COLECCIÓN CONJUNTA ACFIMAN/USB

CONTIENE CAPÍTULOS SOBRE ESTUDIOS CON CEBUS Y SAPAJUS

La primatología en Venezuela

Tomo I

Bernardo Urbani
Natalia Ceballos-Mago
(editores)

Editorial EQUINOCCIO
UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

ACFIMAN
Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales

LA PRIMATOLOGÍA EN VENEZUELA

Tomo I

Bernardo Urbani
Natalia Ceballos-Mago
(editores)

Editorial EQUINOCCIO
UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

COLECCIÓN CONJUNTA **ACFIMAN/USB**

La Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y la Universidad Simón Bolívar unen sus proyectos editoriales con el fin de dar la mejor difusión a investigaciones científicas de especial relevancia.

Editorial EQUINOCCIO
UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

La primatología en Venezuela
Tomo I
Bernardo Urbani & Natalia Ceballos-Mago (editores)

© 2019 EDITORIAL EQUINOCCIO
Reservados todos los derechos. Queda rigurosamente prohibida, sin autorización escrita de los titulares del *Copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluidos la reprografía, la digitalización y cualquier otro tratamiento informático, así como su difusión parcial o total por los distintos medios de comunicación incluyendo los electrónicos.
© 2019 Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales
© 2019 Bernardo Urbani y Natalia Ceballos-Mago (editores)
© 2019 Los autores
Reservados todos los derechos

Director
Cristian Álvarez

Editora Jefa
Evelyn Castro

Diseño gráfico
José V. Leal O.
Cristin Medina
Luis Müller

Corrección
Verónica Álvarez
Evelyn Castro
José Antonio Domínguez

Impresión
Tiraje 250 ejemplares

Hecho el depósito de ley
Depósito legal DC2020001224
ISBN Obra completa 978-980-237-475-5 (edición impresa); 978-980-237-481-6 (edición digital)
ISBN Tomo I 978-980-237-476-2 (edición impresa); 978-980-237-482-3 (edición digital)

Valle de Sartenejas, Baruta, estado Miranda.
Caracas 1080-A, Venezuela.
Teléfono (0212) 9063162
equinoccio@usb.ve
www.equinoccio.com.ve
RIF. G-20000063-5

Academia de Ciencias Físicas,
Matemáticas y Naturales
RIF. J-00248572-8
Caracas, Venezuela

Libro/Book
Urbani, B. & Ceballos-Mago, N., eds. (2019). *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB).

Contenido

Tomo I

Presentación

Antonio Machado-Allison 13

Introducción

Bernardo Urbani, Natalia Ceballos-Mago 15

Investigaciones primatológicas de laboratorio

Craneometría y dieta en tres especies de cébidos (*Alouatta arctoidea, Cebus brunneus, Saimiri cassiquiarensis*) (Primates: Cebidae)
Ricardo Ottocento, Roberta Bodini 27

Dermatoglifos de monos capuchinos de Venezuela: Género *Cebus*
Anna De Luca Falconi 49

Dermatoglifos de monos capuchinos de Venezuela: Género *Sapajus*
Anna De Luca Falconi 73

Citogenética de primates del territorio venezolano
Marisol Aguilera M., Tatiana Caldera-Andara 95

Protocolo de descontaminación en estudios genéticos de muestras no-invasivas de *Sapajus apella margaritae*
Emperatriz Gamero, Kathryn M. Rodríguez-Clark, Natalia Ceballos-Mago, Romari Martinez, Magaly Pernía 117

Virus emergentes y reemergentes en primates: Una visión global y para Venezuela
Flor Helene Pujol, Juan-Carlos Navarro 135

Los parásitos de primates en Venezuela
Ricardo Guerrero, Israel Cañizales 161

Investigaciones primatológicas en cautiverio

Manejo *ex situ* del mono araña (*Ateles hybridus hybridus*) y el capuchino carablanca (*Cebus leucocephalus*)
Leonel Ovalle-Moleiro 191

Mi experiencia observando a "Darwina", una araguato (*Alouatta seniculus*) en cautiverio: Una reflexión sobre el trabajo con primates no-humanos
Romari A. Martinez 221

Comportamiento del mono capuchino, *Cebus olivaceus*, en exhibiciones zoológicas con énfasis en la dinámica social
Zaida Tárano, Ruth Marina Flores, Marie Charlotte López 241

Conductas agonísticas en dos grupos de individuos de monos capuchinos pardos (*Cebus olivaceus*) en cautiverio
Claudio Corsi 263

Comportamiento agonístico de *Cebus olivaceus* en condiciones de cautiverio y semilibertad
Juan Rodríguez, Dayanna Da Costa Gómez 277

Investigaciones primatológicas de campo

Uso ilegal de primates en Venezuela
Marianne V. Asmüssen, Kathryn M. Rodríguez-Clark, Ada Sánchez-Mercado, Gonzalo Medina-Baliño, Jon Paul Rodríguez 299

Métodos de campo para la recolección de muestras genéticas no-invasivas de mono de Margarita, *Sapajus apella margaritae*
Natalia Ceballos-Mago, Emperatriz Gamero, Kathryn M. Rodríguez-Clark, Romari Martinez, Magaly Pernía 323

Interacción del mono capuchino de Margarita (*Sapajus apella margaritae*) con los cultivos en el Parque Nacional Cerro El Copey
Virginia Sanz, Rafael Moncada, Luis Gonzalo Morales 349

¿Es efectiva la educación ambiental? Percepciones sobre el mono (*Sapajus apella margaritae*) y el venado (*Odocoileus margaritae*) de Margarita
Sabina Caula, Virginia Sanz, Elysa Silva, Laura Quinteiro 371

Etnoprimatología Barí en la Sierra de Perijá del estado Zulia
Manuel Lizarralde 391

Análisis del impacto de las tendencias actuales en pérdida de hábitat sobre las especies de primates no-humanos en la cuenca del Lago de Maracaibo
Carlos Portillo-Quintero 417

Registros de primates en la Sierra de Portuguesa, extremo nororiental de los Andes venezolanos
Shaenandhoa García-Rangel, Cristina Sainz-Borgo, Gabriela Henríquez, Rebeca Meza 439

Tomo II

Investigaciones primatológicas de campo (Continuación)

Estatus poblacional y patrones de distribución de las familias Cebidae y Atelidae en la región de tierras bajas del estado Miranda, centro-norte de Venezuela
Elmara Suhail Rivas-Rojas, Yamil Salim Madi-Tojeiro, Ricardo Noite-Camacho, José Gonzalo Vázquez-Rodríguez, Yimber Johan Pacheco-Amas 13

Modelos de ocupación como herramienta para el estudio y conservación de *Ateles hybridus* y otros primates del Parque Nacional Guatopo, estado Miranda
Emiliana Isasi-Catalá, Isaac Goldstein, Guillermo Bianchi 33

El mono araña *(Ateles hybridus)* en la Reserva Forestal Caparo: Ecología y conservación
Diana Liz Duque, Alisa Aliaga, Hernán G. Castellanos A. 57

Supervivencia de *Ateles hybridus* en pequeños fragmentos boscosos, occidente del estado Apure, Venezuela
Gerardo Cordero, Salvador Boher, Valois González, Farid Ayaach 81

Factores que podrían marcar la diferencia de la ausencia/presencia de *Ateles belzebuth* en dos tipos de bosque húmedo de la Guayana venezolana: una reflexión
Hernán G. Castellanos A. 105

Cambios demográficos temporales de una población de araguatos *(Alouatta arctoidea)* en los llanos venezolanos
Alejandra Aponte-Fernandes, Carlos Bosque 127

El águila harpía (*Harpia harpyja*): Especie centinela de primates en la Reserva Forestal de Imataca
Pilar Alexánder Blanco Márquez, Blas Chacares 145

Utilización de hábitats por *Cebus olivaceus* (Primates: Cebidae) en un bosque adyacente al embalse Guri, estado Bolívar
Marjorie Machado, Carmen Ferreira 171

Comportamiento alimentario de un grupo de *Pithecia pithecia* en un fragmento de bosque seco sin depredadores
Mailén Riveros Caballero, Luis Felipe Gottopo 193

Acicalamiento en monos viudo (*Pithecia pithecia*) en Isla Redonda, embalse de Guri, estado Bolívar, Venezuela
Natalia Ceballos-Mago, Luis Levin, Carmen Ferreira 215

Geofagia e ingestión de ortópteros y avisperos por monos viudo (*Pithecia pithecia*) en Guri, sureste de Venezuela
Bernardo Urbani, Marilyn A. Norconk, Franco Urbani 241

Investigaciones primatológicas fuera de Venezuela

Origen y diversidad de los parásitos maláricos (género *Plasmodium*) en primates
M. Andreína Pacheco, Ananias A. Escalante 273

Cooperación en chimpancés (*Pan troglodytes verus*) silvestres de África Occidental
Cristina M. Gomes 299

Aporte sobre la dispersión de las hembras e interacciones extra grupales de *Colobus angolensis palliatus* en Diani Beach, Kenia
Alejandra Aponte-Fernandes 321

Presencia del "Sagüí-de-Wied", *Callithrix kuhlii* en comunidades rurales en Bahía, Brasil
Leandro Lessa Bezerra, Romari A. Martinez 339

Coordinación de progresión grupal en monos capuchinos cariblancos (*Cebus imitator*) de un bosque lluvioso de Costa Rica
Bernardo Urbani 359

Historia evolutiva de los catarrinos que llegaron a Suramérica
Damián Ruiz-Ramoni 375

Reimpresiones históricas para la primatología contemporánea en Venezuela

El Boletín Informativo de la *Sociedad Venezolana de Primatología*: Una sinopsis
Bernardo Urbani, Natalia Ceballos-Mago 399

Boletín Informativo de la Sociedad Venezolana de Primatología, Nº I. Junio de 1988 403

Boletín Informativo de la Sociedad Venezolana de Primatología, Nº II. Diciembre de 1988 414

Boletín Informativo de la Sociedad Venezolana de Primatología, Nº III. Año 1989 418

Reseñas de los autores 433

Dedicado a Roberta Bodini y Miguel Schön Ybarra, pioneros de la primatología venezolana y latinoamericana.

In memoriam a Gerardo Cordero (1948-2016),
pedagogo e investigador de la fauna silvestre venezolana.

BU: A mi familia, a mis alumnos, a la gente amable de cada rincón de nuestro país, a los monos que comparten sus vidas…

NCM: A Charles, a mi familia, a mis amigos de vida y de campo y a todos los que contribuyen al estudio y conservación de los monos y de sus bosques.

Presentación

Quienes dedican su vida a la enseñanza y la investigación, además de desempeñarse con dedicación y compromiso, tienen también la obligación de dar a conocer la obra de los que han practicado ese oficio de manera superior. Este es el caso de este libro, *La primatología en Venezuela*, una compilación exhaustiva de las investigaciones en Primates realizada en nuestro país bajo la coordinación editorial del Dr. Bernardo Urbani, investigador del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), y la Dra. Natalia Ceballos-Mago, del Proyecto Mono de Margarita y Fundación Vuelta Larga, y de un equipo de colaboradores de varias instituciones nacionales e internacionales. Esta publicación, que contó con el auspicio de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y de la Embajada de Bélgica en Caracas, pasa a formar parte de la Colección Conjunta Acfiman/USB (Academia Nacional de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales/Universidad Simón Bolívar).

En forma rigurosa, se describen en ella aspectos sobre la adaptación, biología, cariología, veterinaria, comportamiento, ecología, conservación, alimentación, distribución, enfermedades (virales y parasitarias), genética, hábitat, métodos y modelos de análisis, morfometría y usos de los primates (venezolanos y foráneos).

A lo largo de esta obra, el lector advertido encontrará valiosísimas referencias de los aportes científicos que comprometen no solamente a 76 investigadores, sino que también permiten la relación interinstitucional de varios centros nacionales e internacionales interesados en los estudios primatológicos acerca de las especies neotropicales. Universidades nacionales y extranjeras, ONGs y agencias gubernamentales comprometen su personal

en el desarrollo de este conocimiento, puesto ahora a la disposición de educadores y educandos a nivel nacional, regional y global.

Para la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, organización dedicada al fomento de las ciencias y a la promoción de acciones mediante el estímulo por medio de publicaciones, en el ámbito nacional e internacional, para el logro de una difusión y fortalecimiento de estas ciencias y sus aplicaciones, es obligante patrocinar esfuerzos como el acá presentado pero más aún es un honor y nos sentimos orgullosos de haber podido lograr con éxito la publicación de esta obra.

Antonio Machado-Allison
Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales
Caracas, Venezuela

Introducción

La iniciativa de editar *La primatología en Venezuela* surge del deseo de reunir la información primatológica producida en el país con el objetivo final de motivar nuevas investigaciones. Conocer, publicar y divulgar los estudios que se han realizado en el país nos permite explorar el estado actual de la primatología en Venezuela y, por lo tanto, detectar las fortalezas así como los vacíos de información que deben ser atendidos. Para ello, se debe promover la continuidad de estudios de los cuales se cuenta con experiencias previas, así como potenciar nuevas líneas de investigación. Para realizar este proyecto editorial se invitó a participar a aquellos investigadores venezolanos que están realizando o habían realizado investigaciones relacionadas con primates. Es por ello que este libro, aunque en su mayoría trata de primates venezolanos, también incluye investigaciones primatológicas fuera del país. En esta publicación se presenta un panorama de la primatología venezolana que tanto en número de autores, como en capítulos y temas involucrados, es exhaustivo, y amplio en lo cuantitativo y cualitativo, para un volumen editado.

Una revisión de los tópicos y autores involucrados en este libro nos conduce a resaltar varios aspectos. Por un lado, el variado espectro de temas que han sido desarrollados hasta ahora. Por otro, el carácter multidisciplinario de las investigaciones, incluyendo temas primatológicos desarrollados por investigadores que, aunque no se han dedicado completamente a la primatología, han realizado aportes valiosos para la disciplina. En relación con los temas tratados, se pueden encontrar variados tópicos en diversas secciones del libro. Desde contribuciones sobre comportamiento animal, morfología, genética, virología, parasitología, manejo de especies

en cautiverio, evolución y ecología hasta educación ambiental y etnoprimatología. Los temas ecológicos son los que tienen mayor representación en este libro y dentro de esta línea de investigación destacan estudios sobre alimentación, métodos de campo, interacción humano-primates (uso ilegal, interacciones en cultivos, conocimiento local), depredación, distribución, modelos de ocupación y de hábitat, presencia/ausencia de primates y conservación.

Los capítulos del libro fueron separados en secciones de acuerdo al lugar en que se realizaron las investigaciones, estos son estudios de laboratorio, cautiverio, campo y fuera del país. A estos capítulos les sigue la sección *Reimpresiones históricas para la primatología contemporánea en Venezuela* donde se pueden leer los tres boletines de la *Sociedad Venezolana de Primatología* y apreciar su significado para la historia de la primatología en el pais. En la sección de Investigaciones *primatológicas de laboratorio*, Ricardo Ottocento y Roberta Bodini. En la sección de *Investigaciones primatológicas de laboratorio*, Ricardo Ottocento y Roberta Bodini reportan su estudio de craneometría y dieta en tres especies de cébidos (*Alouatta arctoidea*, *Cebus brunneu*s*, Saimiri cassiquiarensis*). Sus resultados revelan diferencias entre *Saimiri* como un primate frugívoro-insectívoro*,* de *Cebus* como omnívoro y *Alouatta* como herbívoro. Los resultados de este estudio son relevantes por su aporte al conocimiento de estas especies que se encuentran entre las poco estudiadas, de acuerdo a los recientes cambios taxonómicos realizados para los cébidos. De hecho, es sin duda una contribución pionera para *Alouatta arctoidea*, *Cebus brunneu*s y *Saimiri cassiquiarensis*. Anna De Luca Falconi estudió la distribución de patrones de dígitos de manos y pies, palma y planta de monos capuchinos en Venezuela. Los dermatoglifos en primates no-humanos es un tema muy poco explorado a nivel internacional, por lo que este aporte es novedoso y contribuye al conocimiento de los géneros de capuchinos recientemente separados en *Cebus* y *Sapajus*. Marisol Aguilera y Tatiana Calderón-Andara hacen una exhaustiva revisión de la citogenética de primates venezolanos que sienta bases para futuros estudios en esta área, no solo en Venezuela sino para el norte de Suramérica. Los estudios citogenéticos son muy necesarios en Venezuela por contribuir en la definición

de las especies y en el estudio de los procesos evolutivos, y ultimadamente como una herramienta en la conservación de especies. Emperatriz Gamero y colaboradores desarrollaron un protocolo de descontaminación de muestras no-invasivas del mono de Margarita *Sapajus apella margaritae* y amplificaron ADN de sus heces sin contaminación; necesario para estudios de genética de la conservación. Este protocolo es práctico y será de gran utilidad para futuras investigaciones por ser aplicable a estudios con muestras no invasivas de otras especies. Flor H. Pujol y Juan Carlos Navarro hacen una revisión de los virus emergentes y re-emergentes en primates venezolanos en un contexto global y enfatizan que las infecciones virales en primates no-humanos son relevantes tanto para prevenir epidemias que impactan a la salud humana, como para la conservación de primates en sí mismos. Ricardo Guerrero e Israel Cañizales, por medio de una revisión de los parásitos de primates en Venezuela, reportan aquellos conocidos hasta ahora. Igualmente, hacen una reseña histórica de los estudios en el país, presentan el estado-del-arte para Venezuela, y sugieren las limitaciones, alternativas y necesidades para los estudios a futuro.

En cuanto a las *Investigaciones primatológicas en cautiverio*, desde Barquisimeto, Leonel Ovalle-Moleiro hace un detallado reporte y discusión del manejo *ex situ* del mono araña (*Ateles hybridus hybridus*) y el capuchino carablanca (*Cebus leucocephalus*) en Venezuela, con énfasis en la experiencia en el Parque Zoológico y Botánico Bararida, en función de mejorar el manejo y organizar grupos con fines reproductivos. Aporta también notas sobre otros zoológicos en Venezuela y plantea las necesidades de cooperación e integración de los planes de manejo *ex situ* e *in situ*. Este estudio es de particular relevancia porque presenta datos hematológicos para especies poco conocidas, la primera, de hecho, se encuentra dentro las 25 especies bajo mayor presión. Romari Martinez comparte sus primeras experiencias observando primates y de una forma muy cautivadora invita a la discusión sobre nuestro rol como humanos en los estudios de primates no-humanos. Este estudio es una reflexión de quehacer primatológico y sin duda, es lectura requerida para primatólogos noveles. Los siguientes capítulos de esta sección se refieren a estudios de comportamiento de *Cebus olivaceus* en los zoológicos de Caracas donde más se ha estudiado esta

especie, en el Parque Zoológico Caricuao, el Parque del Este ("Generalísimo Francisco de Miranda") y el Parque Zoológico El Pinar. Zaida Tárano y colaboradoras, estudiaron durante tres años la dinámica social de *Cebus olivaceus* en estos tres parques zoológicos caraqueños que difieren en las condiciones de cautividad. De acuerdo a sus resultados, aunque esta especie parece enfrentar bien las limitaciones de las condiciones de cautiverio, existen indicios sutiles en su dinámica social que indican estrés en todos los grupos. Sus resultados son relevantes tanto para el conocimiento del comportamiento de esta especie en cautiverio, como para su aplicabilidad en el adecuado manejo de poblaciones cautivas de monos capuchinos. Claudio Corsi compara las conductas agonísticas de monos capuchinos pardos *Cebus olivaceus* en cautiverio en el Parque del Este y en el Parque Zoológico El Pinar, encontrando que las condiciones en las que se encuentran los grupos estudiados y el número de individuos que ocupa los recintos, afectan las conductas agonísticas entre sus individuos. En similar línea de investigación, Juan Rodríguez y Dayanna Da Costa Gómez comparan el comportamiento agonístico de *Cebus olivaceus* en condiciones de cautiverio y semilibertad en el Parque del Este y en el Parque Zoológico Caricuao, discutiendo las similitudes y diferencias entre los grupos estudiados. Sus resultados son importantes para el manejo adecuado de esta especie en cautiverio.

En la parte del libro dedicada a las *Investigaciones primatológicas de campo*, Marianne Asmüssen y contribuyentes evalúan un área poco explorada, el uso ilegal de primates a nivel nacional. Esta es una de las amenazas más importantes para la supervivencia de los primates en el mundo. Con este estudio los autores evidencian el uso ilegal de la mayoría de los taxones presentes en Venezuela, abren el paso para futuras comparaciones y seguimiento de esta problemática en Venezuela y proponen estrategias para disminuir la demanda en el uso de primates. Natalia Ceballos-Mago y colaboradores generaron un protocolo de recolección de muestras genéticas no-invasivas de monos silvestres para adaptarlas a las condiciones de campo en la Isla de Margarita y en especial al comportamiento elusivo de los capuchinos de Margarita. Sus resultados exitosos en obtención de muestras aptas para la extracción de ADN, son una contribución metodológica con

innovaciones de las técnicas y materiales de recolección de muestras no-invasivas de primates que puede ser usado para otras especies en estudios que requieran heces y pelos de individuos silvestres. Las aplicaciones de este protocolo pueden además resultar en reducción de los costos en proyectos de campo. Virginia Sanz *y* coescritores realizaron una investigación que ejemplifica la utilidad de estudios sistemáticos de comportamiento de primates para comprender conflictos humanos-primates y buscar soluciones para mitigarlos. Su caso de estudio fue con mono de Margarita, un primate En Peligro Crítico y considerado plaga de cultivos. Basado en datos (y no en especulaciones), sus resultados evidencian que el consumo por parte de los monos de algunas de las especies que generan el conflicto, fue insignificante y por lo que obviamente no justifica la cacería como control de este mono capuchino amenazado de extinción. Sabina Caula y coautores, con sus resultados enfocados en el mono y el venado de Margarita, evidencian el impacto positivo que pueden tener las campañas de educación ambiental en la valoración de la biodiversidad en niños de edad escolar, si son diseñadas de manera multidisciplinaria y usando diversos recursos.

En la misma sección de *Investigaciones primatológicas de campo*, Manuel Lizarralde nos conduce a explorar el valor cultural de los monos para una etnia indígena de Perijá, los Barí, en cuyo territorio están presentes cuatro especies de primates: el mono araña norteño (*Ateles hybridus)*, el aullador rojo (*Alouatta seniculus)*, el capuchino cariblanco (*Cebus leucocephalus*) y el mono de noche (*Aotus griseimembra)*. Este capítulo reevalua la potencialidad de conservación de estas especies dada la imbricada y compleja interacción de esta etnia con su ambiente, otorgando protección a la selva que habita. Carlos Portillo-Quintero realizó un análisis del impacto de las tendencias actuales en pérdida de hábitat sobre las especies de primates no-humanos en la cuenca del Lago de Maracaibo: el mono de noche (*Aotus griseimembra*), el capuchino cariblanco (*Cebus leucocephalus*), el aullador (*Alouatta seniculus*) y el mono araña del norte (*Ateles hybridus*). Sin duda, este estudio proporciona información necesaria para la conservación de los primates zulianos, siendo un escrito fundamental para comprender la situación en esta región, que requiere especial atención dada la continua fragmentación de los bosques remanentes de la Cuenca del Lago

de Maracaibo y los efectos potenciales en la viabilidad a largo plazo de los primates que los habitan. Shaenandhoa García-Rangel y colegas, con sus resultados sobre registros de primates en la Sierra de Portuguesa, no solo hacen una importante contribución al conocimiento de primates en los Andes venezolanos, región donde este grupo ha sido poco estudiado en Venezuela, sino que también ejemplifican la posibilidad de recolectar información valiosa sobre primates, en el contexto de estudios de otros mamíferos. Aparte de presentar información de la bisagra regional entre el norte de los Andes y el norte de Venezuela, su experiencia hace recomendaciones para futuros estudios. El segundo tomo se inicia con el estudio de Elmara Rivas-Rojas y demás autores quienes determinaron el estatus poblacional y los patrones de distribución de cébidos y atélidos en la región de tierras bajas del estado Miranda. Sus resultados evidencian la necesidad de proteger esta región, donde los primates enfrentan una intensa intervención humana, pues su capacidad para adaptarse a dicha intervención será clave para su sobrevivencia a largo plazo. Emiliana Isasi-Catalá y contribuyentes muestran con su investigación el potencial de los modelos de ocupación como herramienta para el estudio y conservación de primates. Por medio de su estudio de *Ateles hybridus*, *Alouatta arctoidea* y *Cebus brunneus* en el Parque Nacional Guatopo, generan una línea base para el diseño de estudios poblacionales y programas de monitoreo de estas especies y discuten el método empleado con consideraciones útiles para futuros estudios que permitirán solventar vacíos de información. Diana Duque y colaboradores presentan datos sobre el mono araña (*Ateles hybridus*) en la Reserva Forestal Caparo, donde la intensa deforestación ha provocado una severa fragmentación del hábitat ocupado por esta especie. Sus resultados son aportes relevantes para el conocimiento y conservación de esta especie amenazada en todo su rango de distribución. Gerardo Cordero y coautores reportan la presencia de *Ateles hybridus* en el Apure occidental en un hábitat muy fragmentado, donde las actividades agropecuarias, construcción de carreteras y extracción de madera y petróleo son amenazas para la supervivencia de esta especie. Hernán Castellanos, con una visión regional, analiza sus datos de campo en un contexto eco-geológico-evolutivo y reflexiona sobre la presencia/ausencia de *Ateles belzebuth* en dos localidades de la Guayana

venezolana. Por otra parte, el manuscrito de Alejandra Aponte-Fernandes y Carlos Bosque es un ejemplo de la relevancia de retomar y comparar resultados de estudios longitudinales realizados en Venezuela con el presente. Su aporte al estado actual de los araguatos (*Alouatta arctoidea*) en Hato Masaguaral, realizado una década posterior al último monitoreo, evidencia la vulnerabilidad de la población y genera nuevas preguntas sobre su ecología y conservación. Idealmente, este estudio motivará la continuidad de estudios en esta región de los llanos centrales de Venezuela. Alexánder Blanco Márquez y Blas Chacares, como ejemplo de la integración de disciplinas, hacen un valioso aporte a la primatología en Venezuela desde la perspectiva del estudio de uno de sus principales depredadores, el águila harpía de la Reserva Forestal Imataca.

En el marco del "Proyecto de Primatología Ecológica de la Guayana Venezolana", donde se realizaron estudios en las islas de la represa de Guri y sus alrededores, tenemos en este libro un estudio del mono capuchino común *Cebus olivaceus* realizado en las adyacencias de la represa y tres del mono viudo *Pithecia pithecia*, todos enfocados en el mismo grupo de monos ubicados en Isla Redonda, en el embalse de Guri, en el estado Bolívar. La utilización de hábitats por *Cebus olivaceus* en un bosque adyacente al embalse fue estudiada por Marjorie Machado y Carmen Ferreira. Sus resultados ratifican la plasticidad de los monos capuchinos para ocupar diversos nichos y amplían el conocimiento de esta especie con datos de una región donde había sido poco estudiada. Mailén Riveros y Luis Felipe Gottopo, usando los resultados del estudio de comportamiento alimentario de *Pithecia pithecia* de la primera autora, reexploran la información y hacen aportes al conocimiento de esta especie, examinando sus conductas de vigilancia y su posible percepción del riesgo de depredación. Natalia Ceballos-Mago y colaboradores estudiaron el acicalamiento de estos monos viudo (*Pithecia pithecia*) y con sus resultados evidencian tanto el componente higiénico, como social de este comportamiento en el grupo estudiado. Al incorporar las discusiones recientes sobre este tema, resaltan el consenso en la necesidad de estandarizar los métodos utilizados para profundizar en las implicaciones del acicalamiento en primates. Bernardo Urbani y coautores integran observaciones de dieta y comportamiento de

estos monos viudo *Pithecia pithecia*, con análisis de muestras recolectadas en campo para examinar las propiedades nutricionales de tierra de termiteros, avisperos y ortópteros con potencial relevancia para la nutrición de estos monos. Este tema y especie han sido poco estudiados, por lo que sus resultados son aportes para entender las posibles implicaciones ecológicas de estos recursos para la dieta de esta especie de pitécido.

En la sección de *Investigaciones primatológicas fuera de Venezuela*, M. Andreína Pacheco y Ananías Escalante, en su capítulo sobre origen y diversidad de los parásitos maláricos (género *Plasmodium*) en primates, revisan el conocimiento actual sobre la historia evolutiva de este grupo, lo que contribuye también a entender la historia evolutiva de las malarias humanas. Cristina Gomes estudió la cooperación en los chimpancés (*Pan troglodytes verus*) del bosque de Taï en Costa de Marfil (África Occidental) y con sus resultados muestra la complejidad en sus relaciones sociales, que son esenciales para la obtención de recursos y servicios. La autora discute la reciprocidad a largo plazo y la similitud de estas relaciones con el concepto humano de amistad. Alejandra Aponte-Fernandes con su experiencia de estudios de colobos (*Colobus angolensis palliatus*) en Kenia muestra indicios sobre la dispersión de las hembras en esta especie y enfatiza la necesidad de incorporar nuevas perspectivas para entender las estrategias sociales y reproductivas de los primates. Leandro Lessa-Bezerra y Romari Martinez comparten su experiencia en Brasil con el estudio del "sagüí-de-wied" (*Callithrix kuhlii*) en comunidades rurales en Bahía. Sus resultados nos permiten reflexionar sobre la necesidad de estudios de la interacción de los primates venezolanos con comunidades rurales. Bernardo Urbani estudió la progresión grupal de monos capuchinos cariblancos (*Cebus imitator*) en un bosque lluvioso costarricense. Los datos obtenidos, luego de más 1500 horas de observación, indican un liderazgo en el movimiento del grupo dirigido por las hembras. Como conclusión sugiere la necesidad de revisar los factores que influyen en este comportamiento y de explorar el potencial rol de la filogenia y aspectos socioecológicos, o una combinación de ambos. Para finalizar, Damián Ruiz-Ramoni en su revisión sobre evolución humana nos invita a reflexionar sobre el humano como otro primate más que habita el Neotrópico y discute su llegada a Suramérica, así como

las adaptaciones evolutivas que han permitido al *Homo sapiens* tener tan amplia distribución.

La mayoría de los capítulos del libro siguen el formato tradicional de trabajo de investigación y seis son revisiones. Once capítulos se enfocan en una única especie de primate venezolana estudiada en su hábitat, mientras que seis se refieren a comunidades silvestres con más de una especie considerada en el estudio. De las 20 especies de primates reconocidas para Venezuela de acuerdo a la taxonomía recientemente aceptada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza Especies (UICN), en este libro se hace mención a ellas, aunque no todas se han estudiado con el mismo esfuerzo. Las especies mejor representadas en el libro, en orden decreciente, son *Cebus olivaceus* seguido de *Ateles hybridus*, *Alouatta arctoidea*, *Alouatta seniculus*, *Sapajus apella*, *Pithecia pithecia*, *Cebus brunneus* y *Cebus leucocephalus*. De este grupo resulta relevante destacar que el mono araña norteño (*Ateles hybridus*), considerado uno de los 25 primates más amenazados del mundo, cuenta en este libro con aportes tanto en vida silvestre como en cautiverio, siendo incluido en ocho capítulos del libro. Para *Sapajus apella margarita,* un mono capuchino En Peligro Crítico y uno de los pocos primates que habita en islas del Caribe, nos complace igualmente presentar en el libro trabajos enfocados en educación y genética para su conservación y evaluación del conflicto monos-humanos. También se destaca la presencia de especies poco conocidas como *Pithecia pithecia* y *Cebus brunneus* en varios capítulos dedicados a su estudio.

La mayoría de las especies de monos en Venezuela enfrentan las amenazas comunes para la supervivencia de primates en el mundo: fragmentación de hábitat, deforestación y cacería. Se requiere en Venezuela tanto la continuidad y establecimiento de proyectos sobre primates a largo plazo para su comprensión y conservación, como la participación de investigadores de diversas disciplinas dispuestos a incorporar los primates como parte de sus estudios. Esta aproximación al conocimiento de los primates es consistente con la naturaleza multidisciplinaria de la primatología, abriendo, por lo tanto, la posibilidad de novedosas y áreas del investigación. Este libro evidencia esa visión multidisciplinaria y esperamos que sirva para estimular dichos estudios en pro del conocimiento de los primates de Venezuela.

Para concluir, queremos agradecer especialmente a Antonio Machado-Allison por su cooperación incondicional a lo largo de las varias fases de este proyecto editorial. Junto a él, agradecemos a los miembros de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y sus anteriores y actual presidentes, Claudio Bifano, Gioconda Cunto de San Blas y Mireya Rincón de Goldwasser, por apoyar este libro. A Cristian Álvarez y todo el equipo de la Editorial Equinoccio de la Universidad Simón Bolívar, –en especial Evelyn Castro, José Leal, Cristin Medina, Verónica Álvarez, Daniela Díaz, Luis Müller y José Antonio Domínguez–, por su enorme entusiasmo en la edición de las páginas que ahora tiene en sus manos. Al embajador del Reino de Bélgica en Caracas, Frank Van de Craen, por el auspicio de este volumen editado y al Fondo Rey Leopoldo III para la Exploración y la Conservación de la Naturaleza (especialmente a S. A. R. Princesa María Esmeralda de Bélgica y Jackie Van Goethem) por patrocinar su impresión. La ACFIMAN y los editores, –de forma personal–, también aportaron fondos para la diagramación e impresión de esta obra. Finalmente, como editores, deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los autores presentes en este libro, cuyo resultado final no es más que la grata contribución de una comunidad de investigadores solidarios, proactivos, entusiastas y preocupados por el presente y futuro de los primates de Venezuela. A todos, *muchas gracias*.

Bernardo Urbani y Natalia Ceballos-Mago
Caracas, Venezuela

Investigaciones primatológicas de laboratorio

Craneometría y dieta en tres especies de cébidos (*Alouatta arctoidea, Cebus brunneus, Saimiri cassiquiarensis*) (Primates: Cebidae)

Ricardo Ottocento
Roberta Bodini

Resumen

Diversos autores han resaltado la importancia de los músculos masetero y temporal y de la forma del hueso dentario en el proceso de masticación de mamíferos herbívoros y carnívoros y han creado índices basados en medidas craneométricas y simples descripciones de los músculos para evidenciar las diferencias de dieta en diversos mamíferos. En este estudio utilizamos medidas craneométricas clásicas y creamos medidas nuevas que consideran el área que cubren los músculos masetero y temporal, involucrados en el proceso masticatorio, sobre el cráneo, y la mandíbula de tres géneros de platirrinos: *Cebus*, *Alouatta* y *Saimiri*. Estos índices novedosos apoyaron las tendencias hacia la herbivoría de *Alouatta* y la omnivoría de *Cebus,* pero con respecto a *Saimiri* apoyan una tendencia hacia la frugivoría, lo que se evidenció con los análisis de contenido estomacal realizados. Los índices clásicos también demostraron la frugivoría-insectivoría de *Saimiri* y la omnivoría en *Cebus*, pero con respecto a *Alouatta* la relación no es muy clara por las deformaciones de la mandíbula a causa del desarrollo del aparato de vocalización. Las relaciones de los pesos musculares fueron los más contundentes en evidenciar diferencias morfológicas entre el aparato masticatorio de un primate frugívoro-insectívoro como *Saimiri,* de uno predominantemente herbívoro como *Alouatta* y uno omnívoro como *Cebus*.

Palabras claves: Masetero, temporal, mandíbula, herbivoría, omnivoría.

Diet and Craniometry in Three Cebid Species (*Alouatta arctoidea, Cebus brunneus, Saimiri cassiquiarensis*) (Primates: Cebidae)

Abstract

Several authors have highlighted the importance of the masseter and temporal muscles and the shape of the jaw bone in the process of chewing in herbivores and carnivorous mammals. Many have created indexes based on craniometrical measurements as well as descriptions of the muscles in order to demonstrate diet differences in mammals. In this research, classic craniometrical measurements were used, and novel measurements involving the area covering the skull and jaw muscles in the chewing process were created for three genera of Platyrrhines: *Cebus, Alouatta,* and *Saimiri*. The new indexes that involve areas of masseter and temporal muscles support the trend towards herbivory in *Alouatta*, and omnivory in *Cebus*. With respect to these indexes in *Saimiri*, it is supported a trend toward a more frugivoruos diet (and that is evidenced by the analysis of stomach contents as presented in this research). The classic indexes also demonstrated frugivory-insectivory in *Saimiri* and omnivory in *Cebus*. Regarding *Alouatta*, it is not very clear because of the deformations of the jaw due to the development of the vocal apparatus. The relationship of muscle weights is the most convincing component in demonstrating morphological differences between the masticatory apparatus: a fruit-insectivorous primate *Saimiri*, a mainly herbivore primates *Alouatta*, and the omnívorous *Cebus*.

Keywords: Masseter, temporal, mandible, herbivory, omnivory.

Introducción

Los primates neotropicales habitan desde el sur de México a través de América Central hasta el sur del Brasil y norte de Argentina, encontrándose en toda la tierra firme de América del Sur y Central así como en algunas islas caribeñas (Mittermeier, 1986). En este estudio se tomaron en consideración solo tres géneros que representan tres tipos extremos de dieta: 1) *Saimiri* sp. (mono tití o ardilla) es uno de los más pequeños cébidos y es considerado frugívoro insectívoro (Mittermeier y van Roosmalen, 1981). Su dieta incluye la parte menos dura de los frutos y en mucha menor proporción comen flores, yemas, semillas y néctar (Thorington, 1968; Baldwin y Baldwin, 1972; Mittermeier y van Roosmalen, 1981; Bohinski, 1985; Soini, 1986); 2) *Cebus* sp. (mono capuchino) es el primate que más se ha adaptado a todos los ambientes del Nuevo Mundo. Cubre un área geográfica muy amplia, y su peso promedio varía entre los 2,5 y 3,9 kg. (Napier y Napier, 1969, 1968; Terborgh, 1985; Mittermeier y van Roosmalen, 1981). El género *Cebus* es omnívoro usando una dieta más diversa entre todos los cébidos, que van desde hojas, frutas y ramas pasando por flores, yemas, néctar, semillas, insectos, arácnidos, pequeños vertebrados y huevos (Fresse y Oppenheimer, 1981; Freese, 1977; Klein y Klein, 1976; Fragaszy, 1982; Terborgh, 1983; Robinson, 1984, 1986; Janson, 1985); 3) *Alouatt*a sp. es un primate grande con dimorfismo sexual en cuanto a tamaño corporal. Este mono es considerado como principalmente folívoro, pero se ha comprobado que las frutas pueden ser un renglón muy importante de su dieta, o incluso el más importante según la estación.

Stark (1956, citado en Hill, 1964) concluye que la musculatura masticatoria está estrechamente relacionada con la dieta en los diferentes cébidos.

De acuerdo a este autor se reconocen tres niveles de diferenciación en la musculatura masticatoria: 1) *Aotus* sp. y *Saimiri* sp. poseen un masetero aplanado y un temporal con una dirección de fibras muy inclinadas; 2) *Pithecia* sp. *Cebus* sp. y *Ateles* sp. con una dirección de líneas de fibras del temporal y el masetero más verticales. La acción masticatoria es dominada por los componentes de fuerza actuando en ángulo uno con el otro; 3) *Lagothrix* sp. con una dirección de fibras del pteroideo lateral en forma sagital; 4) *Alouatta* sp. según Stark (1956, citado en Hill, 1964) no cabe en ninguna de estas tres categorías. Este autor considera que estas tres categorías están fisiológicamente correlacionados con las diferencias en las dietas: el primer grupo es predominantemente insectívoro, el grupo siguiente es omnívoro y el último se alimenta principalmente de hojas y frutas.

Varios autores han resaltado la importancia de los músculos masetero y temporal y la forma del dentario en el proceso de masticación de mamíferos herbívoros y carnívoros, entre ellos recientemente cabe destacar Eng *et al* (2009) con *Callithrix jacchus*. Alexander (1975) indica que los animales carnívoros poseen un gran músculo temporal y un masetero más pequeño a diferencia de los herbívoros en los cuales sucede lo contrario. La importancia de un gran temporal en carnívoros se debe a que la fuerza de oposición ejercida por la presa, que es contraria a la fuerza ejercida por la mandíbula, puede dislocarla ya que ellos deben atrapar a sus presas con la parte más anterior de la boca y además un masetero más pequeño facilita la entrada de trozos de alimento más grandes correspondiendo esto a la manera general de ingerir las presas que tienen los carnívoros. En herbívoros no se requiere de un gran temporal ya que la fuerza que ejerce el alimento sobre la mandíbula es menor y se tiende a utilizar más la parte posterior de la misma, por ende un masetero más grande y más fuerte es más necesario para la masticación.

También existen importantes diferencias en la forma de la mandíbula entre mamíferos herbívoros y carnívoros. Los carnívoros que poseen un gran músculo temporal poseen un proceso coronoides más desarrollado, pero el proceso angular de la mandíbula (inserción del pterigoides y del masetero) es pequeño y poco desarrollado en herbívoros el proceso angular de la mandíbula es profundo o agudo, formando una cavidad para

la inserción de un gran masetero y del pterigoides interno. Los carnívoros poseen la articulación de la mandíbula en el plano del palatino secundario, mientras que en los herbívoros esta articulación se ubica en una posición superior, provocando así un espacio mayor para la inserción del masetero.

Wright (2005) y Perry (2011) resaltan que la importancia de este tipo de estudios de morfología funcional es la de relacionar la ecología a la morfología, la magnitud y orientación de las fuerzas producidas por los huesos y los músculos involucrados en el proceso masticatorio. Esta es una de la formas ideales para comprender la dieta, el procesamiento de los alimentos y comportamiento de los primates. Por lo tanto, estos métodos y resultados pueden ser utilizados para comprender los estudios de comportamiento alimentario en fósiles.

Sobre la base de todas estas diferencias existentes entre la morfología craneana y la musculatura masticatoria nos hemos planteado para este trabajo el objetivo principal de comparar la morfología craneal y los músculos masetero y temporal, dada su gran importancia en el proceso masticatorio, de tres primates con dietas reconocidas como diferentes, *Alouatta, Cebus* y *Saimiri*. Para lograr el objetivo se contempla: 1) el estudio de las diferencias en las dietas mediante estudios directos (datos recolectados con anterioridad en el campo) e indirectos (revisión bibliográfica); 2) la utilización de índices craniométricos ya usados por otros autores para someter a prueba la existencia de diferencias craneales relacionadas a diferentes tipos de dietas, y 3) la búsqueda de nuevos índices que permitan relacionar la musculatura masticatoria (mm. masetero y temporal) con la dieta de estos primates.

Materiales y métodos

Muestras

La totalidad de los cráneos de los ejemplares medidos de *Cebus, Alouatta* y *Saimiri* estaban identificados y catalogados en sus respectivos museos. Se utilizaron los ejemplares depositados en el Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (MBUCV) de *Cebus brunneus* y *Alouatta*

arctoidea. Todos ellos recolectados en la Estación Experimental Río Negro, en Barlovento, estado Miranda. *Saimiri cassiquiarensis* corresponde a los ejemplares colectados en el Territorio Federal Amazonas depositados en la Estación Biológica Rancho Grande (EBRG). También fue necesaria la utilización de 11 ejemplares frescos para la ubicación de los músculos masetero y temporal. Los ejemplares de *Saimiri cassiquiarensis* fueron recolectados en Trapichote a 97 km al este de San Fernando de Atabapo, estado Amazonas. Además fueron recolectados los ejemplares de *Cebus brunneus* en Barlovento, estado Miranda y de *Alouatta arctoidea* en Matafraile, estado Guárico. Todos ellos recolectados en el año 1990 con permiso de cacería científica otorgado por el MARNR. La metodología a su vez requirió de análisis de contenido estomacal, medidas craneométricas y medidas musculares. Por los objetivos del trabajo, la casi totalidad de las medidas fueron tomadas sobre los cráneos de museo y las musculares se tomaron de ejemplares frescos.

Análisis de contenido estomacal: para este estudio se utilizaron los datos de Cordero y Ottocento (1989), Cordero y Márquez (1989) para el análisis del contenido de *Alouatta* y *Cebus*, respectivamente. Con la misma metodología de estos trabajos se analizó el contenido estomacal de los ejemplares de *Saimiri* colectados para este trabajo.

Medidas craneométricas: se realizaron algunas medidas nuevas creadas para este trabajo y otras ya usadas en trabajos previos (Herring y Herring, 1974, véase Forsythe, 2011).

1) Medidas craneométricas propuestas por Herring y Herring (1974): longitud de origen del masetero (om), longitud de inserción del masetero (im) y el ángulo entre ellos. Estas son medidas lineales tomadas en los cráneos y corresponden a las distancias y el ángulo de las zonas de origen e inserción del masetero (figura 1).
2) Altura del cóndilo articular (AC). Es la máxima distancia que existe entre el cóndilo articular y el proceso angular (figura 2).
3) Longitud del dentario (LD). Es la longitud máxima del dentario desde la parte más anterior de la mandíbula, en los alvéolos de los incisivos, hasta el final del proceso angular (figura 2).

4) Altura del proceso coronoides (APc). Es la mayor distancia que hay entre la punta del proceso coronoides y la parte inferior de la mandíbula siguiendo una línea recta (figura 2).
5) Grosor del dentario (GD). Es la medida que se toma entre la cara interna y externa de la mandíbula a nivel del premolar 1 (figura 2).
6) Longitud rostral (LR). Es la distancia que hay entre el premaxilar y la unión de los huesos parietales (figura 2).
7) Longitud total del cráneo. (LTC). Es el largo máximo del cráneo medido desde su parte más anterior (premaxilar) hasta su parte más posterior (base del cráneo) (figura 2).
8) Ancho de la caja craneana (ACC). Es el ancho máximo entre el lado izquierdo y derecho del cráneo medido a nivel de la unión craneomandibular.

Las áreas de origen e inserción de los músculos masetero y temporal también fueron medidos. Dada la importancia del tamaño muscular para el ejercicio de la fuerza en el proceso masticatorio, hemos ideado para este trabajo la toma de las medidas de las áreas de origen e inserción de los músculos masetero y temporal. Así, si los cráneos están completos en dichas zonas, para un ejemplar se obtienen cuatro pares (dos para derechos y dos izquierdos) de medidas que corresponden a: dos orígenes de masetero (OM), dos orígenes de temporal (OT), dos inserciones de masetero (IM) y dos inserciones de temporal (IT).

Relaciones

Todas las medidas anteriores constituyen variables puras u originales y se plantea el problema del cómo expresar dichas variables para hacerlas comparables entre los géneros objeto de la investigación. Una posibilidad consiste en transformar los datos en proporciones con la finalidad de comparar más fácilmente individuos diferentes, y usar estadísticas del tipo multivariada (Torrealba, 1988). Sobre la base de todo esto decidimos tratar nuestros datos en forma de radios, proporciones o índices, a excepción del ángulo entre im y om, ya que esta no es una medida que traiga implícita el efecto del tamaño de los primates estudiados.

Las siguientes relaciones fueron calculadas para las medidas óseas antes mencionadas:

1) LR/LTC: esta relación ha sido utilizada por Freemann y Freemann (1979), Freemann (1982) y Reduker (1983), indicando que valores más altos, comparativamente entre animales, significan una mayor voluminosidad del cráneo y por ende un área mayor de origen de la musculatura masticatoria incrementando así la fuerza de la masticación.
2) GD/LD: este radio propuesto por Freemann (1979) explicaría que valores más altos, desde el punto de vista comparativo, significarán que el dentario está más preparado para ejercer más fuerza y resistir mayor presión de alimentos duros como insectos.
3) APc/LD: esta relación ha sido ya mencionada por Alexander (1975), Freemann (1979) y Reduker (1983), indicando que índices mayores implican una mayor área de inserción del temporal, al ser el proceso coronoides más alto. La explicación en función de la dieta que se da a dicha relación es que el temporal puede ejercer una mayor fuerza sobre la parte anterior de la mandíbula que es fundamental para la alimentación de presas carnívoras.
4) AC/LD: una gran altura del cóndilo articular en función del dentario es explicada por Freemann (1979), Freemann y Freemann (1982) y Reduker (1983) como una función directa del desarrollo del masetero, explicando que un aumento en el índice implica una mayor área de inserción del masetero y esto ocurriría más en animales herbívoros que en animales insectívoros.
5) "om/im": y el ángulo entre ellos, Herring y Herring (1974) crean un índice basado en la relación existente entre estas dos medidas. Esta se basa en la relación de fuerzas existentes producidas por el masetero en el momento de abrir y cerrar la boca. El máximo coeficiente de esfuerzo se halla en valores de om/im cercanos a 1. Los animales depredadores aseguran una mayor fuerza aductiva entre valores de "om/im" de 0,5 a 2, de la misma manera ángulos más agudos entre "om" e "im" generan un coeficiente de esfuerzo mayor que ángulos más obtusos. Los ángulos más agudos pueden encontrarse según los autores en animales con tendencias alimenticias carnívoras.

Dado que este tipo de medidas es una nueva modalidad para el estudio de comparación muscular, se han realizado varios tipos de relaciones que hemos dividido en dos grandes grupos: Relaciones óseo-musculares y relaciones musculares. Las primeras implican el área de medida de inserción u origen del masetero o temporal divididas entre una medida ósea, involucrada directamente con el músculo. Las segundas implican permutaciones de las diferentes áreas. Las relaciones óseo-musculares se explican a continuación pero antes de explicar cada relación óseo-muscular debemos aclarar que vamos a relacionar un área medida en centímetros cuadrados con una medida lineal dada en milímetros. Para que ambas medidas queden en las mismas unidades se han transformado los valores de las áreas en valores lineares en milímetros, calculando la raíz cuadrada de cada área y transformándola en milímetros.

1) OM/LZig: esta relación expresa los cambios del área de origen del masetero (OM) en función del largo del arco zigomático (LZig).
2) IM/AC: este radio explica cómo el área de inserción del masetero (IM) es modificada en relación a la altura del cóndilo articular (AC), donde se inserta gran parte del masetero.
3) OT/ACC: es el radio del origen del temporal (OT) contra el ancho de la caja craneana (ACC). Dado que el músculo temporal cubre gran parte de la caja craneana y además sus fibras se dirigen transversalmente a esta, los cambios en el área serán en función del ancho de la cubierta ósea que protege el cerebro.
4) IT/APc: a semejanza de la relación IM/AC, el área de inserción del músculo temporal (IT) dependerá directamente de la altura del proceso coronoides (APc).

A fin de crear los diferentes índices entre las áreas musculares y de explicar sus cambios en función de esas mismas áreas, se procedió a establecer: relaciones entre los mismos músculos, relaciones con el área total de los músculos y relaciones con el área total de inserciones y orígenes.

Relaciones entre los mismos músculos: se crearon índices que intentan explicar los cambios entre las zonas de inserción y origen de un mismo músculo: IM/OM e IT/OT, dichas relaciones pueden explicarnos las mo-

dificaciones de las inserciones del masetero y temporal en función de las modificaciones de sus orígenes.

Relación con el área total: este índice divide las áreas de origen e inserción de los músculos masetero y temporal (OM, IM, OT, IT) entre el área total (ART= OM+IM+OT+IT), indicándonos así con ese radio la proporción de cada área de origen o inserción en función del área total (IM/ART, OM/ART, IT/ART, OT/ART).

Relaciones entre inserciones y orígenes: para este índice se calculan las sumas de las áreas de origen e inserción por separado de ambos músculos (IM+IT, OM+OT) y ellos nos servirán de divisor para cada área (IM/IM+IT, IT/IM+IT, OM/OM+OT, OT/OM+OT). Estos índices nos indicarán el aporte de cada área de origen e inserción en función de las áreas totales de origen e inserción, ubicadas en el mismo plano óseo.

Con respecto a las proporciones de los pesos musculares, se consideró el peso de los músculos como función de la fuerza ejercida por ellos, es un índice que ya ha sido planteado en trabajos anteriores (Preuschoft, 1961, citado en Bodini, 1981). Vista la disponibilidad de los músculos frescos se planteó un índice para los músculos del aparato masticatorio. Este índice se produce de la división de cada peso del músculo masetero y temporal entre el peso total, obteniéndose así para cada ejemplar, la proporción que es llevada a porcentajes.

Los análisis estadísticos se realizaron considerando el error de medida, pruebas de homogeneidad de varianza, pruebas de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, Pruebas de U de Mann-Whitney. Igualmente se utilizó estadística multivariada con análisis discriminante, este tipo de análisis es usado en trabajos similares con *Callithrix* sp. (Forsythe, 2011) y análisis de componentes principales.

Resultados

1) Error de medida: los resultados de 10 mediciones repetidas para calcular el error de apreciación en la toma de medidas demuestran, en general,

que los valores de coeficiente de variación y desviaciones estándar son más bajos para las medidas craneanas que para las medidas de las áreas.

2) Pruebas de bondad de ajuste: todas las muestras corresponden a una curva de probabilidades de distribución normal ya que el valor de significancia para todas las variables en todos los géneros es mayor que nuestro valor crítico del 0,01.
3) Tendencia gráfica de las variables: para la totalidad de las relaciones entre la variable dependiente y la variable independiente se observó que crecen en proporciones semejante.
4) Análisis de homogeneidad de varianza:

Relaciones óseas (tabla 2):
GD/LD: el valor más alto para esta relación es para *Cebus* seguido de *Saimiri* y el más bajo para *Alouatta.* No hay grupos homogéneos estadísticamente significativos.
LR/LTC: la medida más alta se encontró para *Saimiri* siendo este grupo significativamente homogéneo con *Cebus*. El valor más bajo correspondió a *Alouatta*.
AC/LD: para este índice la media más alta la obtuvo *Alouatta* y la más baja para *Saimiri* y *Cebus* formando ellos un grupo con homogeneidad de varianzas.
APc/LD: la media más baja se obtuvo en *Alouatta* seguido por *Cebus* y *Saimiri,* respectivamente, todos ellos significativamente diferentes.

Relaciones óseo-musculares:
OT/ACC: para esta relación se encontró que la media más alta es para *Cebus* y *Saimiri* formando ellos dos grupos homogéneos, y el valor más bajo fue para *Alouatta*.
IT/APc: en este índice la media más alta corresponde a *Saimiri* seguido por *Cebus*, y finalmente *Alouatta* todos ellos formando grupos independientes entre sí.
OM/LCig: en esta relación la media más alta fue para *Saimiri* seguida por *Alouatta* y luego *Cebus* sin homogeneidad de varianza entre ellos.

IM/AC: esta proporción demuestra que los valores más altos corresponden a *Cebus* seguidos por *Saimiri* y por último *Alouatta* todos con varianzas independientes.

Relaciones musculares (tabla 2):
Inserciones *vs.* orígenes:
IM/OM: para esta relación se obtuvo que las medias en orden decreciente corresponden a *Cebus*, *Alouatta* y *Saimiri* siendo entre ellas no homogéneas.
IT/OT: el valor más bajo para este índice corresponde a *Cebus* seguido, en orden creciente, por *Saimiri y Alouatta,* sin homogeneidad de varianza.

Inserciones y orígenes *vs.* el área total:
OM/ART: la media más alta para este relación la obtuvo *Alouatta* luego *Saimiri* y con la media más baja *Cebus*. Sin homogeneidad entre ellos.
IM/ART: las medias para este caso se distribuyen de la manera siguiente: el valor más alto es de *Alouatta* seguido por *Cebus* y luego *Saimiri* siendo no homogéneos entre sí.
OT/ART: en esta proporción se obtuvo que dos géneros forman grupos homogéneos con los valores más altos en las medias: *Cebus y Saimiri*, situándose *Alouatta* con una media independiente y más baja.
IT/ART: para esta relación el valor más alto lo posee *Alouatta* seguido *Saimiri* y *Cebus* sin homogeneidad de varianzas.

Relaciones entre orígenes e inserciones contra el área total expresadas en porcentajes:
%IT/IM+IT: *Saimiri* obtuvo el valor más alto, *Cebus y Alouatta* obtuvieron los más bajos siendo homogéneos entre sí.
%OT/OM+OT: *Cebus* con el porcentaje más alto es seguido de *Saimiri y Alouatta* sin ser homogéneos entre sí.
%IM/IM+IT: para este índice el porcentaje más alto corresponde a *Alouatta* y *Cebus* seguido por *Saimiri* siendo los dos primeros homogéneos entre sí.
%OM/OM+OT: el mayor de los porcentajes corresponde a *Alouatta* luego a *Saimiri* y el más bajo a *Cebus* teniendo cada género independencia de varianzas.

Relación “im” y “om” y el ángulo entre ellos:
En este tipo de índice los valores de “im/om” más altos correspondieron a *Alouatta* después *Saimiri* seguidos por *Cebus* con el valor más bajo. En relación al ángulo entre ellos, el más agudo lo tiene *Alouatta* y el más obtuso es de *Cebus*, con un valor intermedio encontramos *Saimiri*. Siendo todos ellos independientes entre sí.

Comparación de dietas

Expresados en porcentajes la cantidad de hojas para *Alouatta* era de 66% (Cordero y Ottocento, 1989) para *Cebus* de 0,17% (Cordero y Márquez, 1989) y 0% para *Saimiri* (Ottocento y Bodini, este trabajo). El porcentaje de semillas encontrado en los estómagos fue para *Alouatta* 6,76% (Cordero y Ottocento, 1989) para *Cebus* 2,67% (Cordero y Márquez, 1989) y 24,74% para *Saimiri* (Ottocento y Bodini, este trabajo). Para el renglón frutas tenemos para *Alouatta* 6,14% (Cordero y Ottocento 1989), para *Cebus* 49% (Cordero y Márquez 1989) y 4,11% para *Saimiri* (Ottocento y Bodini, este trabajo). Para la parte de insectos consumidos en las especies estudiadas tenemos 0% para *Alouatta* (Cordero y Ottocento 1989), 32,27% para *Cebus* (Cordero y Márquez 1989) y 2,91% para *Saimiri* (Ottocento y Bodini, este trabajo).

Los resultados del test de U de Mann-Whitney muestran que existe una cierta concordancia entre los ítems consumidos de insectos y material vegetal, encontrados en *Cebus* y *Saimiri*. Además existe también cierta concordancia entre los restos de frutas encontradas de *Saimiri* y *Alouatta*. Las demás relaciones de frutas, semillas, insectos y hojas para los tres géneros anteriormente mencionados son diferentes.

Comparación de pesos musculares (tabla 1):
En la tabla 1 se muestran los resultados de las medidas musculares (masetero y temporal) realizadas a los 11 ejemplares frescos. Los resultados del

test de U demuestran que los porcentajes de peso del músculo temporal de *Cebus* y *Saimiri* son diferentes y que los pesos del temporal de *Saimiri* son ligeramente mayores que los de *Cebus*. Los porcentajes de peso más bajo corresponden a *Alouatta.* A su vez indican que los porcentajes en peso para el músculo masetero son mayores para *Alouatta* que para *Cebus* y *Saimiri*, cuyos porcentajes del peso son estadísticamente iguales.

Discusión y conclusiones

Se resumen aquí los índices más resaltantes que destacan la transformación del aparato masticatorio en función de la dieta herbívora o insectívora-frugívora. Es decir, se comparan los extremos del desarrollo del masetero y el temporal en función de *Alouatta*, que posee una dieta herbívora, y *Saimiri*, con una dieta insectívora-frugívora.

Los índices que demuestran un alto desarrollo del masetero para un animal mayormente herbívoro como *Alouatta* son: AC/LD, IM/OM, OM/ART, IM/IM+IT, OM/OM+OT. Para el caso extremo, un alto desarrollo del temporal para *Saimiri* como animal insectívoro-frugívoro son: LR/LTC, OT/ACC, IT/APc, OT/ART, IT/IM+IT, OT/OM+OT. Para el caso del género *Cebus*, los índices que demuestran su posición intermedia con respecto al desarrollo de los músculos masetero y temporal son: AC/LD, APc/LD, IM/AC, OT/ACC, IT/APc, IM/OM, OM/ART, IM/ART; IT/ART, IM/IM+IT, IT/IM+IT. Las medidas que indican el área han sido usados recientemente por Perry *et al* (2011) con tecnologías y programas de software de procesamientos de imágenes. A pesar de que los resultados obtenidos por estos autores no han aclarado la totalidad de todas las diferencias de la dieta relacionadas con la morfología y la fuerza generada por la mandíbula y el aparato masticatorio. La metodología usada ha aclarado las diferencias entre la morfología y la dieta entre primates herbívoros y frugívoros.

