especie.

Este estudio estuvo enfocado en las vocalizaciones emitidas durante la afiliación de corta distancia pero es importante conocer la totalidad del repertorio vocal de la especie, es decir, las vocalizaciones sexuales, las vocalizaciones que ocurren durante la alimentación, durante el juego solitario y las señales de alarma, además de encontrar la función referencial (comunicación de algún evento en el ambiente) o la función afectivo-emocional (se refleja el estado emocional del individuo) (Owren y Rendall, 2001) como las vocalizaciones de afiliación y de juego social.

Así mismo, es necesario saber cómo las vocalizaciones de afiliación y juego social son percibidas por los individuos y cómo influyen en su conducta. Deben hacerse estudios reproduciendo las vocalizaciones que lograron grabarse para conocer la respuesta conductual de los monos. Además de realizar estudios neurológicos de las vocalizaciones para conocer la actividad cerebral involucrada en el proceso no sólo de emisión de sonidos sino también durante la recepción, para la discriminación (clasificación que los individuos hacen) de los sonidos.

En lo referente a las vocalizaciones que ocurren durante el juego hay que considerar que en los primates como en el resto de los mamíferos existe una base neuronal para la activación de este tipo de emisiones, y que está relacionada con la sensación de placer y de relación social positiva (Panksepp y Burgdorf, 2003), que es necesario considerar en estudios posteriores. También es interesante indagar si las vocalizaciones asociadas al juego social son semejantes a las emisiones ocurridas durante el juego solitario, considerando la función cohesiva del primero.

Es necesario analizar las vocalizaciones asociadas a la afiliación y al juego social considerando las categorías de edad, ya que se ha visto que hay variaciones acústicas debidas a la edad (Panksepp y Burgdorf, 2003; Maestriperi y Ross, 2004; Hsu *et al.*,

2005; Patel y Owren, 2007), a la maduración del aparato fonador (Pistorio *et al.*, 2006), al rango jerárquico (Cheney *et al.*, 2005; Szameitat *et al.*, 2007) y a la época del año que se relaciona con eventos reproductivos (Maestriperi y Roney, 2005; Whitham *et al.*, 2007) o con la fenología de la zona.

Será importante analizar si las vocalizaciones de los monos de la reserva de Pipiapan (EAN) se modifican según el grupo al que se incorporan como resultado del proceso de rehabilitación en el que se encuentran, por otro lado es importante tener datos de otras poblaciones para ver si las diferencias intergrupales se mantienen.

Es cierto que el cautiverio modifica la comunicación típica de la especie, el estudio de vocalizaciones en cautiverio es una base para el estudio en libertad, permite probar el equipo y el método utilizado. El dispositivo electrónico es un método no invasivo que permite detectar vocalizaciones de corta distancia que no hubieran sido detectados por micrófonos direccionales. Entre las ventajas del uso de la tecnología bluetooth podemos mencionar que el aparato compacto, inalámbrico, de bajo consumo de energía que es portado por el sujeto de estudio, permitiendo que la señal acústica no tenga modificaciones como resultado de su propagación. El hecho de poder conectar el receptor de la señal bluetooth a una computadora permite eliminar la presencia humana de la vista del mono además de incrementar el tiempo de registro ya que el dispositivo puede entrar a modo de espera ('standby') controlándolo a distancia para prolongar la duración de la batería hasta 1 semana registrando 8 horas diarias. Así mismo, durante el análisis de las vocalizaciones registradas, la velocidad de reproducción de las se conserva, en cambio con los casetes utilizados con los micrófonos direccionales se altera. Las desventajas son que es necesario capturar al mono para poder colocar el dispositivo y que el dispositivo de clase 2 funciona a 10 metros de distancia por lo que en vida libre se recomienda el uso de un dispositivo clase 1 que tiene mayor de hasta 100 m. El inconveniente es que no se sabría con certeza la conducta que emiten los individuos para poder relacionarla a un contexto específico.

Para este tipo de manejo en el que la colocación del arnés se realiza en 15 minutos aproximadamente puede utilizarse el Propofol que es un hipnótico de corta duración que permite la pronta recuperación.