Todos estos índices que resaltan las diferencias musculares en función de la dieta se ratifican con los resultados encontrados en las proporciones de pesos musculares, teniendo *Alouatta* un gran masetero en comparación con *Cebus* y *Saimiri*, y estos dos últimos tienen un temporal más grande en comparación a *Alouatta*. Una mención aparte merece el estudio com-

parativo de Herring y Herring (1974) con varios órdenes de mamíferos utilizando los índices antes indicados, ellos concluyen que al estudiar los efectos matemáticos de la relación "im/om" y el ángulo: 1) Diferencias en la longitud de "im" y "om" aumentan la capacidad de mordida, pero no tienen efecto sobre la fuerza. 2) Un incremento en la longitud de "im" u "om" aumenta el tamaño de la mordida y la fuerza ejercida por esta. 3) Reducción del ángulo entre "im" y "om" disminuye el tamaño de la mordida pero aumenta la fuerza ejercida por esta. 4) Ángulos más obtusos hacen una mordida mayor pero disminuye la fuerza de esta. De nuestro estudio podemos resaltar lo siguiente:

1) *Alouatta* que es considerado un primate preferiblemente herbívoro, contradice las características propuestas por estos autores para un animal herbívoro ya que un aumento del radio "im/om" y una disminución del ángulo entre ellos hacen que la mordida de *Alouatta* sea más fuerte que la de *Cebus o Saimiri.* En otros estudios se demuestra que *Alouatta* tiene un componente frugívoro relevante (Cordero y Ottocento, 1989). *Cebus* según estas características pareciera un animal más bien "carnívoro" y *Saimiri* ocuparía una posición intermedia según la relación "im/om" entonces podemos decir que estos dos últimos géneros sí cumplen con los efectos predichos por los autores respecto a un incremento en el valor de "im" en relación a "om" para animales de tendencias carnívoras pero no cumplen con la consecuencia de poseer un ángulo mayor que *Alouatta.* En este estudio concluimos que, no todos los índices clásicos para murciélagos son válidos para primates y solo son efectivos en cuanto a relaciones craneométricas *vs* la dieta: AC/LD y LR/LTC.
2) Los índices clásicos válidos demuestran la frugivoría y en menor grado la insectivoría de *Saimiri* y la omnivoría de *Cebus*. Con respecto a *Alouatta* la relación no es muy clara por las transformaciones de la mandíbula a causa del desarrollo del aparato de vocalización.
3) Los índices que mejor apoyan las diferencias dietarias de *Alouatta, Cebus* y *Saimiri* son los nuevos propuestos en este estudio, que implican las áreas de origen e inserción con el área total de los músculos o las áreas de origen e inserción.

4) Las relaciones de los pesos musculares son los más contundentes en demostrar las diferencias morfológicas existentes entre el aparato masticatorio de un primate insectívoro-frugívoro como *Saimiri* de uno primordialmente herbívoro como *Alouatta* y un omnívoro como *Cebus*.

Agradecimientos

Hace más de 20 años fue presentada esta tesis y hoy me tocó releerla y ponerla al día, haciendo esto, a su vez me tocó recordar los maravillosos momentos pasados en la Universidad (R. O.). Por esto queremos agradecer a Natalia Ceballos-Mago y Bernardo Urbani que sin su apreciable ayuda y excelentes consejos este artículo no se habría podido escribir. Una dedicatoria especial a quienes siguen mis pasos donde yo los interrumpí y que me ayudó a quitarle un poco el polvo a esta vieja tesis: a mi hija Cristina, y a mi hija Carlotta por su curiosidad por todas las cosas naturales que las rodean (R. O.).

Referencias

ALEXANDER, R. Mc.N. (1975). "The Chordates". Cambridge University Press. Londres, Reino Unido.

BALDWIN, J. D. y Baldwin, J. J. (1972). "The ecology and behavior of squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*) in a natural forest in western Panama". *Folia Primatologica*, 16: 161-184.

BODINI, R. (1972). "Musculatura locomotora de la Viudita (*Callicebus torquatus*). Sus implicaciones funcionales y filogenéticas". En: *Memorias.* Sociedad de Ciencias Naturales, La Salle, XLI/116: 9-163.

BOINSKI, S. (1985). "Central and South América status of the squirrel monkey (*Saimiri oerstedi*) in Costa Rica". *Primate conservation Newsletter and journal IUCN/SSC. Primate Specialist Group,* 6:15-16.

CORDERO, R. G. A. y Márquez, L. (1989). "Hábitos alimentarios del mono capuchino (*Cebus nigrivittatus*) en el norte de Venezuela". *Acta Científica Venezolana*, 40: 206.

CORDERO, R. G. A. y Ottocento, R. (1989). "Hábitos alimentarios del mono araguato (*Alouatta seniculus*) en el norte de Venezuela". *Acta Científica Venezolana*, 40: 206.

ENG, C. M.; Ward, S. R; Vinyard, C. J. y Taylor, A. B. (2009). "The Morphology of the masticatory apparatus facilities muscle force production at wide jaw gapes in tree-gouging common marmosets (*Callithrix jacchus)". The Journal of Experimental Biology*, 212: 4040-4055.

FORSYTHE, E. C. y Ford, S. M. (2011). "Craniofacial adaptations to tree-gouging among marmosets". *The Anatomical Record,* 294: 2131-2139.

FRAGASZI, D. M. (1982). "Time Budget and foranging behavior in wedge-capped capuchins (*Cebus nigrivittatus*): age and sex differences". *Procedings IX Congress of International Primatological Society*. (Taub, D. y King, F., eds.). Atlanta. 258 pp.

FREEMAN, P. W. (1979). "Specialized insectivory: beetle-eating and moth-eating molosid bats". *Journal of Mammology*, 60: 467-479.

FRESSE, C. H. (1977). "Food habitats of the white-faced capuchins (*Cebus capucinus* L.) (Primates: Cebidae) in Santa Rosa National Park, Costa Rica". *Brenaesia*, 10-11: 43-56.

FRESSE, C. H. y Oppenheimer, J. R. (1981). "The capuchins monkeys genus *Cebus*". *Ecology and behavior of neotropical primates Vol. 1.* (Mittermeier, R. A. y Coimbra-Filho, A. F., eds.): 331-390. Academia Brasileira de Ciências. Río de Janeiro, Brasil.

HERRING, S. N. y Herring, E. S. (1974). "The superficial maseter and gape in mammals". *The American Naturalist.* 108: 561-576.

HILL, W. C. O. (1964). "Primates. Comparative anatomy and taxonomy". Vol. IV, Part A. University Press Edimburgh. Edimburgo, Reino Unido.

JANSON, C. M. (1986). "Ecología social de los monos capuchinos marrones (*Cebus apella peruvianos*) en el Manu". *Reporte manu, centro de datos para la conservación*. Lima. s/p.

KLEIN, L. L. y Klein, D. J. (1976). "Neotropical primates: aspects of habitat usage, population, density, and regional distribution in la Macarena, Colombia". *Neotropical primates. Field studies and conservation*

(Thorintong, R. W. Jr. y Heltne, P. G., eds.). National Academy of Sciencies. Washington, EE. UU. pp. 35-69.

MITTERMEIER, R. A. y Van Roosmalen, M. G. M. (1981). "Preliminary observations on habitat utilization and diet in eight surinam monkey". *Folia Primatologica,* 36: 1-39.

PERRY, J. M. G; Harstone-Rose, A. y Logan, R. L. (2011). "The jaw adductor resultant and estimated bite force in primates". *Anatomy research international,* Vol. 2011.

REDUKER, D. W. (1983). "Functional analisys of the masticatory apparatus in two species of *Myotis"*. *Journal of Mammology*, 64(2): 227-286.

ROBINSON, J. G. (1984). "Diurnal variation in foranging and diet in the wedge capped capuchins *Cebus olivaceus"*. *Folia Primatologica*, 43: 216-228.

———— (1986). "Seasonal variation in the house of time and space by the wedgecapped monkey *Cebus olivaceus*. Implications for foranging theory". *Smithsonian Contributions to Zoology,* 431: 1-60.

SOINI, P. (1986). "A synecological study of a primate comunity in the Pacaya Saimiria National Park Reserve, Peru". *Neotropical Primates*, 7: 63-71.

TERBORGH, J. (1983). *Five new wolrd primates: a study in comparative ecology*. University Press. Princenton, EE. UU.

THORINGTON, R. W. Jr. (1968). "Conservation in the squirrel monkey in a Colombian forest". *The squirrel monkey* (Rosemblun, L. y Cooper, R., eds.): 221-240. Academic Press. Nueva York, EE. UU.

TORREALBA, L. (1988). *Un estudio morfométrico del genero Carollia (Chiroptera: phylostomatidae) en Venezuela*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. 189 pp.

WRIGHT, B. W. (2005). "Craniodental biomechanics and dietary toughness in the genus *Cebus"*. *Journal of Human Evolution,* 48: 473-492.

Figuras y tablas

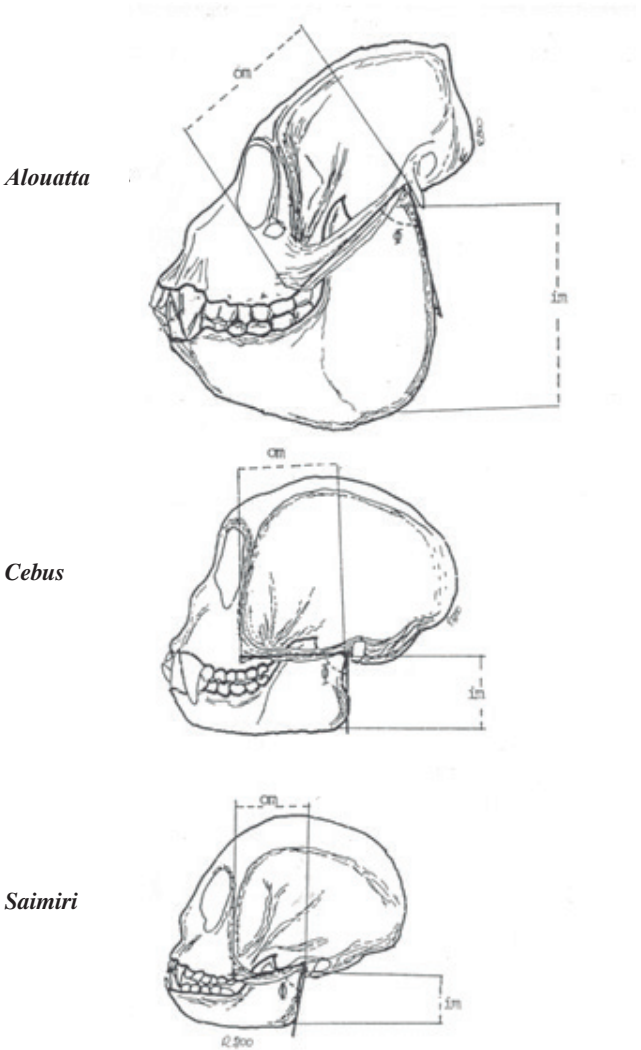


Figura 1. Medidas propuestas por Herring y Herring (1974), empleadas en este trabajo para el análisis de las fuerzas durante el proceso de masticación.

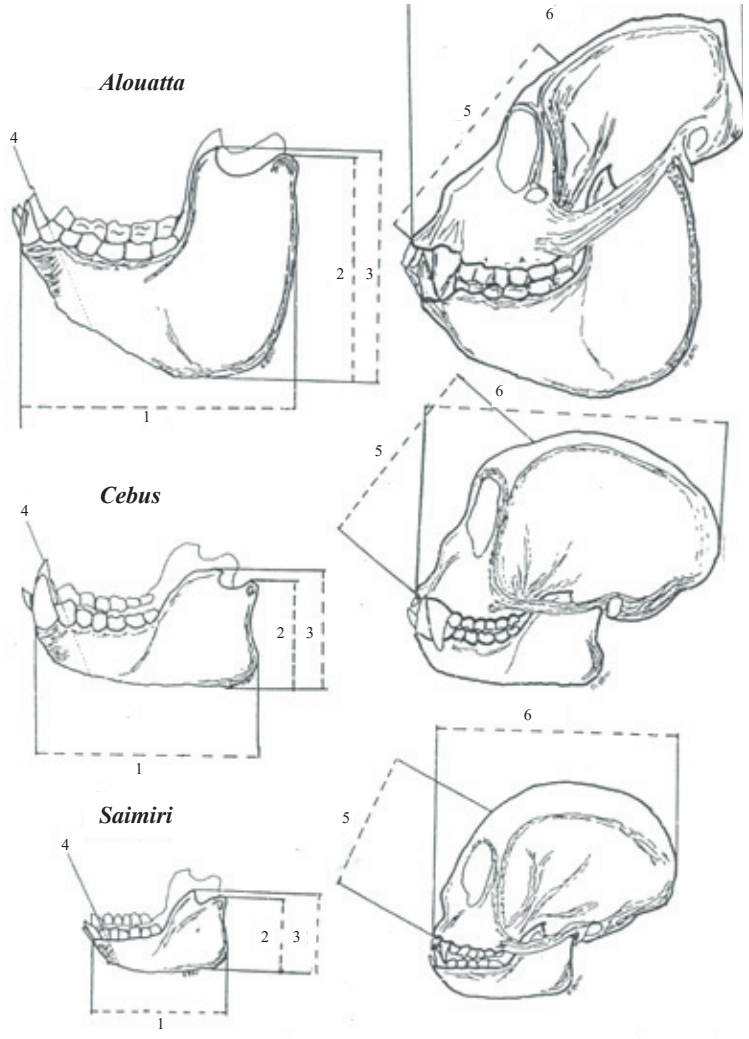


Figura 2. Medidas empleadas: (1) longitud del dentario; (2) altura del cóndilo articular; (3) altura del proceso coronoides; (4) grosor del dentario; (5) longitud rostral; (6) longitud total del cráneo.

Tabla 1. Porcentajes (100 x peso del músculo/peso del m. masetero + peso del m. temporal) en peso de los músculos temporal y masetero del lado izquierdo y derecho de los animales utilizados para este estudio.

Ejemplar	Temporal Der.	Temporal Izq.	Masetero Der.	Masetero Izq.
Alouatta arctoidea				
1	36,98	4148	63,10	58,57
2	42,87	34,57	57,13	64,43
3	45,45	45,63	54,54	54,37
4	41,45	43,45	58,45	56,58
Cebus brunneus				
1	59,95	57,14	40,05	42,86
2	65,12	76,18	34,88	23,82
3	55,66	61,69	44,34	38,31
4	61,08	65,72	38,92	34,28
Saimiri cassiquiarensis				
1	66,49	62,56	31,13	39,52
2	63,17	62,46	36,83	37,54
3	56,72	-	43,28	-

Tabla 2. Relaciones óseas y óseo-musculares de las especies estudiadas.

Relaciones	*Alouatta arctoidea*	*Cebus brunneus*	*Saimiri cassiquiarensis*
GD/LD	0,090	0,117	0,103
LR/LTC	0,803	0,870	0,874
AC/LD	0,730	0,431	0,418
APc/LD	0,663	0,523	0,485
OT/ACC	0,655	0,831	0,795
IT/APc	0,330	0,405	0,571
OM/Lcig	0,386	0,296	0,428
IM/AC	0,542	0,854	0,801
im/om	1,281	0,566	0,697
ANGULO	67,62	85,63	80,53
OM/ART	0,098	0,038	0,075
IM/ART	0,336	0,185	0,136
OT/ART	0,459	0,714	0,696
IT/ART	0,105	0.061	0,091
IM/OM	3,643	4,968	1,994
IT/OT	0,231	0,085	0,138
IT/IM+IT (%)	24,032	25,130	40,671
OT/OM+OT (%)	82,191	94,896	90,571
IM/IM+IT (%)	75,967	74,869	59,328
OM/OM+OT (%)	17,808	5,103	9,428

Ricardo Ottocento
Via Venezia 4, San Martino Buon Albergo (VR), Italia / ottocento.ricardo@gmail.com.

Roberta Bodini
Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela / dirizt@ciens.ucv.ve.

Ottocento, R. & Bodini, R. (2019). Craneometría y dieta en tres especies de cébidos (*Alouatta arctoidea, Cebus brunneus, Saimiri cassiquiarensis*) (Primates: Cebidae). En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 27-48.

Dermatoglifos de monos capuchinos de Venezuela: Género *Cebus*

Anna De Luca Falconi

Resumen

En este capítulo se presenta la distribución de patrones de dígitos de manos y pies, palma y planta para dos especies de *Cebus,* provenientes de ejemplares de colecciones científicas en Venezuela, *Cebus albifrons* y *Cebus olivaceus*. Se utiliza el método tradicional (Midlo y Cummins, 1942) que cuantifica la intensidad del patrón (PI), que es estándar y está vigente, el método de frecuencia de aparición de patrones y se calculan los índices de asimetría, para determinar diferencias entre especies. El análisis de resultados con los métodos aplicados reportan presencia de variabilidad interindividual, diferencias de lado izquierdo y derecho y entre las dos especies en dígitos de manos y pies, palma y planta. La comparación con datos de referencia se dificulta ya que hay casos donde los datos presentan otra denominación para el género que se debe revisar o incluye una especie que se encuentra ahora en una nueva ubicación taxonómica respecto al género. A futuro si se cuenta con un número de ejemplares adecuados e información de todas las especies de *Cebus* se podrá determinar con más precisión el patrón para el género y establecer diferencias entre especies y subespecies con base en la frecuencia de aparición de patrones.

Palabras claves: *C. albifrons*, *C. olivaceus*, palma, planta, dígitos.

Dermatoglyphs of Capuchin Monkeys from Venezuela: Genus *Cebus*

Abstract

In this chapter the distribution pattern of digits the hands and toes, palm plant were analized for two species of *Cebus* from scientific collections in Venezuela, *Cebus albifrons* and *Cebus olivaceus*. The traditional method (Cummins and Midlo, 1942) that quantifies the pattern intensity (PI), which is standard and in effect, the method of frequency of occurrence of patterns and asymmetry indexes are calculated, and used to determine differences between species. According to the results, there is interindividual variability, differences in left and right sides and between the two species in digits of the hands and toes as well as palm plant. The comparison with baselines data is difficult since there are cases where the data is presented with a different genre, that should be revised or include a species that has been reclassified at genus level. Future research should consider a larger sample size of all species of *Cebus*, to accurately determine patterns for the genus, and differences between species and subspecies based on the frequency of occurrence of those patterns.

Keywords: *C. albifrons*, *C. olivaceus*, palm, plant, digits.

Introducción

Los dermatoglifos son configuraciones dermopapilares presentes en primates, en dígitos de manos y pies, palmas, plantas y en la cola de algunos cébidos, son estructuras directamente relacionadas con adaptaciones a la locomoción, agarre y recepción de estímulos, indica también que las especies deben presentar diferentes adaptaciones al medio. La primera referencia en 1926 de Cummins y Midlo, define así el término dermatoglifo pero no es hasta 1943 que definen las bases morfológicas que se utilizan en los estudios sobre este tema, que consideran como base los patrones de arco, presilla y torbellino (Cummins y Midlo, 1943).

La revisión de todos los estudios de dermatoglifos en primates de cébidos referencia de mi trabajo (De Luca 1991) que aquí se presenta, indican que los trabajos de Midlo y Cummins (1942), Cummins y Midlo (1943), Hill (1953-1970), Brehme y Newell-Morris (1981a, b), Meier (1980) y Newell-Morris y Wienker (1986) continúan como los más representativos hasta la fecha. Trabajos en monos del Viejo como del Nuevo Mundo indican que mientras más bajo es el taxón más preciso es el patrón de distribución de los dermatoglifos. Específicamente a nivel de género y especies de *Cebus* en descripciones de palma, planta y falanges distales hay que citar los estudios de Midlo y Cummins (1942), Pereira da Silva *et al*. (1972, 1974), Hill (1980), Biegert (1981) y este estudio De Luca (1991).

El género *Cebus* presenta a la fecha una distribución geográfica tanto en América Central como en América del Sur (figura 1A) y se reportan un total de 4 especies *C. capucinus, C. kaapori, C. olivaceus* (4 subespecies: *C.o. apiculatus, C.o. brunneus, C.o. nigrivittatus, C.o. olivaceus*) y *C. albifrons* (6 subespecies: *C.a. equatorialis, C.a. albifrons, C.a. cuscinus, C.a. trinitatis,*

C.a. unicolor, C.a. versicolor) (Lynch Alfaro *et al.,* 2011). En Venezuela se reportan dos de las especies, *C. albifrons* (figura 1B) y *C. olivaceus* (figura 1C). Cabe mencionar que una de las especies de este estudio *C. olivaceus* es su denominación vigente pero en referencias bibliográficas anteriores o ejemplares en museos puede ser ubicado como *Cebus nigrivittatus* (Bodini y Pérez-Hernández, 1987; Lynch *et al.*, 2012).

Materiales y métodos

El tema desde 1987 inicia mi interés con la búsqueda y revisión bibliográfica y se concreta este estudio desde noviembre de 1989 a 1990 con la selección de este género de primate por ser el de mayor distribución en el país (De Luca, 1991). Se analizaron un total de 64 ejemplares (pieles de estudio) del género *Cebus*, distribuidos de la siguiente manera: 14 ejemplares de *Cebus albifrons* (6♀ y 8♂) y 50 *C. olivaceus* (19♀, 30♂ y 1?). Todos ellos depositados en colecciones científicas de Venezuela, Estación Biológica Rancho Grande (EBRG) (37), Museo de Biología (MBUCV) (8) y Museo de Historia Natural La Salle (19). La distribución geográfica de estos ejemplares se reportan en los siguientes estados en Venezuela, *C. albifrons* en Amazonas, Apure, Mérida, Táchira y Zulia (figura 1B) y *C. olivaceus* en Amazonas, Anzoátegui, Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Falcón, Guárico, Lara, Miranda, Monagas y Yaracuy (figura 1C).

Observación directa

Se realizó observación directa y con ayuda de lupa y cámara clara siguiendo el método de Midlo & Cummins (1942) y según los planes morfológicos de palma y planta (figura 2), y además, los patrones digitales de mano y pie (falanges proximales, intermedias y distales) para lado izquierdo y derecho. La clasificación de patrones (figura 2) que se utilizan, son: Arco (A) o campo abierto (O), Vestigio (V), Presilla (L), Arco tendido (T), Torbellino (W), Torbellino de presilla doble (Sv). Cuando el patrón no está totalmente desarrollado se identifican como Lv, Wv y Sv.

Método de intensidad del patrón (PI)

La asignación de un valor cuantitativo que se define como intensidad del patrón (PI) (Midlo y Cummins, 1942) se asigna por patrón y área (figura 2). El valor máximo para cualquier área es 1. El valor de intensidad total (TPI) es la sumatoria de los valores medios de PI (solo en palma y planta). Los valores de TPI varían de acuerdo al número de áreas consideradas, TPI 6, TPI 7 y TPI 9 (solo en la planta), y puede servir para establecer comparaciones con estudios a futuro.

Índice de asimetría

Para estimar el grado de asimetría bilateral, en palma y planta se calculan varios índices de asimetría de Midlo y Cummins, (1942) con base en los valores medios de PI y los valores de TPI, por lado (citados en De Luca, 1991), que son:

Índice de asimetría: se calcula como un porcentaje (%) en palma y planta por separado.

$$\frac{\text{TPI mayor (izquierdo o derecho)}}{\text{TPI menor (izquierdo o derecho)}} \times 100$$

Índice de asimetría por miembro (%): para palma y planta por separado, es un porcentaje del valor de TPI (%), para cada lado.

a = lado izquierdo – lado derecho (para cada área)

b = Σ a (para cada lado)

$$\frac{\Sigma\ a}{\text{TPI}} \times 100$$

Índice de asimetría relativa a la palma: establece la relación entre la asimetría bimanual y bipedal total.

Índice de asimetría total: incluye ambas asimetrías, palma y planta, ambos lados. Este índice permite establecer comparaciones del grado de asimetría entre diferentes géneros o especies.

a = Σ (lado izquierdo – lado derecho) (palma) / b = Σ (lado izquierdo – lado derecho) (planta)

$$\frac{a + b}{TPIp + TPIpl} \times 100$$

Frecuencia de aparición de los patrones

Es un método alternativo, que consiste en calcular la frecuencia de aparición de cada patrón por cada área, y a mayor número de ejemplares permite determinar con más precisión similitudes o diferencias entre especies, debido a que con el método tradicional de Midlo y Cummins (1942), podemos tener valores iguales cuando en realidad se refieren a patrones diferentes, ya que por presentar el mismo grado de complejidad se les asigna el mismo valor de PI (figura 2).

Resultados

Dígitos

En valores medios de PI de dígitos de manos y pies (figura 2A), los valores de mayor a menor son en este orden: falanges distales, proximales e intermedias, para las dos especies. Para manos, en ambas especies no se observan diferencias entre lados en ninguna de las tres falanges y valores de PI son generalmente más altos en el lado izquierdo, en *C. olivaceus*, con frecuencia de superposición de valores. Para pies, en *C. albifrons*, no se observan diferencias entre lados en ninguna de las tres falanges. Los valores más altos son en falanges distales y valores izquierdos superan a los derechos; falanges

intermedias de ambos lados, son parecidos y proximales los valores de lado derecho superan al izquierdo, en *C. olivaceus* valores de ambos lados son muy cercanos. Manos y pies presentan generalmente las mismas tendencias en cada falange, comparando manos y pies en *C. albifrons* las mayores diferencias es en falanges proximales dedo II y *C. olivaceus* en las tres falanges el comportamiento es análogo entre mano y pie.

Comparando entre especies, las mayores variaciones se encuentran en falanges proximales de mano y pie, y los valores más bajos son en *C. albifrons* que se separa de *C. olivaceus*, en todos los dedos con excepción del dedo I en mano como pie. En falanges intermedias, el comportamiento es igual para manos y pies. En falanges distales de manos y de pies, *C. albifrons* presenta valores más bajos que *C. olivaceus*.

En la tabla 1A se evidencia la distribución de patrones, en *C. albifrons* el dedo I de manos y pies, y V de pies presentan los mismos patrones en ambos lados, variando solo la frecuencia de aparición. En manos y pies, solo dedos IV izquierdo y V derecho presentan los mismos patrones, lo mismo ocurre entre dedos II izquierdo y III derecho. Por la frecuencia de aparición de los patrones digitales de manos y pies, manos presentan mayores variaciones entre lados y no existe un patrón de distribución definido ni para mano ni pie. Las manos de *C. olivaceus* (tabla 1B) presentan los mismos patrones solo dedo I de ambos lados, variando la frecuencia de aparición, además III derecho con IV y V izquierdos y dedos IV y V derechos. En pies, solo dedo V presenta los mismos patrones para ambos lados. En dedos II y IV izquierdos, se observa un patrón (L) que no es común para esta área. Respecto a falanges intermedias tanto en manos como en pies de ambos lados hay predominio de un mismo patrón (A) y aparición de otros patrones es mayor en manos que pies. En *C. albifrons* (tabla 1A) solo dedo V de manos presenta los mismos patrones en ambos lados, dedo II derecho se caracteriza por la presencia de un solo tipo de patrón, dedos II y IV izquierdos y V ambos lados presentan los mismos patrones.

En pies solo dedos II y III derechos presentan los mismos patrones. Comparando manos y pies, dedos III y IV izquierdos de manos y pies presentan los mismos patrones, y dedos II y IV izquierdos y V para ambos lados de manos con dedo IV izquierdo del pie. En manos de *C. olivaceus*

(tabla 1B) la presencia de dos tipos de patrones específicos dedo II derecho (L) no es común para esta área. De no tomarse en cuenta este patrón todos los dedos de ambos lados presentarían patrones iguales variando la frecuencia de aparición con excepción, dedo V izquierdo el cual se caracteriza por la presencia de un tipo de patrón en particular (2p).

En pies, al igual que manos, hay presencia de dos patrones en dedos II (Wv) izquierdo y IV (T) derecho. Si no se tomaran en cuenta estos dos patrones específicos, dedos II, III y IV presentarían los mismos patrones, para ambos lados. El dedo V se diferencia de los demás por la presencia de un tipo de patrón (V). Comparando manos y pies, dedos II, III y IV de ambos lados y V derecho de manos presentan los mismos patrones que dedo V derecho de pie y dedo V izquierdo de mano es igual a dedos II, III y IV de ambos lados de pies.

En falanges distales para las dos especies de *Cebus*, tanto manos como pies, hay predominio de un patrón (Wv), con excepción dedo I de ambos lados de pies, dedo V pie izquierdo en *C. albifrons.* En manos de *C. albifrons* solo dedos V presentan patrones iguales. Los dedos III y IV izquierdos se caracterizan por la presencia de un solo tipo de patrón y dedo II la presencia de un patrón (V), que no es común para esta área. Los dedos I izquierdo, II y V derechos presentan los mismos patrones, así como dedos I derecho y V de ambos lados. En pies, dedo V de ambos lados presenta patrones iguales. El dedo I de ambos lados presenta un patrón (A) que no es común para esta área. Comparando manos y pies, dedos III derecho de manos y dedos II y III izquierdos y IV derecho de pies presentan los mismos patrones, así como dedos V en ambos lados de manos y dedos III derechos y II, III izquierdos y IV derecho de pies. Las mayores variaciones en las frecuencias de aparición de patrones son en pies.

En *C. olivaceus* en manos lado izquierdo todos los dedos con excepción de dedos II y III difieren en el número de patrones diferentes, estas diferencias se deben a la presencia en dedos I de ambos lados y V izquierdo, de dos tipos de patrones (L y 2p). El dedo IV izquierdo y III derecho se caracterizan por la presencia de un solo patrón. En pies, al igual que manos, si no se considera la presencia de los dos patrones específicos (L y S), en dedos II izquierdo, III derecho y V izquierdo, debido a que sus frecuen-

cias de aparición son muy bajas, todos los dedos, con excepción, del dedo I de ambos lados, presentan los mismos patrones. En dedos I se observa la presencia de un patrón (A) que no es común para esta área. Comparando manos y pies, los últimos presentan las mayores variaciones en el número de patrones y las menores diferencias entre lados.

Palma y planta

Los valores medios de PI palmares y plantares, de lados izquierdos y derechos, para las dos especies de *Cebus* para Venezuela (*Cebus albifrons*, *C. olivaceus*) (figura 2B) presentan las mismas tendencias en todas las áreas, con pocas excepciones. En palmas de *C. albifrons* las mayores diferencias entre lado izquierdo y derecho corresponden a las áreas tenar (Th) e interdigital I. En plantas áreas interdigitales I y IV, y áreas tenar proximal (Thp) presentan los valores medios de PI más altos. Las mayores diferencias entre los lados son en el área calcar (C) e interdigital IV. En palmas de *C. olivaceus* el comportamiento de las curvas es muy parecido en ambos lados, al igual que en plantas.

Si se comparan los valores medios de PI de palma y planta entre las 2 especies de *Cebus* de este estudio, en general, los valores son mayores para palma, con excepción área tenar (Th) donde los valores son mayores para planta en todos los casos. Las áreas interdigitales presentan valores más altos en palmas y los más bajos área tenar (Th). En plantas los valores más bajos se observan en área interdigital II y los más altos en las áreas tenar (Th) en *C. albifrons* e interdigitales III y IV en *C. olivaceus*. Áreas interdigitales I, II, III y IV, y área hipotenar proximal (Hp) presentan en palma como planta un comportamiento similar en las dos especies, al igual que área tenar (Th). Solo área hipotenar distal (Hd) presenta diferencia entre las dos especies y en *C. albifrons* presenta los mismos valores en palma y planta.

Si se comparan los valores medios de PI palmares y plantares para las dos especies de *Cebus*. En las palmas *C. albifrons* difiere en área hipotenar distal (Hd), con los valores más bajos e hipotenar proximal (Hp) y tenar (Th), con valores más altos. Las dos especies presentan valores iguales solo en área interdigital I. En plantas las dos especies presentan valores iguales en área tenar distal (Thd), hipotenar proximal (Hp), calcar (C), e interdigital II.

Los valores calculados de índices de asimetría indican para *C. albifrons,* palma 103,43 y planta 107,76 y para *C. olivaceus,* palma 100,42 y planta 100,89, se evidencia que el índice de asimetría es ligeramente mayor en ambas plantas, presentando las dos especies una mayor tendencia en la palma como la planta a la asimetría del lado derecho. Para el índice de asimetría por miembro (%), los valores para *C. albifrons*, palma izquierda 6,87 y derecha 24,69; planta izquierda 12 y derecha 5,17; para *C. olivaceus,* palma izquierda 3,15 y derecha 2,32; planta izquierda 2,94 y derecha 2,08. Si palmas se compara lados izquierdo y derecho, *C. albifrons* presenta la mayor diferencia con valores superiores en lado derecho, a diferencia de *C. olivaceus*, que tienen valores mayores para lado izquierdo. En plantas las diferencias entre lados es más marcada en *C. albifrons*, y no así en *C. olivaceus.* El índice de asimetría relativa para palma es para *C. albifrons* de 1,84 y para *C. olivaceus* de 1,09, por lo que valores mayores a 1 en ambas especies, indican mayor asimetría en la palma. Por último, si se comparan valores del índice de asimetría total (%), en *C. albifrons* es de 23,22 y en *C. olivaceus* es de 5,28 donde *C. albifrons* presenta el mayor grado de asimetría con respecto a *C. olivaceus*.

En la tabla 1 se sintetiza la distribución de patrones palmares y plantares, por áreas y lado. En palmas, entre lados izquierdos y derechos, el área que presenta mayores variaciones es hipotenar distal (Hd). En particular, en *C. albifrons* (tabla 1A), área interdigital III derecha se caracteriza por la presencia de un solo patrón y área tenar (Th) izquierdo, por el contrario, presenta la mayor diversidad. Las únicas áreas que presentan el mismo número de patrones en ambos lados son hipotenar proximal (Hp) e interdigital IV. En áreas interdigitales I, II y III predomina un solo tipo de patrón (W). En *C. olivaceus* (tabla 1B), las áreas que presentan los mismos patrones, son tenar (Th) e interdigitales I y II. El patrón (O) que predomina en área tenar (Th), difiere al de áreas hipotenar proximal (Hp) e interdigital IV y área hipotenar distal (Hd).

Los valores medios de PI de plantas muestran en particular en *C. albifrons*, la única área que presenta los mismos patrones en ambos lados que es área interdigital II. El área que presenta la mayor diversidad de patrones es tenar proximal izquierda (Thp). El patrón (L) predomina en la mayoría

de las áreas, con excepción de área hipotenar distal (Hd) de ambos lados, hipotenar proximal (Hp), calcar (C) derecha e interdigital I derecha, II de ambos lados, donde predomina el patrón (O). En *C. olivaceus*, el área que presenta los mismos patrones es interdigital III. Predomina el mismo patrón, en ambos lados por cada área con excepción área interdigital I. En la mayoría de las áreas predomina (L), menos para área interdigital I izquierda y II ambos lados donde es más frecuente (O).

Discusión y conclusiones

Sobre la base de los resultados para dígitos de manos y pies, se evidencia que los valores medios de PI (figura 2A) muestran la tendencia general en falanges proximales, intermedias y distales, tanto de mano y pie y las diferencias entre especies. El orden de los valores de mayor a menor indican el siguiente orden: falanges distales, proximales e intermedias, lo que debería estar relacionado a posición y función de cada una de estas áreas. Con el método de las frecuencias de aparición de los patrones (tabla 1) es posible establecer con mayor precisión las diferencias entre especies, debido al hecho de que cada patrón se considera por separado y se incluye como un patrón más la presencia de dos patrones (2p), y además se pueden considerar tanto patrones simples, como intermedios o complejos. Esto refleja, a diferencia del método de los valores medios de PI, un mayor grado de complejidad. Los valores medios de PI son más imprecisos, ya que asignan el mismo valor a dos patrones similares si bien estos presenten diferentes grados de complejidad.

Si se analizan los resultados de los valores medios de PI palmares y plantares (figura 2B) para las dos especies, se evidencia la tendencia general por cada área en palma como planta, diferencias entre especies, y la ubicación de los valores indican el grado de complejidad. Cuando los valores medios de PI se ubican entre los valores de 0,4 - 0,6, se considera como patrones intermedios. Esto indica que en todos los casos, en las áreas donde se presentan estos valores se encuentran tanto patrones simples como complejos o áreas fusionadas dando el valor medio de PI calculado un grado de complejidad intermedio. En palmas y plantas predominan

patrones diferentes de acuerdo a las áreas que se consideran: en áreas hipotenares (Hd y Hp) predominan patrones intermedios, a excepción palma de *C. albifrons,* donde en área hipotenar (Hp) predominan patrones complejos; en área tenar (Th) de palma predominan patrones simples en *C. olivaceus* y en plantas patrones intermedios. En área calcar (C) que está presente solo en plantas, predominan patrones simples y, por último, predominan patrones complejos en las cuatro áreas interdigitales de palmas y en áreas III y IV de plantas, en área interdigital I predominan patrones intermedios y en II patrones simples. Estas diferencias entre palma y planta, indican que cada área debe realizar una función diferente tanto en la locomoción como en la manipulación.

Los valores medios de PI palmares y plantares por lado y por especies evidencian que estas presentan el mismo grado de diversidad de patrones en todas las áreas, con excepción de *C. albifrons* donde las diferencias entre lado izquierdo y derecho corresponden a áreas tenar (Th) en palma y área calcar (C) en planta, en las cuales lado izquierdo predominan patrones simples y en el derecho patrones intermedios, y área interdigital I en palma presenta patrones complejos en lado izquierdo e intermedios en derecho.

Comparando los valores medios de PI palmares y plantares, indican en palmas *C. albifrons* difiere solo en área hipotenar distal (Hd) con patrones complejos y tenar (Th) con patrones intermedios. En plantas en las dos especies predominan los mismos patrones en todas las áreas, con excepción de áreas interdigitales III y IV donde en *C. albifrons* predominan patrones intermedios y en las otras dos patrones complejos.

Si se analizan los diferentes índices de simetría calculados y se comparan entre estas dos especies el grado de asimetría en palmas, es muy similar entre las dos especies, es poca porque los valores están cercanos a 100. En plantas al contrario el valor del índice de asimetría igual a 100 en *C. olivaceus* que indica que no hay asimetría; en *C. albifrons* es más alto de 100 y la asimetría es mayor en lado derecho. El índice de asimetría por miembro (%) de palmas y comparando ambos lados demuestra que en *C. albifrons* el grado de asimetría es mayor para lado derecho, a diferencia de *C. nigrivittatus*, donde es mayor para lado izquierdo. Esto puede indicar diferencias entre especies. En plantas cada especie presenta grados de

asimetría diferentes: en *C. albifrons* en lado izquierdo y en *C. nigrivittatus* no se evidencia diferencias entre lados. Con respecto al índice de asimetría relativa a palma presentan grados de asimetría diferentes. En *C. albifrons* es mayor en palma, y en *C. nigrivittatus* no hay diferencias entre palma y planta. Por último, el índice de asimetría total (%) muestra que tomando en cuenta palma y planta difiere en las dos especies, menor para *C. nigrivittatus* en relación a *C. albifrons.* Todos estos resultados de cálculos de los índices de asimetría para *C. albifrons* a futuro con estudios con un mayor número de ejemplares o de *C. nigrivittatus* con ejemplares de otras localidades podrían ser más precisos para los fines de comparación entre especies o estudios de subespecies.

Si se comparan los valores de frecuencia de aparición de cada patrón, de palmas y plantas en las dos especies (tabla 1) muestran que predominan los mismos patrones en lado izquierdo y derecho en todas las áreas y hay diferencias entre especies. En áreas hipotenares (Hd y Hd) y cuatro áreas interdigitales de palma predominan patrones complejos y en área tenar (Th) patrones simples. En área hipotenar proximal (Hp) y tenar (Th) patrones simples. En área hipotenar proximal (Hp), tenares (Thp y Thd) e interdigitales III y IV de las plantas predominan patrones complejos y en áreas interdigitales I y II patrones simples; área hipotenar distal (Hd) varía entre las dos especies. La presencia de dos patrones en una misma área (2p) está ausente en palmas y es ocasional en plantas, de las dos especies.

Si se compara con estudios previos, las diferencias observadas entre todas las referencias ya mencionadas, se puede atribuir al hecho del número de ejemplares y especies consideradas, en Midlo y Cummins (1942) y Biegert (1961) consideran tres especies *C. albifrons*, *C. apella* (*C.a. margaritae*) y *C. capucinus, y* la información se presenta en conjunto. *C. apella* ahora está ubicada taxonómicamente en otro género denominado *Sapajus apella*. En los trabajos de Pereira da Silva *et al*. (1972), solo *C. griseus* (*C. nigrivittatus*) y De Luca (1991) que considera *C. albifrons*, *C. apella* (ahora *Sapajus apella*) y *C. nigrivittatus* (ahora *C. olivaceus*). A futuro con la información original de los estudios previos e información de todas las especies se podrán establecer los patrones digitales de manos y pies, palma y planta que definen al género *Cebus*, diferencias entre todas las

especies y subespecies. Se recomienda para el futuro que los ejemplares si son preservados, las áreas de palma, planta, dígitos se hagan de manera más apropiada para facilitar la visualización de los patrones o la toma de impresiones tanto de palma, planta y dígitos.

En cada una de las especies según los valores medios como por el método de frecuencia de aparición de cada patrón, por separado no se observan diferencias significativas en los patrones digitales, palmares y plantares ni entre lado izquierdo y derecho salvo algunas excepciones y sí entre especies, siendo más preciso el método de frecuencia de aparición de cada patrón.

Agradecimientos

A Dios, papá y mamá, Magdalena y Tomás, Clorinda y Giacomo, Tomás Eduardo y Celia, Rosanna, Gabriel, Anagabriela, Eduardo y Sebastián. A los encargados de las colecciones a Róger Pérez-Hernández (MBUCV), Francisco Bisbal (EBRG) y a Daniel Lew (MHNLS). A los que aportaron información y bibliografía, Alfredo Paolillo, Rudolf Dietrich, Warren Kinzey, y profesoras y personal del Departamento de Antropología Física de la Universidad Central de Venezuela. Por su paciencia y apoyo durante el desarrollo de estas investigaciones en sus diferentes etapas, a Franco Alibrandi, Xabier Elguezabal, Carmen Ferreira, Hedelvy Guada y especialmente a Jesús Oyalbis†, así como a mi muy querida y por siempre tutora Roberta Bodini, y su iniciativa para motivarme a trabajar en esta línea de investigación.

Referencias

BIEGERT, J. (1981). "Volarhaut der hande and fusse". *Primatología,* 2: 1-326.

BODINI, R. y Pérez-Hernández, R. (1987). "Distribution of the species and subespecies of cebids in Venezuela". *Studies in neotropical mammalogy* (B. D. Patterson & R. M. Timm, eds.) Field Museum of Natural History. *Fieldiana Zoology New Series*, No. 39: 231-244.

BREHME, H. y Newell-Morris, L. (1981a). "Untersuchungen am hautleistensystem der primate-palma und planta: *Lagothrix* und *Ateles* (Cebidae)". *Zeitschrift Für Morphologie und Anthropologie,* 72: 283-313.

BREHME, H. y Newell-Morris, L. (1981b). "Untersuchungen am hautleistensystem der palma und planta der mittel-und sudamerikaniscen brullaffen (*Alouatta*)". *Folia Primatologica,* 36: 277-309.

CUMMINS, H. y Midlo, C. (1943). *Finger prints, palms and soles. An introduction to dermatoglyphics.* The Blakiston Company. Nueva York.

DE LUCA, F. A. (1991). *Estudio de los dermatoglifos para el género* Cebus *de Venezuela*. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela. 105 pp.

HILL, W. C. O. (1953-1970). *Primates comparative anatomy and taxonomy*. (John Wiley and Sons, eds.). Nueva York (II, IV, V, VI).

LYNCH A., J. W. *et al.,* (2012). "Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys". *Journal of Biogeography,* 39(2): 272-288

LYNCH A., J. W.; Silva, J. S. Jr. y Rylands, A. B. (2012). "How different are robust and gracile capuchin monkeys? An argument for the use of *Sapajus* and *Cebus"*. *American Journal of Primatology*, 74(4): 273-286

MEIER, R. J. (1980). "Anthropological dermatoglyphics: A review". *Yearbook of Physical Anthropology,* 23: 147-178.

MIDLO, C. y Cummins, H. (1942). "Palmar and plantar dermatoglyphics in primates". *The American Anatomical Memoirs*, 20: 198 pp.

NEWELL-MORRIS, L. y Wienker, T. (1986). "Dermatoglyphics patterns and pattern intensities of *Callicebus* (Primates: Cebidae): description and comparison of three species". *Folia Primatologica,* 46:15-27.

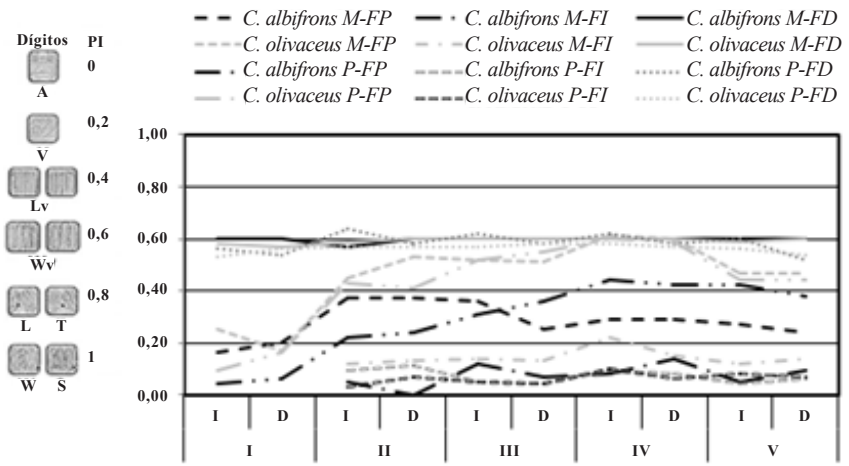
PEREIRA DA SILVA, M. A.; Petit-Maire, N. y Rakotosamimanana, B. R. (1972). "Contribution a letude des dermatoglyphes palmaires et plantaires des genres *Cebus*, *Alouatta* et *Ateles*". *Mammalia,* 36(2): 279-291.

———— (1974). "Symmetry and asymmetry in fingerprints of three genera of South American monkeys in relation to morphological evolutionary problems". *Journal of Human Evolution,* 3: 283-289.

Figuras y tabla

Figura 1. Distribución geográfica de *Cebus* (A), y de las especies de *Cebus* para Venezuela: *Cebus albifrons* (B) y *Cebus olivaceus* (C) (modificado de Lynch, 2011(B y C)).

A. Dígitos: M: mano, P: Pie, FP: falange proximal, FI: falange intermedia, FD: falange distal



B. Palma y Planta

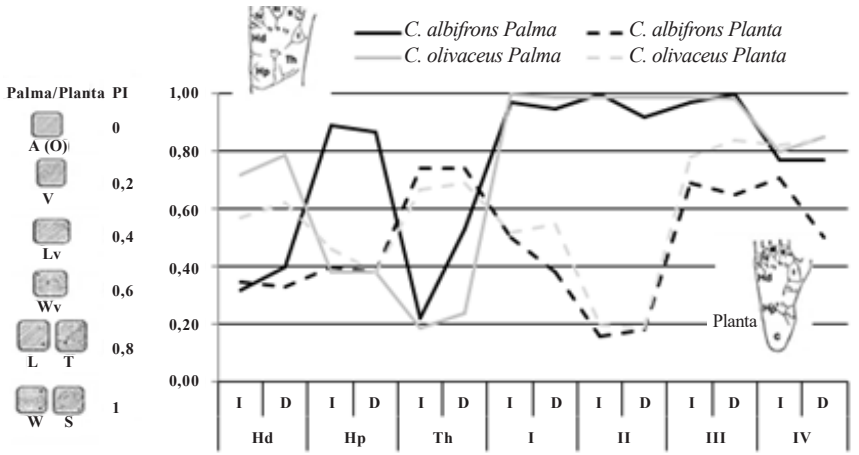


Figura 2. Plan morfológico de dermatoglifos y los valores medios de PI de dígitos de mano y pie por falange (A), palma y planta (B) por lado de las dos especies de *Cebus* en Venezuela *C. albifrons* y *C. olivaceus* (De Luca, 1991).

Tabla 1. Distribución de los patrones digitales de dígitos de manos y pies, palma y planta, por lado de *Cebus albifrons* y *Cebus olivaceus* para Venezuela (De Luca, 1991).

Parte A

Cebus albifrons								
				Lado izquierdo			**Lado derecho**	
Áreas			**No.**	**Patrones**	**PI**	**No.**	**Patrones**	**PI**
Mano (Dígitos)	**FP**	**I**	10	A(7), Lvu(1), Lvr-A(1), V-W(1)	0.11	11	A(7), Lvr(1), Lvr-Wv(1), A-Lvr(2)	0.16
		II	11	A(2), V(2), Lvu(2), Wv(5)	0.31	12	A(2), V(2), Lv(1), Lvr(2), Lvu(1), Lr(1), Sv(2), Lvr-A(1)	0.31
		III	11	A(3), V(1), Lvu(2), Sv(2), Wv(2), Wv-A(1)	0.29	12	A(5), Lvr(4), Lvu(2), Wv(1)	0.21
		IV	11	A(4), Lvu(5), Sv(1), Wv(1)	0.23	11	A(4), Lvu(4), Wv(1), Lvr-A(1), Wv-A(1)	0.23
		V	10	A(4), V(1), Lvr(1), Lvu(2), Sv(2)	0.21	11	A(6), Lvu(2), Sv(1), Wv(2)	0.19
	FI	**II**	11	A(9), V(1), Lvu(1)	0.04	10	A(10)	0.00
		III	12	A(9), V(1), Lvu-A(1), Lvr-Lvu(1)	0.10	12	A(10), Lvr(2)	0.06
		IV	12	A(9), V(1), Lvu(1), Lvr(1)	0.07	13	A(8), V(1), Lvr(3), Lvu(1)	0.13
		V	11	A(9), V(1), Lvr(1)	0.04	12	A(8), V(2), Lv(1), Lvr(1)	0.09
	FD	**I**	12	Sv(2), Wv(10)	0.47	11	Lvu(1), Sv(3), Wv(7)	0.47
		II	12	V(1), Wv(11)	0.49	10	Sv(1), Wv(9)	0.43
		III	12	Wv(12)	0.56	11	Lv(1), Wv(10)	0.47
		IV	12	Wv(12)	0.51	11	Sv(1), Wv(10)	0.47
		V	11	Lv(2), Sv(1), Wv(8)	0.47	12	Lv(1), Sv(1), Wv(10)	0.51
Pie (Dígitos)	**FP**	**I**	9	A(8), A-Lvt(1)	0.03	9	A(8), A-Wv(1)	0.04
		II	11	A(5), V(1), Lvt(3), Wv(1), Lvt-A(1)	0.17	11	A(5), Lv(1), Lvt(4), Sv(1)	0.19
		III	11	A(5), Lvt(1), Lvf(1), Sv(1), Wv(2), Lv-Lv(1)	0.24	11	A(2), V(1), Lvt(3), Wv(3), Lvt-A(2)	0.29
		IV	11	A(2), Lvt(2), Lvf(2), Sv(1), Wv(1), Lvf-Lvt(1), A-Lvt(1), Lv-Lv(1)	0.34	10	A(2), Lvf(3), Sv(1), Wv(4)	0.30
		V	10	A(3), V(1), Lvt(2), Sv(2), Sv-V(1), Lvf-Lvf(1)	0.30	12	A(5), V(1), Lvf(1), Sv(2), Lvf-Wv(1), Lvf-Wv(1), W-A(1)	0.33
	FI	**II**	11	A(8), Lvf(2), A-V(1)	0.07	11	A(9), Lvf(1), Lt(1)	0.09
		III	11	A(9), V(1), Lvf-A(1)	0.04	11	A(10), Lvt(1)	0.03
		IV	11	A(8), V(1), Lvt(1), Lvf(1)	0.07	10	A(7), V(1), Lvt(1), V-A(1)	0.06
		V	10	A(8), V(2)	0.03	13	A(11), A-Lvt(1), Lvf-A(1)	0.06
	FD	**I**	10	A(1), Lvt(2), Sv(4), Wv(3)	0.40	10	A(1), Lvt(1), Lvf(1), Sv(2), Wv(5)	0.39

(continuación)

		II	11	Lvf(1), Wv(10)	0.50	11	Lvf(3), Sv(1), Wv(7)	0.46
		III	10	Lvf(2), Wv(8)	0.44	10	Lvf(3), Sv(1), Wv(6)	0.41
		IV	11	Lvf(2), Sv(3), Wv(6)	0.49	9	Lvf(3), Wv(6)	0.37
		V	11	Lv(1), Lvf(2), Sv(1), Wv(7)	0.47	12	Lvf(6), Sv(1), Wv(5)	0.49
Palma	**Hd**		5	O(2), Lr(2), W(1)	0,30	5	V(1), Lu(2), T(1), W(1)	0,37
	Hp		4	O(1), Lu(1), S(1), W(1)	0,83	4	O(1), Lu(2), S(1)	0,74
	Hd+Hp		8	Lu(1), S(3), W(4)		8	Lu(1), S(5), W(2)	
	Th		9	O(5), V(2), Lu(1), T(1)	0,16	10	O(5), Lr(1), Ld(1), S(1), W(1), Lr-Lr(1)	0,41
	I+Th		1	W(1)		1	W(1)	
	I		13	Lu(1), Lp(1), S(1), W(10)	0,97	10	Lv(1), S(1), W(8)	0,74
	II		12	S(1), W(11)	0,86	13	O(1), S(1), W(11)	0,86
	II a					2	Lp(1), W(1)	
	III		12	Lu(1), Ld(1), W(10)	0,83	13	W(13)	0,93
	IV		13	O(1), Lu(10), W(2)	0,71	14	O(1), Lr(1), Lu(10), W(2)	0,77
	IV a		1	Lu(1)				
	2p-4p			2p O(10); 3p O(7), Lp(1); 4p O(11)			2p O(8); 3p O(8), Lp(1); 4p O(9)	
	P-Th		7	O(7)		8	O(7), Lv(1)	
Planta	**Hd**		10	O(5), V(1), Lf(2), Ld(1), S(1)	0,27	10	O(5), V(1), Lf(3), Lf-Lf(1)	0,29
	Hp		8	O(2), V(2), Lt(2), Lf(1), Ld(1)	0,26	10	O(4), V(1), Lt(2), Lp(1), W(1), Lt-Lt(1)	0,33
	Hd+Hp		1	O(1)		2	O(2)	
	C		7	O(3), V(1), Lf(1), Ld(1), S(1)	0,20	7	O(3), Lt(3), S(1)	
	Thp		8	O(1), Lt(1), Lf(1), Lp(1), S(1), W(1), Ld-Lf(1), W-Lf(1)	0,53	6	Lt(3), Lf(1), S(1), W(1)	0,53
	Thd		6	O(2), Lt(2), W(2)	0,31	4	O(1), V(1), Lt(1), S(1)	0,34
	Thp+Thd		2	Lt(1), Lf(1)		4	Lf(1), Lp(1), W(2)	
	I+Thd		3	T(1), S(1), W(1)		3	T(1), Lt-O(1), O-Ld(1)	
	I		8	O(4), Ld(4)	0,43	9	O(6), V(1), Lp(1), S(1)	0,33
	II		10	O(10), Lt(2)	0,11	9	O(7), Lt(2)	0,11
	III		6	O(1), T(1), S(1), W(3)	0,34	5	O(1), Lt(1), Lf(1), Lp(1), W(1)	0,37
	IV		11	O(2), Lf(5), Ld(1), W(3)	0,56	10	O(4), Lt(1), Lf(4), S(1)	0,36
	IV a		4	Lf(4)		1	Lf(1)	
	2p-4p			2p O(9), Lt(1); 3p O(7); 4p O(10)			2p O(8); 3p O(8); 4p O(10)	
	P-Th		4	O(4)		7	O(5), Ld(2)	

(continuación)

Parte B

Cebus olivaceus								
				Lado izquierdo			Lado derecho	
Áreas			No.	Patrones	PI	No.	Patrones	PI
Mano (Dígitos)	**FP**	**I**	34	A(14), Lvr(4), Lvu(4), Sv(2), Wv(1), A-Lvr(6), A-Lvu(3)	0.18	36	A(23), Lvr(6), Lvu(2), Sv(1), A-Lvr(1), Lvu-A(2), Wv-A(1)	0.12
		II	44	A(9), V(3), Lv(1), Lvr(5), Lvu(4), Sv(6), T(1), Lvu-Wv(1), Lvu-A(3), Wv-A(1), Lvu-V(1), Lvr-Lvu(2), Lvr-A(2), Lvu-Wv(2), Lvr-Wv(1), Wv-V(1), Sv-Wv(1)	0.41	42	A(10), V(2), Lv(1), Lvu(5), Sv(3), Wv(2), T(1), Lu-Lr(1), Lv-Lv(2), Lvu-Wv(2), Lvr-Wv(4), Lvr-Lvu(3), Sv-A(1), Wv-Wv(2), Lvu-V(1), Lvu-A(1), Lvr-A(1)	0.46
		III	45	A(3), V(2), Lvr(4), Lvu(9), Sv(11), Wv(3), Wv-A(2), Wv-Lvr(2), A-Lvu(3), Wv-Wv(2), W-L-Lu(1), Lvr-Lvu(2), Lvr-A(1)	0.47	44	A(6), Lv(1), Lvr(5), Lvu(9), Sv(6), Wv(2), Lvr-Lvu(4), Wv-Wv(2), Wv-A(1), Wv-Lvr(1), Lvu-Sv(1), Lvr-Wv(2), Lvr-A(3), Lvu-A(1)	0.44
		IV	42	A(2), Lvu(9), Sv(11), Wv(3), Lu-W(1), Lvu-Lvu(2), Lvu-Lvr(4), Lvr-A(2), A-Lvu(1), Wv-Lvr(1), Wv-Wv(4), Lvu-Sv(1), Lvu-Wv(1)	0.56	40	A(2), V(1), Lv(1), Lvr(4), Lvu(4), Sv(9), Wv-A(1), Wv-Lvu(1), Lv-Wv(1), Lvr-Wv(1), Lvu-Lvu(1), Lu-A(1), Lvu-Wv(3), Lvr-Wv(1), Lu-Luf(1), Wv-Wv(3), A-Lvu(1), A-Lvr(2), Sv-Wv(1), Lvu-Lvr(1)	0.50
		V	46	A(6), Lvu(16), Sv(7), Wv(4), Wv-A(2), A-Lvu(5), Lvu-Wv(2), Lvr-A(1), Lv-A(1), Lvr-Lv(1), Wv-Wv(1)	0.42	40	A(8), Lvr(1), Lvu(12), Sv(6), Lvu-A(4), Lvr-Lvr(1), Lvr-Lvu(2), Lvu-Lvu(1), Lvr-A(1), Wv-Lvu(1), Lu-Lu(1), Lvu-A(1), Lvu-Lv(1)	0.37
	FI	**II**	47	A(32), V(4), Lvr(4), Lvu(3), Lv-A(1), A-Wv(2), Lvr-A(1)	0.11	48	A(33), V(1), Lvr(1), Lvu(4), Lr(1), A-Lvu(4), A-Lvr(4)	0.14
		III	44	A(25), V(3), Lvr(7), Lvu(2), Sv(1), Lvr-A(3), V-A(1), Lv-A(1), A-Lvu(1)	0.14	46	A(31), V(1), Lv(2), Lvr(4), Sv(1), Wv(1), A-Lvu(1), A-Lvr(5)	0.13
		IV	47	A(20), V(3), Lvr(11), Lvu(3), Lvr-A(4), A-Lvu(3), Lv-V(1), Wv-A(1), Lvr-Lvr(1)	0.23	46	A(27), V(2), Lvr(5), Lvu(1), Sv(1), A-Lvr(7), Lvu-A(2), Wv-A(1)	0.17
		V	47	A(31), Lv(1), Lvr(6), Lvu(2), Lvu-A(4), Lvr-A(2), V-A(1)	0.12	44	A(28), V(1), Lvr(2), Lvu(1), Sv(1), Lvu-A(4), Lvr-A(5), Wv-A(1), Lvr-Lvu(1)	0.14

(continuación)

	FD	**I**	38	Lv(3), Lvr(4), Sv(5), Wv(25), Wv-Wv(1)	0.44	41	Lv(3), Lvr(3), Sv(8), Wv(26), Lr(1)	0.47
		II	49	Lv(2), Lvr(1), Wv(46)	0.58	46	Lv(1), Sv(2), Wv(43)	0.56
		III	44	Lv(1), Wv(43)	0.54	48	Wv(48)	0.58
		IV	48	Sv(2), Wv(46)	0.58	47	Lv(1), Sv(1), Wv(45)	0.56
		V	45	Lv(2), Lvu(2), Sv(4), Wv(36), Lu(1)	0.53	46	Lv(2), Sv(2), Wv(42)	0.56
Pie (Dígitos)	**FP**	**I**	35	A(27), Lvt(1), Sv(1), Wv(1), A-Lvf(3), Lvt-A(2)	0.07	36	A(22), Lvt(3), Lvf(1), Wv(3), Lvf-A(2), Lvt-A(4), A-Wv(1)	0.13
		II	41	A(5), Lvt(14), Lvf(6), Sv(2), Wv(1), A-Lvf(2), Lvt-A(4), Wv-Wv(2), Wv-V(1), Lv-Lv(1), Wv-A(1), Lvt-Wv(1), Lvt-Lv(1)	0.36	33	A(8), Lvt(17), Lvt-Lvf(2), Lvt-A(4), Wv-Lvf(1), Wv-A(1)	0.33
		III	42	A(5), Lv(1), Lvt(4), Lvf(2), Sv(13), Wv(9), Lvt-Wv(2), Wv-A(1), Lvt-A(2), Wv-V(1), Lvt-Lvt(1), Wv-Wv(1)	0.44	43	Lv(2), Lvt(5), Lvf(3), Sv(8), Wv(13), W(1), Lvt-A(6), Wv-Wv(1), Lvf-A(1), Lt-A(1), Lvt-Lvf(1), Lvf-Wv(1)	0.48
		IV	40	A(2), Lv(1), Lvt(1), Lvf(1), Sv(4), Wv(21), Lf(1), Lvt-Lvf(3), Lvf-Wv(2), Lf-W(1), Wv-Wv(1), Lvf-Lv(1), Lvf-V(1)	0.50	45	A(3), Lv(3), Lvt(2), Lvf(6), Sv(9), Wv(16), Lvt-Wv(2), Wv-Wv(1), Lvf-Wv(1), Lv-Wv(1), Lvt-A(1)	0.50
		V	45	A(4), V(1), Lvt(5), Lvf(11), Sv(7), Wv(5), Lt(2), A-Lvf(3), Lvt-A(2), Lvt-Lvf(2), Lv-Wv(1), A-Wv(1), Wv-Lvt(1)	0.43	36	V(1), Lvt(6), Lvf(8), Sv(6), Wv(4), T(1), A-Lvf(4), Lvf-Wv(1), Lvt-Lvf(1), Lt-Lf(1), Wv-A(1), Lv-Sv(1), Lvt-A(1)	0.39
	FI	**II**	43	A(40), Lv(1), Wv(1), Lvf-A(1)	0.03	43	A(37), Lvt(2), Lv-A(1), A-Lvt(2), T-V(1)	0.07
		III	41	A(37), Lvf(1), Lvt-Lv(1), A-Lvt(1), Lvf-A(1)	0.05	42	A(38), Lv(1), A-Lvt(2), Lvf-A(1)	0.03
		IV	43	A(33), Lv(1), Lvt(1), Lvf(2), Lvt-A(1), Lvf-A(4), Lvf-Lvf(1)	0.09	46	A(37), Lv(1), Lvt(1), T(1), Lvt-A(4), Lvf-A(2)	0.08
		V	46	A(38), V(2), Lv-A(1), A-Lvf(3), Lvt-A(2)	0.06	48	A(41), V(1), Lvt(1), Lv-Lvt(1), Lvf-A(2), A-Lvt(2)	0.06
	FD	**I**	35	A(1), Lv(5), Lvt(4), Sv(16), Wv(9)	0.38	38	A(1), Lv(3), Lvt(4), Sv(21), Wv(9)	0.43

(continuación)

		II	42	Lv(1), Lvf(5), Sv(8), Wv(28)	0.50	45	Lv(3), Lvf(4), Sv(5), Wv(33)	0.51
		III	41	Lvt(1), Lvf(3), Sv(9), Wv(28)	0.48	45	Lv(1), Lvf(2), Sv(5), Wv(36), Lf(1)	0.54
		IV	40	Lv(2), Lvf(1), Sv(6), Wv(31)	0.47	44	Lv(3), Lvf(3), Sv(11), Wv(27)	0.50
		V	45	Lv(2), Lvt(3), Lvf(6), Sv(8), Wv(25), W(1)	0.51	48	Lv(3), Lvf(10), Sv(11), Wv(24)	0.51
				Lado izquierdo			**Lado derecho**	
Áreas			**No.**	**Patrones**	**PI**	**No.**	**Patrones**	**PI**
Palma								
	Hd		7	O(2), Lu(3), S(1), W(1)	0,68	6	Lr(1), Lu(1), O(1), S(3)	0,68
	Hp		6	O(3), Lu(3)	0,34	5	O(1), Lu(3), Lv(1)	0,32
	Hd+Hp		38	Lu(15), S(17), W(4), Lu-O(2)		35	Lu(11), S(15), Lu-O(2), W(7)	
	Th		34	O(25), Ld(2), Lu(4), S(1), Lr(2)	0,15	36	O(26), Lu(3), Lr(3), Ld(3), S(1)	0,18
	I		49	S(18), W(31)	0,98	45	S(19), W(26)	0,90
	II		47	Lp(1), Lu(1), S(4), W(41)	0,93	44	Lr(1), Lu(1), S(3), W(39)	0,89
	II a					1	W(1)	
	III		49	S(2), W(47)	0,95	47	Ld(3), Lu(1), W(43)	0,96
	IV		40	V(1), Lv(2), Ld(1), Lu(26), S(3), W(7)	0,74	48	Lv(1), Lu(25), S(2), W(18), O(1), Lr(1)	0,82
	IV a					3	Lr(1), Lf(2)	
	2p-4p			2p O(38); 3p O(31), Lp(11); 4p O(40)			2p O(37); 3p O(28), Lt(2), Lp(9); 4p O(37)	
	P-Th		22	O(19), Lp(3)		22	O(20), Lp(1), W(1)	
	Hd		31	O(11), Lp(3), S(1), W(3), Lt-Lt(1), Lf(8), Lf-O(3), Lp-Ld(1)	0,47	27	V(1), O(9), Lf(7), W(2), Lp(4), Lt(2), O-Lt(1), Lf-Lf(1)	0,48
Planta								
	Hp		21	O(6), Ld(4), Lv(3), Lt(2), Lf(1), S(1), Lf-Lv(1), O-Lf(1), Lt-Lt(1), Ld-O(0)	0,30	22	Lv(1), Lt(5), O(10), Ld(2), Lp(1), S(1), O-Lt(2)	0,26
	Hd+Hp		10	O(5), S(2), Ld(1), W(1), O-Lf(1)		11	S(5), O(3), Ld(1), Lf-O(2)	
	C		20	O(8), Lt(6), Lf(1), W(2), Lt-Lf(1), Ld-Lf(1), Lf-Lf(1)	0,26	25	Lt(8), Lf(4), O(8), Lp(1), S(4)	0,29

(continuación)

	Thp	30	O(5), V(2), Lt(8), S(4), W(3), Ld(1), Lf-Lt(1), Lv(1), Lp(1), Lt-O(1), S-Lf(1), Lf-Lf(2)	0,47	28	O(5), S(4), W(7), V(1), Lp(1), Lt(5), Lf(3), Lf-Lf(1), Ld(1)	0,49
	Thd	23	O(10), Ld(1), Lt(5), S(1), Lf(2), W-Lf(1), W(3)	0,33	22	O(5), Lp(3), Lt(6), T(2), W(3), Ld(1), S(1), W-Lp(1)	0,36
	Thp+Thd	4	Lt(1), Lf(1), S(1), W(1)		9	Lt(1), S(3), Ld-O(1), Lp(3), W(1)	
	I+Thd	15	Lp(3), O(8), Lt(3), S(1)				
	I	30	O(9), Ld(8), Lp(7), W(1), Lv-Lv(1), S(3), Lt(1)	0,47	28	O(6), Ld(5), S(1), Lv(2), Ld(5), Lp(3), Lt(3), Lt-O(1), Lf(1), W(1)	0,46
	II	47	O(37), Lt(3), Lf(6), Lp(1)	0,16	46	O(36), Lf(5), Lt(3), W(1), Lp(1)	0,13
	II a				1	Lf(1)	
	III	42	Lv(1), Lf(16), W(11), Lp(9), Ld(2), Lt(1), W-W(1), Lf-Lf(1)	0,77	45	Lp(2), Lf(31), W(9), Lf-Lf(1), Lv(1), Ld(1)	0,75
	IV	43	V(1), Lf(23), S(7), W(9), Lv(3)	0,76	46	S(11), Lt(1), Lf(17), W(10), O(3), W-Lt(1), Lv(1), Ld(2)	0,80
	IV a	4	Lv(1), Lf(2), Lt(1)		7	Lv(1), O(1), Lf(4), Lp(1)	
	2p-4p		2p O(42); 3p O(39), Lp(1); 4p O(40), Ld(1)			2p O(40); 3p O(42); 4p O(42), Lf(1), Lt-Lf(1)	
	P-Th	26	O(24), T(1), Lp(1)		28	O(27), Lf(1)	

Anna De Luca Falconi
Investigador Independiente. Caracas, Venezuela / anna.deluca@sybven.com.

De Luca Falconi, A. (2019). Dermatoglifos de monos capuchinos de Venezuela: Género *Cebus*. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 49-71.

Dermatoglifos de monos capuchinos de Venezuela: Género *Sapajus*

Anna De Luca Falconi

Resumen

En este capítulo se establece el patrón de distribución de patrones de dígitos de manos y pies, palma y planta para *Sapajus apella*, de ejemplares depositados en colecciones en Venezuela (De Luca, 1991). El método tradicional que se sigue es de Midlo y Cummins (1942) que cuantifica la intensidad del patrón (PI), que es estándar y las diferencias a nivel de especies solo se observan si son muy evidentes. Se aplica también otro método que se basa en frecuencias de aparición de los patrones, y se utiliza para determinar patrones por especie y para calcular los índices de asimetría. Se evidenció la variabilidad interindividual, diferencias entre lado izquierdo y derecho, en dígitos de manos y pies, palma y planta. Con este aporte se establecen los patrones presentes en *Sapajus apella* en Venezuela. Sin embargo, el número de ejemplares disponibles fue bajo, y se dificulta la comparación con estudios previos, donde *Sapajus apella* se incluía como una especie del género *Cebus* as *Cebus apella*. Por último, se establece que el método de frecuencia de aparición de patrones con un número mayor de ejemplares permitirá establecer con más precisión el patrón a nivel de especie y/o subespecies, diferencias con otras especies y determinar el patrón para el género *Sapajus.*

Palabras claves: *Sapajus apella*, palma, planta, dígitos, falanges.

Dermatoglyphs of Capuchin Monkeys from Venezuela: Genus *Sapajus*

Abstract

The distribution pattern of digits from the hands and toes, palm and plant of *Sapajus apella* specimens deposited in collections in Venezuela was characterized in this study (De Luca, 1991). The traditional method (Midlo and Cummins, 1942) was used to quantify the intensity pattern (PI). PI is a standard for determining if species-level differences exist in case they are conspicuous. The other method used in this study is based on the frequency of occurrence of the patterns in order to determine asymmetry indexes. Interindividual variability, differences between left and right hand, digits the hands and toes, as well as palm and plant was found. The results from this study are a contribution to characterized the digit distribution patterns present in *Sapajus apella* in Venezuela. Nevertheless, the number of individuals available for his study was low, and it is difficult to compare with previous studies, since *Sapajus apella* was previously included as a species of the genus *Cebus* as *Cebus apella*. Finally, it is proposed after the results found, that if the sample size is expanded, the method of frequency of occurrence of the patterns will be the more precise to detect differences at species and/or subspecies level.

Keywords: *Sapajus apella*, palm, plant, digits, phalanges.

Introducción

Los dermatoglifos son patrones en la naturaleza presente en algunas especies de marsupiales y algunos mamíferos arborícolas y primates, en estos el resultado de las adaptaciones a la locomoción y agarre y están localizados en los dedos, palmas, plantas y en la cola de algunos cébidos. Desde 1864 se inician estudios de la morfología y de los tipos de patrones papilares, evidenciándose que hay variabilidad interindividual, que pueden aportar información para determinar su clasificación taxonómica. Los tres tipos de patrones que se observan son: arco, presilla y torbellino (Midlo y Cummins, 1942) y son términos aún vigentes. Esta clasificación general permite estandarizar el proceso de recopilar la información. Con estudios posteriores de herencia se ha determinado que al igual que otras características, los patrones permanecen a lo largo de toda la vida. A los fines de cuantificar las variaciones, se les asigna valores cuantitativos sobre la base de las proporciones y la tendencia de inclinación de los patrones tipo antes mencionados. En 1926, Cummins y Midlo, definen el término dermatoglifo pero no es hasta 1943 cuando establecen las bases morfológicas vigentes para estudios en dermatoglifos (Cummins y Midlo, 1943).

Estudios de dermatoglifos en primates no humanos son muy pocos, comparados con los de humanos. Meier (1980) hace una revisión de todos los estudios de dermatoglifos en primates, la primera publicación completa es de Midlo y Cummins (1942), quienes estudian el significado taxonómico que pueden tener los dermatoglifos. Algunos de estos planteamientos han sido retomados en trabajos sobre descripciones y análisis que abarcan un amplio rango incluyendo cébidos (Brehme, 1965b, Brehme y Newell-Morris (1981a, b), cercopitecoideos (Brehme, 1967, 1968a, b) y póngidos

(Brehme, 1975; Brehme y Wiersema, 1973; Brehme y Wittman, 1980). Otra importante fuente de información para el momento de realización de este estudio (De Luca, 1991) es Hill (1953-1970) y los trabajos de Newell-Morris (1979), y Newell-Morris y Wienker (1986).

El género *Sapajus* (Lynch *et al.*, 2012) es endémico de las regiones cálidas de América del Sur (figura 1A). Hershkovitz y Hill publicaron las taxonomías de los monos capuchinos en 1949 y 1960, que incluía a todos los taxones de capuchinos robustos en una única especie denominada *Cebus apella,* desde 2001 se retoma el estudio con base en las diferencias genéticas entre monos capuchinos robustos y los capuchinos gráciles (las otras especies de *Cebus*) y se plantea separar los monos robustos de los monos gráciles en dos subgéneros distintos dentro del género *Cebus*, ofreciendo *Sapajus* como el nombre del subgénero de los monos capuchinos robustos. Después de realizar más estudios sobre la morfología y la genética de los monos capuchinos, Lynch Alfaro, Silva, y Rylands propusieron elevar a *Sapajus* a un género separado en el año 2012 (Lynch Alfaro *et al.*, 2012 y Lynch *et al*., 2011), y es como ahora se conocen. De las ocho especies del género *Sapaju*s (figura 1A) que se han reportado hasta la fecha, en Venezuela solo está presente una especie, *Sapajus apella* con dos subespecies, *Sapajus apella apella* y *Sapajus apella margaritae* (figura 1B), esta última está ubicada al norte del país en la Isla de Margarita y está catalogada "En Peligro Crítico" (Ceballos, 2008). En referencias bibliográficas o ejemplares en colecciones *Sapajus apella* puede ser ubicado con su ubicación taxonómica anterior como *Cebus apella* (Bodini y Pérez-Hernández, 1987; Rylands *et al.*, 2008, 2012). Los estudios en dermatoglifos específicos para *Sapajus apella* referidos con descripciones de palma, planta y falanges distales (Midlo y Cummins, 1942; Hill, 1980; Biegert, 1981; Pereira da Silva *et al*., 1972; Pereira da Silva y Petit Maire, 1974) y de especies son los reportados para este estudio (De Luca, 1991).

Materiales y métodos

Este estudio se realiza desde noviembre de 1989 a 1990 (De Luca, 1991). Se analizaron un total de 12 ejemplares (pieles de estudio) del género *Sa-*

pajus apella, distribuidos de la siguiente manera: (4♀ y 8♂). Todos ellos depositados en colecciones científicas del país, un total de ocho del Museo de Biología (MBUCV), tres de la Estación Biológica Rancho Grande (EBRG), y uno del Museo de Historia Natural La Salle (De Luca, 1991). La distribución geográfica de estos ejemplares se reportan en dos estados en Venezuela, en Nueva Esparta (4 localidades, 3♀ y 5♂) y Amazonas (3 localidades, 1♀ y 3♂) (figura 1B).

Observación directa

No se realizó la toma de las impresiones de palmas, plantas o dígitos de los ejemplares de las colecciones analizadas, por el tipo de proceso de preservación y además, en la mayoría de los casos, se observan roturas en algunas regiones. Por estas razones solo se realizó observación directa y con ayuda de lupa y cámara clara siguiendo el método de Midlo y Cummins (1942), de los planes morfológicos de palma y planta (figura 2), y los patrones digitales de mano y pie (falanges proximales, intermedias y distales) para lado izquierdo y derecho. En el plan morfológico de mano y pie se observan elevaciones donde están limitadas las crestas (almohadillas), característica de todos los primates. Los dígitos presentan tres almohadillas (proximal, intermedia y distal) tanto en la mano como en el pie. La palma y la planta (figura 2) presentan seis áreas primarias (cuatro áreas interdigitales I, II, III y IV, las series están numeradas de acuerdo con los intervalos interdigitales), un área hipotenar proximal (Hp) y un área (Th). El área secundaria es el área hipotenar distal (Hd). La planta tiene dos áreas secundarias adicionales, una es el área tenar distal (Thd), y la tenar proximal (THp) es la homóloga de la palma y la otra área es la calcar (C), que es una prolongación del área hipotenar (Midlo & Cummins, 1942). Adjuntas a estas áreas se visualizan dos más pequeñas y no muy frecuentes almohadillas accesorias que están cercanas a las áreas interdigitales II y IV y se designan IIr y IVu en la palma, IIt y IVf en la planta (los números romanos indican la relación con las áreas interdigitales y las iniciales, la dirección anatómica, radial y ulnar, en la palma, y tibial y fibular, en la planta). Por último, hay tres áreas centrales tanto en la palma como en la planta, proximales a las áreas

interdigitales II, III y IV, llamadas respectivamente 2p, 3p y 4p. Proximal a las almohadillas centrales palmares y plantares, hay una depresión, que es el área paratenar (P-Th). Los patrones básicos (figura 2) que se pueden observar y se definen a continuación, son:

I. Arco (A) o campo abierto (O): presencia de crestas paralelas, en línea recta o suavemente curvadas.

II. Vestigio (V): presencia de una interrupción local de la dirección de las crestas, con una dirección diferente a la de la región adyacente o una convergencia entre las crestas.

III. Presilla (L): Las crestas se disponen arqueándose desde uno de los bordes hacia la porción central y se cierra por el mismo borde. Los tipos de presillas se distinguen por las direcciones de sus bordes abiertos con subíndices, la inicial de las palabras de la dirección: distal (d), proximal (p), en las manos, radial (r), ulnar (u), y en los pies, fibular (f) y tibial (t), esta figura se caracteriza por la presencia de un triradio (punto de intersección de las líneas).

IV. Arco tendido (T): el sistema de crestas corren paralelas por encima del triradio, asemeja a una presilla, pero presenta la particularidad de que el triradio ocupa la posición central.

V. Torbellino (W): es una figura circular o elíptica, que se distingue por las crestas que se disponen concéntricamente. Hay presencia de dos o más triradios.

VI. Torbellino de presilla doble (Sv): las presillas generalmente se entrelazan y sus caras presentan direcciones opuestas. Al igual que el torbellino presenta dos triradios.

Se considera tres grados de desarrollo de los patrones que se conocen como presillas (L), torbellinos (W) y torbellinos de presilla doble (Sv). Si el patrón está totalmente desarrollado no se le asigna ninguna caracterización especial. Cuando ocurre lo contrario, se considera el patrón como "degenerado" y si es más imperfecto "vestigial". Cada uno de los patrones antes mencionados puede presentar estas características y se identifican como Lv, Wv y Sv (Midlo y Cummins, 1942).

Método de intensidad del patrón (Pi) (Midlo y Cummins, 1942)

La asignación de un valor cuantitativo que se define como intensidad del patrón (PI) se asigna a cada patrón por cada área. Los valores establecidos por Midlo y Cummins (1942) están en un rango de 1 a 0, en intervalos de 0,2, que van de acuerdo al incremento de complejidad de los patrones (figura 2). El valor máximo para cualquier área es 1. Si dos o más áreas se fusionan se le asigna el valor del área que cubre la mayoría y la otra área se le da un valor de 0,2. Si el patrón ocupa por igual las áreas fusionadas, a cada área se le asigna el valor del patrón. Si dos o más patrones ocupan un área se le asigna la suma de los valores de cada patrón, hasta un máximo de 1. En la palma o en la planta pueden darse dos casos: uno si el patrón en el área hipotenar (H) no se ubica en la parte distal ni la proximal, sino en un nivel intermedio se le asigna el valor de PI al área hipotenar proximal (Hp), en la planta cuando ocurre fusión entre el área tenar distal (Thd) y el área interdigital I se le asigna al área interdigital I y el segundo caso si un solo patrón se extiende en las áreas interdigitales II y III se le asigna al área interdigital III.

En relación con las almohadillas accesorias (IIr y IVu en la palma y IIt y IVf en la planta) y las áreas centrales (2p, 3p, 4p) y paratenar (P-Th) no se les asigna valores de PI. En cuanto al área calcar (C), Midlo y Cummins (1942) no lo incluyen, porque consideran que la presencia de patrones en esta área es irregular, pero aquí se indican como referencia para estudios futuros si se quieren considerar para ver si es relevante para la diferenciación a nivel de género, especie o subespecie.

El valor de intensidad total (TPI) es la sumatoria de los valores medios de PI, se calcula solo en palma y planta. Los valores de TPI varían de acuerdo al número de áreas consideradas, que pueden ser: TPI 6: las 6 áreas primarias (Hp, Th, I-IV en la palma, Hp, Thp, I-IV, en la planta); TPI 7: las 6 áreas primarias más un área secundaria (Hd), tanto en palma como planta; y TPI 9: se considera solo en la planta, las 6 áreas primarias más 3 áreas secundarias (Hd, C, Thd).

Los resultados de TPI se tabulan, para poder establecer comparaciones con los trabajos de referencia a futuro, e incluir como un nuevo aporte de este

estudio al género *Sapajus*, donde el patrón de referencia es el valor de intensidad del patrón que considera siete áreas (TPI 7), para poder establecer comparaciones además entre palma y planta.

Índice de asimetría

Para estimar el grado de asimetría bilateral, en palma y planta se calculan varios índices de asimetría (Midlo y Cummins, 1942) con base en los valores medios de PI y valores de TPI, por lado:

Índice de asimetría: se calcula como un porcentaje (%) en palma y planta por separado, con base en una relación ente el valor de TPI mayor o menor, independientemente del lado al que corresponde. Si el valor que se obtiene es igual a 100, indica que no hay asimetría, si es menor que 100 la asimetría es mayor para el lado izquierdo y si es mayor a 100, para el lado derecho.

$$\frac{\text{TPI mayor (izquierdo o derecho)}}{\text{TPI menor (izquierdo o derecho)}} \times 100$$

Índice de asimetría por miembro (%): para palma y planta por separado, es un porcentaje del valor de TPI (%), para cada lado.
a = lado izquierdo – lado derecho (para cada área)
b = Σ a (para cada lado)

$$\frac{\Sigma\, a}{\text{TPI}} \times 100$$

Índice de asimetría relativa a la palma: establece la relación entre la asimetría bimanual y bipedal total. Se calcula como la suma de las asimetrías de ambos lados, y se divide los de la palma entre los de la planta y el resultado se expresa como una proporción. La unidad indica igual grado de asimetría en palma y planta, si es menor de 1 el grado de asimetría es mayor para la planta y mayor que 1 para la palma.

Frecuencia de aparición de los patrones

Es un método alternativo, que consiste en calcular la frecuencia de aparición de cada patrón por cada área, que a futuro con mayor información y número de ejemplares permita determinar con más precisión similitudes o diferencias entre especies, debido a que con el método tradicional de Midlo y Cummins (1942), podemos tener valores iguales cuando en realidad se refieren patrones diferentes, ya que por presentar el mismo grado de complejidad se les asigna el mismo valor de PI (figura 2).

Resultados

Dígitos

Los valores medios de PI de manos y pies (figura 2A), muestran que valores más altos de PI corresponden a falanges distales, siguen luego las proximales, y por último las intermedias. Para manos no se observan diferencias entre lados izquierdos y derechos en ninguna de las tres falanges y los valores de PI son generalmente más altos en lado izquierdo, con excepción de las falanges intermedias. En los valores medios de PI digitales para los pies, no se observan diferencias entre lados en ninguna de las tres falanges. Los valores más altos se encuentran en falanges distales donde además los valores de lado izquierdo superan al derecho; las curvas de las falanges intermedias de ambos lados, tienen comportamientos parecidos y en falanges proximales hay notables diferencias. Manos y pies presentan generalmente las mismas tendencias en cada falange, y los valores de manos son iguales o más altos que la de los pies. Las mayores diferencias entre valores medios de PI son en falanges proximales dedo II.

En la Tabla 1, se sintetiza la distribución de patrones digitales de mano y pie, de cada lado por falange y por dígito. Se muestran las proporciones, en las cuales cada patrón aparece en cada falange, además se indica el número de ejemplares analizados y los correspondientes valores medios de PI. Se evidencia que solo en dedo I, y falanges proximales tanto de manos como pies y para ambos lados, hay predominio del mismo patrón (A), los demás dedos se caracterizan por presentar patrones diferentes que determinan diferencias tanto entre lados y en manos y pies. En manos solo el dedo III presenta los mismos patrones en ambos lados, variando la frecuencia de aparición. Los dedos I y IV izquierdos y V derecho también presentan los mismos patrones. El dedo II derecho presenta un patrón (W). En los pies solo el dedo I presenta patrones iguales en ambos lados, los demás dedos todos son diferentes. En dedos II y IV izquierdo uno de los patrones (L) no es común para esta área.

Respecto a las falanges intermedias tanto en manos como pies de ambos lados hay predominio de un mismo patrón (A) y la aparición de otros patrones es mayor en manos que pies. En manos, en el lado derecho todos los dedos presentan los mismos patrones, a diferencia del lado izquierdo, donde todos los dedos son diferentes y el dedo II presenta un solo patrón. Los dedos II y V de la mano izquierda se caracterizan por la presencia de un patrón (T), y los dedos IV y V izquierdos presentan en común uno de los patrones (Lv). En pies, solo el dedo III presenta patrones iguales en ambos lados, el dedo IV izquierdo se caracteriza por la presencia de un solo patrón (A), y en los dedos II y IV derechos son iguales. Comparando manos y pies, el lado derecho es menos variable que el izquierdo. El dedo III izquierdo de mano y el dedo IV izquierdo del pie se caracterizan por la presencia de un solo tipo de patrón (A). Por último, en las falanges distales tanto en manos como pies hay predominio de un patrón (Wv), con excepción del dedo V donde para ambos pies predomina el patrón Sv.

En manos, todos los dedos difieren en el número de patrones presentes. Los dedos I derecho y IV izquierdo se caracterizan por la presencia de un solo patrón (Wv). Los dedos II y V izquierdo, IV y V derechos presentan un tipo de patrón (W). En pies, con excepción de los dedos II, todos presentan los mismos patrones en ambos lados. Las diferencias entre lado

izquierdo y derecho, es por la presencia de un patrón específico (W), en los dedos II y IV derechos y IV izquierdo.

Comparando manos y pies, la mayor variación en las frecuencias de aparición de los patrones es en pies. Los dedos II derecho y III izquierdo de manos presentan patrones iguales a los dedos II izquierdo del pie y I, III y V de ambos lados de pies. Igual para los dedos V izquierdo de mano y IV de ambos pies.

Palma y planta

En todas las áreas de las palmas (figura 2B), se presentan los mismos valores en ambos lados, con excepción del área interdigital IV. Por el contrario, en plantas (figura 2B), los valores son iguales solo en las áreas hipotenar proximal (Hp) e interdigital I.

Los cálculos de índices de asimetría indican que la asimetría en palma es 102,05 y planta 108,43, donde se observa así que es ligeramente mayor en las plantas. En el índice de asimetría por miembro (%), para palma izquierda el valor es 2,21 y derecha 0,21, y los valores mayores indican que es el lado izquierdo. Los valores de asimetría por miembro (%) para planta izquierda son 7,53 y derecha 20,27, que evidencia que las diferencias entre lados es muy marcada y la asimetría es mayor para el lado derecho. El valor de asimetría relativa palma es 0,09, que es menor de 1 lo que indica mayor asimetría en la planta.

Si se calcula las proporciones en las cuales aparece cada patrón en palmas y plantas (Tabla 1), del número de ejemplares analizados y los correspondientes valores medios de PI. En las palmas entre lados izquierdos y derechos, el área que presenta mayores variaciones es la hipotenar distal (Hd). Predomina el mismo patrón, por cada área en ambos lados. El patrón (O) que predomina para área tenar (Th), es diferente al de áreas hipotenares (Hd y Hp) y áreas interdigitales. El área interdigital II, en ambos lados se caracteriza por la presencia de un solo patrón. Los valores medios de PI para plantas indican que áreas interdigitales II, III y IV presentan los mismos patrones en ambos lados y predomina (L) en la mayoría de las áreas, con excepción de las áreas hipotenar distal izquierda (Hd), interdigitales I izquierda y II en ambos lados donde domina el patrón (O).

Discusión y conclusiones

En falanges proximales y distales de mano y pie (figura 2A) predominan patrones intermedios (Lv, Wv, Sv), con excepción de las falanges proximales del dedo I, donde al igual que en falanges intermedias predominan patrones simples (A, V). En falanges proximales los valores medios de PI son similares a los de falanges distales debido a la presencia de dos patrones en una misma área (2p), con excepción del dedo I en manos y pies. En falanges intermedias hay mayor complejidad en manos por la presencia de dos patrones en una misma área (2p). De todo lo expuesto hasta el momento, se evidencia que los valores medios de PI muestran la tendencia general de los patrones que predominan en cada área de mano y pie indicando los diferentes grados de complejidad en cada una de ellas.

En vista de lo referido se deduce que en falanges proximales, predomina un patrón simple, arco (A) solo en dedo I de manos y pies de ambos lados, los demás dedos se caracterizan por predominio de diferentes patrones intermedios (Lv, Wv, Sv, 2p), además con diferencias entre lados, manos y pies. Igualmente, la frecuencia de aparición de dos patrones (2p) es muy alta, para las manos especialmente. Las manos presentan los mismos patrones, en dedo V derecho, en pies en dedo III izquierdo, pero en ambos casos predominan patrones diferentes.

En relación a falanges intermedias, tanto en manos como pies, de ambos lados hay predominio de un mismo patrón simple, arco (A). La aparición de patrones intermedios corresponde a presillas vestigiales (Lv), la presencia de los otros dos patrones intermedios (Wv, Sv) se presenta como combinaciones (2p) más en manos que en pies.

En falanges distales, predominan dos tipos de patrones intermedios (Wv, Sv). Si se comparan las tres falanges entre sí, se ve una mayor uniformidad en falanges intermedias y distales en las cuales predomina un solo patrón y una mayor complejidad en falanges proximales.

Si se analizan los patrones palmares y plantares (figura 2B) según los valores medios de PI los patrones que predominan indican el grado de complejidad en palmas y plantas cuando los valores medios de PI se ubican entre los valores de 0,4-0,6, considerando que ellos corresponden a

patrones intermedios. Esto indica que en todos los casos, en las áreas donde se presentan estos valores se encuentran tanto patrones simples como complejos o áreas fusionadas dando el valor medio de PI calculado un grado de complejidad intermedio.

En palmas y plantas predominan patrones diferentes de acuerdo a las áreas que se consideran: en las áreas hipotenares (Hd y Hp) predominan patrones intermedios, en el área tenar (Th) en palma predominan patrones simples, y en plantas patrones intermedios. En el área calcar (C) que está presente solo en las plantas, predominan patrones simples y, por último, predominan patrones complejos en las cuatro áreas interdigitales de palmas y en áreas III y IV de plantas, en área interdigital I predominan patrones intermedios y en la II patrones simples. Estas diferencias entre palma y planta, indica que cada área debe realizar una función diferente tanto en la locomoción como en la manipulación.

Los valores medios de PI palmares y plantares por lado evidencian que estas presentan el mismo grado de diversidad de patrones en todas las áreas. Las diferencias entre lados solo es en las plantas, donde en área hipotenar distal (Hd) izquierdo predominan patrones simples y en el derecho patrones intermedios y en área interdigital II, predominio de patrones intermedios en el lado izquierdo y simples en el derecho.

Si se comparan los valores medios de PI palmares y plantares. En palmas las mayores diferencias se observan en las áreas Hd, Hp y Th mientras que no hay mayores diferencias en áreas interdigitales I, II, III y IV. A diferencia de plantas donde solo se asemejan las áreas Hd y área interdigital I.

Si se analizan los diferentes índices de simetría calculados, el valor mayor a 100 indica que, tomando en cuenta todas las áreas la asimetría es mayor en el lado derecho pero poca por ser un valor muy cercano a 100. En plantas al contrario el valor del índice de asimetría es más alto de 100 y la asimetría es mayor así en lado derecho. El índice de asimetría por miembro (%) de palmas y comparando ambos lados demuestra que el grado de asimetría es mayor para el lado izquierdo. En plantas el grado de asimetría prevalece en lado derecho. Con respecto al índice de asimetría relativa a la palma es mayor para la planta. Además los índices se calculan con base en los valores medios de PI y TPI, por lo cual el grado de complejidad

intermedio indica la presencia tanto de patrones simples como complejos o áreas fusionadas. Esto puede introducir modificaciones en los valores de los índices calculados, variaciones que se hacen más evidentes cuando el número de ejemplares es muy bajo.

Los valores de frecuencia de aparición de cada patrón, en palmas y plantas (Tabla 1), en áreas hipotenares (Hd y Hd) y las cuatro áreas interdigitales de palmas indican que predominan patrones complejos y en área tenar (Th) patrones simples. En las áreas hipotenar proximal (Hp), tenares (Th) patrones simples. En las áreas hipotenar proximal (Hp), tenares (Thp y Thd) e interdigitales III y IV de plantas predominan patrones complejos y en áreas interdigitales I y II patrones simples. La presencia de dos patrones en una misma área (2p) está ausente en las palmas y es ocasional en las plantas. Un patrón complejo, arco tendido (T), solo está presente en el área hipotenar distal (Hd) derecha.

Se reportan los patrones digitales de manos y pies de *Sapajus apella* solo para ejemplares de colecciones científicas en Venezuela (De Luca, 1991). Por otra parte, aunque *Sapajus apella* se reporta en otros estudios como *Cebus apella*, no es posible comparar estos datos, ya que los mismos se consideraron en conjunto con otras especies de *Cebus* para describir los patrones palmares y plantares para el género *Cebus*.

Los datos que se presentan reportan los patrones de *Sapajus apella* para Venezuela (De Luca, 1991), en estudios futuros con un número de ejemplares representativos de todas las especies y subespecies se podrán *establecer* los tipos de patrones de dígitos, palma y planta que definen al género *Sapajus*.

Agradecimientos

A Dios, papá y mamá, Magdalena y Tomás, Clorinda y Giacomo, Tomás Eduardo y Celia, Rosanna, Gabriel, Anagabriela, Eduardo y Sebastián. A los encargados de las colecciones: Róger Pérez-Hernández (MBUCV), Francisco Bisbal (EBRG) y a Daniel Lew (MHNLS). A los que aportaron información y bibliografía, Alfredo Paolillo, Rudolf Dietrich, Warren Kinzey, profesoras y personal del Departamento de Antropología Física de

la Universidad Central de Venezuela. Por su paciencia y apoyo durante el desarrollo de estas investigaciones en sus diferentes etapas, a Franco Alibrandi, Xabier Elguezabal, Carmen Ferreira, Hedelvy Guada y especialmente a Jesús Oyalbis†, así como a mi muy querida y por siempre tutora Roberta Bodini, y su iniciativa para motivarme a trabajar en esta línea de investigación.

Referencias

BIEGERT, J. (1981). "Volarhaut der hände und füsse". *Primatología,* 2: 1-326.

BODINI, R. y Pérez-Hernández, R. (1987). "Distribution of the species and subespecies of cebids in Venezuela". *Studies in neotropical mammalogy* (B. D. Patterson y R. M. Timm, eds.). Field Museum of Natural History. *Fieldiana Zoology New Series*, 39: 231-244.

BREHME, H. (1965a). "Uber das variabilitat des hautleistensystem der palma und planta von *Chiropotes satanas* (Satansaffee)". *Zeitschrift Für Morphologie und Anthropologie,* 56: 206-216.

———— (1965b). "Uber das hautleistensystem der palma und planta von *Nasalis larvatus"*. *Homo* (Suppl.): 244-248.

———— (1967). "Untersuchungen am hautleistensystem der palma und planta von *Colobus polykomos*, *Colobus badius*, *Colobus verus* und *Nasalis larvatus"*. *Folia Primatologica,* 6: 243-283.

———— (1968a). "Zur variabilitat des hautleistensystems der meerkatzen (*Cercopithecus*) und des husarenaffen (*Erythrocebus patas*)". *Folia Primatologica,* 9: 4-67.

———— (1968b). "Uber das hautleistensystem der palma und planta einiger seltener schankaffen (*Presbytis* und *Pygthrix*)". *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien*, *Vienna*, 98: 1-14.

———— (1975). "Epidermal patterns of the hands and feet of the pygmy chimpanzee (*Pan Paniscus)"*. *American Journal of Physical Anthropology,* 42: 255-262.

BREHME, H. y Newell-Morris, L. (1981a). "Untersuchungen am hautleistensystem der primate-palma und planta: *Lagothrix* und *Ateles* (Cebidae)". *Zeitschrift Für Morphologie und Anthropologie,* 72: 283-313.

———— y Newell-Morris, L. (1981b). "Untersuchungen am hautleistensystem der palma und planta der mittel-und sudamerikaniscen brullaffen (*Alouatta*)". *Folia Primatologica,* 36: 277-309.

BREHME, H. y Wiersema, H. D. (1973). "Finger-und zehenbeerenmuster von pongiden". *Folia Primatologica*, 20: 391-409.

BREHME, H. y Wittman, W. (1980). "On palmar and plantar pattern variability of the two baboon genera *Papio* and *Theropithecus"*. *Anthropolgischer Anzeiger,* 38: 35-68.

CEBALLOS, N. (2008). "*Cebus apella ssp. margaritae"*. En: IUCN "Red list of threatened species".Versión 2014.2. <www.iucnredlist.org>. (Consulta: 30 de septiembre 2014).

CUMMINS, H. y Midlo, C. (1943). *Fingerprints, palms and soles. An introduction to dermatoglyphics.* The Blakiston Company, Nueva York.

DE LUCA, F. A. (1991). *Estudio de los dermatoglifos para el género* Cebus *de Venezuela.* Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 105 pp.

HILL, W. C. O. (1953-1970). *Primates comparative anatomy and taxonomy*. (John Wiley and Sons, eds.). Nueva York (II, IV, V, VI).

HHMB (2013) [CC BY-SA 3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], vía Wikimedia Commons from Wikimedia Commons https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ASapajus_range_Silva_Lynch_Ruiz-Garc%C3%ADa.png (Consulta: 10 de junio 2015).

———— (2013) [CC BY-SA 3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], vía Wikimedia Commons from Wikimedia Commons https://commons.wikimedia.org/ wiki/File%3ASapajus_ apella.png (Consulta: 10 de junio 2015).

LYNCH ALFARO, J. W. *et al.* (2012). "Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys". *Journal of Biogeography*, 39 (2): 272-288.

LYNCH ALFARO, J. W., Silva, J. S. Jr. y Rylands, A. B. (2012). "How different are robust and gracile capuchin monkeys? An argument for the use of *Sapajus* and *Cebus"*. *American Journal of Primatology*, 74 (4): 273-286.

MEIER, R. J. (1980). "Anthropological dermatoglyphics: A review". *Yearbook of Physical Anthropology,* 23: 147-178.

MIDLO, C. y Cummins, H. (1942). "Palmar and plantar dermatoglyphics in primates". *The American Anatomical Memoirs*, 20: 198 pp.

NEWELL-MORRIS, L. y Wienker, T. (1986). "Dermatoglyphics patterns and pattern intensities of *Callicebus* (Primates: Cebidae): description and comparison of three species". *Folia Primatologica,* 46:15-27.

PEREIRA DA SILVA, M. A.; Petit-Maire, N. y Rakotosamimanana, B. R. (1972). "Contribution a létude des dermatoglyphes palmaires et plantaires des genres *Cebus*, *Alouatta* et *Ateles*". *Mammalia,* 36(2): 279-291.

———— (1974). "Symmetry and asymmetry in fingerprints of three genera of South American monkeys in relation to morphological evolutionary problems". *Journal of Human Evolution,* 3: 283-289.

Figuras y tabla

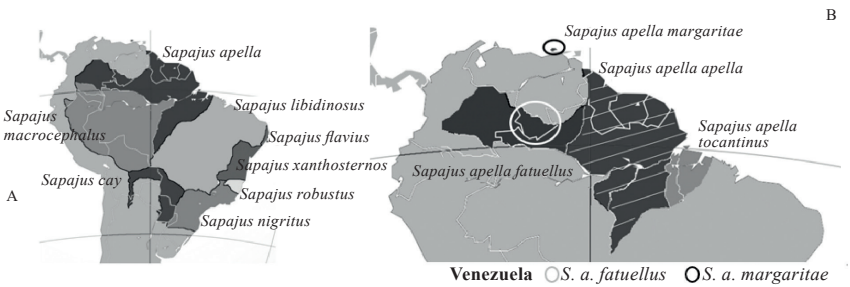
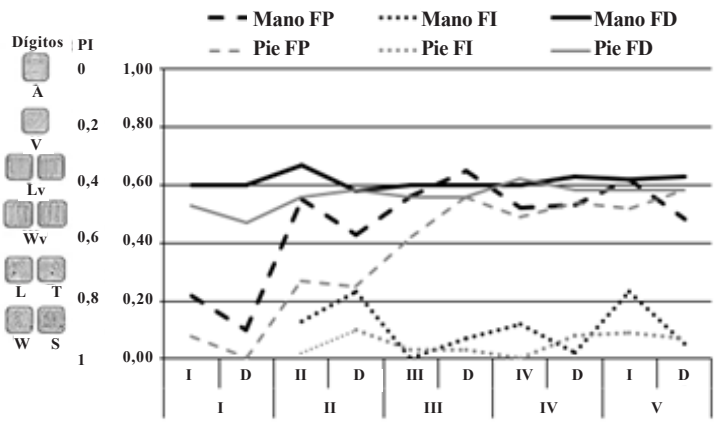


Figura 1. Distribución de las especies del género *Sapajus* (A) y de las subespecies de *S. apella* (B) (modificado de Hhmb, 2013).

A. Dígitos: M: mano, P: Pie, FP: falange proximal, FI: falange intermedia, FD: falange distal



B. Palma y Planta

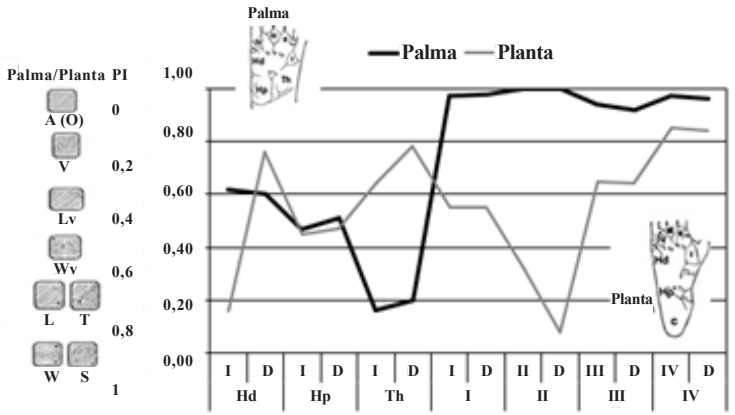


Figura 2. Plan morfológico de dermatoglifos y los valores medios de PI de dígitos de mano y pie (A), por falange, palma y planta (B) por lado de *Sapajus apella* en Venezuela. M: mano, P: Pie, FP: falange proximal, FI: falange intermedia, FD: falange distal (Tomado de: De Luca, 1991).

Tabla 1. Distribución de los patrones digitales de dígitos de manos y pies (dígitos), palma y planta por lado de *Sapajus apella* para Venezuela (De Luca, 1991).

				Lado izquierdo			Lado derecho	
Áreas			**No.**	**Patrones**	**PI**	**No.**	**Patrones**	**PI**
Mano	**FP**	**I**	10	A(5), Lv(1), Lvr(1), Sv(1), A-Lvr(2)	0,18	10	A(8), Sv(1), Lvr-A(1)	0,08
		II	12	A(3), Lvr(1), Wv(1), A-Lvr(2), Wv-Wv(2), Lvu-Lvu(1), Lvr-Wv(2)	0,55	12	A(3), Lvr(2), Lvu(1), Sv(4), Wv(1), W(1)	0,43
		III	11	A(2), Lvu(1), Sv(2), Wv(2), Lvu-Wv(1), Wv-Wv(1), Lv-Lr(1), Lvr-A(1)	0,52	11	A(1), Lvr(1), Sv(1), Wv(1), Lvu-Wv(1), Lvr-Wv(1), Wv-Wv(2), Lvu-A(1), Lvr-A(1), Lvr-Lv(1)	0,60
		IV	12	A(3), Lvr(2), Sv(3), Lu(1), Lvr-Lvr(1), Wv-Lvu(1), Lvr-Wv(1)	0,52	12	A(2), Lv(1), Lvr(2), Wv(1), Sv(3), Lu(1), Lvu-Wv(2)	0,53
		V	12	A(1), Lvr(1), Lvu(2), W(1), A-Lvu(1), Lvu-Lvr(2), Sv-Lvu(1), A-Wv(1), Wv-V(1), Lvu-Lvu(1)	0,62	12	A(2), Lvu(1), Sv(1), A-Lvr(2), A-Lvu(3), Lvu-Lvr(1), Wv-Wv(2)	0,48
	FI	**II**	12	A(10), T(1), Lvu-Lvr(1)	0,13	12	A(7), A-Lvr(1), Lvu-A(1), Lvu-Lvr(1), A-Wv(1), V-Lvu(1)	0,23
		III	11	A(11)	0,00	12	A(10), A-V(1), V-Lvu(1)	0,07
		IV	12	A(10), Lvr(1), Lv-Wv(1)	0,12	12	A(11), V-A(1)	0,02
		V	12	A(7), Lv(1), Lvr(1), T(1), Lvr-Lvu(1), A-Lvu(1)	0,23	12	A(10), V(2)	0,05
	FD	**I**	11	Sv(1), Wv(10)	0,55	10	Wv(10)	0,50
		II	12	Wv(10), W(1), Wv-Lv(1)	0,67	12	Lv(1), Sv(3), Wv(8)	0,58
		III	12	Lv(1), Sv(1), Wv(10)	0,58	12	Sv(1), Wv(11)	0,60
		IV	12	Wv(12)	0,60	12	Sv(2), Wv(9), W(1)	0,63
		V	11	Lv(1), Sv(2), Wv(7), W(1)	0,57	12	Sv(2), Wv(9), W(1)	0,63

(continuación)

Pie	**FP**	**I**	10	A(8), Lvf(2)	0,07	9	A(8), Lvt(1)	0,03
		II	11	A(5), V(1), Lvt(1), Sv(1), Wv(1), Lt(1), Lvf-A(1)	0,25	11	A(5), Lvt(4), A-Lvt(1), Lvt-Lvt(1)	0,23
		III	10	A(3), Lvt(2), Sv(3), Wv(1), Wv-Lvf(1)	0,35	11	Lv(2), Lvt(3), Sv(4), T(1), Lv-Wv(1)	0,52
		IV	11	A(1), V(1), Lv(2), Lvt(2), Sv(2), Wv(1), Wv-Lv(1), Lvt-Lvf(1)	0,45	10	A(2), Lvt(1), Sv(3), A-V(1), Sv-Lvf(1), Wv-Wv(1), Wv-Lv(1)	0,45
		V	12	A(2), V(1), Lvt(1), Lvf(2), Sv(1), A-Lvf(1), Lvt-Wv(1), Wv-Wv(1), Lvf-Lvf(1), Lvf-Wv(1)	0,52	11	V(1), Lvt(1), Lvf(2), Sv(1), T(1), Lvf-Lvf(3), Lvf-Lvt(1), Lvf-A(1)	0,53
	FI	**II**	11	A(10), V(1)	0,02	12	A(9), A-Lvt(1), Lvt-A(2)	0,10
		III	12	A(11), Lvf(1)	0,03	12	A(11), Lv(1)	0,03
		IV	10	A(10)	0,00	10	A(8), A-Lvt(2)	0,07
		V	11	A(8), V(1), Lvt(1), A-Lvf(1)	0,08	11	A(9), Lvt(1), A-Lvt(1)	0,07
Pie	**FD**	**I**	9	Lv(2), Lvt(1), Sv(5), Wv(1)	0,40	11	Lv(1), Lvt(5), Lvf(1), Sv(3), Wv(1)	0,43
		II	11	Lv(2), Sv(3), Wv(6)	0,52	12	Lv(1), Sv(1), Wv(9), W(1)	0,58
		III	11	Lv(2), Sv(2), Wv(7)	0,52	11	Lv(2), Sv(2), Wv(7)	0,52
		IV	10	Lv(1), Sv(4), Wv(4), W(1)	0,52	10	Lvf(1), Sv(2), Wv(6), W(1)	0,48
		V	11	Lv(1), Sv(6), Wv(4)	0,53	11	Lvf(1), Sv(6), Wv(4)	0,53
Palma	**Hd**		5	O(3), Lp(1), Lu(1)	0,63	5	V(1), Lp(1), Lr(2), Lu(1)	0,62
	Hp		5	Ld(1), Lu(3), S(1)	0,47	5	Lu(3), W(2)	0,47
	Hd+Hp		7	Lu(5), S(2)		6	Lu(6)	
	Th		2	O(2)	0,15	3	O(2), V(1)	0,15
	I+Th		9	Lv(1), Lu(1), S(4), W(3)		8	S(3), W(5)	
		I	2	W(2)	0,97	4	Ld(1), S(1), W(2)	0,98
		II	12	W(12)	1,00	12	W(12)	1,00
		III	10	Ld(3), S(1), W(6)	0,78	10	Ld(4), W(6)	0,77
		IV	12	Lu(2), W(10)	0,97	11	Lr(1), T(1), W(9)	0,88
	2p-4p			2p O(7); 3p O(4), Lp(1), Lp-Lp(1); 4p O(8)			2p O(9); 3p O(4), Lp(5); 4p O(8)	
	P-Th		9	O(7), Lp(2)		9	O(7), Lp(2)	

(continuación)

Planta	**Hd**		6	O(5), Lt(1)	0,15	9	V(1), Lt(2), Lf(4), T(1), W(1)	0,63
	Hp		6	O(1), Ld(4), Lt(1)	0,42	8	O(3), Ld(1), Lt(3), Lt-O(1)	0,43
	Hd+Hp		5	O(4), S(1)		2	O(1), Lt(1)	
	C		9	O(6), V(1), Lp(1), Lf(1)	0,15	8	O(4), Lp(1), Lt(2), Lf(1)	0,27
	Thp		9	O(2), Lv(1), Lf(3), W(3)	0,48	11	O(1), Lp(1), Lf(5), W(3), Lt-O(1)	0,72
	Thd		4	Lt(2), Lf(2)	0,38	4	O(1), Lt(1), Lf(1), S(1)	0,33
	I+Thd		7	O(2), Ld(4), S(1)		7	O(2), Ld(3), Lt(1), S(1)	0,50
		I	4	O(2), Ld(1), W(1)	0,50	4	O(2), Ld(1), S(1)	0,07
		II	10	O(6), Ld(1), Lf(3)	0,27	10	O(9), Lf(1)	
		II a				1	O(1)	
		III	12	O(3), Ld(4), Lt(1), Lf(1), W(3)	0,65	8	O(2), Ld(1), Lp(3), Lf(1), W(1)	0,48
		IV	12	V(1), Lf(5), S(1), W(5)	0,85	11	V(1), Ld(1), Lf(4), S(2), W(3)	0,77
		IV a	2	Lt(1), W(1)		4	Lt(3), W(1)	
	2p-4p			2p O(9); 3p O(9); 4p O(9)			2p O(9); 3p O(8); 4p O(8), Lp-Lp(1)	
	P-Th		9	O(9)		7	O(7)	

Anna De Luca Falconi
Investigador Independiente. Caracas, Venezuela / anna.deluca@sybven.com.

De Luca Falconi, A. (2019). Dermatoglifos de monos capuchinos de Venezuela: Género *Sapajus*. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 73-94.

Citogenética de primates del territorio venezolano

Marisol Aguilera M.
Tatiana Caldera-Andara

Resumen

La citogenética contribuye al esclarecimiento de los procesos evolutivos y a la definición de las especies; en consecuencia resulta una herramienta útil para la conservación de especies. Este estudio se realizó mediante el análisis de la bibliografía existente sobre la cariología de las 16 especies de primates presentes en Venezuela. Se encontró que tres de ellas no han sido estudiadas cromosómicamente (*Ateles belzebuth*, *Cacajao hosomi* y *Chiropotes chiropotes*) y solo cuatro cuentan con estudios que involucraron individuos colectados en el territorio venezolano (*Alouatta arctoidea*, *C. olivaceus, Cebus* (*Sapajus*) *apella* y *Callicebus lugens*). La data recolectada permite señalar que los números de los complementos diploide (2*n*) oscilan entre los 16 (*Callicebus lugens*) y 58 (*Aotus lemurinus*) cromosomas, siendo el primero el menor complemento cromosómico reportado para el orden Primates. Los cambios cromosómicos detectados son inversiones pericéntricas, en *Alouatta seniculus* y *Saimiri sciureus,* translocaciones, en *Alouatta macconnelli* y *Cacajao melanocephalus*, y cambios robertsonianos en *Aotus lemurinus, Aotus trivirgatus* y *Callicebus lugens*. El género *Alouatta* presenta la mayor variabilidad cromosómica entre los platirhinos, con la presencia de cromosomas supernumerarios y sistemas múltiples de cromosomas sexuales. En la discusión se destacan los aspectos evolutivos evidenciados a partir de las características cariológicas de estos primates.

Palabras claves: Cromosomas, especiación, reordenamientos cromosómicos, primates de Venezuela.

Cytogenetics of Primates of the Venezuelan Territory

Abstract

Cytogenetics contributes to the understanding of evolutionary processes and species definition; therefore a useful tool for the conservation of species. In this study, we conducted the search and analysis of the literature on karyology of the 16 primate species from Venezuela. It was found that three of them have not been studied chromosomally (*Ateles belzebuth*, *Cacajao hosomi* and *Chiropotes chiropotes*) and only four have studies involving individuals collected in Venezuela (*Alouatta arctoidea*, *Cebus* (*Sapajus*) *apella*, *C. olivaceus* and *Callicebus lugens*). From collected data can be noted that the range of numbers diploid (2*n*) varied from 16 (*Callicebus lugens*) to 58 (*Aotus lemurinus*) chromosomes, being the first with the lowest chromosomic complement in the Primates order. Detected chromosomal changes were pericentric inversions as observed in *Alouatta seniculus* and *Saimiri sciureus*; translocations as observed in *Alouatta macconnelli* and *Cacajao melanocephalus*. Also, some Robertsonians changes are found for *Aotus lemurinus*, *Aotus trivirgatus* and *Callicebus lugens*. The genus *Alouatta* shows the greatest chromosome variability within platyrhines; with presence of supernumerary chromosomes, and multiple systems of sex chromosomes. Evolutionary aspects of these chromosomal results are discussed for Venezuelan primates.

Keywords: Chromosome, speciation, chromosomal rearregement, Venezuelan monkeys.

Introducción

Los cromosomas son unidades discretas de organización del ADN y el conjunto de ellos se conoce como el cariotipo de una especie, siendo un atributo especie-específico que se expresa por el número y la forma de los cromosomas (Reig, 1979). El número (2*n*) puede variar en una determinada especie por presencia de cromosomas supernumerarios, por poliploidía, fisiones o fusiones de cromosomas o por hibridación de cariotipos polimórficos. La forma de los cromosomas, acrocéntricos (A), metacéntricos (M) y/o submetacéntricos (Sm) define el número fundamental (NF) que da cuenta de los brazos presentes en los cromosomas autosómicos. El conocimiento de la estructura, la función y el comportamiento de los cromosomas (citogenética) permite definir especies y procesos evolutivos que involucran cambios cromosómicos (Pérez-Zapata y Aguilera, 1985).

En los últimos 25 años del siglo XX fueron desarrolladas y puestas en práctica las técnicas de bandeo cromosómico permitiendo una revolución en la citogenética (Bradbury *et al.*, 1981; Sumner, 1994). Cada banda cromosómica manifiesta un segmento de cromatina que es relativamente homogénea, con características tanto estructurales como funcionales perfectamente distinguibles y es en estas manifestaciones donde radica el poder de las técnicas de bandeo, porque permiten evidenciar los reordenamientos cromosómicos que pudieran diferenciar cariológicamente a los organismos (Macgregor y Varley, 1983; Imai, 1993; Bickmore y Craig, 1997).

Las herramientas citogenéticas, clásicas y moleculares, tienen un alto potencial para la resolución de incógnitas tanto filogenéticas como evolutivas y pone a prueba la hipótesis de especiación cromosómica, la cual ha sido evidenciada en diferentes grupos de mamíferos, incluyendo a los

primates (Reig, 1979; King, 1993; Dumas y Sineo, 2006). En este último grupo, se ha señalado un alto nivel de homología cromosómica entre los primates del Viejo y Nuevo Mundo, y se ha propuesto que la radiación de estos últimos ocurrió a partir de un cariotipo ancestral caracterizado por un complemento diploide de 54 cromosomas (Dumas y Sineo, 2006).

La presencia de las especies en la naturaleza es producto de complejos procesos evolutivos que han sido interpretados mediante diferentes modelos de especiación (White, 1968, 1978; Reig, 1983; King, 1993). Específicamente, White (1968) propuso el modelo de especiación estasipátrida originada por cambios estructurales de los cromosomas en individuos de una población que se fijan en estado homocigoto, por heterosis negativa, luego se expanden en el área de distribución y al entrar en contacto individuos portadores de la nueva configuración cromosómica con aquellos que mantienen el cariotipo ancestral se produce semiesterilidad híbrida que favorece el desarrollo de mecanismos de aislamiento reproductivo por incompatibilidad cromosómica.

El presente trabajo tiene como objeto ofrecer información del conocimiento existente sobre los cromosomas de las 16 especies de primates que se distribuyen en el territorio venezolano de acuerdo a Sánchez y Lew (2012).

Materiales y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica sobre la citogenética de las 16 especies de primates que se distribuyen en el territorio venezolano de acuerdo a Sánchez y Lew (2012).

De unas 75 publicaciones revisadas, seis de ellas fueron realizadas con individuos de Venezuela, en el período comprendido entre 1995 y 2005, y las restantes con individuos procedentes de otras latitudes, en el período comprendido entre 1969 y 2011.

Resultados

A continuación presentamos los resultados obtenidos en la búsqueda sistemática de la información citogenética sobre las especies de primates de Venezuela (Tabla 1), tomando fundamentalmente en consideración la data reportada para regiones aledañas al territorio venezolano.