VII. CONCLUSIONES

- Las vocalizaciones emitidas durante la afiliación de corta distancia en el mono araña son tonales, con modulaciones e inflexiones, tal como se planteo en la hipótesis. Hay más de una vocalización utilizada por los monos araña en los encuentros de afiliación.
- Como se esperaba, las vocalizaciones asociadas al juego social están formadas por sílabas rítmicas ruidosas.
- El uso de las vocalizaciones asociadas a la afiliación es similar entre los individuos de un mismo encierro (comparación intragrupal) y es diferente entre los monos de encierros diferentes (comparación intergrupala), cumpliendo así con la hipótesis formulada para esta parte de la investigación.
- Para el uso de las vocalizaciones asociadas al juego social existen diferencias intrgrupales e intergrupales, especialmente los monos juveniles produjeron más vocalizaciones tal como se planteo en la hipótesis.
- La frecuencia central de las vocalizaciones asociadas a la afiliación esta alrededor de los 2 500 Hz; la frecuencia central de las vocalizaciones asociadas al juego social está por debajo a los 1 500 Hz.
- Las diferencias intrgrupales en las frecuencias armónicas de la vocalizaciones varían con el tipo de encierro. Existen diferencias intergrupales en las vocalizaciones asociadas a la afiliación.
- Este estudio aporta datos importantes para el conocimiento de la comunicación de la especie.
- Es fundamental dar continuidad al estudio de la comunicación del mono araña.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Aich, H., Moss-Heilen, R., & Zimmermann, E. (1990). Vocalizations of adult gelada baboons (*Theropithecus gelada*): Acoustics structure and behavioural context. *Folia Primatologica*, 55(3-4), 109-132.
2. Aureli, F., Cords, M., & van Schaik, C.P. (2002). Conflict resolution following aggression in gregarious animals: a predictive framework. *Animal Behaviour*, 64, 325-343.
3. Aureli, F., Schaffner, C.M., Boesh, C., Bearder, S.K., Call, J., Chapman, C.A., Connor, R., Di Fiore, A., Dunbar, R.I., Henzi, S.P., Holekamp, K., Korstjens, A.H., Layton, R., Lee, P., Lehmann, J., Mason, J.H., Ramos-Fernández, G., Strier, K.B., & van Schaik, P. (2008). Supplement A, "Fission-Fusion dynamics". *Current Anthropology*, 49(4), 627.
4. Aureli, F., & Schaffner, C.M. (2007). Aggression and conflict management at fusión in spider monkeys. *Biology letters*, 3, 147-149.
5. Bea, J.A., & Marijuán, P.C. (2003). The informational patterns of laughter. *Entropy*, 5, 205-213.
6. Bekoff, M. (2001). Social play behavior. Cooperation, fairness, trust and the evolution of morality. *Journal of consciousness studies*, 8 (2), 81-90.
7. Biben, M., Symmes, D., & Masataka, N. (1986). Temporal and Structural analysis of Affiliative vocal Exchanges in squirrel Monkeys (*Saimiri sciureus*). *Behaviour*, 98, 1-4.
8. Biben, M., & Symmes, D. (1991). Play vocalizations of squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*). *Folia Primatologica*, 46, 173-182.
9. Boinski, S. (1991). The coordination of spatial position: a field study of the vocal behaviour of adult female squirrel monkeys. *Animal Behaviour*, 41, 89-102.
10. Bramblett, C.A. (1984). *El comportamiento de los primates. Pautas y perspectivas*. México: Fondo de Cultura Económica.
11. Brandbury, J.W., & Vehrencamp, S.L. (1998). Principles of animal communication. Sunderland, M.A.: Sinauer Associates. Canada. 882 pp.
12. Brent, L., Lee, D.R., & Eichberg, J.W. (1989). The effects of single caging on Chimpanzee Behavior. *Laboratory Animal Science*, 39 (4), 345-346.
13. Brown, S. (1988). Play behavior in Lownland Gorillas: Age Differences, Sex Differences, and Possible Functions. *Primates*, 29(2), 219-228.

14. Campbell, C.J. (2008). Spider mokeys. Behavior, ecology and evolution of the genus *Ateles*. Cambridge University Press.
15. Carpenter, C.R. (1935). Behavior of red spider monkeys in Panama. *Journal of Mammalogy*, 16,171-180.
16. Casacuberta, F., & Vidal, E. (1987). *Reconocimiento automático del habla*. España: Marcombo Boixareu.
17. Chapman, C.A., & Lefebvre, L. (1990). Manipulating foraging group size: spider monkey food calls at fruiting trees. *Animal Behaviour*, 39, 891-896.
18. Chapman, C.A., & Weary, D.M. (1990). Variability in spider monkeys' vocalizations may provide basis for individual recognition. *American Journal of Primatology*, 22, 279-284.
19. Chaves, O.M., Stoner, K.E., Arroyo-Rodríguez, V. (2011). Seasonal differences in activity patterns of Geoffroy's spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) living in continuous and fragmented forest in southern Mexico. *International Journal of Primatology*, 32, 960-973.
20. Cheney, D.L., & Seyfarth, R.M. (1980). Vocal recognition in free ranging vervet monkeys. *Animal Behaviour*, 25, 362-367.
21. Cheney, D.L., Seyfarth, R.M., & Silk, J.B. (1995). The role of grunts in reconciling opponents interactions among adult female baboons. *Animal Behaviour*, 50, 249-257.
22. Cheney, D.L., Seyfarth, R.M., & Palombit, R. (1996). The function and mechanisms underlying baboon 'contact' barks. *Animal behavior*, 52, 507-518.
23. Clements, M. (1998). Digital signal acquisition and representation. En: Hopp, S.L., Owren, M.J., & Evans, C.S. (Eds). *Animal acoustic communication*. Alemania: Springer.
24. Crockford, C., Herbinger, I., Vigilant, L., & Boesch C. (2004). Wild chimpanzees produce group-specific calls: a case for vocal learning? *Ethology*, 100, 221-243.
25. Daniel, W. (2005). *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. México. Limusa Wiley.
26. Dang, J., & Honda, K. (1994). Morphological and acoustical analysis of the nasal and the paranasal cavities. *Journal of the acoustical society of America*, 96(4), 2088-2100.
27. Davila-Ross, M., & Geissmann, T. (2007). Call diversity of wild male orangutans: a phylogenetic approach. *American Journal of Primatology*, 69, 305-324.