Familia Aotidae

Aotus lemurinus

Para esta especie se ha reportado un 2*n*= 58, de individuos provenientes de Colombia, por parte de Torres *et al.* (1998) y Defler *et al.* (2001), compuesto en su mayoría por cromosomas de tipo A, el cromosoma X es tipo M y de tamaño grande. Sin embargo, en el primer trabajo se hace referencia a la existencia de un complemento cromosómico de menor tamaño (2*n*= 50) y posteriormente Defler (2010) señala la presencia de 2*n*= 52, 53, 55 y 56 en algunas de sus subespecies; esta evidencia conjuntamente con diferencias morfológicas le permite señalar que es necesaria la revisión cariológica para determinar la extensión del aislamiento reproductivo de las poblaciones estudiadas. El NF es 76 (Defler *et al.*, 2001) y es el mismo para las subespecies estudiadas, este hecho hace presumir la presencia de cambios robertsonianos de tipo fusión. Se ha sugerido que los números diploides más elevados (2*n*= 58) representan el estado primitivo del género (Defler *et al.*, 2001; Defler, 2010).

Torres (1998) propuso una nomenclatura para los cariomorfos del género *Aotus* considerando los bandeos cromosómicos Q, G, R, y C; esto permitió señalar la existencia de seis cariomorfos al norte del Río Amazonas. Posteriormente Defler *et al.* (2001) también determinaron bandas Q, G, C y Ag-NOR, cuyo análisis permitió confirmar fusiones cromosómicas en la evolución del género y señalar que *Aotus hershkovitzi* (hoy *A. lemurinus lemurinus*) porta el cariotipo más similar al ancestral porque contiene al menos un cromosoma acrocéntrico, el cual participa en al menos dos reorganizaciones cromosómicas en especies diferentes.

Aotus trivirgatus

A fines de la década de los sesenta Egozcue (citado por Koiffman y Saldanha, 1974) reportó un cariotipo para la especie de *Aotus trivirgatus*, hoy conocido como *Aotus trivirgatus*, igual a 2*n*= 54 cromosomas, mientras que Koiffman y Saldanha (1974) señalaron que el cariotipo de individuos de Brasil poseía un cariotipo de 2*n*= 52. Esta discrepancia encontrada en los complementos cromosómicos fue explicada por la ocurrencia de una

fusión de dos cromosomas A (del cariotipo 54 al 52). Posteriormente Santos-Mello y Thiago de Mello (1986) refieren para individuos de Manaos (Brasil) un cariotipo de 2*n*= 51 y 52.

Ardito (1974), basándose en publicaciones de los años 1961 al 1974, reporta para *A. trivirgatus* un complemento cromosómico de 2*n*= 49 al 54. Posteriormente Reumer y Boer (1980) señalan la existencia de un complemento diploide más amplio que va desde 2*n*= 46 a 56 cromosomas en esta especie, señalando además que el cariotipo estándar es de 2*n*=56 y que la variabilidad en el número cromosómico es atribuible a diferentes fusiones (hasta once). Adicionalmente reportan que la subespecie *A. trivirgatus trivirgatus* de Bolivia posee 2*n*= 50 (hembras) y 49 (machos).

Los números cromosómicos más bajos reportados para la especie son de individuos del Perú con 2*n*= 46, 47 y 48 (Ma *et al*., 1981, 1985). Para estos cariotipos también se determinaron las bandas G las cuales evidenciaron fusiones (o fisiones) cromosómicas.

En reciente publicación sobre el cariotipo de un *Aotus* sp.; a partir de individuos del territorio venezolano (Parque Zoológico y Botánico Barinas), se reporta un 2*n*= 50 conformado por 12 pares M y Sm así como 12 pares A, con NF= 72, el cromosoma X es M y el Y es tipo A. También se reportan las bandas G y C para los cromosomas de este primate (Ruiz-Herrera *et al.* 2005). Esta estructura se corresponde al cariomorfo KM9 reportado por Torres *et al.* (1998), de individuos de Colombia. Dada la variabilidad de los complementos cromosómicos de ambas especies de *Aotus* presentes en Venezuela, no fue posible discernir a cuál especie pertenece este individuo analizado por Ruiz-Herrera *et al.* (2005).

Familia Atelidae

Alouatta arctoidea

En este género se ha señalado una alta variabilidad cromosómica presumiblemente como resultado de una rápida evolución (Stanyon *et al.*, 1995). La especie *Alouatta arctoidea* ha sido recientemente reconocida por Urbani *et al.* (2008) y señalada como endémica de Venezuela (Sánchez y Lew, 2012)

y en un estudio realizado con individuos de esta especie (reportada por los autores como *A. seniculus arctoidea*), provenientes de los llanos venezolanos se obtuvo un cariotipo base de 2*n*= 40, adicionalmente se encontraron cariotipos que incluían de cuatro a cinco microcromosomas que producen cariotipos de 2*n*= 44 y 45. Se reportó un NF= 53 en machos y 54 en hembras, con 5 pares de cromosomas M/Sm y 13 pares A. En cuanto a los cromosomas sexuales, se encontró que estos monos presentan un sistema de determinación sexual múltiple $X_1X_2Y_1Y_2$ (machos) y $X_1X_1X_2X_2$ (hembras), donde los cromosomas X son tipo M y los Y son A o Sm (Stanyon *et al*., 1995). En este estudio además se determinaron las bandas cromosómicas de tipo C, G y Ag-NOR y en una investigación ulterior con estos individuos de Venezuela, se reportaron las bandas y patrones de hibridización tanto de *A. seniculus arctoidea* como *A. seniculus sara* (Consigliere *et al.*, 1996).

Alouatta macconnelli

La información encontrada para esta especie, a partir de individuos del Amazonas brasileño (Lima *et al*., 1990; Lima y Seuánez, 1991) y Guyana Francesa (Vassart *et al.,* 1996), indica que su complemento cromosómico es de 2*n*= 48, con algunos ejemplares con 2*n*= 47 y 49 debido a la presencia de microcromosomas y translocación que involucra al cromosoma Y. El sistema de cromosomas sexuales en esta especie es $X_1X_2Y_1Y_2$ en los machos y $X_1X_1X_2X_2$ en las hembras (Lima y Seuánez, 1991). También se han estudiado las bandas cromosómicas de tipo C, G y AgNOR (Vassart *et al.*, 1996). Los resultados de un análisis comparativo de los cromosomas del género *Alouatta* basados en FISH multicolor (De Oliveira *et al.*, 2002), permitió sugerir que este género puede estar compuesto por dos grupos de especies y en uno de estos se encuentran *A. arctoidea* y *A. macconnelli.*

Alouatta seniculus

La primera referencia del cariotipo de esta especie es de individuos provenientes de Colombia (Yunis *et al.*, 1976) indicando la presencia de un complemento cromosómico de 2*n*= 44, con seis pares de cromosomas M, 6 Sm y 26 A, para un NF= 100, con variaciones entre 2*n*= 43 a 45 debido

a la presencia de tres a cinco microcromosomas. En cuanto a los cromosomas sexuales el cromosoma X es de tipo A pequeño y el Y un Sm muy pequeño. Además se evidenció la ocurrencia de una inversión pericéntrica. Esta información cariológica fue ratificada por el estudio de Torres y Leibovici (2001); sin embargo, en un estudio con individuos de la Guyana Francesa, se encontró que estos poseen un complemento cromosómico de 2*n*= 47 a 49, con la presencia de uno o tres cromosomas B y un sistema de cromosomas sexuales múltiple de $X_1X_2Y_1Y_2/X_1X_1X_2X_2$ (Vassart *et al*., 1996). También se han descrito para la especie las bandas cromosómicas de tipo C, G, Q, R, Ag-NOR (Yunis *et al*., 1976; Lima *et al.*, 1990; Torres y Leibovici, 2001).

Ateles hybridus

La información obtenida a partir de animales en cautiverio (España), revela que el complemento cromosómico de esta especie es de 2*n*= 34, con 15 pares de cromosomas M y Sm, 1 par A, el cromosoma X es un Sm, mientras que el Y es de tipo A (Medeiros, 1997; García *et al.*, 2003). Estos estudios han incluido análisis moleculares (bandeo Zoo-FISH) y se han realizado comparaciones con la especie *Sapajus apella.*

Familia Cebidae

El género *Cebus* de esta familia, se encuentra bajo revisión taxonómica (Boubli *et al*., 2012) y los resultados cariológicos hasta ahora obtenidos deberán ser reevaluados en el marco de una nueva propuesta taxonómica. De acuerdo a Boubli *et al*. (2012) en Venezuela estarían presentes cuatro especies: *Cebus albifrons*, *C. adustus*, *C. olivaceus* y *Cebus brunneus*, siendo esta última endémica para el país, específicamente para la región costera. En reciente evaluación de los primates del Neotrópico (2015), se considera para Venezuela la presencia de las especies *Cebus albifrons*, *C. brunneus, C. olivaceus* y *C. leucocephalus* (B. Urbani, com. pers.).

Cebus albifrons

Clemente *et al.* (1987) reportan un cariotipo de 2*n*= 54 de individuos en cautiverio (España) para esta especie, con 10 pares de cromosomas M y Sm, 16 A, un cromosoma X de tipo Sm y el Y es el A más pequeño del complemento cromosómico. Además se estudiaron las bandas G y C para esta especie. Recientemente Amaral *et al.* (2008) encontraron un 2*n*= 52 en individuos provenientes de Brasil, con 9 pares M y Sm, 16 A, y los cromosomas sexuales fueron similares a lo ya reportado para la especie. Además se estudiaron los cromosomas con técnicas moleculares de tinción FISH.

Cebus olivaceus

El conocimiento cariológico de esta especie, conocida anteriormente como *C. nigrivittatus brunneus*, ha sido revelado por estudios realizados en individuos en cautiverio en Venezuela (Martínez *et al.*, 1999; Ruiz-Herrera *et al.*, 2005). Estos estudios indican de manera reiterada que el complemento cromosómico de la especie es de 2*n*= 52, compuesto por 9 pares de cromosomas M y Sm, 16 A (para un NF= 68) y el par sexual constituido por un X tipo Sm y un Y tipo A. En el estudio de Martínez *et al.* (1999) se evidenciaron además las bandas C, mientras que en el estudio de Ruiz-Herrera *et al*. (2005) se hizo énfasis en el análisis de los lugares frágiles de los cromosomas, bandas G y FISH.

Cebus (Sapajus) apella

Recientemente esta especie ha sido reconocida como *Sapajus apella* (Rylands *et al.,* 2013). Este grupo de primates es uno de los más estudiados, desde Venezuela hasta Argentina, y hasta el momento todas las investigaciones coinciden en señalar que ella posee un complemento cromosómico de 2*n*= 54, de los cuales 10 pares de cromosomas son M y Sm, 16 A, para un NF= 72, y los cromosomas sexuales se han descrito como un X Sm y un Y de tipo A, al igual que el resto de las especies del género (Freitas y Seuánez, 1982; Seuánez *et al.*, 1986; Mudry y Slavutsky, 1987; Seuánez, 1989, Martínez *et al.*, 1999, García *et al.*, 1999; Nieves *et al.*, 2008; Amaral *et al.*, 2008; Nieves *et al.,* 2011). Entre estos estudios resalta

el realizado con individuos cautivos en Venezuela pertenecientes al Parque Zoológico y Botánico Bararida (Ruiz-Herrera, 2003).

Saimiri sciureus

En 1973, Jones *et al.* realizaron un estudio con especímenes provenientes de Costa Rica, Panamá, Colombia, Perú y Guyana, y encontraron un cariotipo de 2*n*= 44 y el NF varió entre las diferentes localidades de estudio debido a la variabilidad entre los cromosomas M y Sm (28-30-31-32) y de los tipo A (10-11-12-14) para un NF= 70 en Guyana, NF= 72 en Colombia y NF= 74 en Perú. Esta información indica la presencia de inversiones pericéntricas. En relación a los cromosomas sexuales, el cromosoma X tipo M mediano y un Y A pequeño. Otros estudios (Srivastava, *et al.,* 1969; Stanyon *et al.*, 2000) confirman el mismo número de cromosomas, sin embargo, no se especifica el origen de los monos estudiados. Herskovitz (1984), reporta la ocurrencia de hibridización cromosómica entre dos de las subespecies de *Saimiri sciureus* con *Saimiri boliviensis peruviensis*.

Familia Pitheciidae

Callicebus lugens

Esta especie exhibe el menor número cromosómico encontrado entre los primates 2*n*= 16 y un NF= 22 (Bonvicino *et al.*, 2003; Stanyon *et al.*, 2003). Parte de los ejemplares involucrados en los estudios provienen del estado Amazonas, específicamente de las localidades: San Carlos do Río Negro, Boca Mavaca, Río Ocamo, Capibara, Tamatama, Cerro Duida, Belén y Río Cunucunum. También se realizaron bandeo FISH (Stanyon *et al.*, 2003).

Especies hermanas, *C. torquatus* y *Callicebus* sp. exhiben números cromosómicos de 2*n*= 20 y 22 respectivamente, esta evidencia apoya la ocurrencia en *C. lugens* de fusiones en tándem de cromosomas acrocéntricos; adicionalmente, estos cariotipos de *Callicebus* serían considerados como derivados cuando se compara con otros primates neotropicales (Bonvicino *et al.*, 2003).

Cacajao melanocephalus

Para esta especie se ha reportado un cariotipo de 2*n*= 45 (machos) y 46 (hembras), con la presencia de 12 pares de cromosomas A y 9 pares M y Sm (Koiffman y Saldanha, 1981; Barnett, 2005), la explicación de la variación de número en el complemento cromosómico entre machos y hembras se debe a una translocación del cromosoma Y a un autosoma acrocéntrico. Veigas-Péquignot *et al.* (1985) señalaron que, tanto *C. melanocephalus* como *C. calvus*, han adquirido durante su evolución una translocación desde su divergencia.

Pithecia pithecia

Un estudio llevado a cabo con individuos de esta especie provenientes del Centro Nacional de Primates-Funasa (Brasil), reveló que el cariotipo es de 2*n*= 48, compuesto por 9 pares de cromosomas M y Sm, 14 A (para un NF= 64), el cromosoma X es un Sm mediano y el cromosoma Y es un A pequeño (Moura-Pensin *et al.*, 2001). En dicho estudio se presentan las bandas G de los cromosomas y se comparan con otras especies de otros géneros (*Cacajao* y *Chiropotes*) de la misma familia. Es de hacer notar que los individuos estudiados se reportaron como la subespecie *Pithecia p. chrysocephala*.

Especies sin información cariológica

En la búsqueda de información no se encontró reportes sobre el cariotipo de tres especies pertenecientes a dos de las familias presentes en Venezuela: Atelidae (*Ateles belzebuth*), Pitheciidae (*Cacajao hosomi*, *Chiropotes chiropotes*).

Discusión y conclusiones

De las 16 especies de primates en Venezuela no se tiene información cariológica de tres de ellas (*Ateles belzebuth*, *Cacajao hosomi* y *Chiropotes chiropotes*). La data cromosómica de las especies *Alouatta arctoidea* (Stanyon *et al.,* 1995), *Cebus* (*Sapajus*) *apella* (Ruiz-Herrera *et al*., 2003), *C. olivaceus* (Martínez *et al*., 1999) y *Callicebus lugens* (Bonvicino *et al.,*

2003) proviene de individuos colectados en el territorio venezolano. Adicionalmente se ha estudiado un individuo en cautiverio en Venezuela identificado como *Aotus* sp. (Ruiz-Herrera *et al.,* 2005). Esta realidad nos indica la necesidad de incrementar los estudios cariológicos con especímenes de primates que viven en Venezuela, con especial atención en aquellas especies de las que se carece de información cariológica, para poder establecer sus características cromosómicas así como identificar posibles variaciones interespecíficas. Adicionalmente, se debe considerar que al trabajar con individuos en cautiverio no siempre se cuenta con la información veraz sobre la procedencia de los individuos, de su correcta determinación taxonómica así como de posibles híbridos.

La información recolectada permite indicar que los números de los complementos cromosómicos (2*n*) oscilan entre 16 (*Callicebus lugens*) y 58 (*Aotus lemurinus*) cromosomas. Conviene resaltar que el 2*n*= 16 es el menor complemento cromosómico reportado para el orden Primates y según De Oliveira *et al.* (2002), la mayor variabilidad cromosómica entre los platirrinos la exhibe el género *Alouatta*, incluso se presume la existencia de especies crípticas en este género (Defler, 2010).

Para el género *Alouatta* se han encontrado dos sistemas múltiples de cromosomas sexuales que los distinguen del resto de los primates platirrinos así como de los catarrinos (Mudry *et al.,* 2001; Steinberg, 2011), específicamente en las tres especies de *Alouatta* presentes en Venezuela, el sistema de cromosomas sexuales pudiera ser similar al reportado en estudios realizados con individuos de latitudes cercanas al país ($X_1X_2Y_1Y_2$ en machos y $X_1X_1X_2X_2$ en hembras). El sistema de determinación sexual más ancestral para los mamíferos es el XY, el cual es común en la familia Atelidae con excepción del género *Alouatta*, cuyo sistema múltiple de cromosomas sexuales pudiera ser considerado como un carácter derivado y cuya formación habría ocurrido de forma independiente entre los monos aulladores de Mesoamérica y Suramérica (Steinberg, 2011).

El análisis de la información cariológica obtenida de las 16 especies de primates que habitan en Venezuela, permite señalar que en este grupo han ocurrido diferentes cambios cromosómicos tales como: a) inversiones pericéntricas evidenciada en *A. seniculus* y *S. sciureus*; b) translocaciones

en *A. macconnelli* y *C. melanocephalus*; c) cambios robertsonianos (fisiones/fusiones) en *A. lemurinus, A. trivirgatus* y *C. lugens*. Comparaciones realizadas entre los géneros *Cebus* y *Ateles* han revelado que los cambios robertsonianos son los reordenamientos cromosómicos más frecuentes (García *et al*., 2002). En *C. lugens* el reordenamiento cromosómico predominante ha sido la fusión, acompañado de inversiones y fisiones que han producido el cariotipo con el menor complemento diploide del orden Primates (2*n*= 16), el cual es considerado como el cariotipo más derivado entre los platirrinos (Stanyon *et al.*, 2003). Varios estudios coinciden en señalar que el cariotipo ancestral de los platirrinos está conservado en el género *Cebus*, mientras que el cariotipo en *Alouatta*, *Aotus* y *Callicebus* es derivado (García *et al*., 2000; Bonvicino *et al*., 2003; Dumas y Sineo, 2006).

Además de las mutaciones cromosómicas señaladas se ha reportado la presencia de cromosomas supernumerarios o cromosomas B, específicamente en las tres especies del género *Alouatta.* El origen de estos cromosomas es atribuible a reordenamientos cromosómicos estructurales o a partir de los cromosomas sexuales (Volobujev, 1980), y resultaría interesante analizar el rol evolutivo que han jugado estos microcromosomas en este género.

La presencia de diferentes cambios cromosómicos da cuenta de que ellos han jugado un importante papel en la evolución de los primates. Se ha señalado que entre los platirrinos la especiación del género *Cebus* ha podido ser originada por pérdida de heterocromatina de *C. olivaceus* a *C. nigritus* (Nieves, 2007 citado por Nieves *et al*., 2011). Así mismo el análisis cariotípico de los géneros *Pithecia*, *Chiropotes* y *Cacajao* permitió señalar la presencia de cromosomas compartidos entre estos, los cuales se mantuvieron intactos durante el proceso evolutivo y estarían presentes en el ancestro de la subfamilia Pitheciinae (Moura-Pensin *et al.,* 2001).

Como se ha evidenciado las herramientas citogenéticas contribuyen en el esclarecimiento de patrones evolutivos, de procesos de especiación, de identificación de especies e híbridos, así como de la variabilidad cromosómica intra e interespecífica. Adicionalmente la información cariológica resulta ser de suma importancia en la elaboración de planes de manejo y conservación, que involucren translocaciones, cruza de individuos, identificación de híbridos,

identificación correcta de especies y subespecies, tanto de poblaciones silvestres como de poblaciones cautivas (Nieves *et al.*, 2008).

En vista de la importancia ya mencionada de estos estudios, de los vacíos de información cromosómica evidenciados en esta revisión y de la necesidad de contar con planes de manejo más eficientes, consideramos que es urgente continuar las investigaciones en el campo cariológico de este grupo de primates que habita en el territorio venezolano.

Referencias

AMARAL, P. J. S.; Finotelo, L. F. M.; De Oliveira, E. H. C.; Pissinatti, A.; Nagamachi, C. Y. y Pieczarka, J. C. (2008). "Phylogenetic studies of the genus *Cebus* (Cebidae-Primates) using chromosome painting and G-banding". *BMC Evolutionary Biology*, 8: 169.

ARDITO, G. (1974). "Numerical data on the chromosomes of the new world primates". *Journal of Human Evolution*, 3: 319-322.

BARNETT, A. A. (2005). "*Cacajao melanocephalus*". *Mammalian Species*, 776: 1-6

BICKMORE, W. y Craig, J. (1997). *Molecular biology intelligence unit. chromosome bands: patterns in the genome*. R. G. Lades Company and Chapman y Hall. Austin.

BONVICINO, C. R.; Penna-Firme, V.; do Nascimento F. F.; Lemos, B.; Stanyon, R. y Seuánez, H. N. (2003). "The lowest diploid number (2n = 16) yet found in any primate: *Callicebus lugens* (Humboldt, 1811)". *Folia Primatologica*, 74(3): 141-9.

BOUBLI, J. P.; Rylands, A. B.; Farias, I. P.; Alfaro, M. E. y Lynch Alfaro, J. W. (2012). "*Cebus* phylogenetic relationships: A preliminary reassessment of the diversity of the untufted capuchin monkeys". *American Journal of Primatology*, 74(4): 381-393.

BRADBURY, E.; Maclean, N. y Matthews, H. (1981). *DNA, chromatin and chromosomes.* Blackwell Scientific Publication. Gran Bretaña.

CLEMENTE, I. C.; García, M.; Ponsà, M. y Egozcue, J. (1987). "High-resolution chromosome banding studies in *Cebus apella*, *Cebus albifrons*, and *Lagothrix lagothricha*: comparison with the human karyotype". *American Journal of Primatology*, 13: 23-36.

CONSIGLIERE, S.; Stanyon, R.; Koehler, U.; Agoramoorthy, G. y Wienberg, J. (1996). "Chromosome painting defines genomic rearrangements between red howler monkey subspecies". *Chromosome Research*, 4: 264-270.

DE OLIVEIRA, E. H. C.; Neusser, M.; Figueiredo, W. B.; Nagamachi, C.; Pieczarka, J. C.; Sbalqueiro, I. J.; Wienberg, J. y Müller, S. (2002). "The phylogeny of howler monkeys (*Alouatta*, Platyrrhini): Reconstruction by multicolor cross-species chromosome painting." *Chromosome Research*, 10: 669-683.

DEFLER, T. R. (2010). *Historia natural de los primates colombianos*. 2° ed. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá-Colombia. 612 pp.

DEFLER, T. R.; Bueno, M. L. y Hernández-Camacho, J. I. (2001). "Taxonomic status of *Aotus hershkovitzi*: its relationship to *Aotus lemurinus lemurinus*". *Neotropical Primates*, 9(2): 37-52.

DUMAS, F. y Sineo, L. (2006). "Cytogenetics studies in the new world monkeys". En: *Primate cytogenetics and comparative genomics* (Sineo, L. y Stanyon, R., eds.): 33-56. Firenze University Press.

FREITAS, L. y Seuánez, H. (1982). "Chromosome heteromorphisms in *Cebus apella*". *Journal of Human Evolution*, 10: 173-180.

GARCÍA, F.; García, M.; Mora, L.; Alarcón, L.; Egozcue, J. y Ponsà, M. (2003). "Qualitative analysis of constitutive heterochromatin and primate evolution". *Biological Journal of the Linnean Society*, 80: 107-124.

GARCÍA, F.; Nogués, C.; García, M.; Egozcue, J. y Ponsà, M. (1999). "Characterization of constitutive heterochromatin in *Cebus apella* (Cebidae, Primates) and *Pan troglodytes* (Hominidae, Primates): comparison to human chromosomes". *American Journal of Primatology*, 49: 205-221.

GARCÍA, F.; Nogués, C.; Ponsà, M.; Ruiz-Herrera, A.; Egozcue, J. y García, M. (2000). "Chromosomal homologies between humans and Cebus apella (Primates) revealed by ZOO-FISH. *Mammalian Genome*, 11: 399-401.

GARCÍA, F.; Ruiz-Herrera, A.; Egozcue, J.; Ponsà, M. y García, M. (2002). "Chromosomal homologies between *Cebus* and *Ateles* (Primates) based on Zoo-FISH and G-banding comparisons". *American Journal of Primatology*, 57:177-188.

HERSKOVITZ, P. (1984). "Taxonomy of squirrel monkeys genus Saimiri (Cebidae, Platyrrhini): a preliminary report with description of a hitherto unnamed form". *American Journal of Primatology*, 7: 155-210.

IMAI, H. (1993). "A Theoretical aprroach to chromosome banding pattern analysis". *Japanese Journal of Genetics*, 68: 97-118.

JONES, T. C.; Thorington, R. W.; Hu, M. M.; Adams, E. y Cooper, R. W. (1973). "Karyotypes of squirrel monkeys (*Sarimiri sciureus*) from different geographic regions". *American Journal of Physical Anthropology*, 38: 269-278.

KING, M. (1993). *Species evolution. The role of chromosome change*. Cambridge University Press. Cambridge.

KOIFFMAN, C. P. y Saldanha, P. H. (1981). "The karyotypes of *Cacajao melanocephalus*" (Platyrrhini, Primates). *Folia Primatologica*, 6: 150-155.

————(1974). "Cytogenetics of brazilian monkeys". *Journal of Human Evolution*, 3: 275-282.

LIMA, M. M. C. y Seuánez, H. N. (1991). "Chromosome studies in the red howler monkey, *Alouatta seniculus stramineus* (Platyrrhini, Primates): description of an $X_1X_2Y_1Y_2/X_1X_1X_2X_2$ sex chromosome system and karyological comparisons with other subspecies". *Cytogenetic and Cell Genetics*, 57: 151-156.

LIMA, M. M. C.; Sampaio, M. I. C.; Schneider, M. P. C.; Scheffrahn, W.; Schneider, H. y Salzano, F. M. (1990). "Chromosome and protein variation in red howler monkeys". *Brazil Journal of Genetics*, 13(4): 789-802.

MA, N. S. F. (1981). "Chromosome evolution in the owl monkey, *Aotus*". *American Journal of Physical Anthropology*, 54: 293-303.

MA, N. S. F.; Aquino, R. y Collins, W. E. (1985). "Two new karyotypes in the peruvian owl monkey (*Aotus trivirgatus*)". *American Journal of Primatology*, 9: 333-341.

MACGREGOR, H. y Varley, J. (1983). *Working with animal chromosomes.* Wiley-Interscience Publication. Chichester, Nueva York, Brisbane, Toronto, Singapur.

MARTÍNEZ, R.; Aguilera, M. y Ferreira, C. (1999). "The Karyotype and C-Banding of *Cebus nigrivittatus* from the Coastal Cordillera, Venezuela". *Folia Primatologica*, 70: 37-40.

MEDEIROS, M. A.; Barros, R. M. S.; Pieczarka, J. C.; Nagamachi, C. Y.; Ponsa, M.; García, M.; García, F.; y Egozcue, J. (1997). "Radiation and speciation of spider monkeys, genus *Ateles*, from the cytogenetic viewpoint". *American Journal of Primatology*, 42:167-178.

MOURA-PENSIN, C.; Pieczarka, J. C.; Nagamachi, C. Y.; Muniz, J. A. P. C.; Brigido, M. C. O.; Pissinati, A.; Marinho, A. N. R, y Barros, R. M. S. (2001). "Cytogenetic relations among the genera of the subfamily Pitheciinae (Cebidae, Primates)". *Caryologia*, 54(4): 385-391.

MUDRY, P. M.; y Slavutsky, I. R. (1987). "Banding patterns of the chromosomes of *Cebus apella:* comparative studies between specimens from Paraguay and Argentina". *Primates*, 28(1): 111-117.

MUDRY, M. D.; Rahn, I. M. y Solari, A. J. (2001) "Meiosis and chromosome painting of sex chromosome systems in Ceboidea". *American Journal of Primatology*, 54: 65-78.

NIEVES, M.; De Oliveira, E. H. C.; Amaral, P. J. S.; Nagamachi, C. Y.; Pieczarka, J. C.; Mühlmann, M. C. y Mudry, M. D. (2011). "Analysis of the heterochromatin of Cebus (Primates, Platyrrhini) by micro-FISH and banding pattern comparisons". *Journal of Genetics*, 90(1): 111-117.

NIEVES, M.; Méndez, G.; Ortiz, A.; Mühlmann, M. C. y Mudry, M. D. (2008). "Karyological diagnosis of *Cebus* (Primates, Platyrrhini) in captivity: Detection of hybrids and management program applications". *Animal Reproduction Science*, 108: 66-78.

PÉREZ-ZAPATA, A. y Aguilera, M. (1985). "Genética y Evolución". En: *El estudio de los mamíferos en Venezuela, evaluación y perspectivas. ASOVEM*. (Aguilera, M., ed.): 135-145. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. Caracas, Venezuela.

REIG, O. A. (1979). "El significado biológico-poblacional y evolutivo de los cambios en el sistema cromosómico, con especial referencia a los vertebrados". En: *Tópicos de ecología contemporánea* (Rabinovich, J. y Halffter, G., eds): 87-110. Fondo de Cultura Económica. México.

REIG, O. A. (1983). "Estado actual de la teoría de la formación de las especies animales". En: *Informe Final IX Congreso Latinoamericano de Zoología*. Perú. pp. 37-57.

REUMER, J. W. y de Boer, L. E. M. (1980). "Standarization of *Aotus* chromosome nomenclature, with descriptions of the 2*n*= 49-50 karyotype and that of a new hybrid". *Journal of Human Evolution*, 9: 461-482.

RUIZ-HERRERA, A. (2003). *Implicaciones de los lugares frágiles y las secuencias teloméricas intersticiales en la evolución cromosómica de los mamíferos*. Tesis Doctoral. Universitat Autónoma de Barcelona, España.

RUIZ-HERRERA, A.; García, F.; Aguilera, M.; García, M. y Ponsà F.; M. (2005). "Comparative chromosome painting in *Aotus* reveals a highly derived evolution". *American Journal of Primatology*, 65(1):73-85.

RUIZ-HERRERA, A.; García, F.; Giulotto, E.; Attolini, C.; Egozcue, J.; Ponsà, M. y García, M. (2005). "Evolutionary breakpoints are colocalized with fragile sites and intrachromosomal telomeric sequences in primates". *Cytogenetic and Genome Research*, 108: 234-247.

RYLANDS, A. B.; Mittermeier, R. A.; Bezerra, B, M.; Paim, F. P. y Queiroz, H. L. (2013) "Familia Cebidae (Monos ardilla y Monos capuchinos)". En: *Handbook of the mammals of the world.* Vol. 3 (Mittermeier, R. A.; Rylands, A. B. y Wilson, D. E., eds.): 390-413. Lynx Edicions. Barcelona, España.

SÁNCHEZ, H.; J. y Lew, D. (2012 [2010]). "Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Venezuela". *Memorias de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 173-174: 173-238.

SANTOS-MELLO, R. y Thiago de Mello, M. (1986). "Cariótipo de *Aotus trivirgatus* (macaco-da-noite) das proximidades de Manaus, Amazonas. Nota preliminar". En: (Thiago de Mello, M., ed.). *Primatologia no Brasil,* vol. 2. Brasilia, Brasil. p. 388.

SEUÁNEZ, H. N. (1989). "Pattern of Late DNA Replication of the Allocyclic X Chromosome in *Cebus apella* and *Leontopithecus rosalia chrysomelas* Fibroblasts". *American Journal of Primatology*, 19: 125-130.

SEUÁNEZ, H. N.; Armada, J. L.; Freitas, L.; Rocha, S.; R.; Pissinatti, A. y Coimbra-Filho, A. (1986). "lntraspecific chromosome variation in *Cebus apella* (Cebidae, Platyrrhini): the chromosomes of the ye-

llow breasted capuchin *Cebus apella xanthosternos* Wied, 1820". *American Journal of Primatology*, 10: 237-247.

SRIVASTAVA, P. K.; Srivastav, A. K. y Lucas, F. V. (1969). "Somatic chromosomes of squirrel monkey (*Saimiri sciureus*)". *Primates*, 10:171-180.

STANYON, R.; Bonvicino, C. R.; Svartman, M. y Seuánez, H. N. (2003). "Chromosome painting in *Callicebus lugens*, the species with the lowest diploid number (2n= 16) known in primates". *Chromosoma*, 112(4): 201-206.

STANYON, R.; Consigliere, S.; Müller, S.; Morescalchi, A.; Neusser, M. y Wienberg, J. (2000). "Fluorescence in situ hybridization (fish) maps chromosomal homologies between the dusky titi and squirrel monkey". *American Journal of Primatology*, 50: 95-107.

STANYON, R.; Tofanelli, S.; Morescalchi, M. A, Agoramoorthy, A.; Ryder, O. A. y Wienberg, J. (1995). "Cytogenetic analysis shows extensive genomic rearrangements between red howler (*Alouatta seniculus*, Linnaeus) subspecies". *American Journal of Primatology*, 35: 171-183.

STEINBERG, E. R. (2011). *Determinación sexual en primates neotropicales: el caso de los monos aulladores*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires. Argentina. 242 pp.

SUMNER, A. (1994). "Functional aspects of the longitudinal differentiation of chromosomes". *European Journal Histochemical*, 38: 91-109.

TORRES, O. M. y Leivobici, M. (2001). "Caracterización del cariotipo del mono aullador colorado *Alouatta seniculus* que habita en Colombia". *Caldasia*, 23(2): 537-548.

TORRES, O. M.; Enciso, S.; Ruiz, F.; Silva, E.; y Yunis, I. (1998). "Chromosome diversity of the genus *Aotus* from Colombia". *American Journal of Primatology*, 44: 255-275.

URBANI, B.; Boubli, J.-P. y Rylands, A. B. (2008). "*Alouatta arctoidea"*. En: IUCN "Red list of threatened species". Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. (Consulta: 8 de diciembre 2014).

VASSART, M.; Guédant, A.; Vié, J. C.; Kéravec, J.; Séguéla, A. y Volobouev, V. T. (1996). "Chromosomes of *Alouatta seniculus* (Platyrrhini, Primates) From French Guiana". *The Journal of Heredity*, 87(4): 331-334.

VIEGAS-PEQUIGNOT, E.; Koiffmann, C. P. y Dutrillaux, B. (1985). "Chromosomal phylogeny of *Lagothrix*, *Brachyteles* and *Cacajao*". *Cytogenetic and Cell Genetics*, 39: 99-104.

VOLOBUJEV, V. T. (1980). "The B-chromosomes system of mammals". *Genetica*, 52/53: 333-337.

WHITE, M. J. D. (1968). "Modes of speciation". *Science*, 159: 1065-1070.

———— (1978). *Modes of speciation*. W. H. Freeman & Co. San Francisco.

YUNIS, E. J.; Torres de Caballero, O. M.; Ramírez, C. y Ramírez, Z. E. (1976). "Chromosomal variations in the Primate *Alouatta seniculus seniculus*". *Folia Primatologica*, 25: 215-224.

Tabla

Tabla 1. Información cariológica sobre las especies del orden Primates presentes en Venezuela.

Familia	Género	Especies	2*n*	Rango 2*n*	Referencias
Aotidae	*Aotus*	*Aotus lemurinus*	58	50 al 58	7, 8, 35
		Aotus trivirgatus	54	46 al 56	2, 5, 15, 18, 25, 30
Atelidae	*Alouatta*	*Alouatta arctoidea*	40 + β	44 y 45	32*
		Alouatta macconnelli	48 + β	47 al 49	16, 17, 37
		Alouatta seniculus	44 + β	43 al 49	16, 36, 38, 40
	Ateles	*Ateles belzebuth*	SD	SD	-
		Ateles hybridus	34	-	11, 20
Cebidae	*Cebus*	*Cebus albifrons*	54	52 y 54	1, 6
		Cebus apella ★	54	-	1, 9, 10, 19*, 22, 23, 24, 26*, 28, 29
		Cebus olivaceus	52	-	19*, 27*
	Saimiri	*Saimiri sciureus*	44	-	12, 13, 31, 33
Pitheciidae	*Callicebus*	*Callicebus lugens*	16	-	4*, 34
	Cacajao	*Cacajao hosomi*	SD	SD	-
		Cacajao melanocephalus	46	45 y 46	3, 15, 39
	Chiropotes	*Chiropotes chiropotes*	SD	SD	-
	Pithecia	*Pithecia pithecia*	48	-	21

2n: complemento diploide**;** β: Cromosomas supernumerarios o cromosomas B; *****: Estudios con individuos en el territorio venezolano; **SD**: Sin data; **1:** Amaral *et al.* (2008), **2:** Ardito (1974), **3:** Barnett (2005), **4:** Bonvicino *et al.* (2003), **5:** Brumback *et al.* (1971), **6:** Clemente *et al.* (1987), **7:** Defler *et al.* (2001), **8:** Defler (2004), **9:** Freitas y Seuánez (1982), **10:** García *et al.* (1999), **11:** García *et al.* (2003), **12:** Herskovitz (1984), **13:** Jones *et al.* (1973), **14:** Koiffman y Saldanha (1974), **15:** Koiffman y Saldanha (1981), **16:** Lima *et al.* (1990), **17:** Lima y Seuánez (1991), **18:** Ma *et al*. (1981), **19:** Martínez *et al.* (1999), **20:** Medeiros (1997), **21:** Moura *et al.* (2001), **22:** Mudry y Slavutsky (1987), **23:** Nieves *et al.* (2008), **24:** Nieves *et al.* (2011), **25:** Reumer y Boer (1980), **26:** Ruiz-Herrera (2003), **27:** Ruiz-Herrera *et al*. (2000), **28:** Seuánez (1989), **29:** Seuánez *et al.* (1986), **30:** Shui-Fong *et al.* (1985), **31:** Srivastava *et al.* (1969), **32:** Stanyon *et al.* (1995), **33:** Stanyon *et al.* (2000), **34:** Stanyon *et al.* (2003), **35:** Torres *et al.* (1998), **36:** Torres y Leibovici (2001), **37:** Vassart *et al.* (1995), **38**: Vassart *et al.* (1995), **39:** Veigas-Péquignot *et al.* (1985), **40:** Yunis *et al.* (1976). ★ Reconocida actualmente como *Sapajus apella* Rylands *et al.* (2013).

Marisol Aguilera M.
Laboratorio de Biodiversidad y Biología Evolutiva (BIOEVO), Departamento de Estudios Ambientales, Universidad Simón Bolívar, estado Miranda, Venezuela. Apartado 89000, Caracas 1080-A. Venezuela / maguiler@usb.ve.

Tatiana Caldera-Andara
Laboratorio de Biodiversidad y Biología Evolutiva (Bioevo), Departamento de Estudios Ambientales, Universidad Simón Bolívar, estado Miranda. Apartado 89000, Caracas 1080-A. Venezuela / tca225@gmail.com.

Aguilera M., M. & Caldera-Andara, T. (2019). Citogenética de primates del territorio venezolano. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 95-116.

Protocolo de descontaminación en estudios genéticos de muestras no-invasivas de *Sapajus apella margaritae*

Emperatriz Gamero
Kathryn M. Rodríguez-Clark
Natalia Ceballos-Mago
Romari Martinez
Magaly Pernía

Resumen

El mono de Margarita *Sapajus apella margaritae* está clasificado En Peligro Crítico. La endogamia y la posible hibridación con otros capuchinos escapados o liberados en la isla, son potenciales amenazas para su conservación. Los estudios genéticos pueden ayudar a entender estos factores, pero para ello es preferible trabajar con muestras no-invasivas, para reducir los riesgos al taxón. Sin embargo, estas muestras son sensibles a contaminación en el laboratorio, particularmente con productos de PCR de la misma especie o especies cercanas. Desarrollamos un protocolo para descontaminar las muestras, partiendo de grados de contaminación conocidos. Una exposición de solo 7 min a una distancia de 10 cm de una luz de 254 nm de longitud de onda, 30 watts de potencia y 400 $\mu W/cm^2$ de intensidad, fue lo más eficaz para eliminar contaminación. Para llegar a un protocolo final, esto lo combinamos con el uso de material estéril, separación física de las áreas de extracción/pre-PCR/PCR, intercalando muestras entre especies durante la extracción del ADN o dejando pozos vacíos en la placa de PCR, limpieza de superficies con cloro, y uso de puntas con filtro. Siguiendo este protocolo, amplificamos ADN de heces de mono de Margarita sin contaminación, paso esencial para elaborar estudios genéticos para la conservación de esta especie.

Palabras claves: *Sapajus apella margaritae,* genética de conservación, muestras no-invasivas, primates, monos capuchinos.

Decontamination Protocol in Genetic Studies of Non-Invasive Samples of *Sapajus apella margaritae*

Abstract

The Margarita capuchin, *Sapajus apella margaritae* is classified as Critically Endangered. Inbreeding, together with possible hybridization with other capuchin species that have escaped or been released, are among potential threats for its conservation. Genetic studies can facilitate the understanding of these factors. For these genetic studies it is preferable to use non-invasive samples, to reduce species risk. However, such samples are susceptible to contamination in the laboratory, particularly with PCR products from the same or related species. We developed a protocol to decontaminate the samples, starting from known levels of contamination. An exposure of just 7 min at 10 cm from a 254 nm wavelength UV light source, 30 watts of power and 400 μW/cm^2 of intensity was the most efficient treatment in order to eliminate contamination. For a final protocol, we combined UV light irradiation with the use of sterile materials and filtered pipette tips, physical separation between DNA extraction area/pre-PCR/PCR; leaving empty wells between samples or processing samples from other species; and cleaning work surfaces with bleach. Following this protocol, we successfully amplified DNA from fecal samples from Margarita capuchins with no contamination, an essential step for future genetic studies focused on the conservation of this species.

Keywords: *Sapajus apella margaritae*, conservation genetics, non-invasive samples, primates, capuchin monkeys.

Introducción

El mono de Margarita *Sapajus apella margaritae* (Ceballos-Mago, 2010; Lynch Alfaro *et al.,* 2012), se encuentra en cuatro parches montañosos en la Isla de Margarita (Parque Nacional Cerro El Copey, Cerro Matasiete que es parte del Monumento Natural Cerros Matasiete y Guayamurí, Serranía del Cerro Tragaplata y Cerro Taguantar) (Sanz y Márquez, 1994; Ceballos-Mago y Chivers, 2013). Su hábitat abarca matorrales, bosques secos, bosques nublados, bosques de quebradas y áreas cultivadas (Sanz y Márquez, 1994; Ceballos-Mago, 2010). Su presencia en uno de los parches (Cerro Taguantar) fue confirmada recientemente (Ceballos-Mago, 2010). Esto implica un nivel de flexibilidad ecológica anteriormente no reconocido, ya que se pensaba que los bosques húmedos eran imprescindibles para los monos de Margarita (Márquez y Sanz, 1991), sin embargo, Taguantar no presenta dichos bosques. Esta subespecie de primate, endémico de la Isla de Margarita, está considerado En Peligro Crítico según criterios de la UICN (Rodríguez y Rojas-Suárez, 1999, 2008; Ceballos, 2015).

En 1991, se estimó que la población no superaba 300 individuos (Márquez y Sanz, 1991) y aunque ahora se observan grupos más grandes, por medio de un trabajo de campo extenso y sistemático realizado recientemente, se estimó que la población tiene un tamaño aproximado de 500 individuos (Ceballos-Mago, 2010). Esto contrasta marcadamente con la población histórica posible, dado el gran tamaño de la isla (1.071 km^2) que probablemente sostuvo un hábitat adecuado para capuchinos en su mayor parte, dada la flexibilidad que estos presentan en la ocupación de hábitats diversos ya que suelen tener altas densidades poblaciones (Moura, 2004).

Hace 20 años, las principales amenazas que enfrentaba el mono de Margarita eran la cacería como plaga de cultivo y la pérdida y fragmentación de hábitat (Rodríguez y Rojas-Suárez, 1999; Sanz y Márquez, 1994). Hoy en día, aunque el conflicto con agricultores ha disminuido, la pérdida y fragmentación de hábitat continúan. A estos se suma una amenaza creciente, su captura como parte del comercio ilegal de fauna en Margarita, que ocasiona extracción de individuos silvestres y mortalidad directa cuando se matan las hembras para capturar a sus crías (Ceballos-Mago *et al*., 2010). Algunos individuos que han sido parte de este comercio ilegal, han escapado hacia las montañas o han sido liberados en ellas por los pobladores. Entre estos está no solo *Sapajus apella margaritae*, sino también *Cebus olivaceus* y otras especies de primates (Ceballos-Mago *et al*., 2010).

Los escapes y liberaciones no-controladas de ejemplares de *Cebus* al hábitat del mono de Margarita, presentan tanto riesgo de transmisión de enfermedades a monos silvestres y competencia por recursos, como una amenaza genética potencial nueva: la hibridación. Dada la facilidad de hibridación entre especies de *Cebus* (Torres de Caballero *et al*., 1976), y la cercanía filogenética entre *Cebus* y *Sapajus*, no sería imposible pensar en un proceso de introgresión génica entre ambas especies. Finalmente, a esto se suma el riesgo de la depresión endogámica (aptitud disminuida en individuos con padres cercanamente emparentados), que aumenta con la fragmentación de hábitat y con tamaño poblacional reducido (Frankham *et al*., 2010). Para lograr la conservación del mono de Margarita a largo plazo, es necesario enfrentar y controlar sus diversas amenazas, incluyendo las genéticas. Históricamente, la recolecta de muestras para estudios de genética en animales silvestres ha sido a través de la captura de los animales, implicando generación de estrés, la alteración del comportamiento individual o social y, algunas veces, la muerte del animal. En la actualidad, el monitoreo no-invasivo de poblaciones animales es una herramienta de importancia en los estudios de conservación y manejo de especies amenazadas de captura difícil o elusivas, como es el caso de los monos de Margarita (Kohn y Wayne, 1999; Waits y Paetkau, 2005). Dichos estudios se ven facilitados con la obtención y análisis de ADN a partir de muestras tomadas sin capturar el animal, como son las heces, pelos, plumas y restos de piel, entre

otros (Ceballos-Mago *et al.*, este volumen). La extracción y análisis de ADN de heces y otras muestras no-invasivas (Panasci *et al*., 2011), permite obtener información detallada sobre la estructura genética (Quéméré *et al*., 2010) y genómica (Ouborg *et al*., 2010; Perry *et al*., 2010), así como la abundancia (Luikart *et al*., 2010; Brinkman *et al*., 2011; Poole *et al*., 2011) de las poblaciones sin perturbar a los animales; información esencial para un adecuado manejo de especies amenazadas.

El uso de muestras no-invasivas presenta, sin embargo, retos particulares. El ADN que contienen típicamente es degradado en fragmentos de no más de 100-150 pares de bases (Champlot *et al*., 2010). Y esto las hace más susceptible a la contaminación por otros fragmentos de igual o menor tamaño proveniente de la misma u otras especies que hayan sido generadas al amplificar con la técnica de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR por sus siglas en inglés). Esta técnica se fundamenta en obtener un gran número de copias de un fragmento de ADN particular, partiendo de un mínimo; en teoría basta partir de una única copia de ese fragmento original, o molde. A su vez, debido a los tamaños que se generan, esta reacción es sensible a la contaminación por otros productos de PCR de reacciones previas (por ser típicamente múltiples copias, muy fieles, de la misma secuencia, lo cual las hace un blanco excelente para una amplificación adicional). Pero la fuente de contaminación más preocupante no es ADN de otra especie como la humana, bacteriana, etc.; porque dicha contaminación se puede detectar con una comparación sencilla de secuencias. La contaminación más preocupante es la originada por la misma especie de estudio, que solamente puede detectarse, en el mejor de los casos, con el control negativo.

Para evitar estos problemas, muchos protocolos de PCR incluyen un paso de exposición a la luz UV (Cone, R. *et al*., 1993; Gefrides, L. *et al*., 2010). La luz UV induce daños en el ADN creando la formación de dímeros de pirimidinas que inhiben la acción de la enzima polimerasa en la elongación de la cadena en la técnica de PCR. Para obtener los resultados deseados de descontaminación con el uso de la luz UV, se recomienda una longitud de onda de 254 nm, una potencia de 30 watts, y una intensidad de irradiación de 400 $\mu W/cm^2$ (Cone, R. *et al*., 1993). Sin embargo, estas recomendaciones generales no son suficientes para determinar los parámetros de

tiempo y distancia de exposición adecuados cuando se trabaja con muestras no-invasivas. Por lo tanto, en el presente trabajo buscamos diseñar un protocolo con calibración en el que se elimina a través de la irradiación con luz UV, un ADN contaminante, y mostrar finalmente luego de este tratamiento la amplificación exitosa de ADN de heces de mono de Margarita.

Materiales y métodos

Enfocamos el presente estudio en determinar el tiempo y la distancia efectiva de la fuente de luz UV de 254 nm de longitud de onda, 30 watts de potencia y 400 $\mu W/cm^2$ de intensidad para eliminar una cantidad de contaminación conocida en los pasos previos de la preparación de una reacción de PCR. Sin embargo, dado que nuestro interés fue adicionar este tratamiento a otras prácticas anticontaminación, antes de iniciar las pruebas con luz UV, tomamos las siguientes precauciones estándares. Primero, contamos con un laboratorio dedicado exclusivamente a la extracción de ADN de las muestras no-invasivas y de baja calidad (antiguo), el cual se encuentra físicamente separado del laboratorio donde se realizan los PCR (Lynch *et al*., 2012). Usamos una muda de ropa y bata limpia sin contacto previo con productos de PCR, y no trasladamos pertenencias de un laboratorio al otro. Realizamos una rutina de limpieza con cloro en pisos, mesones, y en el interior de las campanas (tanto de extracción de ADN como de pre-PCR), igualmente con cloro y luego etanol (Prince *et al*., 1992). Luego, juntamos todos los materiales y soluciones a usar para montar las reacciones de PCR en la campana pre-PCR. Estos materiales incluyeron, gradillas, puntas con filtro, tubos de 0,2 ml vacíos, tubos de 1,5 ml vacíos, pipetas y marcador indeleble, que se limpian igualmente con cloro (Prince *et al*., 1992), menos las pipetas que deben ser limpiadas únicamente con etanol técnico para no dañarlas. Adicionalmente, intercalamos muestras entre especies al momento de la extracción del ADN o dejamos pozos vacíos en la placa de PCR para minimizar errores en los controles negativos por contaminación cruzada.

Las soluciones necesarias (tabla 1) se sacaron del congelador -20°C para su descongelamiento en perlas de aluminio esterilizadas en autoclave (que funcionan como el hielo, pero al no derretirse disminuyen la probabilidad de

contaminación). De estas soluciones los DNTPs vienen en set individuales (A, T, C, G) a una concentración inicial de 100 mM cada uno, por lo que fue necesario hacer una dilución de los mismos a 2 mM en la mezcla de los cuatro. El agua que se usó, fue milliQ, la cual se esterilizó por autoclave a 121°C, 1 hora, lo que contribuye a la disminución de contaminantes vivos como bacterias entre otros. Previo a hacer los ensayos principales con la luz UV, expusimos todos los materiales antes mencionados a una ronda inicial de exposición a dicha luz de 254 nm de longitud de onda, 30 watts de potencia y 400 μW/cm^2 de intensidad, dando para ello un tiempo arbitrario de 10 min máximo y a una distancia del bombillo a la base de la campana de 45 cm.

Posteriormente, preparamos la mezcla de reactivos ("Master mix" o MM por su nombre en inglés) para la reacción de PCR haciendo un coctel según el número de tratamientos a la vez (nueve en este caso; ver abajo) con todos los reactivos menos el ADN "contaminante" (tabla 1). El coctel fue igualmente preservado en frío mientras colocamos en los tubos de PCR previamente descritos 2 μL de ADN "contaminante." Aunque nuestro interés último fue eliminar posible contaminación con productos de PCR de mono de Margarita, tampoco quisimos introducir este contaminante de manera deliberada en el espacio destinado para trabajo futuro con muestras degradadas con esta especie, por el riesgo de no encontrar un tratamiento eficaz en eliminar la contaminación. Por ende, elegimos usar un ADN humano como la contaminación conocida, dada la alta probabilidad de su prevalencia previa en el espacio, y dado que no prevemos realizar estudios futuros con ADN humano en este laboratorio de ecología molecular. Este ADN fue aislado y purificado, comenzando con la homogenización del tejido, lisis celular, extracción del ADN con el protocolo estándar de fenol-cloroformo, precipitación y redisolución del mismo (Sambrook *et al*., 2001). Este último paso se realizó en Buffer TE. Finalmente la concentración de este ADN fue de 10 ng/μL apróx. En nuestro coctel (tabla 1), los cebadores empleados fueron específicamente diseñados para amplificar el gen MYBPC3 de la miosina humana.

En cada ronda del experimento cuatro tubos con el ADN "contaminante" fueron expuestos a 5, 10, 20 o 30 minutos de exposición a luz UV, a una distancia de 10 o 45 cm desde el bombillo de la campana hasta los tubos,

junto con el control de agua estéril. Denominamos estos tratamientos con los nombres siguientes: PCR 5 min UV, PCR 10 min UV, PCR 20 min UV, PCR 30 min UV. Adicionalmente, exponemos un control negativo a la luz: (MM+H_2O+5 min UV). Posteriormente, añadimos a cada tubo 8 µL del coctel de reacción para completar el volumen final a 10 µL. Paralelamente, preparamos tres controles que no fueron expuestos a luz UV: un tubo solamente con coctel y ADN preparado por nosotros ("PCR sin UV"), otro con coctel y ADN preparado en otro laboratorio ("PCR otro lab sin UV"), y un último tubo con coctel nuestro y agua estéril que sustituye al ADN ("MM+ H_2O sin UV"). Estos ochos tubos luego los llevamos a un termociclador ubicado en otro laboratorio, donde procedemos a hacer las reacciones. El programa para la reacción de PCR fue el siguiente: 96°C x 5 min, 1 ciclo; 94°C x 0,45 min, 62°C x 0,45 min, 72°C x 0,45 min, 40 ciclos; 72°C x 5 min, 1 ciclo; 4°C. Una vez finalizada la reacción de PCR en el termociclador, visualizamos los resultados añadiendo 3 µl de cada muestra, al lado de 3 µl de 100pb o 1 Kb DNA Ladder de New England BioLabs como marcador de peso molecular estándar (MPM) en un gel de agarosa al 1% que corrimos por 60 minutos a 90 Volt en un Buffer estándar 1% TBE (Sambrook *et al*., 2001).

Una vez que se determinó cuál era el tiempo en el que no se evidenció amplificación por PCR en las muestras con contaminantes, se tomó este tiempo y la distancia efectiva de irradiación con la luz UV para el protocolo de descontaminación. Luego procedimos a extraer el ADN de las muestras de heces de los monos con un Kit comercial, DNeasy Blood & Tissue de QIAgen (Lynch *et al*., 2012). Este ADN a diferencia del extraído a partir de muestras de sangre, no logra ser visualizado en un gel de agarosa, por lo que se procedió a montar la reacción de PCR directamente. La mezcla utilizada contenía los siguientes componentes: Para 10 µl de volumen final, se añadió 2 µl de Buffer 5X (Kapa Biosystems), 1 µl de mezcla de DNTPs 2 mM cada uno (Sigma-Aldrich); 0,6 µl de $MgCl_2$ 25 mM (Kapa Biosystems); 0,5 µl de cada cebador 10 µM; 0,05 µl de la enzima taq polimerasa (Kapa Biosystems); 3,35 µl de agua estéril y 2 µl del ADN blanco. Las condiciones de amplificación en el termociclador: 95°C x 2 min, 1 ciclo; 95°C x 30 seg, 58°C x 1 min, 72°C x 1 min, 38 ciclos; 72°C x 5 min, 1 ciclo; 4°C (Lynch *et al*., 2012).

Resultados, discusión y conclusiones

Cuando hicimos las exposiciones a la luz UV a una distancia de 45 cm, hubo amplificación de todos los ADN contaminantes, independientemente de los tiempos de exposición (figura 1a). Dado que todos los controles, tantos negativos (carriles seis y nueve) como positivos (carriles siete y ocho), dieron los resultados esperados, es decir, se pudo observar una banda en cada caso producto de la amplificación, esto nos indicó que ningún tiempo de exposición fue eficaz en eliminar la contaminación a esta distancia de la fuente de luz UV.

Sin embargo, cuando la distancia al bombillo fue de 10 cm (figura 1b), obtuvimos resultados distintos: solo vimos productos de amplificación en los dos controles positivos, como se esperaba (carriles ocho y nueve) por lo que todos los tiempos de exposición fueron eficaces en eliminar el ADN contaminante. Con esto concluimos que a esta distancia y un tiempo de exposición de solo cinco minutos como mínimo es suficiente para eliminar contaminantes.

Sobre la base de estos resultados, decidimos utilizar un tiempo de exposición de siete minutos como mínimo, a una distancia de 10 cm de la luz UV a los tubos y demás materiales, más las otras condiciones antes descritas, para amplificar una porción del gen mitocondrial del citocromo b de muestras de ADN de heces de mono de Margarita, cuyo tamaño esperado es de 136 pb (figura 1c). Los resultados fueron los esperados en sus respectivos controles asociados. Para el caso del control negativo donde se colocó agua como sustituto del ADN blanco no se obtuvo amplificado (carril 4), a diferencia de los controles positivos (carriles 5 y 6) donde se obtuvieron bandas de ADN amplificado. En el primer caso, se usó ADN aislado de sangre de cardenalito con sus cebadores específicos para amplificar un fragmento del gen mitocondrial del citocromo b y se obtuvo una banda de amplificación de 700 pb (carril 5) y para el segundo, ADN aislado de sangre de mono de Margarita donde se obtuvo, como se esperaba, una banda amplificada de 136 pb (carril 6), siendo este último resultado consistente con el obtenido para la muestra de heces de mono de Margarita recolectada en campo (carril 2).

Nuestros resultados son coherentes con estudios previos, que indican que la distancia a la fuente de luz UV puede ser un factor importante en la eficiencia para crear dímeros de pirimidinas en el ADN, pudiendo eliminar así los ADN indeseables en el laboratorio (Cone *et al*., 1993). Sin embargo, indica también que el uso de tiempos de exposición de otros protocolos sin calibrarlos según la distancia a la fuente puede crear un sentido falso de protección contra la contaminación. El haber encontrado que una diferencia de pocos centímetros nos ahorra tanto tiempo en el protocolo de esterilización, nos permitió diseñar y elaborar una modificación para la campana de PCR con una plataforma plegable (figura 2a), para facilitar la ubicación de materiales a la distancia correcta (figura 2b).

Con estos resultados recomendamos el protocolo siguiente para estudios futuros que involucran el aislamiento y amplificación de ADN de heces de mono de Margarita y que es aplicable para el trabajo en el laboratorio con muestras de cualquier otra especie: el protocolo consiste en primer lugar en limpiar el área y materiales de trabajo como se explicó en la sección de Materiales y Métodos. Una vez limpios los materiales con cloro y etanol, se dejan todos estos implementos dentro de la campana de flujo laminar para ser irradiados con la luz UV de 254 nm de longitud de onda, 30 watts de potencia y 400 $\mu W/cm^2$ de intensidad por un tiempo de 7 minutos y a una distancia de 10 cm. A pesar de que se evidenció que con 5 minutos de exposición ya se logra eliminar contaminantes, con siete se está más seguro. Es recomendable que a pesar de que los tubos que se utilizan en los experimentos dentro del laboratorio son estériles, libres de DNAsas y RNAsas, los que van a ser usados se expongan a la luz UV abiertos, por los mismos siete minutos.

Los próximos pasos a seguir serán purificar el producto de PCR obtenido para secuenciar y garantizar su identidad. También es importante resaltar que este protocolo de descontaminación de productos de PCR a pesar de haber sido usado aquí en el estudio de genes asociados al ADN mitocondrial, pueden igualmente ser usados en el caso de ADN nuclear. De esta manera, ampliamos el panorama en cuanto al uso de la genética como herramienta de conservación, contribuyendo con piezas claves en el diseño de estrategias de conservación ajustadas a la situación de riesgo de diversas especies.

Agradecimientos

Agradecemos principalmente al Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) por su apoyo en el financiamiento de este trabajo. Al departamento de Dimec del IVIC por la colaboración en el diseño y elaboración de la plataforma plegable para adaptar las condiciones de esterilización. A la licenciada Andrea Lacruz del Laboratorio de Genómica de Enfermedades Musculares del IVIC, por facilitar el ADN utilizado en este estudio. A nuestros colaboradores en la Isla de Margarita por su asistencia en la recolección de muestras de mono de Margarita (ver Ceballos-Mago *et al.*, este volumen). El proyecto cuenta con los permisos requeridos y emitidos por el Minea e Inparques.

Referencias

BRINKMAN, T. J.; Person, D. K.; Chapin, III. F. S.; Smith, W. y Hundertmark, K. J. (2011). "Estimating abundance of Sitka black-tailed deer using ADN from fecal pellets". *Journal of Wildlife Management,* 75: 232-242.

CEBALLOS-MAGO, N. (2015). "*Sapajus apella ssp. margaritae"*. En: IUCN "Red list of threatened species 2015" e.T4079A70611848. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-1.RLTS.T4079A70611848.en. (Consulta: 1 de febrero 2015).

———— (2010). *The Margarita capuchin Cebus apella margaritae: a critically-endangered monkey in a fragmented habitat on Isla de Margarita, Venezuela.* Tesis Ph. D.; University of Cambridge, Cambridge, Reino Unido.

CEBALLOS-MAGO, N.; González, C. E. y Chivers, D. J. (2010). "Impact of the pet trade on the Margarita capuchin monkey *Cebus apella margaritae*". *Endangered Species Research*, 12: 57-68.

CEBALLOS-MAGO, N.; y Chivers, D. (2013). "A Critically-Endangered capuchin (*Sapajus apella margaritae*) living in mountain forest fragments on Isla de Margarita, Venezuela". En: *Primates in fragments: complexity and resilience.* (Marsh, L. K. y Chapman, C. A., eds.): 183-195. Springer Press. New York.

CHAMPLOT, S.; Berthelot, C.; Pruvost, M.; Bennett, E. A.; Grange, T.; y Geigl, E. M. (2010). "An efficient multistrategy DNA decontamination procedure of PCR reagents for hypersensitive PCR applications". *PLoS ONE* 5(9): e13042.

CONE, R. W. y Fairfax, M. R. (1993). "Protocol for ultraviolet irradiation of surfaces to reduce PCR contamination". *Genome Research,* 3: S15-S17.

FRANKHAM, R.; Ballou, J. D.; y Briscoe, D. A. (2010). *Introduction to conservation genetics*, 2° ed. Cambridge University Press, Cambridge.

GEFRIDES, L.; Powell, M.; Donley, M. y Khan, R. (2010). "UV irradiation and autoclave treatment for elimination of contaminating DNA from laboratory consumables". *Forensic Science International*: *Genetics,* 4: 89-94.

KOHN, M. H. y Wayne, R. K. (1999). "Facts from feces revisited". *Trends in Ecology & Evolution,* 12: 223-227.

LUIKART, G.; Ryman, N.; Tallmon D. A.; Schwartz, M. K. y Allendorf, F. W. (2010). "Estimation of census and effective population sizes: the increasing usefulness of DNA-based approaches". *Conservation Genetics,* 11: 355-373.

LYNCH ALFARO, J.; Boubli, J. P.; Olson, L. E.; Fiore, A. D.; Wilson, B.; Gutiérrez-Espeleta, G. A.; Chiou, K. L.; Schulte, M.; Neitzel, S.; Ross, V.; Schwochow, D.; Nguyen, M. T. T.; Farias, I.; Janson, C. H. y Alfaro, M. E. (2012). "Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys". *Journal of Biogeography,* 39: 272-288.

MÁRQUEZ, L. y Sanz, V. (1991). *Evaluación de la presencia de Cebus apella margaritae en la Isla de Margarita*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 68 pp.

MOURA, A. (2004). *The capuchin monkey and the Caatinga dry forest: a hard life in a harsh habitat*. Tesis Ph.D. University of Cambridge. Cambridge, Reino Unido. 222 pp.

OUBORG, N. J.; Pertoldi, C.; Loeschcke, V.; Bljlsma, R. y Hedrick, P. W. (2010). "Conservation genetics in transition to conservation genomics". *Trends in Genetics,* 26: 177-187.

PANASCI, M.; Ballard, W. B.; Breck, S.; Rodríguez, D.; Densmore, L. D.; Webster, D. B. y Baker, R. J. (2011). "Evaluation of fecal DNA

preservation techniques and effects of simple age and diet on genotyping success". *Journal of Wildlife Management,* 74: 1616-1624.

PERRY, G. H.; Marioni, J. C.; Melsted, P. y Gilard, Y. (2010). "Genomic scale capture and sequencing of endogenous DNA from feces". *Molecular Ecology,* 19 (24): 5332-5344.

POOLE, K. G.; Reynolds, D. M.; Mowat, G. y Paetkau, D. (2011). "Estimating mountain goat abundance using DNA from fecal pellets". *Journal of Wildlife Management,* 75: 1527-1534.

PRINCE, A. y Andrus, L. (1992). "PCR: How to kill unwanted DNA". *Biotechniques,* 12(3): 358-60.

QUEMERE, E.; Louis, E.; Ribéron, A.; Chikhi, L. y Crouau-Roy, B. (2010). "Non-invasive conservation genetics of the critically endangered golden-crowned sifaka (*Propithecus tattersalli*): high diversity and significant genetic differentiation over a small range". *Conservation Genetics,* 11: 675-687.

RODRÍGUEZ, J. P.; y Rojas-Suárez, F. (1999). *Libro rojo de la fauna venezolana,* (2° ed.). Provita-Fundación Polar. Caracas, Venezuela.

———— (2008). *Libro rojo de la fauna venezolana* (3° ed.). Provita, Caracas.

RODRÍGUEZ, J. P.; Rodríguez-Clark, K. M.; Faría-Romero, M. A.; Briceño-Linares, J. M.; Dashiell, S.; Neugarten, R. y Millán, P. A. (2006). "Education and the threatened parrots of Margarita Island". *Proceedings of the VI international parrot convention.* pp. 159-173. Loro Parque Fundación. Puerto de La Cruz, Tenerife, España.

ROSE, L. M. (2001). *Meat and the early human diet: insights from Neotropical primate studies.* En: *Meat-eating and human evolution* (Stanford, C. B. y Bunn, H. eds.) :141-158. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.

SANZ, V. y Márquez, L. (1994). "Conservación del mono capuchino de Margarita (*Cebus apella margaritae*) en la Isla de Margarita, Venezuela". *Neotropical Primates,* 2: 5-8.

SAMBROOK, J.; y Russell, D. (2001). *Molecular cloning a laboratory manual.* Cold Spring Harbor Laboratory Press. Cold Spring Harbor, Nueva York.

TORRES DE CABALLERO, O. M.; Ramírez, C. y Yunis, E. (1976). "Genus *Cebus* Q-and G-band karyotypes and natural hybrids". *Folia Primatologica*, 26(4): 310-321.

WAITS, L. y Paetkau, D. (2005). "Noninvasive genetic sampling tools for wildlife biologists: A review of applications and recommendations for accurate data collection". *Journal of Wildlife Management,* 69:1419-1433.

WEHNCKE, E. V. y Domínguez, C. A. (2007). "Seed dispersal ecology of non-restricted frugivores, capuchin monkeys in three neotropical forests". *Journal of Tropical Ecology*, 23: 519-528.

Figuras y tabla

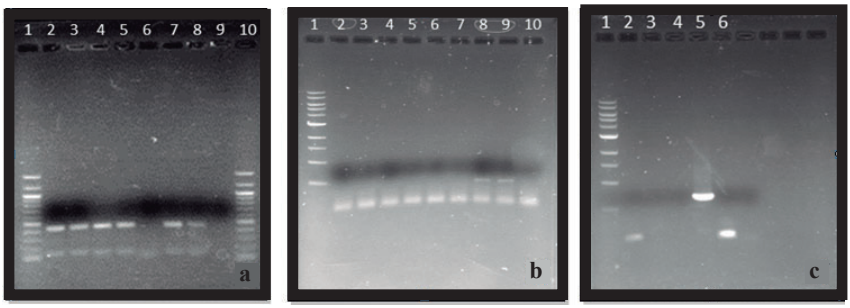


Figura 1. Productos de PCRs con ADN contaminante y controles **(a)** a 45cm o **(b)** a 10 cm de distancia entre la muestra de ADN y el bombillo de la luz UV, con tiempos distintos de exposición. Los carriles en cada imagen contienen: 1. MPM 100pb; 2. PCR 5´UV; 3. PCR 10´UV; 4. PCR 20´UV; 5. PCR 30´UV; 6. MM+H_2O+5´UV; 7. MM-ADN-UV; 8. MM-ADNueg; 9. MM+H_2O-UV; 10. MPM 100pb. **(c)** a partir de ADN aislado de heces de mono de Margarita y controles. 1. MPM 1kb; 2. Heces mono de Margarita; 3. Heces mono de Margarita; 4. Control negativo: H_2O; 5. Control positivo: sangre de Cardenalito; 6. Control positivo: sangre de mono de Margarita.

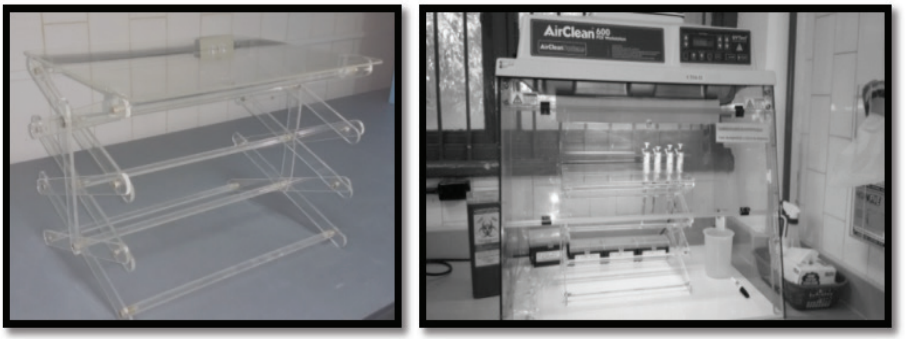


Figura 2. Plataforma diseñada para adaptar las condiciones de esterilización. Tiene la capacidad de plegarse para ser introducida y luego desplegarse en el interior de la campana para que la plataforma quede a 10 cm de la luz UV.

Tabla 1. Componentes de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) experimental.

Componente	**Concentración inicial**	**Concentración final**	**Volumen para una reacción**	**Volumen total para nueve reacciones**
Buffer (Kapa Biosystems)	5x	1x	2 µL	18 µL
Mezcla de deoxynucleotide triphosphates (DNTPs) (Sigma-Aldrich)	2 mM por DNTP	0,2 mM	1 µL	9 µL
Cloruro de Magnesio ($MgCl_2$) (Kapa Biosystems)	25 mM	1 mM	0,4 µL	3,6 µL
Cebador delantero	10 µM	0,2 µM	0,2 µL	1,8 µL
Cebador reverso	10 µM	0,2 µM	0,2 µL	1,8 µL
Enzima Taq polimerasa (Kapa Biosystems)	5 U/µL	1,25 U	0,05 µL	0,45 µL
Agua ultra pura	-	-	4,15 µL	37,35 µL
			TOTAL	72 µL

Emperatriz Gamero
Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela / egamero@ivic.gob.ve.

Kathryn M. Rodríguez-Clark
Animal Care Sciences, Smithsonian's National Zoo and Conservation Biology Institute, Washington DC, USA Rodriguez-ClarkKM@si.edu.

Natalia Ceballos-Mago
Proyecto Mono de Margarita & Fundación Vuelta Larga, Venezuela. University of Montana, Missoula, MT, EE. UU. / nataliaceballos@gmail.com.

Romari Martinez
Departamento de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus-Itabuna Km. 16, Ilhéus, CEP 45562-000. Bahía, Brasil / cebus@yahoo.com.

Magaly Pernía
Hospital Veterinario Salamanca. Isla de Margarita, Venezuela / hvetsalaman@gmail.com.

Gamero, E., Rodríguez-Clark, K. M., Ceballos-Mago, N., Martinez, R. & Pernía, M. (2019). Protocolo de descontaminación en estudios genéticos de muestras no-invasivas de *Sapajus apella margaritae*. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 117-134.

Virus emergentes y reemergentes en primates: Una visión global y para Venezuela

Flor Helene Pujol
Juan-Carlos Navarro

Resumen

Los virus en primates no-humanos pueden ser patógenos que pueden infectar al hombre. Los primates son en muchos casos, reservorios u hospedadores intermediaros de virus que infectan humanos o que permiten el salto de especie con la generación de un nuevo virus, como en el caso del VIH. En otros casos pueden servir de intermediario en una epizootia, como en el caso del virus Ébola. También pueden estar involucrados en ciclos selváticos y ser reservorios de enfermedades virales transmitidas por artrópodos (Arbovirus). En el Neotrópico y en Venezuela, entre los virus asociados a primates más estudiados se encuentran el de la hepatitis y diferentes arbovirus como la fiebre amarilla y Mayaro, sin embargo otros virus como dengue y el más recientemente introducido chikungunya tienen origen zoonótico en primates no-humanos. En esta revisión se describen ejemplos de estas situaciones y cómo las infecciones virales en primates no humanos revisten importancia tanto para la prevención de epidemias de gran impacto en salud humana como para la preservación de especies de primates.

Palabras claves: Evolución, monos, simios, salud pública, virus, zoonosis.

Emerging and Re-emerging Viruses in Primates: Global and Venezuelan Visions

Abstract

Nonhuman primates can harbor pathogens that may infect humans. Primates, in most of the cases are reservoirs of viruses that infect humans, or actually allow species jumping in the generation of new viruses, as in the case of HIV. In other circumstances, they may serve as intermediaries in epizootic events, as in the case of Ébola virus. They may also be involved in sylvatic cycles, and be reservoirs of arthropod-borne viral diseases (arboviruses). In the Neotropics and Venezuela, the most studied viruses associated with primates are the hepatitis and different arboviruses like yellow fever and Mayaro; however, viruses such as dengue as well as the most recently introduced chikungunya virus also have recently zoonotic origin in nonhuman primates. In this review, we describe examples of these circumstances, and show how viral infections in nonhuman primates are important for preventing epidemics of great impact on human health as well as serving for the preservation of primate species.

Keywords: Evolution, monkeys, simians, public health, virus, zoonosis.

Introducción

Los virus son sistemas biológicos elementales sin vida propia, con capacidad replicativa dentro de una célula hospedera. Son parásitos intracelulares obligados, ya que requieren de la maquinaria biosintética de una célula para llevar a cabo su replicación (Koonin, 2006). La clasificación taxonómica de los virus es todavía rudimentaria, están agrupados en 103 familias (ICTV, 2014), depende de: 1) el tipo de genoma viral: ARN (y su polaridad) o ADN, doble cadena o cadena sencilla; 2) su organización genómica; 3) su estructura, según la presencia de una envoltura lipídica o no y una simetría de cápside icosaédrica o helicoidal, por ejemplo.

Algunos virus no están agrupados dentro de una familia; algunas de estas familias están a su vez agrupadas en siete órdenes, mientras que 77 de estas familias no han sido aún agrupadas en órdenes específicos (ICTV, 2014). Unas 20 familias agrupan a los virus que infectan a primates humanos o no-humanos (Sharp, 2002).

Los primates no-humanos son los mamíferos más cercanos al humano. Constituyen igualmente un reservorio para enfermedades zoonóticas, bien sea por la transmisión accidental de un virus desde un hospedero no-humano a uno humano, así como para la aparición de nuevos virus, a través de un salto de especie (Ludwig *et al*., 2003; Sharp, 2002; Pujol, 2006). Ellos a su vez, por contactos cada vez más cercanos y frecuentes con los humanos, están en riesgo de adquirir infecciones de virus que infectan al humano.

Esta revisión pretende ilustrar con ejemplos, la diversidad de virus que infectan primates no-humanos y las implicaciones en salud pública, haciendo énfasis finalmente en la situación latinoamericana y en Venezuela particularmente.

Resultados y discusión

Virus de primates patógenos para el humano

Dada la gran cercanía filogenética entre los primates no-humanos y los humanos, estos comparten muchos patógenos, entre ellos los virus (González *et al*., 2013). Algunas enfermedades virales endémicas en simios pueden ser transmitidas a través de un evento zoonótico al humano (figura 1A). Entre los virus simios patógenos para el hombre, el herpes virus B es altamente prevalente en macacos. Después de las infecciones bacterianas, es la enfermedad de mayor riesgo de adquisición en humanos por contacto con monos, con una tasa de mortalidad muy alta (Huff y Barry, 2003). El virus herpes B, o *Cercopithecine herpesvirus 1*, pertenece a la familia *Herpesviridae*. Es endémico en monos asiáticos del género *Macaca* pero también infecta a otros géneros. Es el único virus simio de esa familia que es patógeno para el hombre (Nsabimana *et al*., 2008).

El poliomavirus SV40 ha sido asociado a diversos tipos de cáncer en animales. Han ocurrido episodios de exposición de este virus en humanos, particularmente en personal de zoológicos y a través de la administración de vacunas contaminadas con el virus (Engels *et al*., 2004; Martini *et al.*, 2007), lo cual plantea la inquietud sobre si este virus es capaz de causar cáncer en humanos, aunque no existe evidencia contundente al respecto (Shah, 2004). La Agencia Internacional del Cáncer ha planteado recientemente que no existe suficiente evidencia en este momento para reconocer al poliomavirus SV40 como causante de cáncer en humanos (IARC, 2013).

Virus de primates que dan origen a un virus de humano

VIH y virus relacionados

El contacto de humanos con primates no-humanos ha originado nuevas especies de virus que infectan a humanos, a partir de un virus simio. El mejor ejemplo para ilustrar este acontecimiento es sin duda la aparición de los virus de inmunodeficiencia humana, VIH-1 y VIH-2. EL VIH pertenece a la familia Retroviridae, subfamilia Orthoretrovirinae y género Lentivirus (Turner y Summers, 1999). El VIH se origina a partir del salto

de especie de virus análogos que infectan a primates no-humanos de África: Virus de Inmunodeficiencia Simia (VIS). Se ha propuesto el término de introducción zoonótica para definir el salto de especie de un virus de inmunodeficiencia simia (VIS) para lograr la infección exitosa de un humano, con la aparición de un virus nuevo (figura 1A) (Pujol, 2006). Este término permite diferenciar la infección de un virus de primate al hombre o zoonosis, como las descritas en la sección anterior. En efecto, la introducción zoonótica y ese salto de especie acarrea la selección de un nuevo virus, virus que ha acumulado una serie de mutaciones que lo diferencian de su ancestro y que le permite infectar eficientemente al humano. Así pues, en la zoonosis clásica es el mismo virus simio que infecta al humano, mientras que a través del salto de especie surge un nuevo virus, con capacidad de infectar al humano –con eficiente transmisión entre humanos– y que probablemente ha perdido la capacidad de replicarse eficientemente en el primate no-humano (figura 1A).

Se dispone en la actualidad de un gran número de secuencias de las distintas especies de VIH y VIS. Esto ha permitido realizar estudios filogenéticos que a su vez han permitido dilucidar el origen de los VIH. Se han identificado VIS que infectan chimpancés de la subespecie *Pan troglodites troglodites* que están estrechamente relacionados con cada uno de los tres grupos de VIH-1, el M, N, O y P (tabla 1) (Mourez *et al*., 2013; Peeters *et al.*, 2013; Sharp *et al*., 2005; Tebit y Arts, 2011). Por otra parte, se han identificado VIS que infectan mangabeyes (*Cercocebus atys*), y que están filogenéticamente muy relacionados con los VIH-2. Cada uno de los grupos de VIH-2 se origina a partir de un salto de especie de un VIS de esa especie de primate. De hecho, se propone que ocurren de forma continua saltos de especies a partir de VIS de mangabeyes al humano (Ayouba *et al.*, 2013).

No existen VIS en primates no-humanos del Nuevo Mundo (Murphy *et al.*, 2006; Peeters *et al.*, 2014) lo cual resulta interesante desde el punto de vista epidemiológico. Otros retrovirus de simios, como los espumavirus, son capaces de infectar a humanos, sin causar patología. Se han descrito espumavirus en monos del Neotrópico, aunque se ignora si tienen algún potencial zoonótico en esta región (Murphy *et al.*, 2006).

Existen otros ejemplos de introducciones zoonóticas de virus simios que conducen a la generación de un nuevo virus humano. La evidencia filogenética muestra que otros retrovirus lentivirus que infectan al hombre, como los son los virus HTLV (virus linfotrópico humano de células T) 1 y 2, probablemente se originaron también a partir de un virus simio (Courgnaud *et al*., 2004; Peeters *et al.*, 2014). Así mismo, el agente etiológico del sarcoma de Kaposi es un herpes virus 8, que a su vez también se deriva de un herpes virus simio (Lacoste *et al*., 2000).

Virus de hepatitis B: intercambio en ambos sentidos

El virus de la hepatitis B (VHB) es el miembro prototipo de la familia *Hepadnaviridae*, que puede causar una enfermedad crónica con secuelas graves como cirrosis y cáncer de hígado (Pujol *et al*., 2012). La familia comprende dos géneros: Orthohepadnavirus, que contiene al VHB y a hepadnavirus de mamíferos y Avihepadnavirus, que contiene a hepadnavirus de aves (Bonvicino *et al.,* 2014). Se han descrito hasta 10 genotipos del VHB. Además de las variantes que infectan al hombre, se han descrito hepadnavirus que infectan a primates no-humanos del Viejo Mundo (chimpancés, gorilas, orangutanes, gibones, entre otros) y un virus que infecta al mono lanudo (género *Lagothrix*) del Nuevo Mundo (Pujol *et al*., 2012). Hasta la fecha, se han descrito VHB infectando a: 1) familia *Hominidae*: *Pan troglodytes* (varias subespecies), *Pongo pygmaeus*, *Gorilla gorilla*; 2) familia *Hylobatidae*: al menos 9 especies del género *Hylobates*; 3) familia *Cercopithecidae*: *Cercopithecus aethiops*, *Lophocebus albigena*, *Maca fascicularis*, *Mandrillus sphinx*, *Papio ursinis orientalis*; 4) familia *Atelidae* del Nuevo Mundo: *Lagothrix lagothricha* (Bonvicino *et al.,* 2014).

El origen del VHB es todavía controversial. Algunos autores proponen que es un virus de origen reciente, mientras que otros de muy larga data (Paraskevis *et al*., 2013). Se ha propuesto que el VHB podría haber infectado al humano a través de varias introducciones zoonóticas a partir de virus simios (Devesa y Pujol, 2007). Un análisis más reciente propone una transmisión bidireccional con saltos de especie y recombinación entre virus de humanos y otros primates, que lleva a la generación de nuevas va-

riantes (figura 1A). En efecto, se han descrito simios infectados con cepas humanas del VHB y cepas recombinantes del VHB entre virus de humanos y simios (al menos con los del Viejo Mundo), lo cual apoya la hipótesis de que para este virus, el flujo y salto de especie podrían ser bidireccionales (Bonvicino *et al.,* 2014).

Primates como intermediarios en una epizootia viral

Virus Ébola y Marburg

Los virus Ébola y Marburg pertenecen a la familia *Filoviridae* y causan una fiebre hemorrágica severa en primates humanos y no-humanos en África. La tasa de mortalidad puede llegar hasta un 90%, y no existe ninguna terapia efectiva para esta enfermedad (Peters *et al.*, 1994). Se ha descrito un tercer género en esta familia, recientemente descubierto en España, el Cuevavirus, *Lloviu virus,* sin evidencia de que sea patógeno para el hombre (Barrette *et al.*, 2011).

Después de muchos intentos por identificar el reservorio del virus Ébola, se sugiere que los murciélagos frugívoros podrían ser el reservorio natural de este virus (Kanapathipillai, 2014). Los primates no-humanos no son reservorio de la infección, sino que actúan como intermediarios para la amplificación de una infección inicialmente adquirida a partir del contacto con excretas de los murciélagos. Los simios, a menudo chimpancés y gorilas, sufren la enfermedad con una patología similar a la del hombre. Ellos juegan un papel importante en la transmisión al humano (figura 2) (Kanapathipillai, 2014). Por esta razón, Rouquet *et al*., (2005) proponen un sistema de vigilancia de cadáveres de chimpancés, gorilas y duiqueros azules (*Cephalophus monticola*) que podría ser efectiva para prevenir brotes de Ébola en África. Las investigaciones han mostrado que los brotes de Ébola comienzan en simios semanas antes que el brote subsecuente en humanos. Esta vigilancia permitiría tomar medidas sanitarias para prevenir la propagación en humanos.

El género Ébola comprende cinco especies: cuatro patógenas para primates (Zaire, Sudán, Bundibugyo y Tai Forest) y una patógena solo para primates no-humanos, el Ébola Reston (Kanapathipillai, 2014). El Ébola

Reston fue descubierto en macacos provenientes de la isla Mindanao en Filipinas a Reston, Virginia, Estados Unidos; al observar una mortalidad mayor a la esperada en los animales en cuarentena (Jahrling *et al*., 1990). Existe evidencia serológica de exposición de humanos al virus Ébola Reston pero estos no parecen desarrollar enfermedad por el contacto con este virus (CDC, 1990). Desde entonces, se han reportado varios episodios de introducción del virus Ébola Reston en Estados Unidos e Italia, así como en Filipinas, país de origen de los primates importados (Miranda *et al*., 2002).

Se ha identificado un dominio tipo mucina en la glicoproteína del virus Ébola Zaire que provoca daño vascular cuando es expresado en tejido vascular humano, porcino o simio. Este dominio no se encuentra en la glicoproteína del virus Ébola Reston (Yang *et al*., 2000). Esta diferencia estructural podría estar relacionada con la aparente no patogenicidad del virus Ébola Reston en humanos. Sin embargo, estudios de quimeras de virus, donde se han intercambiado las glicoproteínas de Ébola Zaire y reston sugieren que la glicoproteínas de los virus patogénicos para el hombre son necesarias para inducir el fenotipo patógeno más no suficiente, existiendo probablemente otros factores que conducen a la diferencia en letalidad en humanos entre el virus Ébola Reston y las otras especies de Ébola (Groseth *et al.*, 2012).

Viruela simia: un accidente en los monos

El virus de la viruela simia es un poxvirus descubierto en 1958. El primer reporte de casos en humanos fue en la República Democrática del Congo en 1970. El virus causa una enfermedad similar a la viruela, con una mortalidad cercana al 10%. La mayor epidemia documentada ocurrió entre 1996 y 1997 en la República Democrática del Congo, con 419 casos, con una tasa de mortalidad del 1,5% (Di Giulio y Eckburg, 2004). En el 2003 se reporta un episodio de infección en humanos fuera del África, en Estados Unidos. Se reportaron 81 casos en humanos, que adquirieron la enfermedad por el contacto con pequeños roedores, llamados perros de la pradera, que un comerciante de animales exóticos había puesto en contacto con roedores importados de África; en esa epidemia no se reportó ningún caso mortal (Reed *et al*., 2004). Sin embargo, a pesar de su nombre y de que

los simios puedan jugar un papel en la transmisión de esta enfermedad al humano, ellos no parecen ser el reservorio de la misma, sino más bien pequeños roedores como la ardilla (Orba *et al.*, 2014).

Primates y arbovirus en el Nuevo Mundo y en Venezuela

Primates como reservorios de arbovirus

Los arbovirus, un término proveniente del inglés *Ar*thropod *Bo*rne *Virus* (en Zoología, los artrópodos incluyen organismos como insectos, arañas y garrapatas: Phylum Arthropoda), son virus agrupados bajo una denominación práctica y operativa (virus transmistidos por artrópodos) que pertenecen a diferentes e independientes líneas evolutivas o filogenéticas.

Aproximadamente 500 virus se incluyen en el grupo de posibles y comprobados arbovirus en el mundo (Karabatsos, 1985). La gran mayoría de los arbovirus están clasificados en pocas familias y géneros de virus de ARN: uno de dos géneros de la familia Togaviridae (Alphavirus), uno de tres géneros de Flaviviridae (Flavivirus), tres de cinco géneros de Bunyaviridae, uno de seis géneros de la Rhabdoviridae (Vesiculovirus), uno de nueve en Reoviridae (Orbivirus), y uno de cuatro en l Orthomixoviridae (Thogotovirus) (Weaver, 2006).

En Venezuela, son conocidos los reportes por morbilidad y mortalidad producto de epidemias y epizoodemias emergentes y reemergentes de los Flavivirus: dengue (DENV) y su variedad grave o hemorrágica (Barrera *et al*., 2002; Camacho-García *et al*., 2012), fiebre amarilla en sus ciclos selvático y urbano (YFV) (Valero, 2003) como los más importantes, así como evidencias de la presencia y actividad de viral de encefalitis de San Luis (SLEV) (Navarro *et al*., 1992), virus del Oeste del Nilo (WNV) e Ilheus (ILEV) (Bosh *et al*., 2007). El otro grupo de arbovirus importantes son los Alphavirus, entre ellos la encefalitis equina venezolana (VEEV), encefalitis del este (EEEV) (Walder *et al*., 1984, Weaver *et al*., 2004) y Mayaro MAYV (Torres *et al*., 2001; Powers *et al*., 2006; Muñoz y Navarro, 2012; Auguste *et al*., 2015a en prensa), virus UNA (UNAV) (Powers *et al*., 2006) y el virus chikungunya (CHIKV) de reciente introducción al continente

americano en diciembre 2013 (Leparc-Goffart *et al*., 2014) y que se encuentra en plena expansión epidémica continental. Otro grupo importante de arbovirus de posibles brotes futuros en Venezuela lo representa el Complejo de virus Oropuche (OROV).

De estos arbovirus señalados, los primates no-humanos han sido encontrados como hospedadores o reservorios de los virus YFV, DENV, SLEV (Flavivirus), MAYV, UNAV, CHIKV (Alphavirus) y del Bunyavirus OROV. El origen zoonótico ha sido demostrado en estos virus cuyo origen se encuentra en primates no-humanos y su transferencia al humano se realiza mediante diferentes grupos de vectores biológicos (cuando existe un período de replicación viral o incubación extrínseca en el artrópodo), principalmente mosquitos (Diptera: Nematocera) de la familia Culicidae y garrapatas (Arachnida: Acari) en el caso de los flavivirus, Culicidae en alphavirus, así como en OROV por Culicidae y Ceratopogonidae (*Culicoides*).

Un análisis filogenético que incluyó cepas de dengue aisladas en zonas selváticas aisladas de monos y de mosquitos *Aedes* selváticos demuestran la posición ancestral de estos virus en tres de los cuatro serotipos de (D1, D2, D4) (Vasilakis y Weaver 2008; Weaver y Reisen, 2010) así como también Rudnick (1979) en Malasia demostró la presencia de anticuerpos contra DEN3 en primates no-humanos (*Macaca* sp.) en zonas selváticas sin la presencia del vector urbano *Aedes aegypti*. El mismo patrón ha sido demostrado para fiebre amarilla cuyo origen zoonótico no ha estado en discusión desde las primeras epidemias en África y en América (Barret y Higgs, 2006). En África se conocen tres ciclos, uno selvático, uno intermedio y el urbano en el cual las especies *Cercopithecus y Colobus* son reservorios del virus en el dosel del bosque transmitido por *Aedes africanus*, mientras que otras especies *Cercopithecus*, *Colobus* y *Erythrocebus* parecen actuar como la fuente de infección de mosquitos (*Aedes bromeliae, simpsoni, furcifer-taylori*) en las zonas de transición al ciclo urbano (Bryant, 2004).

En el Neotrópico, *Alouatta seniculus*, *A. belzebuth* y *A. caraya*, así como especies del género *Cebus* (Vasconcelos *et al*., 2001; Barrett y Higgs, 2007) son los grupos de primates no-humanos frecuentemente involucrados en el ciclo de transmisión como hospedadores terminales o reservorios, y fuente principal de infección al humano. Otros Flavivirus virus

menos conocidos en Latinoamérica como SLEV y Cacipacoré que hasta la fecha circulan en áreas silvestres y rurales, han sido también involucrados con primates no-humanos. Para SLEV, se detectaron anticuerpos en *Sapajus cay*, *S. nigritus* y *Alouatta caraya* en la cuenca superior del Paraná en Brasil (Kuhl-Svoboda *et al*., 2014), mientras que para el virus Cacipacoré en Matto Grosso, Brasil se detectaron anticuerpos en *A. caraya y Sapajus spp.* (Batista *et al*., 2013).

En los arbovirus del género *Alphavirus*, el clado ancestral correspondiente a los virus del Complejo del Bosque de Semliki (Semliki Forest Complex-SFC) está correlacionado evolutivamente con primates no-humanos como reservorios principales (figura 3), mientras que otros clados de alphavirus están asociados con roedores o aves como reservorios principales. En el clado SFC están los virus del Viejo Mundo: Barmah Forest, Ndumu, O´nyong nyong, chikungunya, Bebaru, Semliki Forest, Getha, Ross River, así como en forma parafilética, los virus solo aislados en el Neotrópico como Mayaro (MAYV) y UNA que se encuentran en gran parte de la amazonía americana (Muñoz y Navarro, 2012; Powers *et al.*, 2006).

La explicación a la ubicación geográfica parafilética de estos virus del Neotrópico junto a los virus africanos se ha demostrado con la evidencia de una posible introducción desde África durante la época colonial y la trata de esclavos, con los resultados de data de divergencia-especiación del virus Mayaro de su ancestro más cercano de aproximadamente 400-500 años (Auguste *et al*., 2015a en prensa), siendo algún virus tipo chikungunya un posible ancestro de MAYV y UNAV. Una datación similar se realizó previamente para las cepas de fiebre amarilla del Neotrópico, y de Venezuela, Brasil y Trinidad particularmente (Auguste *et al*., 2010; Auguste *et al*., 2015b en prensa).

Para el virus Mayaro y para sus vectores selváticos, mosquitos del género *Haemagogus*, se han estimado modelos de nicho ecológico en América del Sur, que muestran las áreas de transmisión comprobada con aislamientos virales y aquellas áreas prospectivas de posible transmisión que será interesante correlacionar con la distribución de diferentes especies de primates no-humanos para estimar posibles reservorios (Liria y Navarro, 2010; Auguste *et al*., 2015). Los ciclos similares de transmisión

selvática en el Neotrópico para estos virus YFV y MAYV, demuestra que luego de su introducción en la colonia, estos virus encontraron los mismos géneros de mosquitos vectores no obstante pertenecer a diferentes líneas filogenéticas, evidencia de una convergencia ecoepidemiológica. Ambos virus se han aislado en el continente americano en mosquitos (Culicidae) vectores de los géneros *Haemagogus* y *Sabethes* (Barrett y Higgs, 2007; Muñoz y Navarro, 2012). Los reportes de aislamiento viral y detección de anticuerpos del virus Mayaro en primates no-humanos han sido realizados en *Callitrix argentata*, *Alouatta seniculus*, *Pithecia pithecia*, *Saimiri sciureus*, *Sanguinus midas* y *Sapajus* sp. (Muñoz y Navarro, 2012; Batista *et al*., 2013). El ciclo selvático propuesto y un posible salto a un ciclo rural-urbano se muestra en la Figura 1B.

Por su parte CHIKV en el continente africano se conocen como hospedadores primates no-humanos, siendo este virus al igual que el dengue, fiebre amarilla y Mayaro en el pasado, introducido en América en diciembre 2013, en las islas francesas del Caribe (St. Marteen, Guadalupe) y ha encontrado un ciclo urbano de transmisión mediante las especies *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* tal cual sucede con dengue y fiebre amarilla urbana. Ambas especies de vectores también han sido introducidas al continente américano en diferentes épocas, *A. aegypti* durante la colonia y *A. albopictus* en los años 1985-1986 en Estados Unidos y Brasil (Gratz, 2004; Navarro *et al*., 2009). No existe hasta el momento en América, por su reciente introducción, un salto ecológico a un ciclo selvático tal como sucedió en fiebre amarilla y Mayaro, sin embargo su gran propagación en el continente y la presencia de *A. albopictus* un vector de hábitos alimentarios amplios y de ocupación no solo urbana sino también en áreas naturales, esta hipótesis no debe ser descartada.

En el caso del Complejo de virus Oropuche, Orthobunyavirus de la familia Bunyaviridae se han producido más de 30 brotes epidémicos en Latinoamérica (Baldez-Vasconcelos *et al*., 2011), sin embargo en Venezuela no existen registros clínicos ni de laboratorio en humanos. Este grupo de virus ha sido poco estudiado y se ha asociado con primates del género *Callitrix* sp. y *Sapajus apella* en Brasil y con mosquitos Culicidae de los géneros *Coquillettidia*, *Aedes, Culex vomerifer* y con *Culicoides* (Diptera:

Ceratopogonidae) (Nunes *et al*., 2005; Baldez-Vasconcelos *et al*., 2011). Recientemente, la primera evidencia de circulación del virus Oropuche en Venezuela ha sido detectada en una epizoótia ocurrida al sur del estado Anzoátegui, con un aislamiento en un ejemplar moribundo de *Cebus olivaceus* y por primera vez hallado fuera de la región amazónica, zona de usual transmisión de este grupo de arbovirus. Esta cepa aislada representa un nuevo virus recombinante, relacionado con el virus Madre de Dios (MDDV) aislado previamente en Iquitos, Perú en un brote en humanos (Ladner *et al.*, 2014), por lo cual representa un riesgo potencial de transmisión para la población humana y un patógeno importante en la mortalidad para este especie de primate no-humano en esta zona del país (Navarro *et al.*, en prensa).

Conclusión

En conclusión, los ejemplos descritos en esta revisión muestran la importancia del estudio de virus en primates no-humanos, para ilustrar cómo la transmisión zoonótica de patógenos al hombre, ha constituido y sigue siendo un importante problema de salud pública debido al permanente riesgo de emergencia y reemergencia de nuevas enfermedades. El estudio de los complejos ciclos de transmisión de algunas de estas virosis podría ayudar a reducir los riesgos de brotes a través de estrategias adecuadas y campañas de educación sanitaria. El estudio de virus de primates no-humanos ayuda a su vez a conocer el origen de muchos virus que infectan a humanos. El análisis del comportamiento de estas infecciones virales en hospederos no-humanos aporta también información sobre herramientas inmunológicas y moleculares para combatir estas enfermedades. El aporte de los primates no-humanos como modelos animales de experimentación ha sido invalorable para el estudio de la patogénesis, el desarrollo de nuevas drogas y de vacunas contra múltiples agentes virales, como los arbovirus, los virus de hepatitis, el VIH y el Ébola, aunque es importante tomar en cuenta que estos modelos animales nunca reflejan exactamente lo que ocurre en el humano (Bukh, 2004; Fennessey *et al.*, 2013; Friedrich y Watkins, 2005; Muchmore, 2001). Los arbovirus representa un grupo de gran incidencia y

prevalencia en Venezuela, y pasadas introducciones como los virus de fiebre amarilla, dengue y Mayaro, así como el de mas reciente introducción como es chikungunya y cuya pandemia regional está en pleno desarrollo siguen requiriendo de estudios ecoepidemiológicos en donde el papel de los primates no-humanos todavía no ha sido del todo aclarado. Finalmente, es importante también estudiar los riesgos de adquisición de estas virosis en primates no-humanos, muchos de ellos en peligro de extinción, como mecanismo de protección y conservación de la biodiversidad.

Agradecimiento

Al Dr. Scott Weaver, Institute for Human Infections and Immunity and Department of Pathology, University Texas Medical Branch, Galveston, Texas por la Figura 3.

Referencias

AUGUSTE, A. J.; Lemey, P.; Pybus, O. G.; Suchard, M. A.; Salas, R. A.; Adesiyun, A. A.; Barrett, A. D.; Tesh, R. B.; Weaver, S. C.; y Carrington, C. V. (2010). "Yellow fever virus maintenance in Trinidad and its dispersal throughout the Americas". *Journal of Virology,* 84: 9967-9977.

AUGUSTE, A. J.; Forrester, N.; Liria, J.; Giambalvo, D.; Moncada, M.; Moron, D.; De Manzione, N.; Tesh, R. B.; Hernández, R.; Navarro, J. C.; y Weaver, S. C. (2015). "Evolutionary and ecological characterization of Mayaro virus strains isolated from the first reported outbreak in Venezuela, 2010". *Emerging Infectious Diseases, 21:* http://dx.doi.org/10.3201/eid2110.141660. DOI: 10.3201/eid2110.141660.

AUGUSTE, A. J.; Lemey, P.; Bergren, N. B.; Giambalvo, D.; Moncada, M.; Morón, D.; Hernández, R.; Navarro, J. C.; y Weaver, S. C. (2015). "Enzootic transmission of Yellow fever virus in Venezuela". *Emerging Infectious Diseases,* 21(1): 99-102.

AYOUBA, A.; Akoua-Koffi, C.; Calvignac-Spencer, S.; Esteban, A.; Locatelli, S.; *et al*., (2013). "Evidence for continuing cross-species transmission

of SIVsmm to humans: characterization of a new HIV-2 lineage in rural Côte d'Ivoire". *AIDS*, 27: 2488-2491.

BALDEZ-VASCONCELOS, H.; Nunes, M. R. T.; Casseb, L. M. N.; Carvalho, V. L.; Pinto Da Silva, E. V.; Silva, M.; Casseb, S. M. M.; y Vasconcelos, P. F. C. (2011). "Molecular epidemiology of oropouche virus, Brazil". *Emerging Infectious Diseases*, 17: 800-806.

BARRERA, R.; Delgado, N.; Jiménez, M.; y Valero, S. (2002). "Eco-epidemiological factors associated with hyperendemic dengue haemorrhagic fever in Maracay city, Venezuela". *Dengue bulletin,* 26: 84-95.

BARRETT, A. D. T. y Higgs, S. (2007). "Yellow fever: a disease that has yet to be conquered". *Annual Review of Entomology,* 52: 209-29.

BARRETTE, R. W.; Xu, L.; Rowland, J. M.; y McIntosh, M. T. (2011). "Current perspectives on the phylogeny of Filoviridae". *Infection Genetics and Evolution*, 11: 1514-9.

BATISTA, P. M.; Andreotti, R.; Silva De Almeida, P.; Cordeiro Marques, A.; Guerreiro Rodrigues, S.; Oliveira Chiang, J.; y Da Costa Vasconcelos, P. F. (2013). "Detection of arboviruses of public health interest in free-living New World primates (*Sapajus* spp.; *Alouatta caraya*) captured in Mato Grosso do Sul, Brazil". *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,* 46: 684-690.

BONVICINO, C. R.; Moreira, M. A.; y Soares, M. A. (2014). "Hepatitis B virus lineages in mammalian hosts: potential for bidirectional cross-species transmission". *World journal of Gastroenterology,* 20: 7665-7674.

BOSCH, I.; Herrera, F.; Navarro, J. C.; Lentino, M.; Dupuis, A.; *et al*., (2007). "West Nile virus, Venezuela". *Emerging Infectious Diseases*, 13: 651-653.

BUKH, J. (2004). "A critical role for the chimpanzee model in the study of hepatitis C". *Hepatology*, 39: 1469-1475.

CAMACHO-GARCÍA, D. E.; Ferrer, E.; Tenorio, A.; Franco, L. y Comach, G. (2012). "Epidemiología molecular de los virus dengue". *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 52: 1-13.

CDC (1990). "Update: filovirus infection associated with contact with nonhuman primates or their tissues". *Morbility and Mortality Weekly Report*, 39: 404-405.

CHAHROUDI, A.; Bosinger, S. E.; Vanderford, T. H.; Paiardini, M.; y Silvestri, G. (2012). "Natural SIV hosts: Showing aids the door". *Science,* 335: 1188-1193.

COURGNAUD, V.; Van Dooren, S.; Liegeois, F.; Pourrut, X.; Abela, B.; Loul, S.; Mpoudi-Ngole, E.; Vandamme, A.; Delaporte, E.; y Peeters, M. (2004). "Simian T-cell leukemia virus (STLV) infection in wild primate populations in Cameroon: evidence for dual STLV type 1 and type 3 infection in agile mangabeys (Cercocebus agilis)". *Journal of Virology,* 78: 4700-4709.

DEVESA, M., Pujol, F. H. (2004). "Hepatitis B virus genetic diversity in Latin America". *Virus Research*, 127: 177-84.

DI GIULIO, D. B. y Eckburg, P. B. (2004). "Human monkeypox: an emerging zoonosis". *Lancet Infectious Diseases*, 4: 15-25.

ENGELS, E. A.; Switzer, W. M.; Heneine, W. y Viscidi, R. P. (2004). "Serologic evidence for exposure to simian virus 40 in North American zoo workers". *Journal of Infectious Diseases*, 190: 2065-2069.

FENNESSEY, C. M.; y Keele, B. F. (2013). "Using nonhuman primates to model HIV transmission". *Current opinion in HIV and AIDS*, 8: 280-287.

FRIEDRICH, T. C.; y Watkins, D. I. (2005). "The role of the SIV model in AIDS vaccine research". *IAVI Report*, 9: 6-8.

GONZÁLEZ, J. P.; Prugnolle, F. y Leroy, E. (2013). "Men, primates, and germs: an ongoing affair". *Current Topics in Microbiology and Immunology,* 365: 3 7-53.

GRATZ, N. G. (2004). "Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*". *Medical and Veterinary Entomology*, 18: 215-27.

GROSETH, A.; Marzi, A.; Hoenen, T.; Herwig, A.; Gardner, D.; Becker, S.; Ebihara, H. y Feldmann, H. (2012). "The ebola virus glycoprotein contributes to but is not sufficient for virulence in vivo". *PLoS pathogens*, 8: e1002847.

HUFF, J. L. y Barry, P. A. (2003). "B-virus (Cercopithecine herpesvirus 1) infection in humans and macaques: potential for zoonotic disease". *Emerging Infectious Diseases, 9*: 246-250.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (2013) "Malaria and Some Polyomaviruses (SV40, BK, JC, and Merkel Cell Viruses)". en: *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic*

risks to humans. Vol. 104: Lyon, France: International Agency for Research on Cancer.

ICTV (2014): "International Committee on Taxonomy of Viruses". http://www.ictvonline.org/.

JAHRLING, P. B.; Geisbert, T. W.; Dalgard, D. W.; Johnson, E. D.; Ksiazek, T. G.; Hall, W. C. y Peters, C. J. (1990). "Preliminary report: isolation of ebola virus from monkeys imported to USA". *The lancet,* 335: 502-505.

KANAPATHIPILLAI, R. (2014) "ebola virus disease-current knowledge". *New England Journal of Medicine*, 371(13): e18.

KARABATSOS, N. (1985). *International catalogue of arboviruses*. ASTMH, San Antonio, Texas, USA.

KOONIN, E. V.; Senkevich, T. G. y Dolja, V. V. (2006). "The ancient Virus World and evolution of cells". *Biology Direct,* 1: 29.

KUHL-SVOBODA, W.; Carício Martins, L.; De Souza Malanski, L.; Massaaki Shiozawa, M.; Hofstaetter Spohr, K. A.; Scortecci Hilst, C. L.; Aguiar, L. M.; Ludwig, G.; De Camargo Passos, F.; Da Silva, L. R.; Arlington Headley, S. y Navarro, I. T. (2014). "Serological evidence for Saint Louis encephalitis virus in free-ranging New World monkeys and horses within the upper Paraná River basin region, Southern Brazil". *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,* 47: 280-286.

LACOSTE, V.; Mauclère, P.; Dubreuil, P.; Lewis, J.; Georges-Courbot, M.-C. y Gessain, A. (2000). "KSHV-like herpesviruses in chimps and gorillas". *Nature,* 407: 151-152.

LUDWIG, B.; Kraus, F. B.; Allwinn, R.; Doerr, H. W.; y Preiser, W. (2003). "Viral zoonoses - a threat under control?" *Intervirology,* 46: 71-78.

LADNER, J.; Savji, N.; Lofts, L.; Travassos Da Rosa, A.; Wiley, M.; Gestole, M, Rosen, G.; Guzmán, H.; Vasconcelos, P.; Nunes, M.; Kochel, T.; Lipkin, W.; Tesh, R. y Palacios, G.; (2014). "Genomic and phylogenetic characterization of viruses included in the Manzanilla and Oropouche species complexes of the genus *Orthobunyavirus*, family *Bunyaviridae*". *Journal of General Virology*, 95 (5): 1055-1066.

LEPARC-GOFFART, I.; Nougairede, A.; Cassadou, S.; Prat, C. y De Lamballerie, X. (2014). "Chikungunya in the Americas". *The Lancet*, 383: 488.

LIRIA, J. y Navarro, J. C. (2010). "Modelos de nicho ecológico en *Haemagogus* Williston (Diptera: Culicidae), vectores del virus de la fiebre amarilla". *Revista Biomédica,* 21: 149-161.

MARTINI, F.; Corallini, A.; Balatti, V.; Sabbioni, S.; Pancaldi, C. y Tognon, M. (2007). "Simian virus 40 in humans". *Infectious Agents and Cancer*, 2:13.

MIRANDA, M. E.; Yoshikawa, Y.; Manalo, D. L.; Calaor, A. B.; Miranda, N. L.; Cho, F.; Ikegami, T., y Ksiazek, T. G. (2002). "Chronological and spatial analysis of the 1996 ebola reston virus outbreak in a monkey breeding facility in the Philippines". *Experimental animals*, 51: 173-179.

MOUREZ, T.; Simon, F., y Plantier, J. C. (2013). "Non-M variants of human immunodeficiency virus type 1". *Clinical Microbiology Reviews*, 26: 448-61.

MUCHMORE, E. A. (2001). "Chimpanzee models for human disease and immunobiology". *Immunological Reviews*, 183: 86-93.

MUÑOZ, M.; y Navarro, J. C. (2012). "Virus Mayaro: un arbovirus reemergente en Venezuela y Latinoamérica". *Biomédica*, 32: 286-302.

MURPHY, H. W.; Miller, M.; Ramer, J.; Travis, D.; Barbiers, R.; Wolfe, N. D., y Switzer, W. M. (2006). "Implications of simian retroviruses for captive primate population management and the occupational safety of primate handlers". *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 37: 219-33.

NSABIMANA, J. M.; Moutschen, M.; Thiry, E., y Meurens, F. (2008). "Human infection with simian herpes B virus in Africa". *Sante*, 18: 3-8.

NAVARRO, J. C.; Walder, R.; Suárez, O. M.; Decena, C. M.; Garzaro, D.; Montañez, H. y Barrios, M. (1992). "*Didelphis marsupialis* como posible reservorio de algunos Alpha y Flavivirus". En: *Importancia del* Didelphis marsupialis *en salud pública*". *Talleres*: 2: 31-36. Consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

NAVARRO, J. C.; Zorrilla, A., y Moncada, N. (2009). "Primer registro de *Aedes albopictus* (Skuse) en Venezuela. Importancia como vector de dengue y acciones a desarrollar". *Boletín de Malariología y Salud Ambiental,* 49: 161-166.

NAVARRO, J. C.; Giambalvo, D.; Hernández, R.; Auguste, A. J.; Tesh, R. B.; Weaver S. C.; Montañez, H.; Liria, J.; Lima, A.; Travassos da Rosa, J. F. S.; Silva, S. P.; Vasconcelos, J. M.; Oliveira, R.; Vianez jr., J. L. G. y Marcio, R. T. Nunes, M. R. T. (2016 en prensa). "Isolation

of Madre de Dios virus (Orthobunyavirus; Bunyaviridae), an Oropouche virus species group reassortant, from monkey (*Cebus olivaceus* Shomburgk) in Venezuela". *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene.*

NUNES, M. R. T.; Travassos da Rosa, A. P. A.; Weaver, S. C.; Tesh, R. B. y Vasconcelos, P. F. C. (2005). "Molecular epidemiology of group C viruses (Bunyaviridae, Orthobunyavirus) Isolated in the Americas". *Journal of Virology*, 79: 10561-10570.

ORBA, Y.; Sasaki, M.; Yamaguchi, H.; Ishii, A.; Thomas, Y.; Hang'ombe, B. M.; Mweene, A. S.; Morikawa, S.; Saijo, M., y Sawa, H. (2014). "Orthopoxvirus infection among wildlife in Zambia". *J gen virol*. pii: vir.0.070219-0. doi: 10.1099/vir.0.070219-0.

PALERMO, R. E.; Tisoncik-Go, J.; Korth, M. J. y Katze, M. G. (2013). "Old world monkeys and new age science: the evolution of nonhuman primate systems virology". *ILAR Journal*, 54: 166-80.

PARASKEVIS, D.; Magiorkinis, G.; Magiorkinis, E.; Ho, S. Y.; Belshaw, R.; Allain, J. P., y Hatzakis, A. (2013). "Dating the origin and dispersal of hepatitis B virus infection in humans and primates". *Hepatology*, 57: 908-916.

PEETERS, M.; D'Arc, M., y Delaporte, E. (2014). "Origin and diversity of human retroviruses". *AIDS Reviews*, 16: 23-34.

PEETERS, M.; Jung, M., y Ayouba, A. (2013). "The origin and molecular epidemiology of HIV". *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, 11: 885-896.

PETERS, C. J.; Sánchez, A.; Feldman, H.; Rollin, P. E.; Nichol, S. T., y Ksiazek, T. G. (1994). "Filoviruses as emerging pathogens". *Seminars in Virology* 5: 147-154.

POWERS, A.; Aguilar, P.; Chandler, L.; Brault, A.; Meakins, T.; Watts, D.; Russell, K.; Olson, J.; Vasconcelos, P.; Travassos da Rosa, A.; Weaver, S. C., y Tesh, R. B. (2006). "Genetic relationships among Mayaro and Una viruses suggest distinct patterns of transmission". *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene,* 75(3): 461-469.

PUJOL, F. H. (2006): "Virus en primates no humanos: zoonosis, antroponosis y biodiversidad". *Interciencia*, 31: 396-402.

PUJOL, F. H. *et al*. (2012). "Molecular evolution of hepatitis viruses". En: *Molecular Virdogy*. (Adoga, M., ed.). Intech. 168 pp.

QIU, X.; Wong, G.; Audet, J.; Bello, A.; Fernando, L.; Alimonti, J. B.; Fausther-Bovendo, H.; Wei, H.; Aviles, J.; Hiatt, E.; Johnson, A.; Morton, J.; Swope, K.; Bohorov, O.; Bohorova, N.; Goodman, C.; Kim, D.; Pauly, M. H.; Velasco, J.; Pettitt, J.; Olinger, G. G.; Whaley, K.; Xu, B.; Strong, J. E.; Zeitlin, L., y Kobinger, G. P. (2014). "Reversion of advanced ebola virus disease in nonhuman primates with ZMapp". *Nature*, 514: 47-53.

REED, K. D.; Melski, J. W.; Graham, M. B.; Regnery, R. L.; Sotir, M. J.; Wegner, M. V.; Kazmierczak, J. J.; Stratman, E. J.; Li, Y.; Fairley, J. A.; Swain, G. R.; Olson, V. A.; Sargent, E. K.; Kehl, S. C.; Frace, M. A.; Kline, R.; Foldy, S. L.; Davis, J. P. y Damon, I. K. (2004). "The detection of monkeypox in humans in the Western Hemisphere". *New England Journal of Medicine*, 350: 342-350.

RUDNICK, A. (1978). "Ecology of dengue virus". *Asian Journal of Infectious Diseases*, 2: 156-160.

SHAH, K. V. (2004). "Simian virus 40 and human disease". *Journal of Infectious Diseases*, 190: 2061-2064.

SHARP, P. M. (2002). "Origins of human virus diversity". *Cell., 108*: 305-312.

SHARP, P. M.; Shaw, G. M. y Hahn, B. H. (2005). "Simian immunodeficiency virus infection of chimpanzees". *Journal of Virology,* 79: 3891-3902.

TEBIT, D. M. y Arts, E. J. (2011). "Tracking a century of global expansion and evolution of HIV to drive understanding and to combat disease". *Lancet Infectious Diseases*, 11: 45-56.

TORRES, J.; Russell, K.; Vásquez, C.; Barrera, R.; Tesh, R.; Salas, R. y Watts, D. (2004). "Family cluster of Mayaro fever, Venezuela". *Emerging Infectious Disesases*, 10: 1304-1306.

TURNER, B. y Summers, M. (1999). "Structural biology of HIV". *Journal of Molecular Biology,* 285: 1-32.

VALERO, N. (2003). "A propósito de la fiebre amarilla en Venezuela". *Investigación Clínica*, 44: 269-271.

VASCONCELOS, P. F. C.; Travassos da Rosa, A. P. A.; Rodrigues, S. G.; Rosa, E. S. T.; Monteiro, H. A. O.; Cruz, A. C. R.; Barros, V. L. R. S.; Souza, M. R. y Rosa, J. F. S. T. (2001). "Yellow Fever in Pará State,

Amazon Region of Brazil, 1998-1999: Entomologic and Epidemiologic Findings". *Emerging Infectious Disesases,* 7: 565-569.

VASILAKIS, N. y Weaver, S. C. (2008). "The history and evolution of human dengue emergence". *Advances in Virus Research*, 72: 1-76.

WEAVER, S. C. (2006). "Evolutionary influences in arboviral disease". *Current Topics in Microbiology and Immunology,* 299: 285-314.

WEAVER, S. C. y Reisen, W. K. (2010). "Present and future arboviral threats". *Antiviral research*, 85: 328-345.

WEAVER, S. C.; Ferro, C.; Barrera, R.; Boshell, J. y Navarro, J. C. (2004). "Venezuelan Equine Encephalitis". *Annual Review Entomology*, 49: 141-74.

YANG, Z. Y.; Duckers, H. J.; Sullivan, N. J.; Sánchez, A.; Nabel, E. G., y Nabel, G. J. (2000). "Identification of the ebola virus glycoprotein as the main viral determinant of vascular cell cytotoxicity and injury". *Nature Medicine*, 6: 886-889.

Figuras y tabla

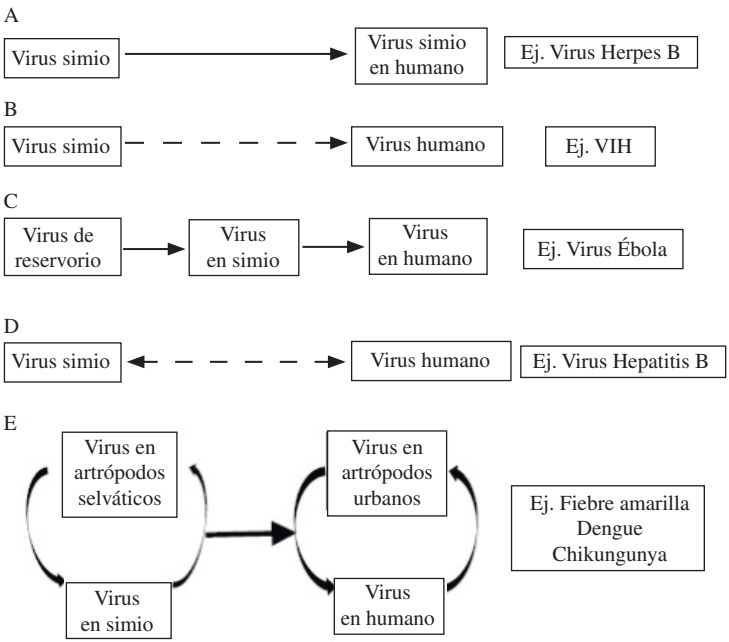


Figura 1A. Transmisión de virus entre humano y simios. A: Zoonosis: transmisión de un virus de simio a humanos, conservando la misma identidad el virus. B: Introducción zoonótica: transmisión de un virus de simio a humanos, transformándose este a un nuevo virus con capacidad de infectar a humanos. C: transmisión de un virus de simios a humanos, habiendo adquirido los simios la infección a partir del reservorio. D: Transmisión en dos vías entre simios y humanos. E: ciclos selváticos y urbanos que involucran vectores artrópodos.