28. Davila-Ross, M.D., Owren, M.J., & Zimmermann, E. (2010). The evolution of laughter in great apes and humans. *Communicative & Integrative Biology*, 3 (2), 191-194.
29. De Haro, A. (1982). *Diccionario Etológico*. España: Omega.
30. Díaz-López, B., & Bernal-Shirai, A. (2009). Mediterranean common bottlenose dolphin's repertoire and communication use. En *Dolphins: Anatomy, Behaviour and treats*. (Eds) Pearce, A., & Correa, L. USA: Nova Science Publishers.
31. Dickie, L. (1998). Environmental enrichment for old world primates with reference to the primate collection at Edinburgh Zoo. *Int. Zoo Yb.*, 36, 131-139.
32. Digweed, S.M., Fedigan, L.M., & Rendall, D. (2005). Variable specificity in the anti-predator vocalizations and behavior of the white-faced capuchin, *Cebus capucinus*. *Behaviour*, 142, 997-1021.
33. Dunbar, R.I.M. (1991). Functional significance of social grooming in primates. *Folia Primatologica*, 57, 121-131.
34. Egnor, S.E., & Hauser, M.D. (2004). A paradox in the evolution of primate vocal learning. *TRENDS in Neurosciences*, 27(11), 649-654.
35. Eisenberg, J.F. (1976). Communication mechanism and social integration on the black spider monkey *Ateles fuscipes robustus*, and related species. *Smiths. Contr. Zool.*, 213, 1-108.
36. Eisenberg, J.F., & Kuen, R.E. (1966). The behavior of *Ateles geoffroyi* and related species. *Smithsonian Miscellaneous Collection*, 151(8), 1-63.
37. Engh, A.L., Hoffmeier, R.R., Cheney, D.L., & Seyfarth, R.M. (2006). Who, me? Can baboons infer target of vocalizations? *Animal Behaviour*, 71, 381-387.
38. Eschmann, C., Moore, R., & Nekaris, K.A.I. (2008). Calling patterns of western purple-faced langurs (Mammalia: Primates: Cercopithecidea: *Trachypithecus vetulus nestor*) in a degraded human landscape in Sri Lanka. *Contributions to Zoology*, 77(2), 57-65.
39. Estrada, A., Luecke, L., Belle, S., Barrueta, E., & Meda, M. (2004). Survey of black howler (*Alouatta pigra*) and spider (*Ateles geoffroyi*) monkeys in the Mayan sites of Calakmul and Yaxchilán, México and Tikal, Guatemala. *Primates*, 45(1), 33-39.
40. Feagle, G.F. (1988). *Primate adaptation and evolution*. San Diego California, USA: Academic Press Inc.
41. Fischer, J. (1998). Barbary macaques categorize shrill barks into two call types. *Animal behavior*, 55, 799-807.

42. Fischer, J., & Hammerschmidt, K. (2002). An overview of the Barbary macaque, *Macaca sylvanus*, vocal repertoire. *Folia Primatologica*, 73, 32-45.
43. Fischer, J., Hammerschmidt, K., & Todt, D. (1988). Local variation in Barbary macaques shrill barks. *Animal Behaviour*, 56, 623-629.
44. Fitch, W.T., & Hauser, D. (1995). Vocal Production in nonhuman primates: Acoustics, Physiology, and Functional Constraints on "Honest" Advertisement". *American Journal of Primatology*, 37, 191-219.
45. Fletcher, N. (1992). *Acoustics systems in biology*. USA: Oxford.
46. Gamba, M., & Giacoma, C. (2007). Quantitative acoustic analysis of the vocal repertoire of the crowned lemur. *Ethology Ecology & Evolution*, 19, 323-343.
47. García-Cuevas, M. (2006). *Ritmos diarios de la conducta sexual en un grupo de monos araña (Ateles geoffroyi) que viven en condiciones de semilibertad*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Antropología e Historia. México.
48. Gerhardt, H.C. (1998). Acoustic signals of animals: recording field measurements, analysis and description. En Hopp, S.L., Owren, M.J., & Evans, C.S., (Eds). *Animal acoustic communication*. Alemania: Springer.
49. Ghazanfar, A.A., Flombaum, J.I., Miller, C.T., & Hauser, M.D. (2001). The units perception in the antiphonal calling behavior of cotton-top tamarins (*Sanguinus Oedipus*): playback experiment with long calls. *Journal of Comparative Physiology*, 187, 27-35.
50. González-Zamora, A., Arroyo-Rodriguez, V., Chaves, O.M., Sánchez-López, S., Stone, K.E., Riba-Hernandez, P. (2008). Diet of spider Monkeys (*Ateles geoffroyi*) in Mesoamerica: current Knowledge and Future Directions. *American Journal of Primatology* 70, 1-13.
51. Gouzoules, H., & Gouzoules, S. (1990). Matrilineal signatures in the reclutament screams of pigtail macaques, *Macaca nemestrina*. *Behaviour*, 115, 327-347.
52. Green, S. (1975). Dialects in Japanese monkeys: vocal learning and cultural transmission of locale-specific behavior? *Z. Tierpsychol.*, 38, 304-314.
53. Greeno, N.C., & Semple, S. (2009). Sex differences in vocal communication among adult rhesus macaques. *Evolution and Human Behavior*, 30, 141-145.
54. Gros-Louis, J. (2002). Contexts and behavioral correlates of trill vocalization in wild whited-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *American Journal of Primatology*, 57, 189-202.