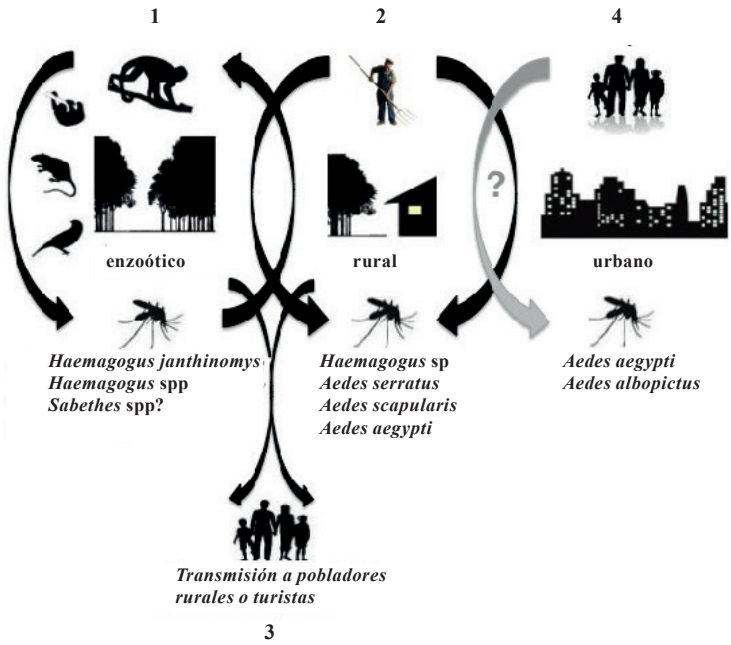


Figura 1B. Ciclo de transmisión del virus Mayaro basado en los hallazgos en vectores y vertebrados. En negro, se muestran los ciclos (1, 2 y 3) más probables en zonas enzoóticas y rurales. En gris (4), se muestra un ciclo hipotético urbano basado en paralelismo con los cambios ocurridos en un virus cercano filogenéticamente (chikungunya) y en los posibles cambios ecoepidemiológicos con la presencia de vectores potenciales como *Aedes aegypti* y *Ae. albopictus.* "Reproducción autorizada por el Comité Editorial de Biomédica. Figura publicada en Muñoz M., Navarro, J. C. Virus Mayaro: un arbovirus reemergente en Venezuela y Latinoamérica. Biomédica. 2012;32(2):286-302. http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v32i2.647".

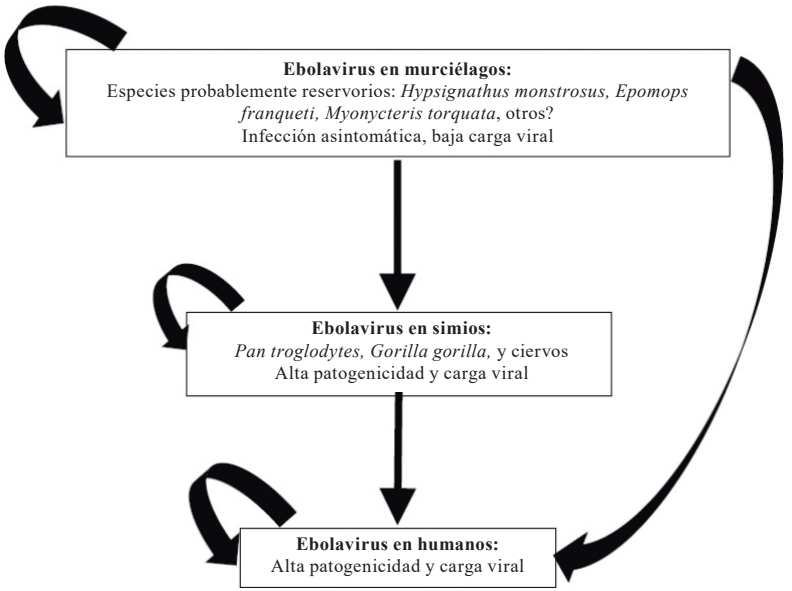


Figura 2. Ciclos de una epidemia típica del virus Ébola. El virus Ébola se mantiene en murciélagos frugívoros. La infección pasa frecuentemente a chimpancés, gorilas o ciervos y luego al humano, donde se establece la epidemia.

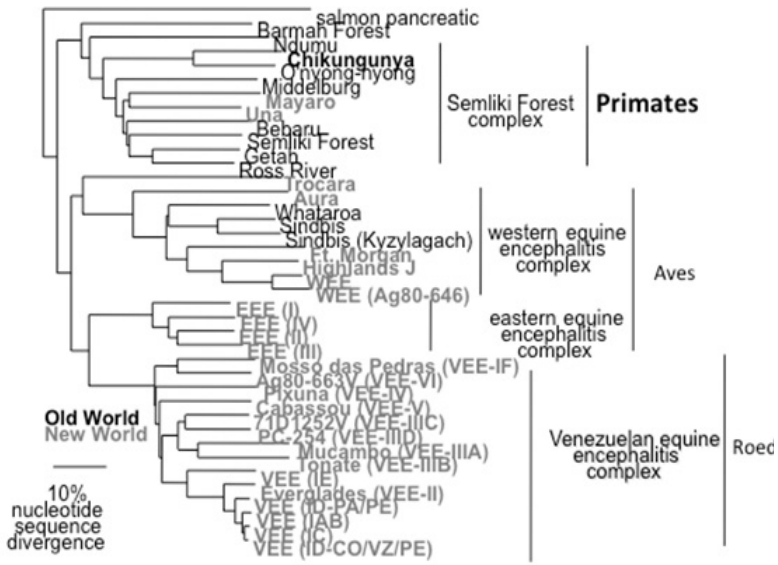


Figura 3. Árbol filogenético de los Alphavirus (Togaviridae). Se muestran las secuencias de virus aislados en el Viejo Mundo (negro) y el Nuevo Mundo (Neotrópico) (gris) y el clado correlacionado evolutivamente con Primates no-humanos como reservorios. Esquema modificado de árbol cortesía del Dr. Scott Weaver (UTMB).

Tabla 1. Origen de los VIH (Peeters *et al.*, 2014).

Virus	Variante	Origen
VIH-1	Grupo M (comprende los subtipos y cepas recombinantes frecuentes en el mundo)	Salto de especie a partir de VIS de *Pan troglodytes troglodytes*, en la década de 1900.
	Grupo N	Salto de especie a partir de VIS de *Pan troglodytes troglodytes*, en la década de 1900.
	Grupo O	Salto de especie posiblemente a partir de VIS de *Gorilla gorilla*, en la década de 1920.
	Grupo P	Salto de especie a partir de VIS de *Gorilla gorilla.*
VIH-2	9 grupos A-I	Al menos 8 saltos de especie a partir de un VIS de *Cercocebus atys* en la década de 1930.

Flor Helene Pujol
Laboratorio de Virología Molecular, Centro de Microbiología y Biología Celular, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela / fhpujol@gmail.com.

Juan-Carlos Navarro
Grupo de Investigación en Biodiversidad y Salud Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Universidad Internacional SEK. Quito, Ecuador. Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. juancarlos.navarro@uisek.edu.ec / jcnavac@gmail.com.

Pujol, F. H. & Navarro, J. C. (2019). Virus emergentes y reemergentes en primates: una visión global y para Venezuela. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/ USB). pp. 135-160.

Los parásitos de primates en Venezuela

Ricardo Guerrero
Israel Cañizales

Resumen

Los primates han sido y son objeto de continuos estudios parasitológicos, debido a su relación filogenética con los seres humanos, siendo animales muy usados en estudios biomédicos y mantenidos por más de un siglo en zoológicos alrededor del mundo. En esta revisión, se presenta el estado actual del estudio de los parásitos de primates en Venezuela con una reseña histórica, el listado de las especies señaladas hasta el momento incluye 37 especies de 21 familias, de las cuales 11 especies son de ectoparásitos y 26 de endoparásitos, además se sugieren las alternativas y necesidades para los estudios a futuro.

Palabras claves: Ectoparásitos, endoparásitos.

Parasites of Venezuelan Primates

Abstract

Primates are, and always have been, subjects of continuous parasitological studies because to their phylogenetic relationship with humans. This animal group have been widely used in biomedical studies, and also kept for more than a century in zoos around the world. In this review, the following topics are examined: current status of the study of primate parasites in Venezuela with a historical overview, the list of species identified so far that includes

37 species of 21 families; 11 species being ectoparasites and 26 endoparasites. Research lines and needs for future studies are also suggested.

Keywords: Ectoparasites, endoparasites.

Introducción

El orden Primate (Bowdich, 1821) es uno de los grupos de mamíferos relativamente poco diversos, Wilson y Reeder (2005) señalan 376 especies que se encuentran distribuidas en Asia, África y América, es decir (6,9%) del total de 5.416 especies de mamíferos vivos. Los mismos autores indican para la región Neotropical la presencia de 128 especies, correspondiente a 34%, aproximadamente un tercio, aunque Rylands y colaboradores (2012) elevan este número a 152.

En Venezuela, aun siendo un país megadiverso con casi 400 especies de mamíferos conocidas (en toda Europa existen unas 300 especies de mamíferos) los primates están representados con 16 especies, 4,10% de 390 especies de mamíferos de Venezuela según la última lista (Sánchez y Lew, 2012).

Sin embargo, a pesar de esta relativa baja biodiversidad, los primates han sido y son objeto de continuos estudios parasitológicos, debido a su relación filogenética con los seres humanos, son animales muy usados en estudios biomédicos y mantenidos por más de un siglo en zoológicos alrededor del mundo, por lo que ya desde principios del siglo XX existen catálogos de parásitos de primates (Stiles y Hassall, 1929), excelentes revisiones bibliográficas como la de Toft (1986), además de numerosos artículos en revistas arbitradas como *Laboratory Animal Care, Laboratory Animal Science, Der Zooologischer Garten, Journal of Zoo and Wildlife Medicine, Journal of Wildlife Diseases*, entre otros.

Es en Brasil donde comienzan los trabajos sobre los parásitos de primates de manera sistemática desde principios del siglo XX hasta la actualidad, como parte de una escuela de parasitólogos bien establecida. En otros países Sudamericanos se siguió con interés esta línea de investigación, como se

puede observar en Aguirre y Guerrero (2001) que reportan solo cinco especies de helmintos en primates del Neotrópico. Es en fecha reciente cuando el número de publicaciones aumenta, debido especialmente a la extracción de numerosos animales con fines de experimentación, llegándose a capturar casi 50.000 ejemplares del género *Aotus* en un año, por ser este hospedador del parásito que produce la malaria humana. En Venezuela no se ha producido esta desconsiderada recolección, por lo que nuestro conocimiento es más bien escaso. Toft (1986) reporta 504 especies de parásitos de las cuales 159, (31,5%) son neotropicales, una relación similar al número de especies de primates. En nuestro país Guerrero (1985) reporta 721 especies de parásitos en los mamíferos silvestres, de estos, siete especies de ectoparásitos y 18 especies de endoparásitos son de primates. Como veremos más adelante, estos números se han incrementado solo levemente.

En la presente revisión bibliográfica se hace un recuento del estado actual de los estudios de los parásitos de los primates en Venezuela incluyendo la reseña histórica, las especies señaladas hasta la fecha y las necesidades para continuar los estudios en el futuro.

Resultados y discusión

Breve reseña histórica

Entre las primeras especies de animales descritas para Venezuela están los primates y los parásitos. Producto de las disecciones hechas por el barón Alexander von Humboldt (1769-1859) este describe en 1811 la presencia del primer parásito señalado para nuestro país en los pulmones de una cascabel de Cumaná, estado Sucre, *Porocephalus crotali* (Arthropoda: Crustacea: Pentastomida). Aunque Humboldt no realiza disecciones en monos casi con seguridad habría encontrado filarias en la cavidad abdominal.

No fue hasta unos años más tarde cuando el destacado naturalista y colector austríaco Johann Natterer (1787-1843) quien durante casi 20 años (1817-1835) recolectó 1.146 mamíferos y 1.729 muestras de helmintos parásitos (Papavero, 1971; Vanzolini, 1993). Aunque sus viajes se centraron en el Brasil, fue en su octavo viaje en 1831 cuando llegó hasta la

boca del río Casiquiare y recolectó tres especies según Urbani y Herzig-Straschil (2005): *Aotus trivirgatus*, *Ateles belzebuth* y *Callicebus torquatus* (= *lugens*), aunque en la publicación de Pelzeln (1883), además de estas especies aparecen: de piedra del Cocuy *Alouatta seniculus* y del río Guaviare *Lagothrix lagotricha*, que al igual que el material recolectado por Humboldt parece que estas especies no quieren penetrar al lado venezolano.

Las muestras de parásitos recolectadas por Natterer serían depositadas en el Museo de Historia Natural de Viena, que serían estudiadas posteriormente por Karl Moritz Diesing entre los años 1835 y 1861, Rafaelle Molin entre 1856 y 1861, y Carolo Asmund Rudolphi en 1919, quienes describieron casi 400 especies de helmintos, aunque lamentablemente las publicaciones no precisan las localidades. Uno de nosotros (R. G.) tuvo la oportunidad de revisar la colección de helmintos del museo y la mayoría del material carece de datos precisos, sin embargo como se verá más adelante existe la posibilidad de que tres especies de nematodos hayan sido colectadas por Natterer en Venezuela.

Posteriormente los profesores de origen uruguayo y español Enrique Guillermo Vogelsang (1897-1969) y Carlos Díaz-Ungría (1917-1992) respectivamente, inician en Venezuela a partir de 1934 uno y 1951 el otro, su extensa labor sobre los parásitos de la fauna silvestre, incluyendo los primates.

Alternativas para el estudio de parásitos

Originalmente los estudios sobre los parásitos se realizaron revisando los ejemplares obtenidos para museos, de manera que al momento de hacerles la taxidermia para su inclusión en las colecciones se revisaban tanto la piel como los órganos internos. Posteriormente fueron los ejemplares muertos en cautiverio (básicamente en zoológicos) los que se revisaron, bien en busca de la posible causa de muerte, o para conocer las características o particularidades anatómicas y así aprovechar al máximo los ejemplares. Esto produjo algunos resultados controversiales sobre la distribución geográfica o especificidad debido a la mezcla de especímenes y el consecuente intercambio de patógenos.

Hoy en día existen numerosas publicaciones dedicadas a estudiar parásitos de primates en la Región Neotropical (p. e. Chinchilla *et al*., 2007; Valdez *et al*., 2009; Milozzi *et al*., 2012; Guerrero *et al*., 2012). Estos trabajos son realizados con muestras de heces con el fin de no sacrificar a los animales, lamentablemente, una buena parte de las identificaciones no son confiables ya que la identificación de especies de helmintos por medio de huevos o larvas solo es posible en seres humanos o animales domésticos en los cuales, los parásitos que los afectan, son ya bien conocidos. En los primates silvestres son todavía muchas las especies nuevas que están por encontrar y describir, además huevos de nematodos como *Capillaria* y *Trichuris* son imposibles de diferenciar, igual ocurre con los huevos de *Ancylostoma*, *Necator* y *Uncinaria* (Orihel y Seibold, 1972). En los géneros de Trichostrongylida es imposible identificar la familia con base en los huevos. Los oxyuros, presentes en casi todos los primates no solo no se pueden diferenciar los géneros por los huevos, sino que estos generalmente no se encuentran en las heces y deben ser recogidos de la región perianal (Flynn, 1973). Peor aún, parásitos intratisulares, como las filarias, que verdaderamente pueden afectar a los individuos no son detectados en las heces, de esta manera se puede concluir que estos trabajos aportan muy poco al conocimiento de los parásitos de los primates y contribuyen solo a generar distorsiones o "ruido" en la literatura.

La conclusión es que lastimosamente solo el estudio realizado en animales sacrificados (necropsia parasitológica) puede arrojar una aproximación real de la parasitofauna de una especie o de una localidad a estudiar, el sacrificio debe estar sujeto a la normativa legal y sanitaria vigente para estos casos y se aconseja, previo análisis de las características propias de la especie, en pocos ejemplares y posteriormente realizar el estudio morfológico pormenorizado para identificar correctamente las especies y poder asociar la información así obtenida con la resultante de los análisis de heces; dejando claro que los posibles resultados obtenidos no son representativos desde un punto de vista cuantitativo de las poblaciones de parásitos (Keymer y Hiorns, 1986) pero sí una referencia cualitativa válida.

Una alternativa que se encuentra en desarrollo en otros grupos de animales silvestres en los que se conocen las especies de helmintos parásitos, es la

de obtener los marcadores moleculares característicos de cada especie de parásitos y detectar la presencia o no de estos marcadores en las heces recogidas.

Los parásitos de los primates

En la tabla 1, se presenta la lista de los principales grupos de parásitos que han sido señalados en el orden Primates. Aunque en desuso, se mantienen los nombres de Flagelata, Coccidia, Sarcodina y Ciliata por ser más intuitivos para los no especialistas. En esta lista no se incluyen las sanguijuelas (Hirudinea) ya que solamente se han señalado dos especies intranasales en primates del Sudeste de Asia.

Especies de parásitos de primates presentes en Venezuela

En Venezuela se han señalado un total de 37 especies de parásitos: 19 spp de helmintos, 7 spp de protozoos, 7 spp de ácaros, 3 spp de piojos y una especie de pulga (tabla 2); de estas, 34 son especies nominales confirmadas para Venezuela, las tres especies restantes están identificadas como *Amblyomma sp* (Ácaro), *Trypanosoma sp* (Protozoario) y *Molineus sp* (Nematodo), lo que ubica a Venezuela en segundo lugar en cuanto a biodiversidad en relación a Costa Rica y Brasil, aunque el número de especies es mayor como consta en las colecciones de parásitos revisadas por nosotros y en las cuales hay más especies identificadas y por identificar que no han aparecido en publicaciones y por lo tanto no se incluyen aquí.

La tabla 4 resume el número total de familias y especies de ecto y endoparásitos identificados para las especies del orden Primate en Venezuela.

Del total de especies de primates aquí señaladas, dos destacan con el mayor número de especies de parásitos, *Cebus olivaceus* (n= 14) y *Alouatta seniculus* (n= 8) (tabla 4), representando porcentualmente el 14,2% y 7,2%, respectivamente, de las especies de parásitos reportadas hasta el momento; otras especies de primates bien representadas son *Chiropotes chiropotes* con el 6,10% y *Callicebus lugens* con 5,9%, los primates con menos especies con *Pithecia pithecia, Alouatta arctoidea, Alouatta macconnelli* y *Aotus trivirgatus* con el 3,5% y en la que menos se conoce es *Aotus leporinus* con el 1,2% de las especies de parásitos encontradas, sin duda estos porcentajes no

deben ser reales sino producto de la abundancia relativa de la especies de los hospedadores y por lo tanto del esfuerzo de captura.

El único acantocéfalo descrito se señala en *Cebus olivaceus* y *Cebus sp. Dipetalonema gracile,* es el nematodo más citado con siete registros.

En el contexto latinoamericano, Rodríguez Ortiz *et al.* (2004), señalan 12 especies de helmintos en 4 especies de primates silvestres en Costa Rica. El hospedador con mayor diversidad de especies parásitas fue *Alouatta paliata* con 6 especies de helmintos. Por su parte, en un estudio realizado por Vicente *et al.* (1997) estos señalan un total de 35 especies de helmintos en 26 especies distintas de primates en Brasil, destacando la especie *Callithrix jacchus* con siete especies de helmintos. Muniz-Pereira *et al* (2009) reportan 23 especies de helmintos en 14 especies de primates silvestres en Brasil, es este el país con mayor número de especies reportadas. La especie más citada fue *Dipetalonema gracile* con 6 registros. El hospedador con mayor diversidad de especies parásitas fue *Leontopithecus rosalia* con 7 especies de helmintos.

En la tabla 5 se presentan los parásitos reportados en especies exóticas, es decir, no autóctonas pero encontradas en zoológicos del país. Merece comentario aparte el ácaro *Listrocarpus spinifer* descrito originalmente por Fain y Lukoschus (1976) en un marsupial, *Caluromys lanatus* que sí existe en Venezuela, pero el género *Listrocarpus* se encuentra solo en primates por lo que se consideró como una contaminación.

El reporte de Arcay (1967) es sobre una infección experimental. Díaz-Ungría (1973) incluye a *Molineus turulosus* (Molin, 1861) como parásito de *Cebus olivaceus* y *Sapajus apella* en su lista de Helmintos endoparásitos de Venezuela, pero en realidad la especie es señalada por él mismo de la Guayana Francesa (Díaz-Ungría, 1963)

El reporte de *Saguinus midas* es igual al de la Tabla 4, es decir la especie fue reportada de la Guayana Francesa y el trabajo de Vogelsang y Rodríguez (1952) fue hecho con animales provenientes del Jardín Zoológico Las Delicias de Maracay, estado Aragua.

Ectoparásitos

Este grupo se encuentra representado proporcionalmente por ácaros con 7 spp (63,64%), piojos= 3 spp (27,27%) y pulgas= 1 sp (9,09%) y se indican repartidos según la familia y especie de primate (tabla 6).

El resultado de los agrupamientos según el índice de Jaccard para los ectoparásitos presentes en las especies de primates está en la figura 1. Esta permite apreciar claramente dos grupos, uno de ellos constituido por las especies de las familias Cebidae y Pitheciidae y otro por las especies de las familias Aotidae y Atelidae. En el primer grupo destaca el caso en el que *Chiropotes chiripotes*, *Aotus lemurinus* y *Pithecia pithecia* presentan la misma composición de especies.

Endoparásitos

Este grupo se encuentra representado proporcionalmente por nematodos con 15 spp (57,69%), protozoos= 7 spp (26,92%), trematodos= 2 spp (7,69%), cestodos= 1 spp (3,85%) y acantocéfalos= 1 (3,85%). La tabla 7 resume el número total de especies de endoparásitos señaladas por familia presentes en primates en Venezuela.

El resultado de los agrupamientos para endoparásitos, según el índice de Jaccard, presentes en las especies de primates (figura 2), permite apreciar la conformación de un grupo heterogéneo constituido por la mayoría de estas con coeficientes variables de similitud y la separación de *Callicebus lugens* y *Cebus albifrons* como grupos en los que no se comparte ninguna especie.

Conclusión

Se concluye que de los listados presentados en Venezuela se han reportado un promedio de 2,31 especies de parásitos por especie de primate, un poco por debajo de la media mundial que es de 2,77 (Nunn *et al*., 2005), sin embargo datos de la literatura (Poulin y Morand, 2004) y cálculos personales no publicados, señalan entre seis y siete especies de parásitos por especie de mamífero, lo que indicaría que todavía falta mucha información sobre

la parasitofauna de los primates en Venezuela y que debería incrementarse su estudio dentro de los parámetros indicados en la sección de Limitaciones y Alternativas para el estudio de los parásitos.

Referencias

AGUIRRE, A. A. y Guerrero, R. (2001). "Mexico, Central and South America". En: *Helminths of wildlife* (Chowdhury, M. y Aguirre, A. A., eds.): 121-153. Science Publishers, Inc. Plymounth, Reino Unido.

ARCAY de Peraza, L. (1967). "Coccidiosis en monos y su comparación con la isosporosis humana, con descripción de una nueva especie de Isospora en *Cacajao rubicundus* (uakari monkey) o mono chucuto". *Acta Biologica Venezuelica,* 5(12): 203-222.

BAIN, O.; Mutafchiev, Y.; Junker, K.; Guerrero, R.; Martin, C.; Lefoulon, E. y Uni, S. (2015). "Review of the genus *Mansonella* Faust, 1929 sensu lato (Nematoda: Onchocercidae), with descriptions of a new subgenus and a new subspecies". *Zootaxa,* 3918(2): 151-193.

BRENNAN, J. M. y Reed, J. T. (1974). "The genus *Eutrombicula* in Venezuela (Acarina: Trombiculidae)". *Journal of Parasitology,* 60(4): 699-711.

CABALLERO, E. y Vogelsang, E. G. (1950). "Fauna helmintológica Venezolana. III. Algunos nematodes de animales silvestres". *Revista de Medicina Veterinaria y Parasitología,* 9(1-4): 195-208.

CHINCHILLA, M.; Guerrero, O. M.; Gutiérrez-Espeleta, G. A.; Sánchez, R. y Valerio Campos, I. (2007). "Parásitos en monos carablanca *Cebus capucinus* (Primates: Cebidae) de Costa Rica". *Parasitología Latinoamericana*, 62: 170-175.

DÍAZ, S.; Ulloa, J. G.; Torrealba, J. W. y Adrian, G. (1982). "Aislamiento de un tripanosoma de un mono araguato (*Alouatta seniculus seniculus* - Linnaeus)". *Acta Científica Venezolana*, 33(Supl. 1): 328.

DÍAZ-UNGRÍA, C. (1955). "Cestodos de Venezuela I. Especies señaladas hasta la fecha". *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 15(42): 189-245.

———— (1963). "Nematodes parásitos colectados por la Misión Chauvaney en Guayana Francesa". *Bulletin du Museum Nationales d'Histoire Naturelle*, 35: 441-453.

———— (1965). "Nematodes de primates venezolanos". *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales,* 25(108): 392-398.

———— (1973). "Helmintos endoparásitos de Venezuela". *Ciencias Veterinarias*, 3(1-2): 37-243.

———— (1979). "Algunas especies de Helmintos nuevos para Venezuela". *Revista Ibérica de Parasitología,* 19: 313-336.

DÍAZ-UNGRÍA, C. y Gracia-Rodrigo, A. (1960). "Nueva aportación al conocimiento de los acantocéfalos venezolanos". *Revista Veterinaria Venezolana,* 8(46): 279-283.

EMERSON, K. C. y Price, R. (1975). "Mallophaga of venezuelan mammals". *Brigham Young University, Science Bulletin, Biological Series*, 20(3): 1-77.

FAIN, A. (1963). "Les acariens producteurs de gale chez les Lemuriens et les Singes avec une etude des Psoroptidae (Sarcoptiformes)". *Bulletin Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 19(32): 1-125.

———— (1976). "Nouveaux Acariens parasites de la superfamille Listrophoroidea (Astigmates)". *Acta Zoologica et Pathologica Antverpiensia*, 64: 37-67.

FERRI, E.; Bain, O.; Barbuto, M.; Martin, C.; Lo, N.; Uni, S.; Landmann, F.; Baccei, S. G.; Guerrero, R.; Souza, S. de, Bandi, C.; Wanji, S.; Diagne, M. y Casiraghi M. (2011). "New insights into the evolution of wolbachia infections in filarial nematodes inferred from a large range of screened species". *PLoS ONE*, 6(6): 1-17.

FLYNN, R. J. (1973). *Parasites of laboratory animals*. Iowa State University Press. Ames, EE. UU.

FURMAN, D. (1972). "Mites of the family laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae)". *Brigham Young University, Science Bulletin, Biological Series*, 17(3):1-58.

GOLDMAN, C. y Espin, J. (1950). "Filariosis en mono (*Cebus apella*)". *Revista de Medicina Veterinaria y Parasitología*, 8(1-4): 73-79.

GUERRERO, M.; Serrano-Martínez, F. E.; Tantaleán, M.; Quispe, M. y Casas, G. (2012). "Identificación de parásitos gastrointestinales en primates no humanos del zoológico Parque Natural de Pucallpa, Perú". *Revista de investigaciones veteterinarias de Perú*, 23(4): 469-476.

GUERRERO, R. (1985). "Parasitología". En: *El estudio de los mamíferos en Venezuela. Evolución y perspectivas* (AsoVEM ed.): 35-91. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana.

———— (1996). "Las Garrapatas de Venezuela (Acarina: Ixodoidea) Listado de especies y claves para su identificación". *Boletín de la dirección de malariología y saneamiento ambiental*, 36(1-2).

———— (2003). "Nematodos (Zooparasíticos)". En: *Biodiversidad en Venezuela* (Aguilera, M.; Azócar, A. y González Jiménez, E., eds.): 254-263. Fundación Polar y Fonacit. Caracas, Venezuela.

HOARE, C. (1972). *The trypanosomes of mammals. A zoological monograph*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, Reino Unido.

HUGOT, J. P. (1985). "Sur le genre Trypanoxyuris (Oxyuridae, Nematoda). III. Sous-genre Trypanoxyuris parasite de Primates Cebidae et Atelidae". *Bulletin du muséutn national d'histoire nanrelle, Série A, Zoologie*, 5: 131-155.

HUGOT, J. P.; Morand, S. y Guerrero, R. (1994). "*Trypanoxyuris croizati* n. sp. and *T. callicebi* Hugot & Vaucher, 1985 (Nematoda: Oxyuridae), two vicariant form parasitic in *Callicebus* spp. (Primatia, Cebidae)". *Systematic parasitology*, 27: 35-43.

INGLIS, W. G. y Díaz-Ungría, C. (1959). "Una revisión del género *Trypanoxyris* (Ascaridina; Oxyuridae)". *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 19: 176-212.

———— (1960). "Nematodes de Venezuela. V. Sobre una colección del Distrito Mara (Zulia)". *Acta biologica venezuelica*, 3(4): 67-81.

JONES, E.; Carleton, K.; Clifford, M.; Keirans, J. E. y Kohls, G. M. (1972). "The ticks of Venezuela (Acarina: Ixodoidea) with a key to the species of amblyomma in the western hemisphere". *Brigham Young University, Science Bulletin, Biological Series,* 17(4): 1-40.

KEYMER, A. E. y Hiorns, R. W. (1986). "Faecal egg counts and nematode fecundity: *Heligmosomoides polygyrus* and laboratory mice". *Parasitology*, 93: 189-203.

LÓPEZ-NEYRA, C. R. y Díaz-Ungría, C. (1957). "Cestodos de Venezuela III. Sobre unos cestodes intestinales de reptiles y mamíferos venezolanos". *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 17(46): 28-63.

MILOZZI, C.; Bruno, G.; Cundom, E.; Mudry, M. D. y Navone, G. T. (2012). "Intestinal parasites of *Alouatta caraya* (Primates, Ceboidea): preliminary study in semi-captivity and in the wild in Argentina". *Mastozoología Neotropical*, 19(2): 271-278.

MUNIZ-PEREIRA, L. C.; Vieira, F. M. y Luque, J. L. (2009). "Checklist of helminth parasites of threatened vertebrate species from Brazil". *Zootaxa*, 2123: 1-45.

NASIR, P.; Arcay de Peraza, L. y Díaz, M. T. (1969). "On the suppresion of genus Pseudathesmia Travassos, 1942, with redescriptions of Athesmia heterolecithodes Brunn, 1899 Looss, 1899 and A. wehri McIntosh, 1937". *Zoologischer Anzeiger*, 182: 224-230.

NUNN, C. L.; Altizer, S. M.; Sechrest W. y Cunningham, A. A. (2005). "Latuitudinal gradients of parasite species richness in primates". *Diversity and Distribution*, 11: 249-256.

ORIHEL, T. C. y Seibold, H. R. (1972). "Nematode of the bowel and tissues". En: *Pathology of simian primates. Part II. Infectious and parasitic diseases* (Fiennes, R. N., ed.): 76-103. S. Kargel, Basel, Suiza.

PAPAVERO, N. (1971). *Essays on the history of neotropical dipterology with special reference to collectors (1750-1905).* Museo de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.

PELZELN, A. (1883). "Brasilische Säugethiere. Resultate von Johann Natterer's Reisen in den Jahren 1817 bis 1835". *Herausgegeben von der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft, Wien, Beiheft zu Band*, XXXIII:1-140.

POULIN, R. y Morand, S. (2004) *Parasite diversity*. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C., EE. UU.

REED, J. T. y Brennan, J. M. (1975). "List of Venezuela Chiggers, particularly of small mammalian hosts (Acarina: Trombiculidae)". *Brigham Young University Bulletin. Biological Serie*s, 20(1) Part 2: 45-75.

RODRÍGUEZ-ORTIZ, B.; García-Prieto, L. y Pérez-Ponce de León, G. (2004). "Checklist of the helminth parasites of vertebrates in Costa Rica". *Revista de Biología Tropical*, 52(2): 313-354.

RYLANDS, A. B.; Mittermeier, R. A. y Silva Jr.; J. S. (2012). "Neotropical primates: taxonomy and recently described species and subspecies". *International Zoo Yearbook* 46(1):11-24.

SÁNCHEZ, J. y Lew, D. (2012) ("2010"). "Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Venezuela". *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 173-174: 73-238.

SCORZA, J. V. y Álvarez, A. (1957). "Observaciones sobre los tripanosomas que se han encontrado en monos americanos. Trypanosomas sp. en *Pithecia chiropotes*". *Boletín Venezolano de Laboratorio Clínico*, 2(3/4): 127-138.

SERRANO, J. A. (1967). "*Plasmodium (Plasmodium) brasilianum* Gonder y Berenberg-Gosser, 1908 en *Alouatta seniculus* de Venezuela". *Acta Científica Venezolana*, 18:13-15.

———— (1968). "Infección natural del araguato, *Alouatta seniculus straminea* y *Alouatta seniculus artroidea* por *Trypanosoma micetae* en Venezuela". *Acta Científica Venezolana*, 19: 171-172.

STILES, C. W. y Hassall, A. (1929). "Key-Catalogue of parasites reported from primates (Monkeys and Lemurs) with their possible public health importance". *Hygienic Laboratory Bulletin,* 152: 409-601.

TIPTON, V. y Machado, C. E. (1972). "Fleas of Venezuela". *Brigham Young University, Science Bulletin, Biological Series*, 17(6): 1-115.

TOFT, J. D. (1986). "The pathoparasitology of nonhuman primates: A review". En: *Primates, the road to self-sustaining populations* (K. Benirschke, ed.): 571-679. Springer-Verlag, Nueva York, EE. UU.

———— (1943). "Investigaciones sobre Enfermedad de Chagas en el Estado Guárico. III. Nuevo Reservorio silvestre comprobado en el Estado Guárico, el *Cebus apella*, Linnaeus". *Gaceta Médica de Caracas*, 1:1-3.

TORREALBA, J. F.; Riccardi, B.; Ramos, I.; Díaz Vázquez, A. y Torrealba, P. A. (1955). "Breve nota sobre un nuevo Tripanosoma infectante para

Triatominos comprobado en un mono en Venezuela: El Cebus Nigrivittatus". *Gaceta Médica de Caracas*, 57(1-2): 1-8.

URBANI, B. y Herzig-Straschil, B. (2005) ("2004"). "Historia de la colección de primates venezolanos en el Museo de Historia Natural de Viena, Austria". *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 161-162: 253-260.

VALDEZ SÁNCHEZ, V. V.; Saldaña Patiño, A.; Pineda Segundo, V. J.; Camacho Sandoval, J. A.; Charpentier Esquivel, C. V. y Cruz Sánchez, T. A. (2009). "Prevalence of gastrointestinal parasites among captive primates in Panama". *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(12): 2644-2649.

VANZOLINI, P. E. (1993). "As viagens de Johann Natterer no Brasil, 1817-1835". *Papéis Avulsos de Zoologia*, 38(3): 17-60.

VICENTE, J. J.; Oliveira Rodrigues, H. de, Corrêa Gomes, D. y Magalhães Pinto, R. (1997). "Nematóides do Brasil. Parte V: Nematóides de Mamíferos". *Revista Brasileira de Zoologia,* 14: 1-452. (Supl. 1).

VOGELGSANG, G. y Mayaudón, H. (1955). "Contribución al estudio de la parasitología animal en Venezuela XX. Endoparásitos de animales domésticos y salvajes de Venezuela". *Revista de Medicina Veterinaria y Parasitología*, 14(1-4): 31-37.

———— (1957). "Contribución al estudio de la parasitología animal en Venezuela, XXII". *Revista de medicina veteterinaria* y *parasitología*, 16(1-4): 67-70.

VOGELGSANG, G. y Rodríguez, C. (1952). "Ecto y endoparásitos de animales en cautiverio del Jardín Zoológico de Maracay". *Revista de Medicina Veterinaria y Parasitología* 11(3-4): 311-316.

VON HUMBOLDT, A. (1811). "Sur les Singes qui habitent les rives de l'Orinoque, du Cassiquiare et du Río Negro". En: *Alexandre von Humboldt y Aimé Bonpland. Voyage de mm, Alexandre de Humboldt et Aimé Bonpland. Pt. 2. Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie comparée*. París, Francia.

WILSON, D. E. y Reeders, D. M. (2005). *Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference*, 3° ed. The Johns Hopkins Univerity Press, Baltimore, MD.

Figuras y tablas

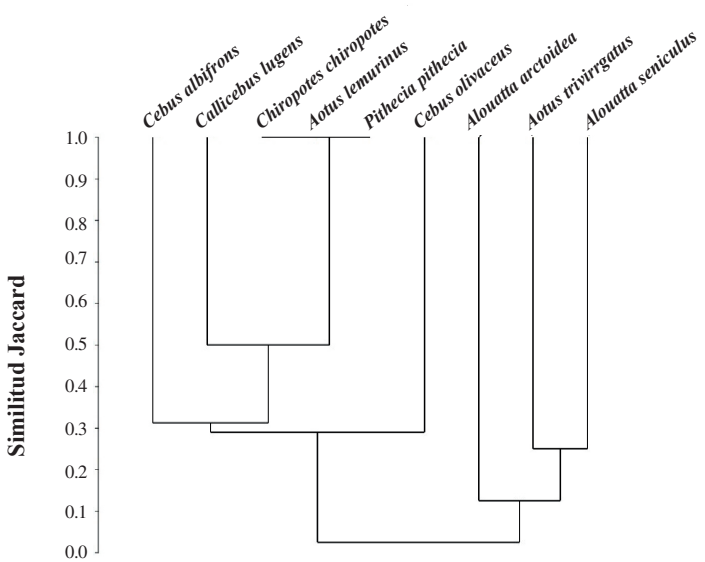


Figura 1. Agrupamiento según el índice de Jaccard para ectoparásitos.

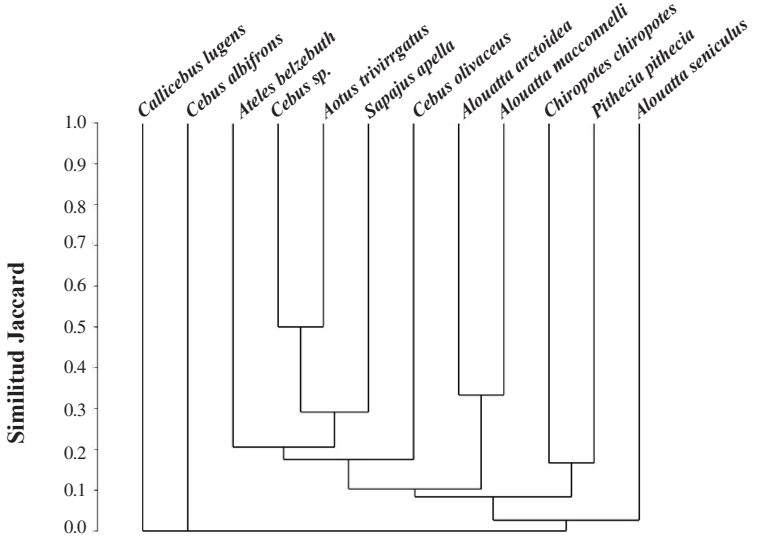


Figura 2. Agrupamiento según el índice de Jaccard para endoparásitos.

Tabla 1. Géneros de parásitos que se encuentran en primates.

PROTOZOA Goldfuss, 1818

FLAGELATA Diesing, 1865 (Discomitochondria)

- Enteromonadidae Brugerolle, 1975
  - *Enteromonas* Fonseca, 1915
- Hexamitidae Kent, 1880
  - *Hexamita* Dujardin, 1838
  - *Giardia* Kunstler, 1882
- Hypotrichomonadidae Stein, 1867
  - *Trichomitus* Swezy, 1915
- Retortamonadidae Grassé, 1952
  - *Retortamonas* Grassi, 1879
  - *Chilomastix* Alexeieff, 1910
- Trichomonadidae Wenyon, 1926
  - *Trichomonas* Donné, 1836
  - *Pentatrichomonas* Mesnil, 1914
- Trypanosomatidae Doflein, 1911
  - *Trypanosoma* Gruby, 1843*

COCCIDIA Leuckart, 1879 (Apicomplexa)

- Eucoccidiorida Léger y Dubascq, 1910
  - Cryptosporidiidae Léger, 1911
    - *Cryptosporidium* Tyzzer, 1907
  - Eimeriidae Minchin, 1903
    - *Eimeria* Schneider,1875
    - *Isospora* Schneider,1881*
  - Haemogregarinidae Léger, 1911
    - *Haemogregarina* Danilewsky, 1885
  - Klossiellidae Smith y Johnson, 1902
    - *Klossiella* Smith y Johnson, 1902
  - Plasmodiidae Mesnil, 1903
    - *Plasmodium* Marchiafava y Celli, 1885*
    - *Hepatocystis* Levaditi y Schoen, 1932
- Piroplasmasida Wenyon, 1926
  - Babesiidae Poche, 1913
    - *Babesia* Starcovici, 1893
  - Sarcocystidae Frenkel, 1977
    - *Sarcocystis* Lankester, 1882
    - *Toxoplasma* Nicolle y Manceaux, 1909
  - Theileriidae du Toit, 1918
    - *Theileria* Bettencourt, Franca y Borges, 1907

SARCODINA Hertwig y Lesser, 1874 (Rhizopoda)

- Entamoebidae Chatton, 1925
  - *Endolimax* Kuenen y Swellengrebel, 1913
  - *Entamoeba* Casagrandi y Barbagauo, 1895
  - *Iodamoeba* Dobell, 1919
- Monocercomonadidae Kirby, 1944
  - *Dientamoeba* Jepps y Dobell, 1918

(continuación)

CILIATA Perty, 1852 (Ciliophora)

- Balantidiidae Reichenow, in Doflein y Reichenow, 1929
  - *Balantidium* Claparède y Lachmann, 1858
- Troglodytellidae Corliss, 1979
  - *Troglodytella* Brumpt y Joyeux, 1912

ANIMALIA Linnaeus, 1758

ARTHROPODA Siebold y Stannius, 1845

ACARINA Nitsch, 1818

- Mesostigmata Canestrini, 1891
  - Laelapidae Berlese,1892*
  - Halarachnidae Oudemans, 1906
- Metastigmata Canestrini, 1891
  - Argasidae Koch, 1844
  - Ixodidae Dugès, 1834*
- Prostigmata Kramer, 1887
  - Demodicidae Nicolet, 1855
  - Psorergatidae Dubinina, 1955
  - Trombiculidae Leach, 1815*
- Astigmata Canestrini, 1891
  - Atopomelidae Gunther, 1942*
  - Audycoptidae Lavoipierre, 1964
  - Chirodiscidae Trouessart, 1892
  - Galagalgidae Fain, 1963
  - Lemurnyssidae Fain, 1957
  - Psoroptidae Canestrini, 1892*
  - Rhynchoptidae Lawrence, 1956
  - Sarcoptidae Murray, 1877

INSECTA Linnaeus, 1758

PHTHIRAPTERA Haeckel, 1896

- Amblycera Kellogg, 1896
  - Gyropidae Neumann, 1912*
- Ischnocera Kellogg, 1896
  - Philopteridae Burmeister, 1838
  - Trichodectidae Kellogg, 1896*

SIPHONAPTERA Latreille, 1825

- Pulicidae Billberg, 1820*

DIPTERA Linnaeus, 1758

- Oestridae Leach, 1815
  - *Cuterebra* Clark, 1815
  - *Dermatobia* Brauer, 1861
  - *Condylobia* Gruenberg, 1903
  - *Alouattamyia* Townsend 1931
- Calliphoridae Brauer y Bergenstamm, 1889
  - *Cochliomyia* Townsend, 1915

(continuación)

PENTASTOMIDA Huxley, 1869

POROCEPHALIDA Heymons, 1935

- Linguatulidae Leukart, 1860
  - *Linguatula* Frolich, 1789
  - *Neolinguatula* Haffner, 1969
- Porocephalidae Sambon, 1922
  - *Porocephalus* Humboldt, 1812
  - *Armillifer* Sambon, 1922

PLATYHELMINTHA Vogt, 1851

DIGENEA Carus, 1863

- Echinostomida La Rue, 1957
  - Echinostomatidae Looss, 1899
  - Fasciolidae Railliet, 1895
- Paramphistomida Szidat, 1936
  - Notocotylidae Luhe, 1909
  - Paramphistomatidae Fischoeder, 1901
- Opisthorchiida LaRue, 1957
  - Heterophyidae Odhner, 1914
  - Opisthorchiidae Looss, 1899
- Plagiorchiida LaRue, 1957
- Troglotrematata Brooks, O'Grady y Glen, 1985
  - Troglortematidae Braun, 1915
- Plagiorchiata LaRue, 1957
  - Dicrocoeliidae Looss, 1899*
  - Lecithodendriidae Odher, 1910
  - Microphallidae Ward, 1901
  - Plagiorchiidae Ward, 1917
- Strigeida LaRue, 1926
  - Strigeoidea Railliet, 1909
  - Diplostomatidae Poirier, 1886
- Schistosomatoidea Stiles y Hassall, 1898
  - Schistosomatidae Stiles y Hassall, 1898

CESTODA van Beneden, 1858

- Cyclophyllidea Braun, 1900
  - Anoplocephalidae Cholodkowsky, 1902*
  - Davaineidae Fuhrmann, 1907
  - Dilepididae Fuhrmann, 1907
  - Hymenolepididae Railliet y Henry, 1909
  - Mesocestoididae Perrier, 1897
  - Taeniidae Ludwig, 1886
- Pseudophyllidea Carus 1863
  - Dyphyllobothriidae Luhe, 1910

NEMATODA Rudolphi, 1808

- Rhabditoidea Travassos, 1920
  - Rhabditidae Örley, 1880
  - Strongyloididae Chitwood y McIntosh, 1934

(continuación)

Trichinelloidea Hall, 1916
Trichuridae Ward, 1907
Ancylostomatoidea Looss 1911
Ancylostomatidae Looss, 1905
Strongyloidea Railliet y Henry, 1913
Chabertidae Lichtenfels, 1980
Trichostrongyloidea Leiper 1908
Trichostrongylidae Leiper, 1908
Molineoidea Durette-Desset y Chabaud, 1993
Molineidae Skrjabin y Schulz, 1937*
Metastrongyloidea Lane, 1917
Angiostrongylidae Anderson, 1978*
Cosmocercoidea Skrjabin y Shikhobalova, 1951
Atractidae Railliet, 1917
Oxyuroidea Cobbold 1864
Oxyuridae Weinland, 1858*
Ascaridoidea Skrjabin 1915
Ascarididae Baird, 1853
Subuluroidea Travassos, 1930
Subuluridae Travassos, 1914
Thelazioidea Sobolev, 1949
Pneumospiruridae Wu y Hu, 1938
Rhabdochonidae Travassos, Artigas y Pereira, 1928
Thelaziidae Skrjabin, 1915
Spiruroidea Railliet y Henry, 1915
Gongylonematidae Hall, 1916
Spirocercidae Chitwood y Wehr, 1932*
Spiruridae Örley, 1885
Habronematoidea Chabaud, 1974
Habronematidae Chitwood y Wehr, 1932*
Physalopterioidea Sobolev, 1949
Physalopteridae Railliet, 1893*
Rictularioidea Chabaud, 1974
Rictulariidae Hall, 1915
Dracunculoidea Lieper, 1912
Dracunculidae Stiles, 1907
Filarioidea Chabaud y Anderson, 1959
Onchocercidae Leiper, 1911*

ACANTHOCEPHALA Rudolphi, 1808

Archiacanthocephala Meyer, 1931
Oligacanthorhynchidae Southwell y Macfie, 1925
Prosthenorchis Travassos, 1915*

Tabla 2. Especies de parásitos reportados hasta el presente en Venezuela.

PROTOZOA Goldfuss, 1818

DISCOMITOCHONDRIA

Trypanosomatidae
- *Trypanosoma advieri* Floch, 1941
- *Trypanosoma barnolai* Torrealba, Riccardi, Ramos, Díaz y Torrealba, 1955
- *Trypanosoma cruzi* Chagas, 1909
- *Trypanosoma mycetae* Brumpt, 1913

APICOMPLEXA

Eimeriidae
- *Isospora scorzai* Arcay, 1967

Plasmodiidae
- *Plasmodium brasilianum* Gonder y Braenberg, 1908

ANIMALIA Linnaeus, 1758

ARTHROPODA Siebold y Stannius, 1845

ACARINA Nitsch, 1818

Laelapidae
- *Androlaelaps fahrenholzi* Barlese, 1911

Ixodidae
- *Amblyomma cajennense* Fabricius, 1787
- *Haemaphysalis juxtakochi* Cooley, 1946

Trombiculidae
- *Eutrombicula tropica* Ewing, 1925

Atopomelidae
- *Listrocarpus spinifer* Fain y Lukoschus, 1976 en Fain, 1976

Psoroptidae
- *Cebalgoides cebi* Fain, 1963

INSECTA Linnaeus, 1758

PHTHIRAPTERA Haeckel, 1896

Gyropidae
- *Aotiella aotophilus* (Ewing, 1924)

Trichodectidae
- *Cebidicola extrarius* Werneck, 1950
- *Cebidicola semiarmatus* Neumann, 1913

SIPHONAPTERA Latreille, 1825

Pulicidae
- *Ctenocephalides felis felis* Bruche, 1835

PLATYHELMINTHA Vogt, 1851

DIGENEA Carus, 1863

Dicrocoeliidae
- *Athesmia heterolecithodes* Braun, 1899
- *Athesmia wehri* McIntosh, 1937

(continuación)

CESTODA van Beneden, 1858

- Anoplocephalidae
  - *Oochoristica megastoma* Diesing, 1850

NEMATODA Rudolphi, 1808

- Molineoidea
  - Molineidae
    - *Molineus torulosus* Molin, 1861
- Metastrongyloidea
  - Angiostrongylidae
    - *Filariopsis arator* Chandler, 1931
- Oxyuroidea
  - Oxyuridae
    - *Paraoxyuronema brachytelesi* Artigas, 1937
    - *Trypanoxyuris atelis* Cameron, 1929
    - *Trypanoxyuris croizati* Hugot, Morand y Guerrero, 1994
    - *Trypanoxyuris interlabiata* Sandosham, 1950
    - *Trypanoxyuris minutus* Schneider, 1866
    - *Trypanoxyuris satanas* Hugot, 1985
    - *Trypanoxyuris trypanuris* Vevers, 1924
- Spiruroidea
  - Spirocercidae
    - *Streptopharagus armatus* Blanc, 1912
- Habronematoidea
  - Habronematidae
    - *Parabronema bonnei* Van Thiel, 1925
- Physalopterioidea
  - Physalopteridae
    - *Physaloptera cebi* Ortlepp, 1923
- Filarioidea
  - Onchocercidae
    - *Dipetalonema gracilis* Rudolphi, 1809
    - *Mansonella (Tetrapetalonema) atelensis amazonae* Bain y Guerrero, 2014

ACANTHOCEPHALA Rudolphi, 1808

- Oligacanthorhynchidae
  - *Prosthenorchis elegans* Diesing, 1851

Tabla 3. Número de familias y de especies de ecto y endoparásitos identificados en los primates de Venezuela.

	No. de familias	**No. de especies**
Ectoparásito	8	11
Endoparásito	13	26
Total	21	37

Tabla 4. Lista de las especies de parásitos señaladas en cada familia de primates.

Hospedador	**Parásito**	**Autor**
	AOTIDAE	
Aotus lemurinus (Humboldt, 1811)	*Amblyomma* sp	Jones *et al*., 1972
Aotus trivirgatus (I. Geoffroy, 1843)	*Aotiella aotophilus*	Emerson & Price, 1975
Aotus "trivirgatus"	*Androlaelaps fahrenholzi*	Furman, 1972
	ATELIDAE	
Alouatta arctoidea (Cabrera, 1940)	*Cebidicola extrarius*	Emerson y Price, 1975
	Cebidicola semiarmatus	Emerson y Price, 1975
	Trypanoxyuris minutus	Inglis y Díaz-Ungría, 1959
Alouatta macconnelli (Elliot, 1910)	*Dipetalonema gracile*	Díaz-Ungría, 1956
	Parabronema bonnei	Díaz-Ungría, 1963, 1965
	Trypanoxyuris minutus	Inglis & Díaz-Ungría, 1959
Alouatta seniculus (Linnaeus, 1766)	*Amblyomma cajennense*	Jones y col., 1972
	Cebidicola semiarmatus	Werneck, 1950
	Plasmodium brasilianum	Serrano, 1967
	Trypanosoma cruzi	Hoare, 1972
	Trypanosoma mycetae	Serrano, 1968
	Trypanosoma sp.	Díaz y col., 1982
Alouatta "seniculus"	*Androlaelaps fahrenholzi*	Furman, 1972
Ateles belzebuth (Geoffroy, 1806)	*Oochoristica megastoma*	Vogelsang y Mayaudon, 1957
	Dipetalonema gracile	Vogelsang y Mayaudon, 1957
	Paraoxyuronema brachytelesi	Inglis y Diaz-Ungría, 1960
	Trypanoxyuris atelis	Inglis y Diaz-Ungría, 1959

(continuación)

	CEBIDAE	
Cebus albifrons (Humboldt, 1812)	*Amblyomma sp.*	Jones y col.; 1972
	Cebalgoides cebi	Fain, 1963
	Ctenocephalides f. felis	Tipton y Machado, 1972
	Athesmia heterolecithodes	Nasir y col.; 1969
	Athesmia wehri	Nasir y col.; 1969
Cebus olivaceus (Schomburgk, 1848)	*Amblyomma sp.*	Jones y col.; 1972
	Androlaelaps fahrenholzi	Furman, 1972
	Haemaphysalis juxtakochi	Jones y col.; 1972
	Trypanosoma barnolai	Torrealba, Riccardi, Ramos, Díaz y Torrealba, 1955
	Trypanosoma cruzi	Hoare, 1972
	Isospora scorzai	Arcay, 1967
	Oochoristica megastoma	López-Neyra y Díaz-Ungría, 1957
	Dipetalonema gracile	Vogelsang y Rodríguez, 1952
	Filariopsis arator	Díaz-Ungría, 1979
	Mansonella (Tetrapetalonema) atelensis amazonae	Bain y Guerrero, 2015
	Physaloptera cebi	Vogelsang y Mayaudón, 1957
	Trypanoxyuris interlabiata	Inglis y Díaz-Ungría, 1959
Cebus sp.	*Dipetalonema gracile*	Caballero y Vogelsang, 1950
	Prosthenorchis elegans	Díaz-Ungría y Gracia, 1960
Sapajus apella (Linnaeus, 1758)	*Dipetalonema gracile*	Goldman y Espin, 1950, según Díaz-Ungría, 1973
	Dipetalonema gracile	Vogelsang y Rodríguez, 1973
	Trypanosoma cruzi	Torrealba, 1943
	PITHECIDAE	
Callicebus lugens (Humboldt, 1811)	*Amblyomma sp.*	Jones y col.; 1972
	Eutrombicula tropica	Brennan y Reed, 1974
	Molineus sp.	Guerrero, 1985
	Trypanoxyuris croizati	Hugot y col.; 1994

(continuación)

Chiropotes chiropotes (Humboldt, 1811)	*Amblyomma sp.*	Jones y col.; 1972
	Trypanosoma advieri	Scorza y Álvarez, 1957
	Dipetalonema gracile	Díaz-Ungría, 1965
	Trypanoxyuris interlabiata	Inglis y Díaz-Ungría, 1959
	Trypanoxyuris trypanuris	Inglis y Díaz-Ungría, 1959
	Trypanoxyuris satanas	Hugot, 1985
Pithecia pithecia (Linnaeus, 1766)	*Amblyomma sp.*	Jones y col., 1972
	Parabronema bonnei	Díaz-Ungría, 1963
	Trypanoxyuris trypanuris	Guerrero, 1985

Tabla 5. Especies parásitos encontrados en algunas especies exóticas.

Hospedador	Parásito	Autor
Saguinus midas (Linnaeus, 1758)	*Dipetalonema gracile*	Díaz-Ungría, 1963
Lagothrix lagotricha (Humboldt, 1812)	*Dipetalonema gracile*	Vogelsang y Rodríguez, 1952
Macaca mulatta (Zimmermann, 1780)	*Streptopharagus armatus*	Vogelsang y Rodríguez, 1952
Caluromys lanatus (Olfers, 1818) *	*Listrocarpus spinifer*	Fain, 1976

* Ver texto

Tabla 6. Número de especies de ectoparásitos señaladas por familia de primates en Venezuela.

Familia	Aotidae	Atelidae	Cebidae	Pitheciidae
Ixodidae	1	1	3	3
Gyropidae	1			
Laelapidae	1	1	1	
Pulicidae			1	
Trichodectidae		2		
Trombiculidae				1
Psoroptidae			1	
Total	3	4	6	4

Tabla 7. Número de especies de endoparásitos señaladas por familia de primates en Venezuela.

Familia	Aotidae	Atelidae	Cebidae	Pitheciidae
Trypanosomatidae		2	2	1
Eimeriidae			1	
Plasmodiidae		1		
Dicrocoeliidae			2	
Anoplocephalidae			1	
Angiostrongylidae			1	
Habronematidae		1		1
Molineidae			1	1
Onchocercidae	1	1	1	1
Oxyuridae		3	1	3
Physalopteridae			1	
Oligacanthorhynchidae			1	
Total	1	8	12	7

Fuente: Elaboración propia.

Este capítulo, previamente aceptado para su publicación en este libro, es la versión original del artículo: Cañizales, I. & Guerrero, R. (2017). Artrópodos, protozoos y helmintos parásitos de mamíferos silvestres (Mammalia) de Venezuela. Primates. *Neotropical Primates* 23(2):16-24.

Ricardo Guerrero
Laboratorio de Biología de Vectores y Parásitos, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela / ricardo.guerrero.bio@gmail.com.

Israel Cañizales
Laboratorio de Biología de Vectores y Parásitos, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela / israelvet@gmail.com.

Guerrero, R. & Cañizales, I. (2019). Los parásitos de primates en Venezuela. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 161-187.

Investigaciones primatológicas en cautiverio

Manejo *ex situ* del mono araña (*Ateles hybridus hybridus*) y el capuchino carablanca (*Cebus leucocephalus*)

Leonel Ovalle-Moleiro

Resumen

El mono araña del norte (*Ateles hybridus hybridus*) está clasificado En Peligro Crítico (CR) por la UICN y se encuentra entre los 25 primates más amenazados del mundo. El mono capuchino carablanca de occidente (*Cebus leucocephalus*) está clasificado En Peligro (EN). Ambas especies, exclusivas de Colombia y Venezuela, están sufriendo las consecuencias de las actividades antrópicas a un ritmo alarmante. En el Parque Zoológico y Botánico Bararida, Venezuela, se encuentran poblaciones representativas de ambas especies por lo que se realizaron mejoras en el manejo y se organizaron grupos según su procedencia con fines reproductivos basados en la información de los registros de ingreso. Hubo un incremento evidente de los nacimientos con doce individuos de *Ateles h. hybridus* entre 2007 y 2016 y cuatro individuos de *Cebus leucocephalus* a partir de 2011. Se obtuvieron valores hematológicos referenciales, así como la comprobación de la efectividad de las dietas formuladas y una descripción referencial de los aspectos de manejo. Es vital el desarrollo de investigaciones sobre genética poblacional *in situ* y *ex situ*; así como fomentar la cooperación entre zoológicos y centros de investigación para mejorar el aporte a la conservación.

Palabras claves: Conservación de primates, especies en peligro, Venezuela, zoológico.

Ex situ Management of the Variegated Spider Monkey (*Ateles hybridus hybridus*) and the White-fronted Capuchin Monkey (*Cebus leucocephalus*)

Abstract

Variegated spider monkeys (*Ateles hybridus hybridus*) are classified as Critically Endangered species by the IUCN. It is among the top 25 most endangered primates in the world. White-fronted capuchins (*Cebus leucocephalus*) are classified as Endangered species. Both species, unique to Colombia and Venezuela, are experiencing the consequences of anthropogenic activities at an alarming rate. There are representative populations of both species at Bararida Zoo and Botanical Park in Venezuela (Parque Zoológico y Botánico Bararida). Management improvements were made and, for reproductive purposes, groups were organized based on their geographical origin indicated on the entry records. There was a clear increase in births with twelve *Ateles h. hybridus* between 2007 and 2016 and four *Cebus leucocephalus* since 2011. Referential hematological values were obtained, the effectiveness of the diets was tested and description of management issues was developed. It is crucial to carry out research on population genetics, both *in situ* and *ex situ*; and encourage cooperation between zoos and research centers to ensure their conservation.

Keywords: Primate Conservation, endangered species, Venezuela, zoo.

Introducción

En Venezuela los estudios primatológicos y las estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* han estado distanciados a través de los años. Sin embargo, ha sido creciente el interés por reforzar esta área pues en la actualidad hay algunas especies que se encuentran muy amenazadas debido al crecimiento poblacional humano, la expansión de la frontera agropecuaria y el tráfico de fauna. Por lo tanto; se ha hecho indispensable el amalgamiento de ambas líneas de trabajo para poder ejecutar planes fructíferos. Las más recientes directrices nacionales en cuanto a la gestión de la diversidad biológica reflejan la importancia del desarrollo mancomunado de estrategias para la conservación de especies amenazadas (MARNR, 2001; MPPA, 2014).

El mono araña del norte (*Ateles hybridus hybridus*) (figura 1), distribuido desde el Río Magdalena en Colombia hasta la Cordillera de la Costa en Venezuela, ha sido enlistado por la UICN En Peligro Crítico (CR) y se estima que su población ha declinado al menos un 80% en los últimos 45 años (Morales-Jiménez *et al*., 2008); y desde 2006 ha sido reflejado en la lista de los 25 primates más amenazados del mundo (Schwitzer *et al.*, 2014), ocupando el primer lugar en el Neotrópico.

El mono capuchino carablanca de occidente (*Cebus leucocephalus*) (figura 1), distribuido desde Colombia hasta la región andina y la Sierra de Perijá en Venezuela, ha sido clasificado En Peligro (EN) por la UICN. Con base en estudios genéticos moleculares realizados por Lynch Alfaro *et al.* (2010) y Boubli *et al.* (2012) las seis subespecies previamente reconocidas e incluidas bajo *Cebus albifrons* (*aequatorialis, cesarae, cuscinus, malitiosus, yuracus y versicolor*) son reconocidas como especies distintas; *Cebus albifrons versicolor* fue considerado por Groves (2001, 2005) una

agrupación de cinco subespecies sinónimas (*leucocephalus*, *malitiosus*, *adustus*, *cesarae* y *pleei*) (de la Torre *et al*., 2015). El Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS) versión septiembre 2015, reporta *Cebus leucocephalus* como nombre válido (Rylands y Mittermeier, 2013) y la más reciente clasificación de la UICN, eleva a la especie del occidente de Venezuela como *C. leucocephalus* (B. Urbani, com. pers.).

Dada la continua presión de las acciones antrópicas es posible que la disminución de las poblaciones de estas especies se exacerbe a futuro. En el caso del *Ateles h. hybridus*, algunas características biológicas como su gran tamaño y una reproducción lenta (una sola cría cada 3 o 4 años) lo hacen especialmente vulnerable (Palacios *et al.,* 2014). En la actualidad es imperante la necesidad de ampliar la información sobre la situación poblacional de estas especies y llevar a cabo estudios sobre su genética que permitan desarrollar programas de conservación *in situ* y *ex situ*. Los zoológicos juegan un papel importante, la actitud de los visitantes hacia los animales y la conservación puede ser mejorada después de una experiencia positiva por medio de estrategias interactivas, educativas y recreativas (McLaren, 2014). De igual forma, los programas de cría en cautividad son necesarios para garantizar poblaciones saludables y genéticamente viables en el tiempo (Morales-Jiménez *et al*., 2008; Palacios *et al.,* 2014).

En al menos cinco zoológicos venezolanos está presente el mono araña del norte (*Ateles h. hybridus*) con poca información sobre su origen y no se ha documentado con exactitud las estrategias de manejo en cada lugar. En al menos dos zoológicos de Venezuela se encuentra el capuchino carablanca de occidente (*Cebus leucocephalus*). En el Parque Zoológico y Botánico Bararida (PZBB) ubicado en Barquisimeto, estado Lara, se encuentra la mayor población en cautiverio de *Ateles h. hybridus* en el país. Se contabilizaron en 2011 un total de 20 ejemplares de diferentes orígenes, y con una experiencia de más de veinte años en su mantenimiento y algunas experiencias reproductivas. Esto generó que a partir de 2011 se organizara un programa de reproducción con la finalidad de encaminar una población cautiva genéticamente viable y sostenible a futuro, generar información y mejorar la contribución de la institución a la conservación de la especie.

Aspectos biológicos

Los monos araña viven de 20 a 40 años, alcanzan la madurez sexual entre los 6 y 7 años y emigran del grupo natal entre los 5 y 7 años. La primera reproducción ocurre entre los 7 y 8 años (Chapman y Chapman, 1990) durante la estación seca. La gestación dura de 7 a 7,5 meses y paren 1 sola cría que se desteta alrededor de los 3 años. El intervalo entre nacimientos es de 32 a 36 meses (Chapman y Chapman, 1990). Viven en comunidades dinámicas de ambos sexos compuestos de 30 a 70 individuos que se separan en subgrupos más pequeños de forma temporal, principalmente durante la alimentación, lo cual es denominado sociedad de fisión-fusión (Aureli y Schaffner, 2008). Los machos permanecen en el grupo natal pero la mayoría de las hembras se dispersan al alcanzar la madurez sexual.

De hábitos diurnos, son considerados frugívoros y folívoros, conformando su dieta de 80% a 90% de frutos pulposos maduros (ej. *Ficus*, *Guazuma*, *Inga*, *Pouteria*) complementados con hojas tiernas (ej. *Lonchocarpus*, *Guapira*, *Astronium*), flores (Papilionáceas, Euforbiáceas) y semillas inmaduras de varias especies de palmas (ej. *Attalea*, *Jessenia*, *Euterpe*, *Maximiliana*) (Linares, 1998; Duque *et al*., este volumen). Hasta un 50% de los períodos de alimentación involucran posiciones suspensorias y tienen una locomoción particular denominada braquiación, pues se desplazan balanceándose continuamente con las extremidades superiores y la cola.

Habitan en el estrato superior y el dosel de bosques densos con plantas epífitas, en zonas bajas o montañosas. Son muy poco frecuentes en bosques intervenidos y secundarios, prefieren bosques altos no perturbados (Linares, 1998). En la Reserva Forestal Caparo ubicada en el estado Barinas, Venezuela, se han identificado individuos solitarios y grupos pequeños de entre 10 y 25 ejemplares en fragmentos de bosque resultantes de las actividades forestales y agropecuarias, los cuales no poseen actualmente la superficie necesaria para suplir los requerimientos para sobrevivir a largo plazo (Duque *et al.*, este volumen).

Los capuchinos carablanca viven entre 15 y 25 años, alcanzan la madurez entre los 4 y 5 años tras lo cual emigran del grupo. Se reproducen en la estación seca y las hembras, luego de un promedio de 160 días, paren una

sola cría que se desteta a partir de 1 año. El intervalo de nacimientos es de 1 a 2 años. Forman grupos de 6 a 30 individuos dirigidos por 1 o 2 machos dominantes (Linares, 1998). Tienen hábitos diurnos y son omnívoros, con una dieta basada en frutas, semillas, brotes de hojas y animales pequeños que en ocasiones buscan entre la hojarasca del suelo. Son hábiles con las manos, capaces de romper frutos duros con la ayuda de herramientas simples. Viven en bosques densos usando todos los estratos, en bosques de galería, en zonas bajas y húmedas, aventurándose en ocasiones a bosques intervenidos (Linares, 1998).

Materiales y métodos

El manejo de primates en cautividad contempla una serie de aspectos indispensables para proveerles un nivel de bienestar tal que pueda llevar al éxito reproductivo. La forma como se aborda cada variable tendrá una repercusión directa en los resultados. Hay diferentes protocolos y técnicas que se han aplicado a través de los años (McLaren, 2014; Turnock y Slater, S/F); a continuación se describen los usados en el Parque Zoológico y Botánico Barárida entre 2007 y el primer semestre de 2016, con notas sobre algunos otros zoológicos venezolanos.

Adquisición de los ejemplares

La mayoría de los ejemplares que albergan los zoológicos venezolanos son ejemplares incautados por las autoridades, rescatados o entregados voluntariamente por personas que los tenían ilícitamente como mascotas. Una significativa parte de la población ha sido el resultado de la reproducción *ex situ*. A través de los años han sido intercambiados entre zoológicos nacionales y ocasionalmente han sido parte de intercambios internacionales.

Cuarentena

Todo ejemplar que ingresa a una población cautiva debe pasar por un período de cuarentena para detectar cualquier problema que pudiese poner en riesgo su salud, la de los demás animales y del personal. Generalmente

aquellos que proceden de otros zoológicos llevan un seguimiento sanitario y es necesario tramitar una guía sanitaria de movilización ante las autoridades para poder trasladarlos, por lo que suelen gozar de un período más corto de observación. Los ejemplares que han estado en situaciones sanitarias comprometidas o desconocidas deben pasar un período cuarentenario de hasta 3 meses.

Durante este tiempo se practican exámenes de laboratorio: hematología completa, descarte de hemoparásitos, química sanguínea y coprología; y se aplica la prueba de PPD tuberculina. La dieta de cada individuo recibe ajustes y se suministran los medicamentos y suplementos nutricionales que requiera. En algunos casos es necesario recrear algunas costumbres que ya traían instauradas para disminuir los efectos de la separación. En el caso de las crías, durante el período cuarentenario se brindan todos los cuidados pediátricos y paulatinamente se disminuyen las interacciones directas por largos períodos usando peluches sustitutos para disminuir los riesgos sanitarios a los operadores, el estrés de la separación al ejemplar y condicionamientos indeseables.

Marcaje y registros

Cada individuo recibe un número de identificación (Id. PZBB) y se marca con este número mediante un tatuaje en la cara interna del muslo con tinta preferiblemente azul o verde, del lado derecho si son hembras y del lado izquierdo si son machos. Debido al color oscuro de la piel, algunos ejemplares son tatuados adicionalmente en la cara interna del labio inferior, técnica ampliamente usada en el Zoológico Metropolitano del Zulia (Zoomez; antiguamente Fundación Parque Sur de Maracaibo). A cada uno se le implanta un microchip (AVID) que posee un código de 9 dígitos; a los primeros ejemplares marcados se les colocó en la espalda, entre las escápulas, lo cual resultó muy engorroso para la lectura por lo que se cambió la ubicación al antebrazo siguiendo el mismo código de los tatuajes.

Cada ejemplar cuenta con una carpeta de registro o expediente físico conformado por dos grupos de documentos: los documentos médicos (historia clínica, exámenes de laboratorio, registro odontológico, hoja de

dieta, certificados de salud, protocolo de necropsia), y los documentos de manejo (hoja de ingreso y egreso, registro de pesos y medidas, control reproductivo, documentos de adquisición y disposición del ejemplar). Los registros son almacenados en dos archivos diferentes: el archivo de ejemplares presentes en la actualidad y el archivo de ejemplares egresados. Esta valiosa información se resume a un archivo digital para conformar el registro genealógico de la institución y también se comparte para la elaboración de los registros genealógicos nacionales o internacionales ("studbook").

Algunos zoológicos no cuentan con registros o no están completos por lo cual la comunicación directa con el personal de cada institución es la única forma de obtener datos referentes a los animales. En los casos en los que se requiere comprobar el parentesco, esta puede ser la única forma de obtener información. La información del número de ejemplares es asentada en los inventarios haciendo referencia a los sexos mediante el sistema de tres cifras separadas por puntos, donde cada valor representa el total de individuos según categoría: machos.hembras.indeterminados, así por ejemplo 2.3.1 significa: 2 machos, 3 hembras y 1 indeterminado.

Introducción de nuevos ejemplares

La introducción de nuevos ejemplares debe realizarse paulatinamente y con mucha precaución, inicialmente haciendo presentaciones en recintos separados donde los individuos puedan verse. Dos rejas de separación permiten que los ejemplares puedan verse y reconocerse a distancia sin riesgo. Posteriormente se acercan dejando solo una reja de separación durante encuentros supervisados y períodos cortos (ej. durante el proceso de limpieza). Esto puede tomar al menos una semana y luego se pueden hacer presentaciones en el mismo recinto. En el caso de individuos que se desean agregar a un grupo, es preferible hacer presentaciones parciales con los miembros más tranquilos y lentamente ir introduciendo más ejemplares. Eventualmente se presentarán peleas entre congéneres, pues es normal que disputen las posiciones en la jerarquía del grupo y se formen nuevas alianzas. Es necesario tener paciencia y no adelantarse a separarlos nuevamente a menos que sean agresiones con lesiones severas. Una vez restablecido

el orden es importante monitorear que todos los ejemplares se estén alimentando bien y usen los espacios del recinto. Tomando en cuenta el tipo de sociedad del *Ateles hybridus* en la cual las hembras se dispersan y los machos permanecen en el grupo y forman relaciones fuertes, se debe tener especial cuidado con ellos, aumentar los tiempos de presentación, espera y supervisión.

Alojamiento

Tanto los *Ateles h. hybridus* como los *Cebus leucocephalus* pueden ser mantenidos en recintos tipo jaula o tipo isla a cielo abierto con barreras sólidas y lisas para contenerlos o como es común en zoológicos venezolanos, con fosas húmedas. Deben contar con refugios para resguardarse de las condiciones climáticas adversas cuando lo deseen. Sin embargo, es común observar a los monos araña en el PZBB sentados y enrollados en la punta de los troncos durante las lluvias aún teniendo refugios disponibles.

Los monos araña deben ser alojados en grupos de varios machos y varias hembras con un mínimo de cuatro individuos en relación 1:3 (McLaren, 2014). En el caso de los *Cebus leucocephalus* los grupos funcionan mejor con varias hembras y solo 1 o 2 machos adultos (ej. relación 1-2:3-6), siempre y cuando el tamaño del recinto lo permita para evitar agresiones entre machos dominantes.

Los espacios deben ser acondicionados con estructuras aéreas que permitan a los ejemplares movilizarse recreando comportamientos naturales y mejorar sus habilidades en el desplazamiento: troncos, perchas, cuerdas y hamacas. Se debe contemplar el uso de vegetación natural no tóxica en la medida de las posibilidades, tomando en cuenta arbustos o árboles de talla pequeña y rápido crecimiento que puedan recuperarse rápidamente del deterioro causado por los primates. El uso de sustratos naturales también es muy positivo tanto para los animales como para mejorar la percepción por parte del público. Estos elementos son parte indispensable del enriquecimiento ambiental constante; en el PZBB se observa constantemente a los capuchinos husmeando en la hojarasca en busca de invertebrados y otros pequeños animales, además ambas especies se benefician del acolchado que amortigua caídas y protege las patas.

El PZBB cuenta con un recinto tipo isla a cielo abierto con fosa húmeda donde se aloja el grupo principal de monos araña que ha llegado a tener 14 individuos. Consta de una isla grande con un área estimada de 398 m^2 y una isla pequeña de alrededor de 95 m^2 comunicadas mediante cuerdas que conforman una superficie de total de aproximadamente 493 m^2. Cuenta con piso de tierra y cobertura de césped mixto y pasto estrella (*Cynodon* sp.). También hay un recinto tipo jaula de 11,83 m^2 y 2,99 m de altura construido con tubos estructurales de hierro y malla electrosoldada 2" x 1", techado parcial con láminas y piso de tierra. El recinto de cuarentena está conformado por tres cubículos de 18,49 m^2 x 2,40 m altura, cuya estructura es de bloques en la pared posterior y lateral y enrejado de hierro soldado (diseñado para múltiples especies) con piso de cemento, comunicados entre sí por puertas metálicas tipo guillotinas. Posee argollas en el techo para la instalación de cuerdas. El área total depende de la configuración que se decida dar a las compuertas en un momento dado. Los capuchinos carablanca son alojados en un recinto tipo jaula de 13,8 m^2 x 2,5 m de altura, de tubos estructurales de hierro y malla electrosoldada 1" x 1", con piso de tierra, techo cubierto parcialmente con láminas y tela para sombra.

El ZOOMEZ cuenta con un recinto tipo isla a cielo abierto en el centro de una laguna amplia donde están alojadas tres hembras de *A. h. hybridus,* junto a hembras de *Ateles chamek* (1), *A. paniscus* (1) y *A. geoffroyi* (1) para darles compañía. Los machos se encuentran separados en un recinto tipo jaula debido al riesgo que representan para el personal que debe acceder a la isla para el mantenimiento (L. Áñez, com. pers.), pues son más agresivos que las hembras.

Revisión de salud diaria

Diariamente el cuidador de animales revisa los recintos, realiza un conteo de los ejemplares y observa su comportamiento así como la presencia de cualquier conducta o rastro anormal, heridas o secreciones. Cualquier novedad la reporta de inmediato para que sea atendida, quedando asentada por escrito en el reporte diario de cuidadores.

Revisión médica anual

Todos los ejemplares reciben como mínimo una revisión médico veterinaria anual de control durante la cual se les practica un examen clínico y se toman muestras de sangre con anticoagulante (EDTA) para realizar hematología completa: medición de hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto), conteo de serie blanca, conteo de serie roja, conteo plaquetario, estudio de frotis, descarte de hemoparásitos; y sin anticoagulante para realizar exámenes de química sanguínea: medición de glucosa, urea, creatinina, ácido úrico, colesterol, triglicéridos, TGO, TGP, fosfatasa alcalina, proteínas totales, albúmina, globulinas, bilirrubina total y fraccionada, amilasa, calcio, fósforo, magnesio. Se toman muestras de heces para coproparasitología y estudio de sangre oculta en heces. De ser requerido se evalúa la toma de muestra para urianálisis. Durante todo el año se realiza de forma bimensual el monitoreo coproparasitológico y a todos se les realiza un examen odontológico anual (Silva, 2009).

Pruebas especiales

Anualmente (y según la disponibilidad) se realiza el descarte de tuberculosis utilizando PPD tuberculina humana. Se aplica 0,1 ml intradérmico o subcutáneo en el párpado derecho del ejemplar y se realizan tres lecturas con intervalos de 24 horas. De observarse las tres lecturas sin reacción local los individuos libres de sospecha son declarados negativos a la prueba.

Higiene y limpieza

La rutina de limpieza depende del tipo de exhibidor. Los recintos tipo jaula junto a sus comederos y bebederos se limpian diariamente. Aquellos con piso de cemento se lavan con agua a presión y cepillado. Los que tienen piso de tierra y hojas se rastrillan retirando los desperdicios y tratando de mantener una cama de hojas. En el PZBB el recinto tipo isla recibe mantenimiento una vez al mes: el equipo de cuidadores ingresa al recinto y realiza una poda del pasto estrella que cubre el suelo, rastrilla y acomoda las cuerdas. Este procedimiento requiere una buena coordinación y suficiente personal.

Durante el mismo los ejemplares son coaccionados a moverse hacia una de las islas internas mediante el uso de mallas. De forma simultánea un grupo de cuidadores patrulla el borde exterior de la fosa húmeda en caso de que algún ejemplar se asuste en extremo y decida lanzarse al agua, situación rara que apenas ha sucedido.

Nutrición

La correcta nutrición de un animal en cautividad requiere tomar en consideración variables que se extienden desde aspectos biológicos propios de la especie hasta factores técnicos e incluso socioculturales correspondientes al personal encargado. Es la meta de todo programa de nutrición abarcar y monitorear el mayor número de variables con la finalidad de lograr el éxito por medio de un mejoramiento constante. La constancia ha sido uno de los factores más importantes en el PZBB para poder cubrir adecuadamente los requerimientos de las especies. Los aspectos administrativos son de vital importancia y requieren tener un estatus prioritario dentro de las actividades del centro con una buena planificación presupuestaria que garantice la estabilidad y continuidad en la adquisición de los alimentos. La subsistencia por medio de donaciones, si bien es factible debe manejarse con sumo cuidado y previendo anticipadamente el uso de los insumos para evitar dependencia inmediata y una alteración o interrupción en el ritmo de alimentación de los animales.

Adquisición y almacenamiento de los alimentos

Los rubros que componen la dieta de los ejemplares son adquiridos por medio de proveedores a los cuales se les especifica todos los detalles requeridos. Los productos, de primera calidad, se compran en los centros de distribución mayoristas cumpliendo un cronograma semanal para las frutas y hortalizas y quincenal o mensual para los huevos, concentrados y suplementos (Silva, 2009). Todos son inspeccionados para garantizar que cumplan con los estándares solicitados y detectar cualquier anormalidad que pueda poner en riesgo a los animales. Es de suma importancia detallar las condiciones de transporte como por ejemplo el estado de la tolva del

camión y los sacos o cajones de transporte, con la finalidad de detectar cualquier rastro de sustancias nocivas (aceites, grasas, químicos, fertilizantes, plaguicidas). Se pesan corroborando las cantidades pedidas y luego pasan al proceso de almacenamiento.

El almacenamiento puede ser en cavas refrigeradas para los productos perecederos (frutas, hortalizas, huevos), cavas de congelamiento (carnes, pollo), en galpones a temperatura ambiente (concentrados, minerales, heno, pasto) y estantes a temperatura ambiente (suplementos). Es indispensable supervisar las temperaturas de almacenamiento para evitar que las frutas maduren aceleradamente o que las verduras se marchiten o se descompongan, de igual forma el exceso de frío puede causar quemaduras o congelamiento de las hojas, cambios de consistencia en las frutas y hortalizas. En estos casos, además de las pérdidas directas, los cambios en las características organolépticas pueden llevar a un rechazo inmediato de los ejemplares los cuales simplemente no comen los componentes de la dieta que se ven afectados.

Preparación de la comida

Los alimentos requeridos para la preparación de las raciones diarias se pesan y son procesados por los auxiliares de nutrición siguiendo las instrucciones de la hoja de dieta donde se especifica el rubro, la cantidad, la forma de preparación y la hora de distribución (Silva, 2009). Algunos alimentos tienen partes que no son ingeridas por todos o algunos de los animales como las conchas, la cáscara o tallos, estos se dejan pues conforman parte del enriquecimiento ambiental, brindándole a los ejemplares cierto nivel de dificultad para acceder a la parte comestible más preciada. Los productos terminados se colocan en envases plásticos reusables que reciben un mantenimiento diario y son rotulados con los datos de los ejemplares a los que van destinados (Silva, 2009).

Dieta

En cautiverio generalmente se dificulta la administración de los alimentos que originalmente consume cada especie en vida silvestre, sin embargo, las dietas se formulan para suplir los nutrientes que requieren. De acuerdo al

recinto donde se encuentran y al tamaño de los grupos se ajustan las hojas de dieta. El valor del aporte nutricional de cada dieta se calcula con base en los valores referenciales por cada rubro de la USDA, 2015.

Formulaciones que han dado buenos resultados en el PZBB con un incremento directo en el número de nacimientos son las siguientes:

1) Dieta formulada para *Ateles h. hybridus* en un recinto tipo isla sin red de protección donde pueden acceder otras especies como iguanas (*Iguana iguana*) y aves de diversas especies principalmente frugívoras como azulejos (*Thraupis episcopus*):
   Composición diaria (promedio semanal): Cambur (banana) 800 g, guayaba 220 g, pepino 165 g, acelga 240 g, melón 240 g, lechosa (papaya) 280 g, alimento concentrado para perros 20 g, huevo 21 g, vainita 50 g, cilantro 70 g, naranja 100 g, mandarina 100 g, semillas de girasol 9 g. *Total*: 2.315 g.
   Aporte nutricional diario (promedio semanal): Agua 2.315 g, energía 1.404 Kcal, proteína 36 g, grasa 16 g, carbohidratos 325 g, fibra 54 g, azúcares 79 g, Ca 467 mg, P 648 mg, colesterol 80 mg. *Total*: 2.315 g.

2) Dieta formulada para *Ateles h. hybridus* en recintos tipo jaula sin competidores:
   Composición diaria (promedio semanal): Cambur (banana) 400 g, guayaba 200 g, pepino 140 g, acelga 200 g, melón 200 g, lechosa (papaya) 240 g, alimento concentrado para perros 20 g, huevo 21 g, vainita 50 g, cilantro 70 g, naranja 100 g, mandarina 100 g, semillas de girasol 9 g. *Total*: 1.760 g.
   Aporte nutricional diario (promedio semanal): Agua 1.482 g, energía 1.011 Kcal, proteína 30 g, grasa 15 g, carbohidratos 222 g, fibra 41 g, azúcares 128 g, Ca 412 mg, P 539 mg, colesterol 80 mg. *Total*: 1.760 g.

3) Dieta formulada para *Cebus leucocephalus* en recintos tipo jaulas sin competidores:

Composición diaria (promedio semanal): Cambur (banana) 250 g, guayaba 100 g, pepino 140 g, acelga 200 g, espinaca 100 g, lechosa (papaya) 240 g, alimento concentrado para perros 14 g, huevo 21 g, vainita 10 g, cilantro 12 g, naranja 35 g, mandarina 35 g, semillas de girasol 6 g. *Total*: 1.174 g.

Aporte nutricional diario (promedio semanal): Agua 997 g, energía 615 Kcal, proteína 22 g, grasa 10 g, carbohidratos 134 g, fibra 26 g, azúcares 71 g, Ca 359 mg, P 400 mg, colesterol 80 mg. *Total*: 1.174 g.

Las formulaciones que han dado buenos resultados en la supervivencia de crías huérfanas de *Ateles h. hybridus* y *Cebus leucocephalus* en el PZBB y otros zoológicos venezolanos, se han desarrollado con base en sustitutos lácteos maternizados de uso humano sin lactosa (NAN® sin lactosa, ALFARÉ®) o con base de soya (Nursoy®, NAN® soya) y otros suplementos encontrados localmente, tomando como referencia preparaciones ya reportadas por Pastor-Nieto (2004):

1) **Fórmula para recién nacidos**: 1 medida de fórmula maternizada humana NAN® sin lactosa, 1 gota de polivitamínico para perros y gatos Aminovival®, 1 gota de jarabe polivitamínico y mineral para niños KidCal® y 30 ml de agua hervida o purificada.
2) **Fórmula para juveniles y suplemento**: 2 medidas de Ensure® o Enterex® en polvo sabor a fresa, 1 medida de cereal Gerber® o Nestum® de arroz, avena o 3 cereales (hidrolizados), 30 ml de agua hervida o purificada.

Alimentación

Las raciones listas en los envases se distribuyen diariamente por todo el zoológico en dos horarios: 9:00 am y 2:00 pm, los fines de semana y días feriados o especiales la distribución de la ración total se hace en la mañana; cada ejemplar las recibe según las indicaciones de su hoja de dieta. Estos envases se dejan en sitios estratégicos cerca de los recintos, sin embargo, en algunos lugares pueden ser objeto de saqueo por animales de vida libre

por lo cual se han ido implementando estrategias como tapas ajustables y macrocontenedores. Una vez culminado el mantenimiento, el cuidador de animales procede a colocar los alimentos. Dependiendo del recinto se ubican en comederos (tipo taza o tipo plancha), rocas o troncos o directamente sobre el suelo en áreas específicas. En el caso del recinto tipo isla como el diseño no permite acceder fácilmente al interior, el cuidador arroja los alimentos desde la parte exterior.

Reproducción

Teniendo en cuenta la necesidad de contribuir con la conservación de especies altamente amenazadas, en 2011 el PZBB tomó la iniciativa de organizar la reproducción *ex situ* del mono araña del norte (*Ateles h. hybridus*) y del capuchino carablanca (*Cebus leucocephalus*). Para los programas de reproducción participaron todos los individuos presentes en la colección del PZBB los cuales ya estaban recibiendo los cuidados ya descritos. Debido a la falta de información genética, se tomó la decisión de organizar la reproducción usando el registro genealógico, y aplicando el principio de precaución se agruparon los individuos según el origen reflejado en él (Ovalle-Moleiro y Silva, 2014; Ovalle-Moleiro, 2016).

En el caso de *Ateles h. hybridus,* de la población de 5.15.0; 3.7.0 ejemplares ingresaron por intercambio con los zoológicos del Zulia (ZOOMEZ), Mérida (Zoológico Chorros de Milla) y Carabobo (Aquarium de Valencia), 1.4.0 nacieron en el PZBB (4 F1 y 1 F2) y 0.5.0 ejemplares ingresaron por cesiones voluntarias de personas que los tenían como mascotas. Debido a la imposibilidad de obtener suficiente información de los ejemplares se decidió asumir la ubicación del zoológico como origen. En el caso de los ejemplares procedentes del Zulia hay una gran probabilidad de que su origen sea la Sierra de Perijá, por lo cual se asumió como su procedencia. Se formaron tres grupos: Sierra de Perijá (1), Mérida (2) y otros (3), que fueron alojados por separado en los recintos disponibles: Isla de los monos - exhibidor tipo isla con fosa húmeda (grupo 1), exhibidor tipo jaula (grupo 2) y cubil en el área de cuarentena (grupo 3) (Ovalle-Moleiro y Silva, 2014).

En el ZOOMEZ la reproducción de *A. hybridus* ha estado limitada toda vez que los ejemplares se mantienen separados según sexo por los riesgos de manejo debido al diseño de los recintos tipo isla y tipo jaula (L. Áñez, com. pers.). En el Zoológico de Paraguaná la situación es similar con solo tres hembras de *A. hybridus* y en el resto de los zoológicos se desconoce sobre la reproducción de la especie en décadas anteriores, aunque en los últimos 10 años no se ha tenido conocimiento de nacimientos (I. Morales, com. pers.).

En el caso de *Cebus leucocephalus* en el PZBB, con una población inicial de 1.2.0 ejemplares, se adquirieron 0.2.0 ejemplares en 2010 y se separaron 2.0.0 individuos de *Cebus albifrons albifrons* cuya procedencia registrada era el sur del Orinoco. Los ejemplares fueron ubicados en un exhibidor tipo jaula. En el grupo final de 1.3.0 todos los ejemplares habían ingresado por intercambio con ZOOMEZ, de donde reportan una gran probabilidad de que se trata de individuos de la Sierra de Perijá. La población cautiva de *Cebus leucocephalus* en los zoológicos venezolanos es pequeña y dominada por ejemplares de origen desconocido reportados como *Cebus albifrons*, lo que dificulta la conformación de grupos reproductores más amplios (Ovalle-Moleiro, 2016).

Resultados

En relación a los aspectos médicos, el sistema de reporte diario de novedades bien ejecutado ha dado buenos resultados permitiendo una atención rápida y oportuna de los animales; en contraste, las ocasiones en que no se ha llevado la adecuada observación por parte del personal por diferentes motivos, ha coincidido con algunos eventos como pérdida de crías o ejemplares adultos. De igual forma la revisión médica anual de los *Ateles hybridus* en general ha arrojado buenos resultados bajo las condiciones de mantenimiento descritas, detectándose en algunas ocasiones problemas tenues como disminución leve de la condición corporal o xerosis. Estos problemas suelen estar relacionados con la distribución interna de los alimentos de la ración por los mismos ejemplares, en la cual los individuos dominantes o más ágiles consiguen los rubros más apetecibles o las porciones más grandes.

Estos casos suelen corregirse fácilmente con el suministro de dietas individuales, polivitamínicos con minerales y suplementos ricos en ácidos grasos y aminoácidos (Saniprot®, Efazol®, Dermocan®, Ensure®, Aminovival®, Unicap® entre otros). Durante la revisión odontológica se ha detectado algunos casos leves de sarro dental, caninos desgastados y otros casos con pérdida de algunas piezas dentales posiblemente relacionado a traumatismos.

Algunos problemas médicos son detectados y tratados en el período entre las revisiones de cada año como por ejemplo dermatitis seca, heridas (escoriaciones, laceraciones, mordeduras) y amputaciones de dedos u orejas por peleas entre congéneres y en algunos casos por defectos en la estructura del recinto.

Los problemas más complejos lo constituyen las enteritis bacterianas y parasitarias principalmente en los recintos más pequeños aunque también se han reportado en el exhibidor tipo isla. El monitoreo coproparasitológico que se realiza bimensual, para un total de seis veces al año, ha arrojado resultados positivos en al menos el 25% del total anual, detectándose presencia de *Strongyloides* sp.; *Enterobius vermicularis*, *Trichomonas* sp.; *Giardia* sp.; *Entamoeba coli* y *Balantidium* sp. En la década de los noventa se reportó *Taenia* sp. en un ejemplar.

En los últimos 10 años se ha presentado la muerte de al menos tres ejemplares de *A. h. hybridus* asociadas a complejos clostridiales gastrointestinales así como el fallecimiento por tétano *(Clostridium tetani)* en al menos dos ejemplares de *A. h. hybridus* de acuerdo a los cuadros clínicos y la inspección *post mortem*. Otras causas han sido cuadros agudos de enteritis parasitarias por *Entamoeba coli* y *Giardia* sp.; hepatopatías de origen desconocido, parto distócico, abortos de causas no determinadas, entre otros.

En el caso de *Cebus leucocephalus* la revisión médica anual ha arrojado buenos resultados, detectándose principalmente problemas como la disminución de la condición corporal y heridas frescas o cicatrizadas. Los problemas médicos frecuentes durante el año son parasitosis por *Strongyloides* sp. y se ha detectado *Trichomonas* sp. en al menos un caso. Durante 2016 se registró el fallecimiento de un ejemplar hembra que presentaba desmejoramiento progresivo sin causa evidente por lo que fue aislada del grupo y sometida a tratamientos de soporte, en la necropsia se

pudo evidenciar una enteritis instaurada y que se encontraba en el primer tercio de la gestación.

El manejo con fines reproductivos en el Parque Zoológico y Botánico Bararida ha dado como resultado el nacimiento de 12 individuos de *Ateles h. hybridus* con genealogía conocida (grupo 1) entre 2007 y 2016, de los cuales 8 sobrevivieron la etapa inicial; reflejándose un incremento desde el 2011 relacionado a las mejoras (tabla 1). El seguimiento de los individuos *de A. h. hybridus* realizado en el PZBB permitió establecer que en cautiverio la edad para la primera gestación puede ser temprana, a partir de los 5 años. El nacimiento de cuatro individuos de *Cebus leucocephalus* con genealogía conocida a partir de 2011, de los cuales tres sobrevivieron la etapa inicial (tabla 1).

El adecuado registro y manejo de la información ha permitido producir valores hematológicos referenciales con fines médicos (tabla 2) en entorno conocido, así como la comprobación de la efectividad del manejo nutricional y las dietas formuladas (tabla 3) para mejorar el bienestar de los ejemplares lo que en general ha producido un incremento de los conocimientos sobre la especie.

Discusión y conclusiones

La mejora constante de los diferentes aspectos del manejo *ex situ* de las especies permite el éxito en los programas de reproducción. Las limitaciones en los zoológicos venezolanos son el reto de cada día para los equipos de trabajo; sin embargo, con constancia, dedicación y planteando metas alcanzables se pueden lograr resultados satisfactorios.

En el aspecto sanitario la revisión médica anual resulta un protocolo mínimo adecuado siempre y cuando se mantenga un monitoreo constante sobre los ejemplares. La aplicación de un protocolo semestral sería positiva, más aún incluyendo exámenes especiales como ecosonografía para detección de problemas menos evidentes o crónicos a nivel de órganos internos así como el seguimiento de la gestación. La instauración de los protocolos de vacunación antitetánica ha rendido frutos toda vez que no se han presentado casos desde al menos hace 4 años. De igual forma, mejorar

las capacidades para el análisis oportuno de las muestras histopatológicas permitiría comprender con mayor profundidad las patologías y causas de muerte que se presentan. La inclusión de protocolos de desinfección para los recintos más pequeños o con mayor densidad así como el control de vectores como moscas (*Musca domestica*) permitirán disminuir las posibilidades de afección por protozoarios.

En cuanto a los valores hematológicos tanto de *Ateles hybridus* como de *Cebus leucocephalus* uno de los aspectos más resaltantes fue la imposibilidad de encontrar valores referenciales específicos en vida silvestre o en cautiverio. Dado que se trata de especies críticamente amenazadas hay pocos estudios sobre las mismas, posiblemente por la distribución geográfica y la escasez de ejemplares en las colecciones zoológicas a nivel mundial, entre otras razones. Por interés comparativo, se utilizaron valores de referencia de *Ateles belzebuth* y *Cebus albifrons* en ISIS (Teare, 2002), por considerarse especies muy similares o cercanas tanto desde el punto de vista taxonómico como filogenético.

La evaluación de los parámetros de forma comparativa requiere tomar en consideración aspectos como la técnica de manejo para obtención de las muestras, que en el caso de PZZB es una combinación de inmovilización física y anestesia disociativa o general, pero no están especificados en los valores referenciales; de igual forma los métodos para el análisis pueden arrojar diferencias o simplemente evaluar conceptos distintos como la medición del BUN (nitrógeno ureico en sangre) y la urea; las condiciones de vida o a los que están sometidos los ejemplares tanto *ex situ* como *in situ*; y finalmente el número de ejemplares y locaciones distintas sometidas a estudio.

Los resultados del grupo de ocho ejemplares de *A. h. hybridus* en el PZBB presentan, en líneas generales, similitudes con los valores ISIS de *Ateles belzebuth,* destacándose algunas diferencias sustanciales en el leucograma con cifras bastante menores en *A. h. hybridus* así como valores mayores de trombocitos y glucosa en sangre. Los valores de ácido úrico son bastante desiguales, aún cuando se verificó la conversión de unidades (5,3 mg/dl= 315,24 mMol/L); sin embargo, el valor de BUN obtenido por conversión del valor de urea (19,4 mg/dl) es más bajo en *A. h. hybridus*

(1,51 mMol/L) que en *Ateles belzebuth* (4,64 mMol/L). En el caso de la amilasa, en el PZBB el método colorimétrico de la prueba arroja resultados en Unidades Amilolíticas (UA/dl) que difieren del valor de referencia en U/L obtenido con otros métodos. El valor de hemoglobina de 14,2 g/dl que arrojó *A. h. hybridus* contrasta mucho con el valor ISIS referencial para *Ateles belzebuth* de 80,9 g/dl, por lo que al considerarlo anómalo se tomó como referencia el valor ISIS para *Ateles chamek* de 16,4 g/dl.

Los valores de *C. leucocephalus* resultantes para el grupo de seis ejemplares en el PZBB presentan similitudes con las cifras ISIS de *Cebus albifrons,* resaltando principalmente los valores de ácido úrico muy diferentes (1,8 mg/dl= 107,06 mMol/L), así como el valor de BUN obtenido por conversión del valor de Urea (19,3 mg/dl) el cual es más bajo en *C. leucocephalus* (1,5 mMol/L) que en *C. albifrons* (6,78 mMol/L).

Tanto en la población de *Cebus leucocephalus* como de *Ateles h. hybridus* hubo un incremento evidente de los nacimientos luego de las medidas tomadas para acondicionar los recintos y organizarlos por grupos. Sin embargo, en *Ateles h. hybridus,* esto solo sucedió en el grupo alojado en el recinto tipo isla por lo que es necesario estudiar las variables que pueden estar limitando la reproducción en los individuos alojados en recintos tipo jaula. En el año 2009 se registró el nacimiento de un ejemplar *Ateles belzebuth x chamek* en la misma estructura tipo jaula, por lo cual se manejan hipótesis relacionadas a la edad de los ejemplares, la salud reproductiva del macho o la falta de habilidades para la reproducción. El grado en que los ejemplares ven al público visitante como amenaza así como la complejidad del alojamiento pueden ser factores influyentes (Davis, 2009), teniendo en cuenta que en este tipo de recinto hay mayor cercanía y posibilidad de interacción, y existen diferencias en la tolerancia que demuestran los diferentes ejemplares. Durante 2015 y primer semestre 2016 la ausencia de nacimientos puede estar relacionada al hecho de que el intervalo entre partos de *A. h. hybridus* es de alrededor de 3 años, teniendo en cuenta que en 2013 y 2014 hubo varios nacimientos; mientras que en C. *leucocephalus* podría deberse a aspectos de manejo en el recinto. Sin embargo, un seguimiento mediante estudios imagenológicos permitiría evaluar más fidedignamente los eventos reproductivos tempranos.

Otro aspecto que requiere ser evaluado en ambos casos es la supervivencia de las crías y los factores que están influyendo en ello. En la naturaleza la causa de muerte de los infantes de varias especies de monos araña parece estar relacionada a agresiones que son más frecuentes hacia los machos; sin embargo, al evaluar cuarenta y dos zoológicos a nivel mundial, en cautividad la tasa de mortalidad de las crías se inclina hacia las hembras (Chapman y Chapman, 1990). Es necesario establecer una metodología de trabajo en conjunto con las mejoras en los recintos que permita monitorear más de cerca a las crías y obtener oportunamente ejemplares fallecidos con la finalidad de recolectar la información necesaria.

Un aspecto importante que requieren los recintos tipo isla tanto en el PZBB como en ZOOMEZ, así como en nuevas construcciones, es la inclusión de un área de manejo accesible a los animales desde el interior de las islas así como para los recintos tipo jaula. Esto permitiría resguardarlos para las operaciones de captura, mantenimiento y alimentación con el fin de disminuir los riesgos de accidentes tanto para los ejemplares como para el personal, así como favorecer la conformación de grupos reproductivos. La evaluación de los métodos de siembra de árboles y arbustos aptos contribuiría a mejorar la sobrevivencia de los mismos, constituyendo un enriquecimiento ambiental ideal. De igual manera, la implementación de una cobertura vegetal menos alta y más controlable como por ejemplo la grama esmeralda (*Zoysia japonica*), podría contribuir a mejorar el apoyo y por tanto la calidad de vida, al igual que a detectar problemas en los ejemplares que a veces no pueden ser observados cuando están sobre el pasto alto.

Es de vital importancia el desarrollo de investigaciones sobre genética poblacional *in situ* para aclarar los aspectos taxonómicos y poder construir un perfil de los individuos de ambas especies presentes en los zoológicos venezolanos, estableciendo el parentesco y su relación con poblaciones silvestres con la finalidad de constatar si el manejo realizado con base en los registros tiene validez para la conservación de la especie o se requieren ajustes en la conformación de los grupos.

La cooperación entre zoológicos y centros de investigación en el manejo de la especie es indispensable para lograr una población sustentable y genéticamente viable para el futuro, mejorando el aporte a la conservación.

De igual forma es imperante fomentar y apoyar los proyectos de conservación *in situ*, en especial aquellos con alto contenido educativo y específicamente promover medidas de protección para las áreas de distribución.

Agradecimientos

A todas aquellas personas que me han inspirado en la vida y en mi profesión, para soñar, creer, crecer, mejorar; fuerza motivadora, espíritu de superación. A todo el equipo de trabajo del Parque Zoológico y Botánico Bararida y especialmente al personal de Manejo y Salud Animal que con constancia se dedica al cuidado de los animales con la misión de contribuir con la conservación de la vida silvestre. Al equipo de trabajo del Zoológico Metropolitano del Zulia por la constante retroalimentación y apoyo, así como a la Asociación Venezolana de Parques Zoológicos y Acuarios (AVZA) que ha sido el espacio para fortalecer lazos amistosos y profesionales. A los médicos veterinarios Luis Áñez e Ingrid Morales por las comunicaciones que permitieron enriquecer el contenido de esta publicación.

Referencias

AURELI, F. y Schaffner, C. (2008). "Social interactions, social relationships and the social system of spider monkeys". En: *Spider monkeys: behavior, ecology and evolution of the Genus Ateles* (Campbell, C., ed.): 236-265. Cambridge University Press, Reino Unido.

BOUBLI, J. P.; Rylands, A. B.; Farias, I.; Alfaro, M. y Lynch Alfaro, J. (2012). "Cebus phylogenetic relationships: a preliminary reassessment of the diversity of the untufted capuchin monkeys". *American Journal of Primatology*, 74(4): 381-393.

CHAPMAN, C. y Chapman, L. (1990). "Reproductive biology of captive and free-ranging spider monkeys". *Zoo Biology*, 9 (1): 1-9.

DAVIS, N. (2009). *Social and environmental influences on the welfare of zoo-housed spider monkeys (Ateles geoffroyi rufiventris).* Tesis doctoral no publicada. Universidad de Liverpool, Reino Unido. 201 pp.

DE LA TORRE, S.; Morales, A. L.; Link, A. y Cornejo, F. (2015). *Cebus albifrons*. En: "IUCN red list of threatened species".Versión 2015.3. <www.iucnredlist.org>. (Consulta: 3 de octubre 2015).

GROVES, C. P. (2001). *Primate taxonomy*. Smithsonian Institution Press, Washington D. C., EE. UU.

———— (2005). "Order Primates". En: *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference. Third edition.* (D. E. Wilson y D. M. Reedes, eds.): 111-184. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, EE. UU.

LINARES, O. (1998). *Mamíferos de Venezuela*. Editorial Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, Venezuela.

LYNCH ALFARO, J.; Schwochow, D.; Santini, F. y Alfaro, M. E. (2010). "Capuchin phylogenetics and statistical phylogeography: implications for behavioral evolution". En: *Resumen y Programa: International Primatological Society XXIII Congress. Primate research 26* (suppl.): 253 (Resumen). Kyoto, Japón.

McLAREN, D. (2014). *Husbandry care sheet: variegated Spider monkey (Ateles hybridus).* Paignton Zoo & Environmental Park. Paignton, Devon, Reino Unido.

MORALES-JIMÉNEZ, A. L.; Link, A.; Stevenson, P. y Urbani, B. (2008). *Ateles hybridus ssp. hybridus*. En: "IUCN red list of threatened species 2008" http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T39961A10280054.en. (Consulta: 25 de octubre 2015).

OVALLE-MOLEIRO, L. (2016). *Programa de reproducción del mono capuchino de occidente (Cebus leucocephalus) en el Parque Zoológico y Botánico Bararida.* Informe inédito. Parque Zoológico y Botánico Bararida. Barquisimeto, Venezuela.

OVALLE-MOLEIRO, L. y Silva, C. (2014). *Programa de reproducción del mono araña (Ateles hybridus) en el Parque Zoológico y Botánico Bararida.* Informe inédito. Parque Zoológico y Botánico Bararida. Barquisimeto, Venezuela.

PALACIOS, E.; Morales-Jiménez, A.; Link, A. y Urbani, B. (2014). "Variegated or Brown Spider Monkey *Ateles hybridus* (I. Geoffroy Saint Hilaire, 1829) Colombia, Venezuela (2004, 2006, 2008, 2010, 2012)". En: *Primates in peril: The world's 25 most endangered primates 2012-2014.* (Schwitzer, C.; Mittermeier, R.; Rylands, A.; Taylor, L.;

Chiozza, F.; Williamson, E.; Wallis, J. y Clark, F., eds.): 73-74. IUCN SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), Conservation International (CI), and Bristol Zoological Society, Arlington, Virginia, EE. UU.

PASTOR-NIETO, R. (2004). *Recomendaciones generales para el manejo de monos aulladores y araña huérfanos víctimas del tráfico ilegal*. *(Management and husbandry of captive Howler and Spider monkeys).*WRPRC Primate Information Network (PIN).

RYLANDS, A. B. y Mittermeier, R. A. (2013). Family Cebidae (Squirrel monkeys and capuchins). En: *Handbook of mammals of the world. 3. Primates* (Mittermeier, R. A.; Rylands, A. B. y Wilson, D. E., eds.): 348-414. Editorial Lynx. Barcelona, España.

SILVA, C. (2009). *Procedimientos del área de medicina preventiva y nutrición. Parque Zoológico y Botánico Bararida.* Informe inédito. Parque Zoológico y Botánico Bararida. Barquisimeto, Venezuela.

SCHWITZER, C.; Mittermeier, R. A.; Rylands, A. B.; Taylor, L. A.; Chiozza, F.; Williamson, E. A.; Wallis, J. y Clark, F. E. (2014). *Primates in Peril: The world's 25 most endangered primates 2012-2014*. IUCN SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), Conservation International (CI), and Bristol Zoological Society, Arlington, Virginia, EE. UU.

TEARE, J. A. (2002). *Physiological data reference values*. International Species Information System. Bloomington, Minnesota, EE. UU.

TURNOCK, S. y Slater, K. (sin fecha). *Guía para el cuidado en cautiverio del mono araña*. Traducido por Fundación Entropika. Colombia.

Figura y tablas

Figura 1. Ejemplares de mono araña del norte (*Ateles hybridus hybridus*) (arriba) y mono capuchino carablanca de Occidente (*Cebus leucocephalus*) (abajo) en el Parque Zoológico y Botánico Barárida en Barquisimeto, Venezuela (Fotografías: Leonel Ovalle-Moleiro).

Tabla 1. Relación de nacimientos en la población de *Ateles h. hybridus* y *Cebus leucocephalus* presentes en el Parque Zoológico y Botánico Bararida.

ESPECIE	AÑO										
	2007	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**TOTAL**
Ateles h. hybridus	0.0.1	0	1.0.0	0.1.1	1.0.0	1.0.1	2.0.1	1.1.0	0	0	6.2.4
Cebus leucocephalus	0	0	0	0	0.0.1	0	0.1.0	1.0.1	0	0	1.1.2

Fuente: Inventarios y registros del PZBB.

Tabla 2. Valores hematológicos promedio de un grupo de *Ateles h. hybridus* y *Cebus leucocephalus* presentes en el Parque Zoológico y Botánico Bararida y valores referenciales ISIS de *Ateles belzebuth* y *Cebus albifrons* (Teare, 2002).

		Valores PZBB[1]		**Valores ISIS[2]**		**Valores PZBB[1]**		**Valores ISIS[2]**	
ESPECIE		***Ateles h. hybridus***		***Ateles belzebuth***		***Cebus leucocephalus***		***Cebus albifrons***	
Nº DE INDIVIDUOS		2.6.0 (8)		3 - 9		1.5.0 (6)		1 - 19	
ANALITO	**UNIDAD**	**PROMEDIO**	***n***	**PROMEDIO**	***n***	**PROMEDIO**	***n***	**PROMEDIO**	***n***
Hemoglobina	g/dl	14,2	22	80,9 (16,4*)	17 (3*)	13,5	8	14,8	42
Hematocrito	%	44,3	22	42,6	12	40	8	45,3	44
Leucocitos	x mm^3	12.093	22	16.120	18	7.569	8	6.607	44
Neutrófilos	x mm^3	8.705	22	11.390	18	3.379	8	1.814	22
Eosinófilos	x mm^3	494	22	660	15	202	8	315	21
Basófilos	x mm^3	0	22	185	11	0	8	232	6
Linfocitos	x mm^3	2.621	22	3.581	18	3.536	8	3.523	26
Cayados	x mm^3	42	22	353	7	0	8	65	3
Monocitos	x mm^3	232	22	437	15	132	8	241	24
Plaquetas	x mm^3	346.364	22	206.000	6	270.750	8	277.000	16
Glucosa	mg/dl	152,7	20	80,99	9	88	7	93	42
BUN	mMol/L	1,51**	20	4,64	14	1,5[+]	6	6,78	43
Creatinina	mg/dl	0,8	20	1,102	12	0,8	6	0,8	44
Colesterol	mg/dl	148,3	20	216,31	12	142,2	6	175,25	40
Triglicéridos	mg/dl	113,8	20	//	0	39,1	6	52,4	26
Ácido úrico	mMol/L	315,24[&]	20	0,15	6	107,06[#]	5	0,14	27
Calcio	mg/dl	7,9	20	9,54	11	8,6	1	8,82	42
Fósforo	mg/dl	2,5	20	3,59	12	4,9	1	5,02	40
Fosfatasa alcalina	U/L	179	20	242	15	106,5	1	157	44
Amilasa	UA/dl	271,2	10	17,98 (U/L)	10	//	0	34,04 (U/L)	1

(continuación)

TGO	U/L	70,9	19	102	15	40,9	2	44	43
TGP	U/L	23,7	19	30	16	23,2	2	28	12
Bilirrubina total	mg/dl	0,2	8	0,18	13	//	0	0,29	39
Bilirrubina directa	mg/dl	0,1	7	0,12	3	//	0	0	2
Bilirrubina indirecta	mg/dl	0,1	7	0,29	3	//	0	0,12	2
Proteínas totales	g/dl	6	12	6,8	10	6,9	2	7	22
Albúmina	g/dl	3,3	12	4,9	9	4,3	2	2,7	32
Globulinas	g/dl	3,2	12	2,6	8	2,5	2	4,3	22
Mg	mMol/L	0,9	7	//	0	//	0	//	0

*Valores de *Ateles chamek*, **Urea 19,4 mg/dl, &Ácido úrico 5,3 mg/dl, +Urea 19,3 mg/dl, #Ácido úrico 1,8 mg/dl.

FUENTE: [1]Registros PZBB. [2]International Species Information System - Physiological Data Reference Values, 2002.

Tabla 3. Dietas formuladas para dos grupos *Ateles hybridus hybridus* y un grupo de *Cebus leucocephalus* presentes en el Parque Zoológico y Botánico Bararida. Cantidad individual.

Ateles hybridus hybridus

		DIETA 1 *			**DIETA 2** #			
	RUBRO	**LUNES**[1]	**MARTES**[2]	**SÁBADO**[3]	**LUNES**[1]	**MARTES**[2]	**SÁBADO**[3]	**INDICACIONES**
MAÑANA	**Cambur**	200	200	200	400	400	400	Picado con concha
	Guayaba	100	100	100	120	120	120	Trozos medianos
	Lechosa	120	120	120	140	140	140	Trozos medianos
	Naranja	100	100	100	100	100	100	Trozos pequeños
	Pepino	75	75	75	90	90	90	Trozos medianos
	Vainita	50	50	50	50	50	50	Cocido
	Melón	100	100	100	120	120	120	Trozos medianos
	Acelga	100	100	100	120	120	120	Trozos medianos
	Cilantro	70	70	70	70	70	70	Trozos medianos
	Conc. para perros	0	70	0	0	70	0	Seco
	Huevo	50	0	0	50	0	0	Cocido picado en dos
	Subtotal am	***965***	***985***	***915***	***1260***	***1280***	***1210***	

(continuación)

TARDE	**Cambur**	200	200	200	400	400	400	Picado con concha
	Guayaba	100	100	100	100	100	100	Trozos medianos
	Lechosa	120	120	120	140	140	140	Trozos medianos
	Mandarina	100	100	100	100	100	100	Trozos pequeños
	Pepino	75	75	75	75	75	75	Trozos medianos
	Melón	100	100	100	120	120	120	Trozos medianos
	Acelga	100	100	100	120	120	120	Trozos medianos
	Girasol/ Semillas	20	0	0	20	0	0	
	Subtotal pm	***815***	***795***	***795***	***1075***	***1055***	***1055***	
	TOTAL	**1780**	**1780**	**1710**	**2335**	**2335**	**2265**	
[*] **Dieta 1:** sin competidores. [#] **Dieta 2:** con competidores.								
[1]**Lunes:** Lunes, Miércoles y Viernes/[2]**Martes:** Martes y Jueves/ [3]**Sábado:** Sábado y Domingo.								

***Cebus leucocephalus*[+]**

	RUBRO	**LUNES[1]**	**MARTES[2]**	**SÁBADO[3]**	**INDICACIONES**
MAÑANA	**Cambur**	125	125	125	Picado con concha
	Guayaba	50	50	50	Trozos pequeños
	Lechosa	120	120	120	Trozos pequeños
	Naranja	35	35	35	Trozos pequeños
	Pepino	75	75	75	Trozos pequeños
	Vainita	10	10	10	Cocido
	Espinaca	50	50	50	Trozos medianos
	Acelga	100	100	100	Trozos medianos
	Cilantro	12	12	12	Trozos medianos
	Conc. para perros	0	50	0	Seco
	Huevo	50	0	0	Cocido picado en dos
	Subtotal am	***627***	***627***	***577***	
TARDE	**Cambur**	125	125	125	Picado con concha
	Guayaba	50	50	50	Trozos pequeños
	Lechosa	120	120	120	Trozos pequeños
	Mandarina	35	35	35	Trozos pequeños
	Pepino	75	75	75	Trozos pequeños
	Espinaca	50	50	50	Trozos medianos
	Acelga	100	100	100	Trozos medianos
	Girasol/ Semillas	15	0	0	
	Subtotal pm	***570***	***555***	***555***	
	TOTAL	**1197**	**1182**	**1132**	
+ Dieta sin competidores					
[1]**Lunes:** Lunes, Miércoles y Viernes/[2]**Martes:** Martes y Jueves/ [3]**Sábado:** Sábado y Domingo.					
Fuente: Hojas de dieta PZBB					

Leonel Ovalle-Moleiro
Departamento de Manejo de Colección, Parque Zoológico y Botánico Bararida. Barquisimeto, Venezuela / leoxom@gmail.com.

Ovalle-Moleiro, L. (2019). Manejo *Ex situ* del mono araña (*Ateles hybridus hybridus*) y el capuchino carablanca (*Cebus leucocephalus*). En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 191-220.

Mi experiencia observando a “Darwina”, una araguato (*Alouatta seniculus*) en cautiverio: Una reflexión sobre el trabajo con primates no-humanos

Romari A. Martinez

Resumen

La etología es el estudio del comportamiento animal desde una perspectiva zoológica. Cuando somos estudiantes aprendemos los preceptos de esta ciencia, pero nada nos prepara para nuestras primeras experiencias observando el comportamiento animal, particulamente de primates. En este artículo expongo mi primera experiencia observando a un primate en cautiverio, no tanto por el valor científico de estos datos sino por el relato de caso de cómo esta vivencia transformó mi visión del comportamiento de primates y de lo que significa ser primatóloga. Darwina era una *Alouatta seniculus* que estaba en cautiverio en el Parque Zoológico “Gustavo Rivera” en el estado Falcón. La observé durante 10 semanas en 1993, mientras era objeto de un tratamiento veterinario buscando ver una mejoría en su cuadro de estereotipia. Mis observaciones eran pareadas con la administración de un suplemento alimenticio y una dieta enriquecida en proteínas. Darwina mostró un patrón de mejoría en sus estereotipias para mí incomprensible inicialmente, hasta que evalué los resultados a la luz de lo que muchos etólogos entienden como “tabú”: Darwina y yo teníamos una interacción física y emocional que afectó el comportamiento de ambas.

Palabras claves: Etología, araguatos, antropomorfización, emociones.

My Experience Observing "Darwina", A Female Howler Monkey (*Alouatta seniculus*) in Captivity: Some Toughts on Working with Nonhuman Primates

Abstract

Ethology is the study of animal behavior from a zoological perspective. As students, we learn the basics of this science, but nothing prepares us for our first experiences in animal behavior, especially of primates. In this chapter I talk about my experiences observing a primate in captivity, not so much for the scientific value of this data but as acase study on how this experience transformed my vision of primate behavior, and what it means to be a primatologist. Darwina was an *Alouatta seniculus* captive female at the "Gustavo Rivera" Zoological Park in Falcón State. I observed her for 10 weeks in 1993, while she was a subject of a veterinary treatment seeking an improvement of her severe stereotypic behavior. My observations ran alongside administration of a dietary supplement and a protein-enriched diet. Darwina showed a pattern of improvement of her stereotypic behavior initially puzzling, until I analyzed the data under the light of what many ethologists still see as "taboo": Darwina and I developed a physical and emotional relationship that affected both of us.

Keywords: Ethology, howler monkeys, anthropomorphization, motions.

Introducción

El estudio del comportamiento animal disfruta de gran popularidad entre los amantes de la naturaleza, desde *amateurs* hasta personas formadas en distintos campos del conocimiento, como psicología, antropología, biología o medicina veterinaria. Estudiar comportamiento de primates resulta, para muchos, la máxima aspiración dentro de la especialidad, alimentada por las historias (casi leyendas) de las grandes primatólogas discípulas del eminente antropólogo Louis Leakey en la segunda mitad del siglo XX: Birute Galdikas y sus estudios con orangutanes, la eterna Dian Fossey y sus descubrimientos con gorilas de montaña y por supuesto Jane Goodall y sus hallazgos sobre las sociedades de chimpancés (Vitale, 2011). Estas grandes primatólogas comúnmente son presentadas en el mundo de pregrado en biología como abnegadas científicas que colocaron de lado la rigidez de la ciencia para asumir un papel de ambientalistas, "salvadoras" de las especies con las cuales trabajaron. Fueron criticadas por la comunidad académica de la época por dar nombres a los simios con los que convivían y comparar sus comportamientos y emociones a los de los humanos (Goodall, 2007). Se integraron en cuerpo y alma a su trabajo y fue dicho por muchos que eso de alguna manera bajó la calidad de sus datos, como si colocar la información desde una perspectiva humana representase una degradación de los datos científicos por ellas colectados. Se vieron obligadas a aprender a utilizar un vocabulario que no generase críticas al valor de su investigación (Goodall, 2007).

¿Qué es la etología?