55. Hauser, M.D. (1922). Articulatory and social factors influence the acoustic structure of rhesus monkeys vocalizations: A learned mode of production? *Journal of the Acoustical Society of America*, 91, 2175-2179.
56. Hauser, M.D. (1998). Functional referents and acoustics similarity: field playback experiments with rhesus monkeys. *Animal Behaviour*, 55, 1647-1658.
57. Herman, R., Measday M., & Wallen, K. (2003). Sex differences in interest in infants in juvenile rhesus monkeys: relationship to prenatal androgen. *Hormones and Behavior*, 43, 573-583.
58. Hsu, M.J., Chen, L.M., & Agoramoorthy, G. (2005). The vocal repertoire of formosan macaques, *Macaca cyclopis*: acoustic structure and behavioral context. *Zoological Studies*, 44(2), 275-294.
59. Jordan, K., Weiss, D., Hauser, M., & McMurray, B. (2004). Antiphonal Responses to Loud Contact Calls Produced by *Saguinus oedipus*. *International Journal of Primatology*, 25(2), 465-475.
60. Kalin, N.H., Shelton, S.E., & Snowdon, C.T. (1992). Affiliative vocalizations in infant rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Journal of Comparative Psychology*, 106(3), 254-261.
61. Kipper, S., & Todt, T. (2002). The use of vocal signal in the social play of Barbary macaques. *Primates*, 43, 3-17.
62. Klein, L., & Klein, D. (1971). Aspects of social behavior in a colony of spider monkeys *Ateles geoffroyi* at San Francisco Zoo. Husbandry and research. *Zoo Year Book*, 11, 175-181.
63. Koffi, J.C., & Zuberbueler, K. (2009). Sex differences in the use of vocalization in wild olive colobus monkeys. *European Journal of Scientific Research*, 15(2), 266-279.
64. Kohler, K. (2008). 'Speech-smile', 'speech-laughter' and their sequencing in dialogic interaction. *Phonetica*, 65, 1-18.
65. Maeda, T., & Masataka, N. (1989). Locale-specific behavior of the tamarin (*Saguinus l. labiatus*). *Ethology*, 75, 25-30
66. Maestriperieri, D. (1996). Primate cognition and the bared-teeth display: A reevaluation of the concept of formal dominance. *Journal of Comparative Psychology*, 110, 402-405.
67. Maestriperieri, D & Roney J. (2005). Primate copulation calls and postcopulatory female choice. *Behavioral Ecology*, 16(1), 106-113.

68. Maestriperi, D. & Ross, S.R. (2004). Sex differences in play among western lowland gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) infants: Implications for adult behavior and social structure. *American Journal of physical anthropology*, 123, 52-61.
69. Marci, M.D., Morran E.K., Scott, P.O. (2004). Evidence for Interpersonal Role of Laughter during Psychotherapy. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 192(10), 689-695.
70. Marshall, A.J., Wrangham, R.W., & Arcadi, A.D. (1999). Does learning affect the structure of vocalization in chimpanzees? *Animal Behaviour*, 58, 825-830.
71. Martín, M. (2006). Aspectos lingüísticos en las vocalizaciones de los primates. *Anuario de Psicología*, 37(1-2), 121-139.
72. Martin, P., & Bateson, P. (1991). *La medición del comportamiento*. España: Alianza.
73. Masataka, N., Nobuo, Biben, B., Maxeen. (1987). Temporal rules regulating affiliative vocal exchanges of squirrel monkeys. *Behaviour*, 101(4), 311-319.
74. Masson, J., & McCarthy, S. (1995). *When elephants weep*. USA: Delcotte press.
75. Mendes, F., & Ades, C. (2004). Vocal sequential exchanges and intragroup spacing in the Northern Muriqui *Brachyteles arachnoides hypoxanthus*. *Anais da academia Brasileira de Ciências*, 76(2), 399-404.
76. Méndez-Cárdenas, M., Randrianambinina, B., Rabesandratana, A., Rasoloharijaona, S., Zimmermann, E. (2008). Geographic Variation in Loud Calls of Sportive Lemurs (*Lepilemur ssp.*) and Their Implications for Conservation. *American Journal of Primatology*, 70, 1-11.
77. Menon, V., Levitin, D.J., Smith, S., Lembke, A., Krasnow, B., Glazer, D., Glover, G., & McAdams, S. (2002). Neural correlates of timbre change in harmonics sounds. *NeuroImage*, 17, 1742-1754.
78. Mitani, J.C., Hasegawa, T., Gros-Louis, J., Marler, P., & Byrne, R. (1992). Dialects in wild chimpanzees? *American Journal of Primatology*, 27, 233-244.
79. Mitani, J.C., & Nishida, T. (1993). Contexts and social correlates of long-distances calling by male chimpanzees. *Animal Behavior*, 45, 735-746.
80. Mitani, J. C., & Stuht, J. (1998). The evolution of nonhuman primate loud calls: Acoustic adaptation for long-distance transmission. *Primates*, 39, 171-182.
81. Newman, J.D. (1985). Squirrel monkeys communication. En *Handbook of squirrel Monkey Research*. Rosenblum, C.L. (Ed) USA: Plenum Press.
82. Nietsch, A. (1999). Duet vocalizations among different populations of Sulawesi tarsiers. *International Journal of Primatology*, 20(4), 567-583.

83. Ohala, J.J. (1996). Ethological theory and the expression of emotion in the voice. En *Proceedings of ICSLP96*. Pp. 1812-1815.
84. Oliveira, D.A., & Ades, C. (2004). Long-distances calls in neotropical primates. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76 (2), 393-398.
85. Owren, M.J., & Rendall, D. (2001). Sound on the rebound: Bring form and function back to the forefront in understanding nonhuman primate vocal signaling. *Evolutionary Anthropology*, 10, 58-71.
86. Owren, M.J., & Rendall, D. (2003). Salience of caller identity in rhesus monkey (*Macaca mulatta*) coos and screams: Perceptual experiments with human (*Homo sapiens*) listeners. *Journal of Comparative Psychology*, 117(4), 380-390.
87. Palombit, R.A., Cheney, D.L., & Seyfarth, R.M. (1999). Male grunts as mediators of social interaction with females in wild chacma baboons (*Papio cynocephalus ursinus*). *Behaviour*, 136, 221-242.
88. Panksepp, J., & Burgdorf, J. (2003). "Laughing" rats and the evolutionary antecedents of human joy? *Physiology & Behavior*, 79, 533-547.
89. Patel, E.R., & Owren, M.J. (2007). Acoustics and behavioural context of "gecker" vocalizations in young rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Acoustical Society of America*, 121(1), 575-585.
90. Pistorio, A., Vintch, B., & Wang, X. (2006). Acoustic analysis of vocal development in a new world primate, the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Journal of Acoustical Society of America*, 120 (3), 1655-1670.
91. Preuschoft, S. (1992). 'Laughter' and 'smile' in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Ethology*, 91, 220-236.
92. Preuschoft, S., van Hoof, J. (1995). Homologizing primate facial displays: a critical review of methods. *Folia Primatologica*, 65,121-137.
93. Ramírez, M.I., & López, A.X. (1989). *Distancias individuales en grupos cautivos de macacos (Macaca arctoides)*. Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Ciencias. UNAM.
94. Ramos-Fernandez, G. (2005). Vocal communication in a fission-fusion society: Do spider monkeys stay in touch with close associates?. *International Journal of Primatology*, 26(5), 1077-1092.

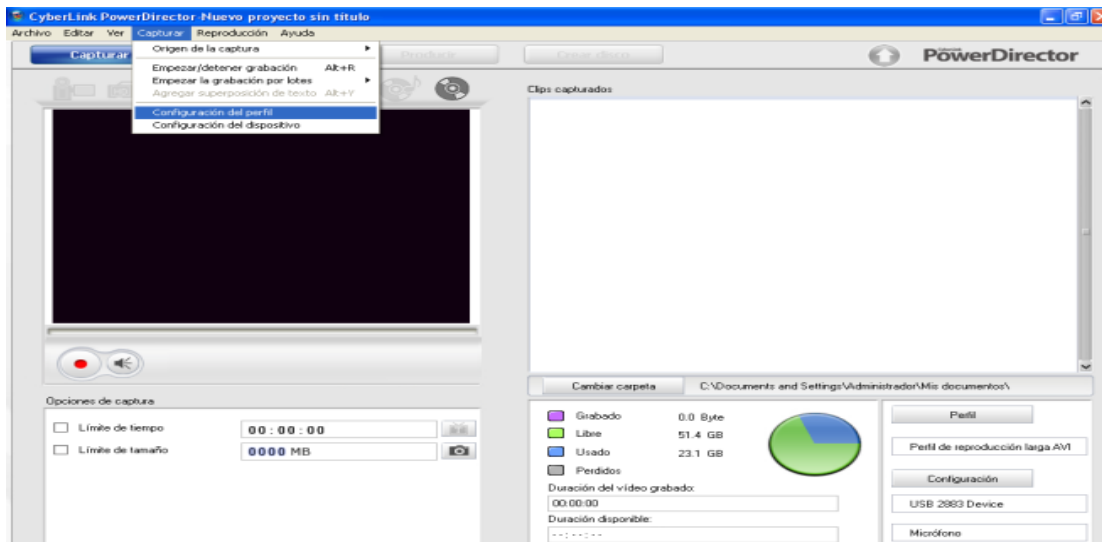
95. Range, F., & Fischer, J. (2004). Vocal repertoire of sooty mangabeys (*Cercocebus torquatus atys*) in the Taï National Park. *Ethology*, 110, 301-321.
96. Rauschecker, J. (1998). Cortical processing of complex sounds. *Current opinion in Neurobiology*, 8, 516-521.
97. Reinhardt, V. (1999). Pair-housing overcomes self-biting behavior in macaques. *Laboratory Primate Newsletter*, 38(1), 4-5.
98. Rendall, D., Rodman, P., & Edmond, R. (1996). Vocal recognition of individuals and kin in free-ranging rhesus monkeys. *Animal behavior*, 51, 1007-1015.
99. Rendall, D., Owren, M.J., & Rodman, P. (1998). The role of vocal tract filtering in identity cueing in rhesus monkey (*Macaca mulatta*) vocalizations. *Journal of Acoustical Society of America*, 103 (1), 602-614.
100. Rendall, D., Seyfath, R.M., Cheney, D.L., & Owren, M. (1999). The meaning and function of grunt variants in baboons. *Animal Behaviour*, 57, 583-592.
101. Riede, T., Bronson, E., Hatzikirou, H., & Zuberbühler, K. (2005). Vocal production mechanisms in a non-human primate: morphological data and a model. *Journal of Human Evolution*, 48, 85-96.
102. Rossing, T.D. (1990). *The science of sound* (2da ed). Canada: Addison-Wesley Publishing Company.
103. Rubin, P., & Vatikiotis-Bateson, E. (1998). Measuring and modeling speech production. En Hopp, S. L., Owren, MJ, Evans CS. (Eds). *Animal acoustic communication*. Alemania: Springer.
104. Ruiz-Cervantes, J.G., & Hernández-Ávalos, I. (2010). Farmacología para médicos veterinarios zootecnistas. Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
105. Rukstalis, M., Fite, J.E., & French, J.A. (2003). Social change affects vocal structure in a Callitrichid Primate (*Callitrix kuhlii*). *Ethology*, 109, 327-340.
106. Schaffner, M.C., & Aureli, F. (2005). Embraces and grooming in captive spider monkeys. *International Journal of Primatology*, 26 (5), 1093-1106.
107. Sharpe, L. (2005). Frequency of social play does not affect dispersal partnerships in wild meerkats. *Animal Behaviour*, 70(3), 559-569.
108. Seyfarth, R.M., Cheney, D.L., & Bergman, T. 2005. Primate social cognition and the origins of language. *TRENDS in cognitive Sciences*, 9(6), 264-266.
109. Siegel, S., & Castellan, J. (2005). *Estadística no paramétrica. Aplicada a las ciencias de la conducta*. México: Trillas.

110. Silk, J.B., Cheney, D.L., & Seyfarth, R.M. (1996). The form and function of post-conflict interaction between female baboons. *Animal Behaviour*, 52, 259-268.
111. Smith, W.J. (1981). Referents of animal communication. *Animal Behaviour*, 29, 1273-1275.
112. Smuts, B.B., Cheney, R.M., Sayfarth, R.M., Wrangham, R.W., & Struhsaker, T.T. (1987). *Primate societies*. USA: University of Chicago Press.
113. Snowdon, C.T. (1993). A vocal taxonomy of Callitrichid primates. En: Rukstalis M, Fite JE, French JA. 2003. Social change affects vocal structure in a Callitrichid Primate (*Callitrix kuhlii*). *Ethology*, 109, 327-340.
114. Stanford, C. (1998). The Social Behavior of Chimpanzees and Bonobos. *Current Anthropology*, 39(4), 399-420.
115. Szameitat, D.P., Darwin, C.J., Szameitat, A.J., Wildgrber, D., Sterr, A., Dietrich S., & Alter, K. (2007). Formant characteristics of human laughter. *The Phonetics of Laughter*, (4-5), 9-13.
116. Tartabini, A. (1991). Social play behavior in young rhesus monkeys *Macaca mulatta* at three different ages: from the 3rd to the 6th month of life. *Behavioral*, 24(3), 158-192.
117. Teixidor, P., & Byrne, R.W. (1997). Can spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) discriminate vocalizations of familiar individuals and strangers? *Folia Primatologica*, 68, 254-264.
118. Teixidor, P., & Byrne, R.W. (1999). The 'whinny' of spider monkeys: individual recognition before situational meaning. *Behaviour*, 136, 279-308.
119. Tian, B., Reser, D., Durham, A., Kustov, A., & Rauschecker, J.P. (2001). Functional specialization in rhesus monkey auditory cortex. *Science*, 292, 290-293.
120. Tomasello, M., & Zuberbühler, K. (2002). Primate vocal and gestural communication. En Bekoff, M., Allen, C.S., & Burghart, G. (Eds). *The cognitive animal: Empirical and theoretical perspectives on animal cognition*. Cambridge, London, England: The MIT Press.
121. Tortora, G.J., & Anagnostakos, N.P. (1981). *Principios de anatomía y fisiología humana*. (6^a Ed). México: Harla.
122. Triola, M.F. (2006). *Estadística*. (9^a edición). México. Pearson Educación de México.
123. Tubaro, P. (1999). Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. *Etología*, 7, 19-32.

124. van Roosmalen M.G., & Klein, L.L. (1988). The spider monkeys, Genus *Ateles*. En Mittermeier, R.A., Rylands, A.B., Colmbra-filho, A., & Fonseca, A. (Eds.). *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*. Vol. 2. Washington D. C., USA. World Wildlife Fund.
125. Varela, N. (2005). Consideraciones anatómicas de importancia clínica de los primates neotropicales. *Revista de la Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre*, 1(1), 15-27.
126. Vaughan, T.A. (1988). *Mamíferos*. México: Interamericana.
127. Vettin, J., & Dietmar, T. (2005). Human laughter, social play, and play vocalizations of non-human primates: an evolutionary approach. *Behaviour*, 142(2), 217-240.
128. Videan, E.N., Fritz, J., Schwandt, M., & Howell, S. (2005). Neighbor effect: evidence of affiliative and agonistic social contagion in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *American Journal of Primatology*, 66, 131-144.
129. von Holst, D. (1998). The concept of stress and its relevance for animal behaviour. *Advances in the Study of Behavior*, 27, 1-131.
130. Watson, C.F., & Caldwell, C.A. (2010). Neighbor effects in marmosets: social contagion of agonism and affiliation in captive *Callithrix jacchus*. *American Journal of Primatology*, 72, 549-558.
131. Whitesides, G.H., Oates, J.F., Green, S.M., & Kluberanz, R.P. (1988). Estimating primate densities from transects in a West African rain forest: a comparison of techniques. *The Journal of Animal Ecology*, 57(2), 345-367.
132. Wilson, E.O. (1980). *Sociobiología. La nueva síntesis*. España: Omega.
133. Whitham, J., Gerald, M., & Maestriperi, D. (2007). Intend Receivers and Functional Significance of Grunt and Girney Vocalizations in Free-Ranging Female Rhesus Macaques. *Ethology*, 113, 862-874.
134. Witting, R.M., Crockford, C., Seyfarth R. M., & Cheney, D. L. (2007). Vocal alliances in Chacma baboons (*Papio hamadryas ursinus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61, 899-909.
135. Zimmermann, E., Vorobieva, E., Wrogemann, D., & Hafen, T. (2000). Use of specific discrimination of gray (*Microcebus murinus*) and rufous mouse lemurs (*Microcebus rufus*). *International Journal of Primatology*, 21 (5), 837-852.
136. Zuberbühler, K., Noë, R., & Seyfarth, M. (1997). Diana monkey long-distance calls: messages for conspecifics and predators. *Animal Behaviour*, 53, 589-604.

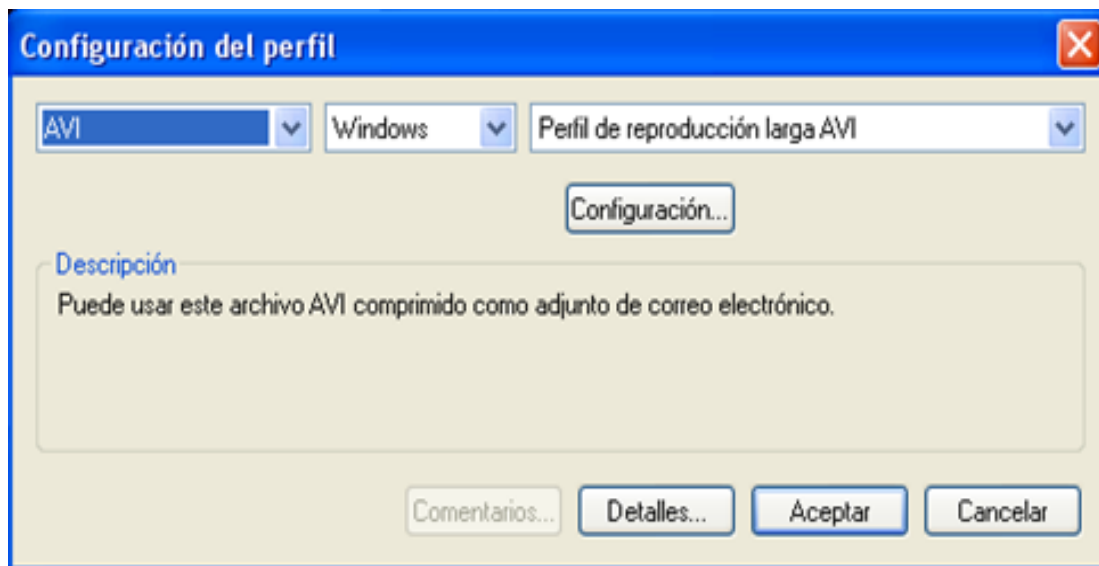
IX. APENDICE I

CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA DE CÓMPUTO Cyberlynk PowerDirector V.6 PARA EL REGISTRO SIMULTÁNEO DE AUDIO Y VIDEO

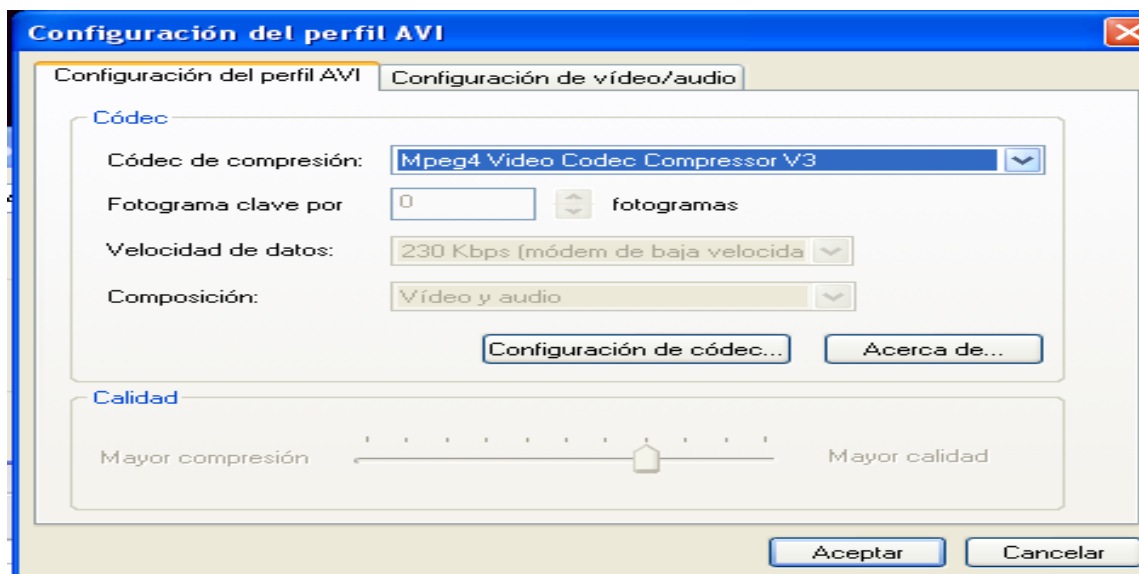


Configuración del dispositivo de audio

El formato de video AVI (Audio Video Interleaved) es una forma de almacenar video en una computadora, tiene un gran alto grado de compatibilidad con cualquier versión de Microsoft Windows.



El Mpeg4 es un tipo de algoritmo de compresión y descompresión (códec) de imágenes de video.

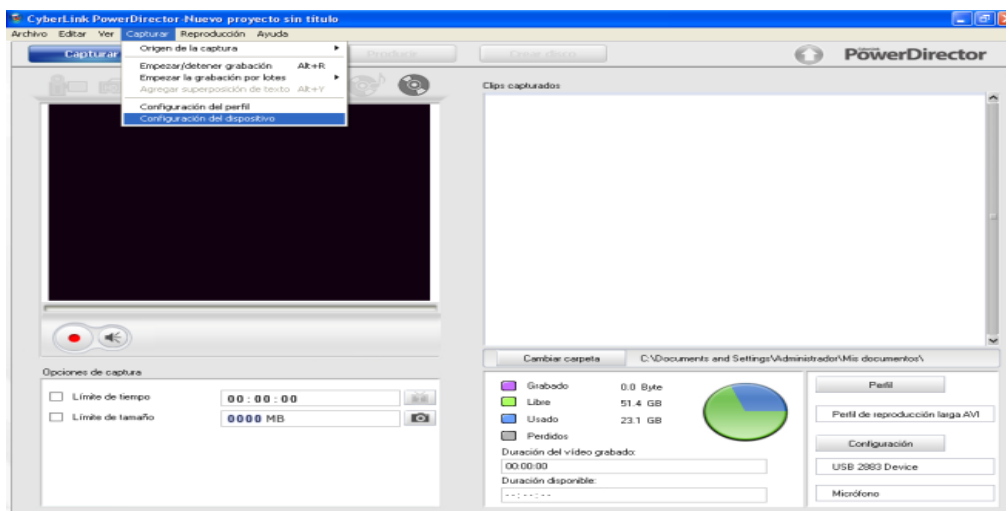


En la configuración de video/audio se eligen 30 cuadros o fotogramas por segundo, el tamaño del video indica la resolución de la imagen que es de 160 x 120 pixeles a color. PCM (Pulses Code Modulation) es un formato de audio que no implica algún proceso de compresión.



Configuración del video

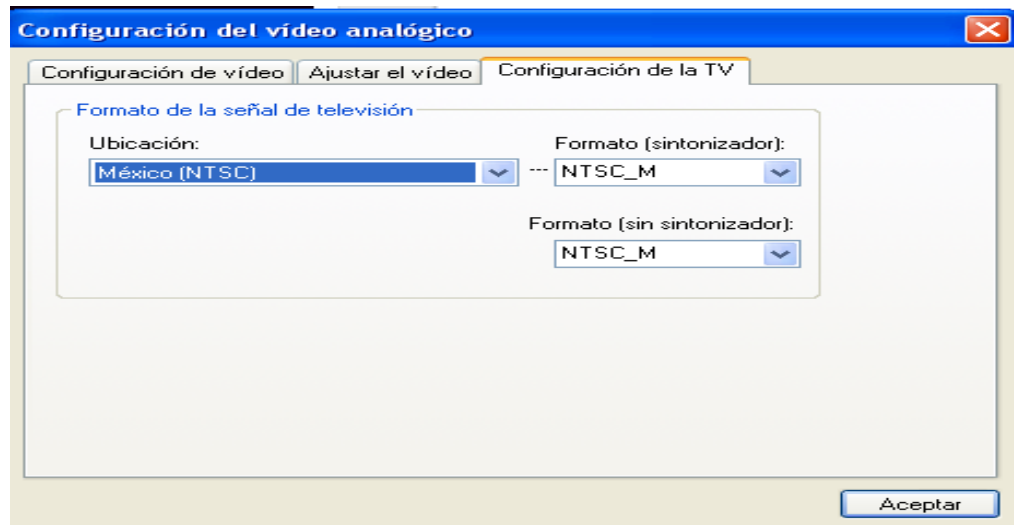
La configuración del dispositivo permite configurar la señal de video analógico proveniente de la cámara de video utilizada para registrar la conducta de los monos araña.



Realtek es un software de sonido de alta fidelidad, cuya entrada de audio es el micrófono.



NTSC_M es un sistema de codificación y transmisión de video o televisión a color compatible con los softwares utilizados en México.



X. APÉNDICE II

Definición de Parámetros considerados en el análisis cuantitativo de las vocalizaciones

Concepto	Definición
Ancho de banda	Rango de frecuencias en la que se distribuye la energía de una señal acústica.
Armónicos	Frecuencias múltiplos de la frecuencia fundamental. Los armónicos se originan en la cavidad resonante del aparato fonador y representan el timbre de la vocalización.
Duración de la vocalización	Lapso de tiempo que transcurre entre el inicio y el fin de la vocalización o de una frecuencia armónica.
Frecuencia central	Valor en Hercios en la que se distribuye la mayor cantidad de energía de una vocalización o de una frecuencia armónica en particular.
Frecuencia final	Valor en Hercios de la frecuencia al terminar la vocalización o una frecuencia armónica determinada
Frecuencia inicial	Valor en Hercios de la frecuencia al principal la vocalización o una frecuencia armónica determinada
Frecuencia máxima	Valor más alto en Hercios que alcanza la vocalizaciones o una frecuencia determinada
Frecuencia mínima	Valor inferior en Hercios que alcanza la vocalizaciones o una frecuencia determinada
Inflexión	Cambio en la frecuencia de ascendente a descendente o viceversa.
Modulación	Emisión que presenta un aumento o disminución de la frecuencia.
Sílaba	Sonido producido se separa por 0.05 segundos de otro dentro de una vocalización
Vocalización ruidosa	Emisión en la que existen diversas bandas de frecuencia que no guardan una relación armónica.
Vocalización tonal	Sonido en la que la frecuencia fundamental y sus armónicos son claramente identificables.

Owren y Rendall, 2003; Rossing, 1990, Smith, 1981.