En su sentido más amplio, la etología es el estudio científico y objetivo del comportamiento animal, generalmente en condiciones naturales (Del Klaro, 2004). Se diferencia del "comportamentalismo" o "behaviorismo" en que este último, si bien estudia también el comportamiento animal, está enfocado en respuestas de los animales a ciertos estímulos programados, generalmente dentro de condiciones controladas (Del Klaro, 2004). Los primordios de la disciplina se encuentran en los trabajos de Nikko Tinbergen en los años 1930, que resultaron (entre otros) en el trabajo seminal "Objetivos y Métodos en Etología" (Tinbergen, 1963). Este, junto a Konrad Lorenz y Karl von Frisch obtuvo el Premio Nobel de Fisiología y/o Medicina en 1973 por sus hallazgos en esta área (The Nobel Foundation, 2014).

Dado que la etología nace de la zoología, los primeros etólogos intentaron tratar el estudio del comportamiento como un zoólogo trataría cualquier otra característica animal. Esto resultó en un distanciamiento entre la etología y los estudios anteriores del comportamiento animal, más preocupados con hallar una explicación desde una perspectiva psicológica. Los estudios etológicos están imbricados estrechamente con otras áreas de la zoología, y pueden dividirse en estudios sobre las causas orgánicas de un determinado comportamiento (fisiología), sus roles y cambios durante el desarrollo de un individuo (embriología), su valor adaptativo (ecología) y estudios comparativos intra o interespecíficos (anatomía y taxonomía), todos unidos por el hilo conductor de la selección natural. En este sentido se diferenció y distanció de la psicología comportamental (también llamada "comportamentalismo" o su anglicismo: "behaviorismo"), cuyo foco son las relaciones causa-efecto e inducción de comportamientos específicos (Dewsbury, 1978). En los últimos años el rumbo interdisciplinar de la ciencia ha dado origen a subcampos del conocimiento como la neuroetología, que hace más profunda nuestra comprensión del comportamiento animal gracias al entendimiento de como funciona el cerebro, del cual apenas vislumbramos la punta del iceberg (Hoyle, 1984; Panksepp, 2011).

Además de su innata interdisciplinariedad, otra característica marcante de la etología consiste en su necesidad de observaciones detalladas y pro-

longadas para el establecimiento de hipótesis que expliquen sus hallazgos (Del Klaro, 2004). Aquí apreciamos también el vínculo con la zoología, ciencia más orientada a la observación que a la experimentación. La observación puede ser definida como la "descripción sistemática de eventos, comportamientos y artefactos en el escenario elegido para ser estudiado" (Kawulich, 2005: 2). Las observaciones facultan al observador a describir una situación existente utilizando los cinco sentidos, proporcionando una "fotografía" de la realidad en aquel instante de tiempo. No quiero decir con esto que la etología no sea una disciplina experimental, sino que el foco mayor de sus estudios consiste en describir una situación de la forma más detallada posible para establecer hipótesis explicativas y predictivas. Es posible que para un etólogo un "experimento" consista apenas en una modificación controlada de una situación para ser comparada con la situación no modificada en términos adaptativos. La etología se apoya tanto en explicaciones *post facto* relacionadas con otras áreas del conocimiento como en modificaciones artificiales de una situación natural, donde el diseño experimental muchas veces responde a las condiciones naturales más que a las necesidades del investigador. En este aspecto también se diferencia de otros campos comportamentales, donde la experimentación diseñada de forma tal que permita utilizar un tratamiento estadístico (generalmente paramétrico) de los datos, juega un papel esencial en el establecimiento de teorías científicas (Allen y Beckoff, 1997).

Observando primates

Los primeros estudios primatológicos, tanto de campo como de laboratorio, son de los años 1920-1930 por Robert Yerkes, psicólogo. Su estudiante Clarence Ray Carpenter realizó uno de los estudios seminales en comportamiento de primates de vida libre (y el primero con primates del Nuevo Mundo) estudiando *Alouatta palliata* en Panamá en 1934 (Strum y Fedigan, 2001). La Primatología como ciencia surge al final de la Segunda Guerra Mundial, impulsada de manera independiente y simultánea, por japoneses y europeos/norteamericanos (Fedigan y Strum, 1999; Fuentes, 2011). Los años 1960-1970 revelan la inmensa variabilidad comportamental

del grupo, y ven el surgimiento de la antropología como fuente de conocimiento y desarrollo teórico para la primatología, y algunos se vuelcan a estudios con primates no-humanos para entender los patrones culturales y sociales observados en humanos (De Vore, 1962, *apud* Riley, 2006). Los años 1980-1990 son protagonistas de la mudanza de una aplicación reduccionista de las teorías sociobiológicas a una comprensión de modelos adaptativos más holísticos y aproximaciones multifactoriales; surge el entendimiento de que los primates son entes sintientes, que significa que son capaces de sentir dolor y/o placer (Diccionario Merriam-Webster, 2015). Este hecho juega un rol determinante en su propio comportamiento, más allá de causalidades genéticas o ambientales (Strum y Fedigan, 2001).

Dentro de nuestro sistema educativo en pregrado existe todavía la tendencia a una educación de caracter instruccional, que convierte al estudiante en un receptor principalmente pasivo de conocimiento teórico, cuya asimilación debe ser demostrada a través de evaluaciones escritas. El rol protagónico del estudiante y su experiencia para la construcción de su proceso formativo pasan a ser secundarios delante de la memorización y sistematización del conocimiento registrado principalmente en libros, como también en artículos publicados en revistas con arbitraje por pares (Álvarez y Carlino, 2004). Sin embargo, para estudiar comportamiento animal no es suficiente leer y memorizar todo el conocimiento existente, y sacar buenas notas en los exámenes de las materias relacionadas al asunto. Para estudiar comportamiento animal hay que aprender a observar, y esto solo se logra observando. En el caso específico de quien trabaja con primates, el asunto se torna aún más complejo, pues debido a la cercanía filogenética con nosotros es posible establecer paralelismos entre nuestro comportamiento y el de los sujetos de nuestro estudio; en el marco académico nos inculcan que esto sería el primer y mayor error de todo etólogo: la tan temida "antropomorfización" (Panksepp, 2011).

Llego entonces a mi motivación principal para escribir este artículo: narrar cómo mis primeras observaciones del comportamiento de un primate modelaron mi manera de ejercer el arte de observar; pero también cómo el hecho de adquirir consciencia de ser un primate influenció determinantemente en la forma como recolecté esos datos, y cómo este hecho

no debe pasar inadvertido para cualquier primatólogo observando simios o monos. Ningún libro me preparó para mis comienzos en la primatología. Esas primeras observaciones y sus resultados, que expongo ahora, no tanto por su valor como dato científico sino por ese contenido de "metaciencia", fue un elemento casi incómodo dentro de mi rutina profesional, y después de conversar con varios colegas descubrí que no fui la única en pasar por una experiencia semejante. Aquí va mi relato de caso, revisado más de 20 años después, resumo lo que he aprendido: ser "humana" es lo que da valor a mi trabajo como primatóloga.

Materiales y métodos

Metodología e histórico del caso

Las observaciones fueron registradas en el marco de una pasantía como estudiante de biología en el Parque Zoológico "Gustavo Rivera" en Punta Cardón, estado Falcón, entre los meses de julio y septiembre de 1993. Este trabajo duró 10 semanas, durante las cuales estuve 44 horas semanales dentro de la institución, para un total de 440 horas de pasantía. En la institución había un médico veterinario permanente, quien era el único profesional de planta relacionado a los animales. También había médicos veterinarios contratados para cubrir guardias nocturnas, de fines de semana y feriados, y personas con formación pedagógica en biología para cubrir las necesidades institucionales en el área de educación ambiental. Mi trabajo consistía en auxiliar al médico veterinario en las funciones cotidianas de manejo de los animales, y debido a mi interés en comportamiento animal, dediqué una parte de mi tiempo a observaciones específicas de algunas especies. Al llegar al zoológico me impresionó la diferencia entre la calidad de los ambientes de exhibición y la llamada "cuarentena", que es un área dentro de todo zoológico destinada a mantener animales enfermos, maltratados o recién llegados. Los ambientes de exhibición se caracterizaban por ser amplios, ventilados, con plantas y acceso a luz natural. La cuarentena, a pesar de tener una parte al aire libre, tenía ambientes menos ventilados y sin elementos naturales, de tamaño mucho menor y con más

recintos próximos, muchos sin piso de tierra o acesso a luz natural. La rutina de limpieza y alimentación de ambos lugares era bastante diferente; sin embargo, los funcionarios del parque se ocupaban constantemente de tener agua limpia y alimentos apropiados y frescos para todos los animales, e incluir todos los cuidados sanitarios necesarios para garantizar un mínimo de bienestar a los animales alojados en la cuarentena. Pedí para trabajar con los animales de la cuarentena, para desarrollar estrategias de enriquecimiento ambiental y mejoramiento de su bienestar mientras allí estuviesen. En ese contexto fue elaborado mi trabajo con "Darwina", una *Alouatta seniculus* de cuatro años de edad que estaba en el zoológico hacía diez meses y que permanecía en la cuarentena por ser constantemente maltratada por el grupo estable de *A. seniculus* que estaba en exhibición. Darwina había sido mantenida en cautiverio desde muy pequeña, bajo la tutela de una persona que la mantenía permanentemente amarrada con una cadena en la cintura. En aquella época era alimentada tres veces al día con un cambur maduro y ocasionalmente con otras frutas, como manzana, lechoza, melón y naranja. La compañía humana tampoco era constante, pues su dueño viajaba y dejaba al animal al cuidado de otras personas, que apenas le suministraban alimento. En ese contexto, un vecino sensible llamó a las autoridades y Darwina fue confiscada y entregada al zoológico. Según los registros del parque, a su llegada a la institución, en noviembre de 1992, Darwina pesaba 2,7 kg y tenía al menos cuatro años. Los araguatos venezolanos viven en grupos bastante cohesivos, de hábitos mayormente arborícolas, predominantemente frugívoros y folívoros, con una hembra adulta cuyo peso promedio es 4,6 kg (Rodríguez y Boher, 1988).

A su llegada (noviembre 1992), Darwina mostraba señales evidentes de desnutrición (apatía, deshidratación, estado caquéctico) y fue colocada en alimentación parenteral por 3-4 días. No fue pesada al inicio de mis observaciones, pero por comentarios de los cuidadores asumo que no pasaba de los 3,5 kg de peso (los cuidadores afirmaban que tendría aproximadamente un kilo más que cuando llegó) y a pesar de alimentarse regularmente con frutas mostraba una cierta apatía hacia el alimento y era fácilmente estresable. Cuando era enfrentada a una situación potencialmente estresante (ruidos, luces, movimientos exagerados en su jaula,

otros animales dentro del recinto, humanos desconocidos, etc.), Darwina comía los pelos de sus antebrazos en un comportamiento claramente estereotipado y automutilante, hasta dejar los brazos desnudos e irritados. Vale la pena mencionar que una estereotipia puede ser tanto un comportamiento común para una especie realizado con una frecuencia anormal, como un comportamiento nunca antes visto, de tipo locomotor, táctil, alimenticio, afiliativo o agonístico (Broom y Molento, 2004). Nunca mordió la piel, pero acostumbraba a arrancar los pelos con los dientes y la lengua. En vista de la dinámica diaria del zoológico, con animales en constante entrada y salida de la cuarentena y movimiento permanente de personal y maquinaria, Darwina presentaba su aberración comportamental prácticamente todos los días. Esto representaba, además de un potencial riesgo para la salud de Darwina, un problema de manejo, pues al dividir la jaula con otro animal ella se estresaba y mostraba el comportamiento, y había que dislocar tiempo y recursos para cuidar de ella cada vez que tenía un episodio automutilante, es decir, practicamente todos los días.

El objetivo de mis observaciones comportamentales era establecer una posible relación entre una dieta especialmente diseñada para tratar una deficiencia nutricional de este tipo y el mejoramiento del comportamiento estereotipado de Darwina, ya que una aberración comportamental podría tener una raíz fisiológica. El departamento de veterinaria diseñó una dieta basada tanto en recomendaciones de manejo de *A. palliatta* en cautiverio (luego publicadas en Pastor-Nieto y Vera-Martínez, 1995) como en información sobre la dieta de *A. seniculus* en los llanos venezolanos (Rodríguez y Boher, 1988). La dieta consistía en 20% de proteínas de origen vegetal (brotes y hojas de *Leucaena* sp. frescas y otras leguminosas) complementadas con frutas de la estación, un ración en "pellets" para alimentación de herbívoros con deficiencias proteicas y un suplemento vitamínico mezclado con papilla de infantes con leche de vaca, que debía darse al animal dos veces al día, en horarios diferentes a los de su ración cotidiana. La papilla era preparada con la consistencia de un puré, y era administrada por vía oral, a veces mezclada con cambur pisado para hacerla más atractiva al paladar de Darwina.

Según Milton (1979), *Alouatta* sp. en la naturaleza consume altas cantidades de proteína dentro de su dieta estrictamente vegetariana debido a

la adición de brotes como componente importante de su ingesta, ya que las hojas nuevas pueden tener más de 20% de contenido proteico. Aunque el sistema digestivo de un herbívoro no está preparado para procesar alimentos de origen animal, como lácteos y otros, Darwina había consumido alimentos humanos e industrializados (incluyendo leche de vaca) durante toda su vida, por lo que se consideró que no sería una alteración grave en su fisiología digestiva, ya alterada. Además, estaba en el espíritu de todos mantener esta dieta por un corto período, para recuperar el estado nutricional de esta primate y realizar una transición a una dieta totalmente vegetariana, más afín con la realidad fisiológica de esta especie.

Establecí un cronograma de observaciones diario, utilizando el método de animal focal (Altman, 1976) durante 10 minutos de cada hora, por tres horas a la mañana y tres en la tarde, inmediatamente después de la ingesta del alimento. Inicialmente la papilla con el suplemento vitamínico era dejada en un plato dentro del recinto, al alcance de Darwina, y mis observaciones comenzaban en el momento en que Darwina comenzaba a consumirlos. Al comprobar que ella no siempre comía la totalidad de la dosis, resolví entrar al recinto y dar la papilla en la boca de Darwina con la mano o con una cuchara. Así, el esquema de trabajo resultó el siguiente: de lunes a viernes yo administraba la papilla a Darwina dos veces al día, y al finalizar la administración (que duraba unos 20-30 minutos) daba unos 10 minutos de intervalo y comenzaba mis observaciones durante las siguientes tres horas. Durante el fin de semana la papilla era administrada por el/la veterinario(a) de guardia, o a veces por el cuidador de guardia, y no eran realizadas observaciones de comportamiento. Esta rutina se mantuvo por diez semanas.

Resultados, discusión y conclusiones

De modo general, Darwina progresó mucho durante mi tiempo en el zoológico. Aumentó aproximadamente 40% su peso (considerando que pesase 3,5 kg al inicio del tratamiento), pues al finalizar la administración del suplemento y la alta dosis proteica Darwina pesó 5,1 kg, su aspecto físico también mejoró notablemente, con el pelo de color brillante, uñas salu-

dables y mucosas húmedas. Podemos apreciar que hubo una disminución importante en el porcentaje de tiempo dedicado a realizar la estereotipia por semana desde la primera semana de observaciones, estabilizándose en las últimas semanas, sin desaparecer totalmente (Figura 1). El etograma de actividades diarias de Darwina oscilaba durante la semana, los días lunes Darwina pasaba más tiempo realizando el comportamiento estereotipado, y una inspección física mostraba invariablemente mayores áreas afectadas por el comportamiento de los lunes que cualquier otro día de la semana. Darwina parecía realizar más el comportamiento durante los fines de semana que en la semana, y algunas observaciones *ad libitum* fueron realizadas durante algunos fines de semana para entender el motivo de esta actitud. Sin embargo, los fines de semana que estuve en el parque me comporté de la misma forma que los días habituales de semana, administrando el suplemento personalmente a Darwina. Me tomó un cierto tiempo y ayuda de colegas para entender la distribución de las actividades diarias de Darwina. ¿Cómo era posible que algunos fines de semana aparentemente aleatorios el animal mostrase mayor tendencia a arrancar sus pelos, y durante la semana ese comportamiento disminuía radicalmente? Finalmente encontré un patrón comportamental: en las semanas de siete días de observaciones, Darwina no mostraba cambios en el comportamiento o sea, los lunes Darwina no arrancaba más los pelos que cualquier otro día si yo estaba junto a ella durante el fin de semana.

Después de analizar los datos con cuidado, descubrimos que había un elemento fundamental cuyo efecto no estábamos esperando: el hecho de administrar personalmente el suplemento vitamínico hacía que yo pasase tiempo dentro de la jaula, hablase y tocase a Darwina, hasta que ella comía la papilla. Darwina era un animal acostumbrado al contacto humano, y a pesar de haber sido intensamente maltratada, también formó su contexto afectivo alrededor de humanos. Por lo tanto, lo que Darwina necesitaba era la presencia física de una persona, para calmar su ansiedad y reducir a un mínimo su comportamiento aberrante.

¿Cómo resolver este dilema?

Uno de los criterios actuales de validación científica es la necesidad de repetición para el establecimiento de verdades temporales (Popper, 2002). En el estudio del comportamiento de primates a veces es difícil obtener repetidos registros de una determinada acción. ¿Cómo podemos entonces descartarla como importante? Algunos actos en la vida de un primate ocurren pocas veces, como la migración entre grupos o el establecimento de parejas, y sin embargo son acciones de fundamental importancia para la vida de estos individuos (Panksepp, 2011). Así, un comportamiento registrado apenas pocas veces ¿es insignificante? Los científicos tendemos a agrupar estos registros escasos como "evidencia anecdótica" y a considerarlos menos relevantes que cualquier dato producto de condiciones controladas y repetibles. No podemos olvidar que datos "controlados" también son sujetos a errores humanos (Bekoff *et al.*, 2002). En el análisis de mis observaciones a Darwina inicialmente descarté el efecto de mi presencia en los resultados por no imaginar que ella hubiese desarrollado un vínculo afectivo conmigo. A mi entender, al regularizar mi presencia eventualmente me convertiría en parte del paisaje, y Darwina pasaría a ignorarme. ¿No es así que aprendemos que funciona la habituación al investigador? Al intentar controlar las condiciones en las cuales se administraba el medicamento, yo misma ignoré el efecto que mi presencia constante estaría ejerciendo para el bienestar de esta pequeña mona, acostumbrada al contacto humano. Así, señales ocasionales de afecto como vocalizaciones o movimientos de Darwina al verme fueron descartadas de mis observaciones por no ser constantes, y dificultaron que llegase a una conclusión con respecto a la relación entre el medicamento y el comportamiento aberrante de este animal.

Al tomar la decisión de administrar la papilla directamente en la boca de Darwina, tuve en cuenta lo aprendido en mis clases de comportamiento animal, y consideré que tal vez mi proximidad a Darwina afectaría mis observaciones, pero aquí entró en juego uno de mis aprendizajes de esta experiencia: al observar primates es extremadamente difícil, si no imposible, no establecer parámetros comparativos con nuestro propio comportamiento y sentimientos. Yo no podía dejar de desarrollar sentimientos de pesar

hacia Darwina y compasión por su psiquis distorsionada, sintiéndome al mismo tiempo un poco "culpable", pues su aberración comportamental y desnutrición crónica fueron causadas por intervención humana. Darwina necesitaba de aquel suplemento nutricional más de lo que yo necesitaba aquellos datos, y tomé la decisión de arriesgar la validez de mis observaciones para garantizar el bienestar de aquella primate.

Entre todas las especialidades científicas, tal vez primatología sea la más vulnerable a este fenómeno de "empatía" (llamado "bonding" en inglés), cuyos efectos son, como mínimo, contradictorios. Por un lado, esta empatía es lo que ha generado los más completos y prolongados estudios dentro de la especialidad, atrayendo a personas de los más diferentes escenarios, unidas por las emociones que los primates les despiertan. Mucho dinero ha sido recaudado para favorecer a los primates y sus hábitats gracias al vínculo especial que los humanos son capaces de formar con ellos por considerarlos más próximos que otras especies. Sin embargo, no olvidemos que una percepción de que los primates son parecidos a los humanos y que por eso deben ser "más especiales" refuerza una jerarquía en la naturaleza con los humanos como los más importantes de los seres vivos, apoyando indirectamente la dominación de la Tierra por parte de los humanos (Rose, 2011).

De cualquier manera, es innegable la existencia de emociones intensas al trabajar con primates, que generan lo que Rose (2006) ha llamado "profundos eventos interespecíficos" o PIEs, por sus siglas en inglés. Estos PIEs pueden clasificarse dentro de las categorías de experiencias biofílicas de Kellert (1996) de humanistas, científicos o naturalísticos, y han impulsado a muchos primatólogos a seguir por este camino de investigación, y son entonces las emociones y no las oportunidades las que han perfilado su sendero científico (Rose, 2011). Puedo decir que, en mi caso, ciertamente el vínculo que formé al trabajar con Darwina me hizo primatóloga, pues antes de esta experiencia yo era ciertamente mastozoóloga de mamíferos terrestres de mediano y grande porte, pero no tenía una visión tan definida del grupo que más me interesaba.

Para mí era un conflicto tener emociones personales que dirigían mi comportamiento con Darwina. Pero... ¿cómo no sentir compasión y solidaridad

con ella sabiendo que su aberración comportamental fue causada por el comportamiento de un humano, aunque no fuese yo misma o alguien conocido por mí? De alguna forma establecemos una conexión con aquel humano que maltrató este animal al alejarla de su grupo y confinarla a una alimentación paupérrima y prácticamente ningún contacto social o estímulo comportamental durante toda su vida, y surgen sentimientos de culpa y deseo de reparar la falla de este congénere. A lo largo de mi ejercicio profesional, muchas veces he tenido esta conversación con colegas biólogos, especialmente trabajando en conservación: hay un componente de responsabilidad por el comportamiento de otros seres humanos, una especie de "vergüenza ajena" por las acciones degradantes que la humanidad ejerce sobre el medio ambiente y sus componentes. Estudiarlos y no vincularse con ellos emocionalmente es una tarea virtualmente imposible (Rose, 2011).

En el momento en que me permito, como investigadora, admitir la posibilidad de que mi interacción con Darwina generase un vínculo emocional entre ambas, y no solamente de mí hacia ella, abro una serie de caminos para el entendimiento no solo del comportamiento de Darwina sino de cualquier animal sobre mi estudio. El tópico de las emociones animales es un asunto polémico entre los investigadores, donde el espectro de opiniones va desde considerarlos casi máquinas sin ningún tipo de sentimiento, hasta verlos como "máquinas" bombeadas de emociones (Panksepp, 2011). Generalmente, los investigadores tienen extremo recelo de incorporar la antropomorfización al análisis de sus datos, ya que asumir una explicación basada en emociones y actitudes humanas para el comportamiento animal podría llevarnos a cometer lo que se conoce como "Error de tipo I" (rechazar una premisa verdadera por considerarla falsa). Recordemos que bajo nuestro modelo Hipotético-Deductivo de hacer investigación (Popper, 2002) el Error de tipo I es el más grave puesto que rechazando una hipótesis verdadera la descartamos permanentemente. Si explicamos el comportamiento animal usando parámetros humanos podríamos estar rechazando los verdaderos motivos para el comportamiento animal y nunca llegar a la explicación verdadera de un fenómeno dado. Sin embargo, los conocimentos de neurociencia actuales nos permitirían suponer que la presencia de estructuras neurales análogas entre humanos y otros animales podría

implicar semejanza de funciones, por lo cual asumir que los animales que poseen un cerebro complejo y conexiones neurales similares a las humanas entre el hipotálamo y regiones relacionadas con memoria, percepción sensorial o afectividad significa que podrían estar también experimentando emociones análogas a las humanas (Panksepp, 2011). A pesar de esta visión, no podemos establecer una continuidad evolutiva o un paralelismo a ultranza entre nuestras emociones y comportamientos y los de un primate. Aunque existan las mismas estructuras cerebrales, el hecho de que la especie humana las use de una determinada manera (es decir, tenga ciertas emociones o actitudes) puede haber aparecido independientemente en este clado, y no hay evidencia concreta para asumir que un comportamiento de un primate no humano tenga el mismo origen o las mismas motivaciones que el mismo comportamiento en un humano. Aún así, existe una tendencia creciente en etología que incorpora emociones y sentimientos complejos como explicación para los comportamientos observados en muchas especies, y que permite la empatía entre el investigador y su objeto de estudio como pieza fundamental para producir resultados válidos y conclusiones significativas (Beckoff *et al*., 2002).

En conclusión, espero que, después de haber leído este capítulo, quede clara la idea central: no es posible ser primatólogo sin ser humano y dejarse envolver por lo que esto significa. Al mismo tiempo que nuestras emociones y sentimientos moldean nuestra práctica, la ciencia nos da herramientas para validar nuestros datos empíricos. Una cosa no existe sin la otra. Trabajar con primates y aislar las emociones que nos producen es un caso de "antroponegación" (*anthropodenial*, en inglés) (Rose, 2011). Pienso que, en la medida que la primatología madure como ciencia, necesitamos acercarnos al eje constructor de nuestro conocimiento. Necesitamos comprender que nuestra cultura moldea nuestra ciencia y por tanto nuestras decisiones, acciones y perspectivas (Rose, 2011). Para ello, sugiero que interactuemos con especialistas de otras disciplinas, como sociología, filosofía o psicología para entender, no tanto el comportamiento de los primates, sino la construcción del conocimiento que producimos, validando la contribución a este conocimiento de nuestros principales colaboradores, los primates que estudiamos.

Como epílogo, creo que tal vez se pregunten qué fue de la vida de Darwina. Después de mis observaciones, surgió la inquietud de colocarla en compañía de otros animales que no le hicieran daño para que tuviera relaciones afiliativas de largo plazo. Por casualidad otro araguato fue llevado al zoológico, esta vez un infante macho venido de la naturaleza. Al colocarlo con Darwina no hubo conflictos agonísticos y sí una lenta pero clara empatía, donde el infante realizaba comportamientos que eran imitados por Darwina y en poco tiempo fueron observadas conductas afectivas intensas entre ambos. Acompañé la evolución de esta relación con observaciones comportamentales. Lo último que registré era que Darwina estaba aprendiendo a comer los brotes frescos de *Leucaena* sp. directamente de las ramas, de la misma forma que el infante lo hacía, y que ambos apenas se despegaban durante el día. Espero que la amistad entre ellos continúe.

Agradecimientos

Quiero agradecer a los organizadores de este libro por la oportunidad de publicar este capítulo, fruto de más de veinte años de reflexiones sobre el tema. Al personal del Zoológico "Gustavo Rivera" en Cardón, estado Falcón. Agradezco al sector de pasantías de la antigua Maraven S.A. por la oportunidad de realizar mi primer trabajo científico fuera de la universidad. Más de 20 años de gracias a mi profesor de ecología comportamental, Emilio Herrera.

Referencias

ALLEN, C. y Beckoff, M. (1997). "*Species of mind: the philosophy and biology of cognitive ethology*". Breadford Book, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

ALTMANN, J. (1976). "Observational study of behavior: sampling methods". *Behaviour,* 49: 227-267.

ÁLVAREZ, S. T. y Carlino, P. C. (2004). "La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología". *Enseñanza de las Ciencias,* 22(2): 251-262.

BEKOFF, M.; Allen, C. y Burghardt, D. (2002). "*The cognitive animal: empirical and theoretical perspectives on animal cognition"*. MIT Press, Boston, EE. UU.

BROOM, D. M. y Molento, C. F. M. (2004). Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas-revisão. *Archives of Veterinary science*, 9(2): 1-11.

CLOAK, F. (1975). Is cultural ethology possible? *Human Ecology,* 3(3): 161-171.

DEL KLARO, K. (2004). "*Uma introdução à ecologia comportamental*". Distribuidora /Editora /Livraria Conceito. Jundiaí, SP.

DEWSBURY, D. (1978). *Comparative animal behavior*. McGraw-Hill Book Company. Nueva York, NY.

FEDIGAN, L. M. y Strum, S. C. (1999). "A brief history of primate studies: national traditions, disciplinary origins and stages in North American field research" En: *The non human primates* (Dolhinow, P. y Fuentes, A., eds.): 258-269. Mayfield Publishing Co. Mountainview, California.

FUENTES, A. (2011). "Being human and doing primatology: national, socioeconomic, and ethnic influences on primatological practice". *American Journal of Primatology,* 73: 233-237.

GOODALL, J. (2007). "Foreword". En: *The emotional lives of animals. A leading scientist explores animal joy, sorrow and empathy – and why they matter* (Bekoff, M.; ed.): 7-11. New World Library, Novato, EE. UU.

HOYLE, G. (1984). "The scope of neuroethology". *The Behavioral and Brain Sciences,* 7: 367-412.

JONES, E. B. (1976). "Characteristics of ethological studies of human behavior". En: *Ethological studies of child behavior* (Jones, E. B.; ed.). 3-37. 3° ed. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

KAWULICH, B. B. (2005). "Participant observation as a data gathering technique*"*. *Forum: qualitative social research,* 6(2):1-23.

KELLERT, S. R. (1996). *The value of life: biological diversity and human society*. Island Press, Washington, D. C.

MILTON, K. (1979). "Factors influencing leaf choices by howler monkeys: a test of some hypotheses on food selection by generalist herbivores". *The American Naturalist,* 114(3): 362-378.

PANKSEEP, J. (2011). "Toward a cross-species neuroscientific understanding of the affective mind: do animals have emotional feelings?" *American Journal of Primatology,* 73: 545-561.

POPPER, K. (2002). *The logic of scientific discovery*. 5° ed. Taylor y Francis, Nueva York, EE. UU.

ROSE, A. L. (2011). "Bonding, biophilia, biosynergy, and the future of primates in the wild". *American Journal of Primatology,* 73: 245-252.

RILEY, E. P. (2006). "Ethnoprimatology: towards reconciliation of biological and cultural anthropology". *Ecological and Environmental Anthropology (University of Georgia)* 2(2): 75-86.

RODRÍGUEZ, G. A. C. y Boher, B. S. (1988)." Notes on the biology of *Cebus nigrivittatus* and *Alouatta* seniculus in northern Venezuela". *Primate Conservation,* 9: 61-65.

SENTIENCE (traducción: Sintiencia). (2015). Merriam-Webster On-line Dictionary. http://www.merriam-webster.com/dictionary/sentience. (Consulta: 12 de octubre 2015).

SOUTO, A. (2003). "*Etologia. Princípios e reflexões*". Recife: Editora Universitária da UFPE. 343 pp.

STRUM, S. C. y Fedigan, L. (1999). "Theory, method, gender and culture: what changed our views of primate societies?" En: *The new physical anthropology* (Strum, S. C.; Lindburgh, D. G. y Strumburgh, H., eds.): 67-105. Prentice Hall Pub. Co. Upper Saddle River, NJ.

———— (2001). "Changing views of primate societies: a north american view" En: *Primate encounters: models of science, gender, and society* (Fedigan, L. M. y Strum, S. C., eds.) University of Chicago Press, Chicago, EE. UU.

THE NOBEL FOUNDATION (2014). "The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1973". http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1973/index.html (Consulta: 17 de septiembre 2014).

TINBERGEN, N. (1963). "On aims and methods of ethology". *Zeitschrift fur Tierpsychologie,* 20: 410-33.

VITALE, A. (2011). "Primatology between feelings and science: a personal experience perspective" *American Journal of Primatology,* 73: 214-219.

Figura

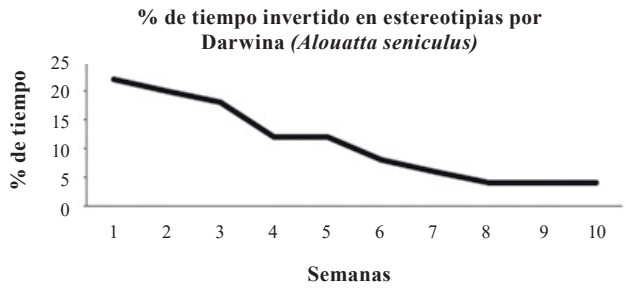


Figura 1. Inversión temporal semanal de Darwina (*Alouatta seniculus*) en estereotipias.

Romari A. Martinez
Departamento de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus-Itabuna Km. 16, Ilhéus, CEP 45562-000. Bahía, Brasil / cebus@yahoo.com.

Martinez, R. A. (2019). Mi experiencia observando a "Darwina", una araguato (*Alouatta seniculus*) en cautiverio: una reflexión sobre el trabajo con primates no-humanos. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 221-239.

Comportamiento del mono capuchino, *Cebus olivaceus*, en exhibiciones zoológicas con énfasis en la dinámica social

Zaida Tárano
Ruth Marina Flores
Marie Charlotte López

Resumen

Se analizó el comportamiento de tres grupos de monos capuchinos en exhibiciones zoológicas en Venezuela que diferían en las características del confinamiento (densidad de individuos, complejidad espacial, entre otros). A partir de observaciones focales y de barrido, se determinó el repertorio de conductas, los presupuestos de tiempo y la dinámica social. Posteriormente, se analizó la existencia de reconciliación (afiliación postconfrontación) en uno de los grupos utilizando el método de control pareado (PC-C) y la estimación de las tendencias conciliatorias. Los repertorios fueron similares en los tres grupos aunque hubo diferencias menores asociadas a las peculiaridades del entorno y las características del confinamiento. Los presupuestos de tiempo fueron cualitativamente similares entre grupos y a los reportados en vida silvestre, con diferencias cuantitativas en la importancia relativa de algunas actividades. La dinámica social mostró ligeras alteraciones sugestivas de tensión social en los tres grupos y se evidenció la presencia de mecanismos de tolerancia como la evitación (en uno de los grupos) y la afiliación postconfrontación (en el grupo de estudio particular). La reconciliación global fue baja en el grupo, pero las tendencias conciliatorias entre hembras y de hembras hacia machos fueron relativamente altas y sugieren un valor diferencial de los nexos sociales. Concluimos que *C. olivaceus* es capaz de lidiar con las limitaciones impuestas por el

cautiverio, aunque las sutilezas sociales revelan estrés en todos los grupos. Aunque la reconciliación fue baja, es necesario revisar los métodos para estimar la reconciliación en general y considerar el efecto de las diferencias en la historia de vida de las especies para evaluar mejor la presencia de reconciliación en distintos tipos de grupos sociales.

Palabras claves: Presupuesto de tiempo, afiliación, agonismo, jerarquía de dominancia, reconciliación, tendencia conciliatoria.

Behavior of the Wedge-capped Capuchin Monkey, *Cebus olivaceus* in Zoo Exhibitions with Emphasis in Social Dynamics

Abstract

The behavior of three captive groups of the wedge-capped capuchin monkey was analyzed in Venezuelan zoos with differences in the characteristics of confinement (eg.; density, spatial heterogeneity). Behavioral repertoires, time budgets, and social dynamics were determined through focal and scan sampling. The presence of reconciliation (post-confrontation affiliation) was also investigated, through paired PC-C observations and estimation of conciliatory tendencies, in one of these groups. Behavioral repertories were similar among groups and to those in the wild, but there were slight differences associated with environmental particularities and the characteristics of confinement. Overall, time budgets were similar among groups and to those reported in natural conditions, but quantitative deviations were observed in the relative importance of several behaviors. Social dynamics were partially disrupted in all study groups. Social tension and mechanisms of tension reduction were observed such as avoidance (in one of the groups) and post-confrontation affiliation (in the specific study group). Overall reconciliation was low in the study group, but conciliatory tendencies among females and from females to males were higher, suggesting a differential value of social

relationships. We conclude that *C. olivaceus* is able to cope with limitations in captive environment although social subtleties reveal some sort of social tension. Although reconciliation is low, it is necessary to revise the methods used to estimate reconciliation in general, and to consider the effect of the differences in natural history traits between species to better evaluate the presence of reconciliation in different types of social groups.

Keywords: Time budget, affiliation, agonism, dominance hierarchy, reconciliation, conciliatory tendency.

Introducción

Los zoológicos ofrecen la oportunidad de observar de cerca a muchos animales que de otro modo resultarían inaccesibles por sus hábitos o distribución geográfica. Los primates son probablemente los animales más visitados en los zoológicos por su similitud morfológica y conductual con los humanos. Sin embrago, en cautiverio, la conducta puede modificarse debido a las limitaciones en el espacio físico, las condiciones climáticas, la alimentación y el ambiente social (*i.e.*; tamaño del grupo, número de individuos, sexo, edad), y en consecuencia, pueden cambiar los ritmos de actividad diarios y estacionales, y la dinámica social, en las especies sociales. Recrear las condiciones naturales en cautiverio es sumamente costoso, de modo que la mayoría de las exhibiciones imponen limitaciones conductuales en los animales.

En primates, las conductas sociales son muy susceptibles de ser modificadas por los cambios en el entorno, con lo cual la dinámica social (*i.e.*; estructura de relaciones, jerarquías, alianzas) típicamente se altera. Los comportamientos sociales han sido divididos en varias categorías generales: afiliativos, agonísticos, sexuales, juego social y madre-cría (Welker *et al*., 1987). En la estructura (*i.e*; composición, jerarquías) y el mantenimiento del grupo, son muy importantes las conductas afiliativas y las agonísticas (Welker *et al*., 1987). Se consideran conductas afiliativas todas aquellas de naturaleza pacífica, no sexual o reproductiva, que promueven nexos entre los individuos. Por el contrario, las conductas agonísticas son las manifestadas en interacciones competitivas o de conflicto de intereses, ya sea de sumisión o agresión, implicando peleas propiamente dichas o demostraciones ritualizadas.

En algunos casos, el agonismo incrementa dramáticamente en cautiverio debido a que los individuos tienen diferentes orígenes (historias previas), la composición del grupo es impuesta y no puede modificarse por migración, en otros casos en cambio, los individuos se muestran apáticos o sumisos (Mallapur y Choudhury, 2003) producto de la tensión social. Algunos autores han propuesto que los mecanismos de reducción de la tensión social que habrían evolucionado en condiciones naturales, como incremento de la distancia interindividual, la tolerancia y la reconciliación (se explica más adelante), serían más frecuentes en condiciones de cautiverio, lo cual facilitaría su análisis (De Waal, 2000).

Tradicionalmente se había propuesto que el agonismo resultaría en un distanciamiento entre los individuos, conduciendo a una disminución en el contacto físico después de un encuentro agresivo. Contrariamente, en muchos primates, en cautiverio, se ha observado un incremento en los acercamientos entre oponentes después de una confrontación (De Waal, 2000). Basado en observaciones de un grupo de chimpancés en cautiverio en Arnhem (Holanda), De Waal y Van Roosmalen (1979) introdujeron el término "reconciliación" para referirse a las reuniones pacíficas que se daban entre oponentes poco tiempo después del enfrentamiento. Si bien el concepto de reconciliación suscitó polémica por considerarse antropocéntrico, los requisitos cognitivos de la reconciliación serían el reconocimiento individual, la memoria y la capacidad para evaluar los beneficios de una relación (De Waal, 2000), los cuales son también necesarios en otro tipo de interacciones como la reciprocidad (altruismo recíproco). Hasta la fecha, la reconciliación ha sido documentada en al menos 12 especies de primates y otros mamíferos silvestres y domésticos y en aves (Aureli *et al.*, 2002; Silk, 2002; 2006; Logan *et al.*, 2013).

La mayoría de las investigaciones sobre reconciliación se han basado en determinar si existe o no, y en el tipo y frecuencia de las afiliaciones después de la confrontación (Silk, 2002). Adicionalmente, se han propuesto algunas ventajas adaptativas (Silk, 2002) que se han condensado en tres grandes hipótesis (próximas y últimas), no excluyentes: reducción del estrés, intención pacífica y reparación de relaciones; todas cuentan con apoyo empírico parcial en cautiverio y en vida silvestre (Silk, 2002).

En el presente trabajo se resumen algunos resultados de tres años de investigación, no continua, con varios grupos de monos capuchinos comunes, *Cebus olivaceus* (Cebidae, Cebinae) en tres parques zoológicos en Caracas que difieren en las condiciones de cautividad (se describen en Métodos). La investigación se cumplió en dos etapas, durante la primera se describió la conducta general de los grupos, se estimaron los presupuestos de tiempo y se analizó la dinámica social (López y Tárano, 2008; Tárano y López, 2015). Sobre la base de esos resultados consideramos la posibilidad de que existieran mecanismos de tolerancia social o reducción del estrés en algunos grupos, por lo cual iniciamos la segunda etapa enfocada en determinar si había reconciliación para uno de los grupos (Tárano y Flores, en prensa).

Materiales y métodos

Sujeto de estudio

El mono capuchino común *Cebus olivaceus* (Schomburgk, 1848) (Cebidae, Cebinae) es de tamaño mediano (50 cm hocico-base de la cola; cola, 35 cm) con una masa corporal entre 2,5-2,8 kg, en promedio (Eisenberg y Redford, 1989). El pelaje es marrón claro a marrón, con tonalidades grises; el rostro y la frente son marrón-grisáceo claro y la cabeza está coronada por una caperuza marrón oscuro en forma de cuña. La especie se encuentra en Sur América desde el noroeste de Venezuela hasta el sur de la Amazonía Brasileña (Eisenberg y Redford, 1989). En Venezuela, se encuentra en bosques de galería, bosques deciduos y semideciduos de los llanos y también en bosques tropicales secos; típicamente se encuentra en los estratos medios y bajos.

En Venezuela, los trabajos en ambiente natural se han realizado en Hato Masaguaral (Guárico), y Hato Piñero (Cojedes) y Guri (Bolívar). Se sabe que forman grupos de 8 a 36 individuos, según el hábitat, de los cuales 17% son machos adultos, 33% hembras adultas, 41% jóvenes y 9% crías; de esto se desprende que, en promedio, hay dos hembras adultas por cada macho adulto (Freese y Oppenheimer, 1981; Robinson, 1988; Fragaszy

et al., 2004). Las hembras son filopátricas, mientras que los machos se dispersan y cambian de grupo durante toda su vida (Robinson, 1988). Cada grupo tiene un macho y una hembra dominantes, y la jerarquía está basada en la edad y el sexo, pero resulta difícil determinar el orden jerárquico por debajo del macho y hembra alfas. La mayoría de las interacciones agonísticas involucran individuos de alto rango, y los machos de rangos inferiores evitan la aproximación a machos superiores (Fragaszy *et al*., 2004). El aseo (propio y mutuo) es la actividad más frecuente durante los períodos de descanso, y los animales dominantes son los que más aloaseo reciben. El juego social entre infantes, jóvenes y subadultos es común y tiene lugar cuando los adultos descansan (Fragaszy *et al*., 2004). Durante la búsqueda de alimento, los individuos se dispersan, y algunos quedan completamente alejados del grupo (Freese y Oppenheimer, 1981). Se conoce que consumen principalmente invertebrados y frutas, vertebrados pequeños y huevos de aves (Freese y Oppenheimer, 1981).

Sitio de estudio

La primera fase del estudio se realizó en tres parques que mantienen exhibiciones zoológicas en la ciudad de Caracas, Venezuela: Parque Zoológico Caricuao, Parque Generalísimo Francisco de Miranda y Parque Zoológico El Pinar. La segunda fase se realizó en el Parque Generalísimo Francisco de Miranda. El grupo del Parque Zoológico Caricuao (PZC) se encontraba en semicautiverio (se le suministraba alimento) y era libre de moverse en una porción de las áreas de acceso al público y en la ladera de las colinas restringidas a los visitantes (densidad aprox. 0,06 ind/ha). En el Parque Generalísimo Francisco de Miranda (PGFM) los monos se encontraban en un área cercada (aprox. 450 m²) con dos islas a modo de montículos (aprox. 246 m^2) unidas por un puente de madera y rodeadas por agua (0,045 ind/m^2). En las islas había árboles, un comedero, casetas de madera, palos verticales y cuerdas. En el Parque Zoológico El Pinar (PZP) los monos se encontraban en una fosa de aproximadamente 200 m^2 (0,053 ind/m^2) que contenía una isla plana con palos, troncos, cuerdas y dos columpios, rodeada por agua.

Identificación de los individuos y composición de los grupos

Cada individuo fue identificado a partir de marcas individuales naturales (patrón de coloración, la distribución del pelaje, cicatrices, contextura y otros) fácilmente observables. El grupo de PZC estaba formado por 11 individuos: seis machos (dos adultos) y cinco hembras (tres adultas). El grupo de PZP estaba constituido por ocho individuos: cinco hembras (tres adultas) y tres machos (un adulto). Durante la primera fase del estudio, el grupo del PGFM tenía 12 individuos: ocho hembras (cuatro adultas) y tres machos (un adulto) y un infante; en la segunda etapa el grupo tenía 17 individuos: cinco machos (adultos), cinco hembras (adultas), cinco jóvenes y dos neonatos.

Observación y registro de las conductas. Fase 1

Se realizó un esfuerzo de muestreo de 122 horas de observación total, correspondientes a 104 períodos de observación focal y 28 barridos en PZC, 119 períodos focales y 32 barridos en PGFM, y 109 períodos focales y 26 barridos en PZP. De esto se desprende que se utilizaron dos tipos de muestreo: focal y de barrido (Lehner, 1996). La observación focal duró 15 minutos continuos y se hizo un muestreo de barrido por cada hora de observación focal. A partir de estas observaciones se determinó el repertorio de conductas en cada grupo y se elaboraron los presupuestos de tiempo diario globales para los tres grupos. Las interacciones sociales fueron analizadas en detalle y sirvieron para determinar las relaciones de dominancia y de afiliación (López y Tárano, 2008). Los presupuestos de tiempo, la duración y frecuencia de las interacciones sociales se compararon, entre parques, mediante el análisis de los residuales estandarizados de la prueba χ^2 ($Z_{crit} = \pm 1{,}96$, $\alpha = 0{,}05$).

Observación y registro. Fase 2

En esta fase se trabajó solamente con el grupo PGFM debido a que fue el que mostró la mayor incidencia de interacciones sociales de ambos tipos (agonísticas y afiliativas) y además, por las características de la fosa, era

el de más fácil observación y ofrecía la posibilidad de hacer filmaciones de la conducta. Se completaron 44 horas de observación correspondientes a registros focales y de barrido. Cada sesión de observación se inició con observaciones de barrido continuas y al ocurrir una interacción agonística, se identificó a los participantes (agresor y agredido) y se prosiguió con una observación focal de uno de ellos. Se utilizó el método de comparación pareada "PC-C" (De Waal y Yoshihara, 1983) para determinar si había reconciliación. Este consiste en realizar una observación postconfrontación (PC) de uno los oponentes durante los 10 min después de la interacción agonista, y otra observación control (C) de igual duración, sobre el mismo individuo, en cualquier otro día siempre que al menos 30 minutos antes no hubiera participado en ninguna interacción agonística. En los períodos PC-C se midió el tiempo de respuesta (TR), esto es, el transcurrido desde el final de la interacción o desde el inicio de la observación control, hasta la primera interacción afiliativa entre los oponentes. Luego se categorizaron los pares PC-C según los criterios propuestos por Veenema *et al*., (1994) en: atraídos, si el TR en PC es menor que el TR en C; repelidos, si por el contrario, el TR en PC es mayor que el TR en C, o neutros, si los TR son iguales en PC y C o no hay interacciones en ninguno de los períodos. Con estos valores se calculó la tendencia conciliatoria grupal (TC), según TC = (pares atraídos-repelidos)/pares totales. La TC está acotada entre -1 y 1 y se analiza cualitativamente. La asociación entre el sexo o la condición (agresor-agredido) y la probabilidad de iniciar la reconciliación fue analizada utilizando la prueba χ^2.

Resultados Fase 1

Repertorio general de conductas por tropa y presupuestos de tiempo

Las conductas se clasificaron en 13 grandes categorías y 63 subcategorías: Reposo (sentado, acostado), Desplazamiento (cuadrúpedo, bípedo, saltos, carreras, trepar), Buscar alimento (hurgar), Alimentarse (comer, beber, manipular alimento), Observar (el entorno, a otro individuo, al público),

Interacciones afiliativas (aloaseo, solicitar aloaseo con o sin vocalizaciones, inspeccionar zona ano-genital, inspeccionar cavidad bucal, seguir, contacto físico pacífico, montarse sobre espalda, sentarse al alcance del brazo), Juego social, Interacciones agonísticas (amenazar, empujar, perseguir, halar pelaje o cola, morder, suplantar, sumisión), Autoaseo (hurgar pelaje con manos o dientes), Jugar solo, Interacción con el público (observar fijamente con pilo-erección, saltando y/o sacudiendo objetos, recibir o robar alimento, observar abriendo y cerrando la boca), Conductas estereotipadas (dar vueltas, ir y venir) y Otras (manipular, arrebatar, sacudir, mordisquear y lanzar objetos; bostezar, orinar y defecar, buscar refugio y esconderse, frotar hocico, frotar o golpear las manos con una superficie, aplaudir, enrollar la cola alrededor del cuello o de la cintura, morderse los pies, chupar los dedos de las manos, deslizarse sobre el vientre, vocalizar, coprofagia). Las diferencias en los repertorios entre tropas se observaron a nivel de las subcategorías conductuales (para detalles de estos resultados ver Tárano y López, 2015). Por ejemplo, los individuos de PZC amenazaron al público sacudiendo ramas e interactuaron directamente con él (acercarse, solicitar o robar comida). Los de la tropa del PGFM deslizaron el cuerpo por una pendiente, aplaudieron, se mordieron los pies y se chuparon los dedos. Los individuos de la tropa PZP revisaron los dientes de otro individuo, miraron al público abriendo y cerrando la boca, caminaron en círculos o yendo y viniendo, mostraron conductas de sumisión y consumieron heces (coprofagia). Algunas de estas diferencias se asocian a las características del entorno, pero otras, como ir y venir, dar vueltas, o chuparse o morderse los pies, sumisión y coprofagia podría ser indicadores de tensión social (Maestripieri *et al*., 1992).

Los presupuestos de tiempo de las tres tropas fueron cualitativamente similares (figura 1) pero existen diferencias cuantitativas: reposar, desplazarse, buscar alimento e interactuar afiliativamente representan en conjunto 70% del tiempo de actividad de la tropas PZC y PZP, pero solo 58% del tiempo de la tropa PGFM, que pasa relativamente más tiempo en actividades afiliativas. Las interacciones agonísticas fueron poco frecuentes en los tres grupos y el juego social fue relativamente importante en el grupo PGFM (análisis de residuales estandarizados, $p<0,025$), probablemente

debido a la mayor proporción de jóvenes, a las características del entorno y al efecto de los visitantes.

Análisis comparativo del comportamiento social

Tomando en cuenta que las interacciones sexuales y las maternas o alomaternas fueron escasas en las tres tropas, el siguiente análisis considera únicamente las interacciones afiliativas, el juego social y las interacciones agonísticas. En cuanto a su duración (figura 2A) las interacciones agonísticas y afiliativas fueron más cortas, estadísticamente, en el PZP que en los demás grupos. En cuanto a su frecuencia, las interacciones afiliativas fueron las más frecuentes en todos los grupos que las otras interacciones, aunque se esperaba que fuesen aún más frecuente en PGFM. El juego social es más frecuente de lo esperado en PGFM y menos de los esperado en PZP. El agonismo fue menos frecuentes en PZC y más en PZP (figura 2B; análisis de residuales estandarizados, $p<0,05$). Cuantitativamente, a nivel de las subcategorías sociales, el aloaseo fue la interacción afiliativa más frecuente en PZC (60,5%), en PGFM lo fueron el aloaseo (44%) y estar juntos (45%) y en PZP, estar cerca de otro individuo (46%) y el aloaseo (31%). En relación a las interacciones agonísticas, agresión directa (empujar, halar el pelaje o la cola, morder), fue muy frecuente en PZC: 88% y en PZP: 82%, mientras que en PGFM la agresión directa fue tan frecuente como perseguir (aprox. 30% cada una). De modo que la afiliación fue menos frecuente y más corta en el PZP y la agresión más directa que en el PGFM.

Combinando todos los resultados presentados hasta ahora se tiene que en PZP las interacciones afiliativas son frecuentes pero cortas, mientras que en el PGFM son de mediana duración y más frecuentes (aunque aún menos de lo esperado), esta deficiencia se compensa con abundante y largo juego social, el cual es poco frecuente en PZP. Conjuntamente los resultados indican diferencias en la frecuencia y duración de los tipos de interacciones sociales entre parques, con relativamente más afiliación en PGFM (afiliativas + juego social) y menos en PZP, donde el agonismo es más frecuente y corto.

Globalmente, las hembras iniciaron más interacciones afiliativas que los machos en todos los grupos y en las hembras, una alta proporción estuvo representada por acicalamientos. Se encontraron asociaciones afiliativas significativas entre hembras, hembras y macho y machos en todos los grupos, excepto en PZP, donde no hubo asociaciones entre machos (para detalles de estos resultados, ver López y Tárano, 2008). Las jerarquías de dominancia basadas en el agonismo indicaron la presencia de uno o dos individuos dominantes en todos los grupos. En el grupo PZC una hembra adulta dominaba sobre todos los individuos, incluso sobre el único macho adulto, lo cual ya indica una diferencia sustantiva con lo observado en condiciones naturales; sin embargo, lo escaso de las interacciones no permitió dilucidar más la estructura de relaciones. En el PZP, había una hembra dominante sobre todo el grupo, seguida por dos machos, uno adulto y otro joven, de igual rango respecto a la hembra dominante pero con el adulto dominando sobre el joven; este macho joven, que dominaba a dos hembras jóvenes, era a su vez dominado por otra hembra adulta. En el PGFM había un macho y una hembra codominantes sobre los demás miembros del grupo, pero el resto de jerarquía no quedó claro. Durante la fase 2, el grupo PGFM tenía un macho y una hembra dominantes; entre las hembras había dos adultas subdominantes de igual rango, luego una subadulta y después otra inferior. Entre los machos, había dos subdominantes de igual rango seguidos por uno intermedio y otro inferior que era dominado por todos.

Fase 2

La probabilidad de atracción postconfrontación fue superior a la probabilidad de repulsión (30,2% pares atraídos vs. 17,5% pares repelidos). Aproximadamente 52% de los pares PC-C fueron neutros y correspondieron a períodos de observación en los que no hubo interacciones afiliativas en PC y C. La Tendencia Conciliatoria (TC) global fue baja (0,127) pero al considerar el tipo de díada, entre hembras y entre hembras agredidas por machos las TC fueron mayores (0,20 y 0,24 respectivamente). Por otra parte, las díadas que involucraban machos agredidos por hembras nunca se reconciliaron (TC= 0) y entre los machos hubo repulsión (TC= -0.07).

En general, no hubo asociación entre la condición (agresor-agredido) y la probabilidad de iniciar la reconciliación (χ^2= 1,32; g.l.= 1; p= 0,25); sin embargo, las hembras fueron más proclives a iniciarla que los machos (χ^2= 4,26; g.l.= 1; p= 0,039).

Discusión y conclusiones

Las categorías de conducta del mono capuchino en las tres tropas son similares a las observadas en la naturaleza, con algunas variaciones en la importancia relativa de las actividades y en las subcategorías relacionadas a la condición de cautiverio. El presupuesto de tiempo está dominado por la de búsqueda de alimento y la alimentación, igual que en condiciones naturales, donde se ha documentado que aproximadamente 50% del día es dedicado a ellas (Fragaszy *et al*., 2004). Más aún, nuestros resultados coinciden en que las cuatro actividades dominantes en la especie son el viaje (desplazamiento en nuestro caso), búsqueda de alimento-alimentación, descanso y socialización (relaciones afiliativas y juego) (Fragaszy *et al.*, 2004). Sin embargo, el grupo PGFM descansa comparativamente poco y el PZP relativamente mucho, este último grupo pasa relativamente mucho tiempo alimentándose; ambas desviaciones podrían atribuirse con facilidad a las diferencias en las condiciones del cautiverio.

En general, estos primeros resultados sugieren que *C. olivaceus* es capaz de ajustarse a un amplio intervalo de variaciones, en este caso de limitaciones en las condiciones de su ambiente, y confirman la suposición de que es una especie relativamente plástica, conductualmente. Sin embargo, el análisis más detallado de la conducta social, reveló desviaciones importantes que deberían ser tomadas en cuenta con el fin de garantizar el bienestar general de los individuos en las exhibiciones.

En el presente estudio se encontró variación en el agonismo con las condiciones del cautiverio y diferencias con lo descrito en condiciones naturales. Específicamente, la frecuencia de interacciones agonísticas fue mayor al desmejorar la calidad del cautiverio (mayor densidad de individuos, menor diversidad espacial del área de encierro) pero menor que en condiciones naturales. En condiciones naturales, Robinson (1981) registró

1.067 interacciones agonísticas durante setenta días (0,96 día^{-1} ind^{-1}) en un grupo de veinte individuos (un macho adulto, dos subadultos, seis a ocho hembras adultas y cuatro infantes y seis jóvenes); esta tasa es mucho mayor a la observada en nuestros grupos (PZP ≈ 0,53 día^{-1} ind^{-1}; PGFM ≈ 0,37 día^{-1} ind^{-1}, PZC aún menor). Proponemos que la disponibilidad de alimento (abundante, estable y predecible), y la imposibilidad de mantener distancias interindividuales óptimas o de migrar del grupo, han podido favorecer una reducción de las interacciones en cautiverio, conduciendo a la tolerancia mutua y/o a la evitación (Nieuwenhuijsen y de Waal, 1982). Entre los mecanismos de tolerancia y evitación más frecuentes está rehuir el contacto visual, mirando un punto fijo o mirando en todas direcciones (Cheney y Seyfarth, 1989). Estas conductas fueron observadas en los dos grupos confinados (PZP y PGFM), pero no en el grupo que podía moverse libremente (PZC), lo cual apoya nuestra conclusión. Además, en PZP los acercamientos prolongados sin contacto físico fueron las conductas afiliativas más frecuentes, algo observado también en condiciones naturales (Fragszy *et al*., 2004); sin embargo, en PZP estos acercamientos eran más breves (ver de Waal, 2000; Silk, 2002). Los acercamientos más íntimos, expresados en forma de contacto prolongado como el que ocurre durante el aloaseo, o al llevar a otro individuo sobre la espalda, se observaron con más frecuencia en PGFM, un grupo en el cual la tensión podría aliviarse a través del juego social o de la reconciliación. Proponemos que los grupos confinados podrían expresar distintas formas de aliviar la tensión, relacionadas, en parte, con las características del entorno y con la composición del grupo; de modo que, aun en estos mecanismos, habría plasticidad conductual en esta especie.

En los tres grupos había cierta estructura social, manifestada por la existencia de relaciones de rango y la formación de asociaciones afiliativas en díadas. Sin embargo, algunos aspectos de la dinámica social estaban parcialmente alterados: la dominancia del grupo por parte de una hembra, o la presencia de hembras de rangos intermedios dominando sobre los machos no es lo común en esta especie (Robinson, 1988; Fragaszy *et al*., 2004). Lo observado puede deberse a que las proporciones de sexos y las relaciones de parentesco en las tres tropas no corresponden con lo observa-

do en vida silvestre, debido a que los grupos se forman artificialmente por incorporación y remoción de individuos de ambos sexos no emparentados.

De los resultados de la primera fase del estudio concluimos que las condiciones de los grupos (confinamiento, proporción de sexos alterada, entre otros) podrían propiciar una disrupción parcial del sistema de relaciones sociales (*i.e.*; patrones de agonismo alterado, jerarquía poco definida, evasión mutua, afiliación frecuente pero poco íntima o corta) que a su vez indicarían estrés social. Sin embargo, los resultados de la segunda fase indican que la reconciliación no sería el principal mecanismo de reducción de esta tensión, o que esta sería menos intensa de lo que pensábamos. Aunque las tendencias conciliatorias estimadas hasta ahora en el grupo de estudio son bajas respecto a las encontradas en grandes primates (TC ≥ 0,50), se acercan a lo que se ha reportado en otras especies de Cebidae (*S. apella*, Verbeek y de Waal, 1997; *C. capucinus*, Leca *et al*., 2002; Manson *et al*., 2005); esto claramente indica que el valor de la reconciliación varía ampliamente entre especies y condiciones. Por ejemplo, Leca *et al.* (2002) encontraron mayor probabilidad de reconciliación en díadas macho-hembra emparentadas que en las no emparentadas (TC de 0,481 y 0,212 respectivamente), en un grupo de *C. capucinus* que podía estar encerrado o en semicautiverio. Mientras que Manson *et al.* (2005) trabajando con una tropa en libertad de la misma especie encontraron tasas de reconciliación de 0,29 en una temporada y 0,09 en otra. Cuando analizaron las TC por tipo de díada, aquellas formadas por hembra-macho alfa y por machos, tuvieron las mayores probabilidades de reconciliación (0,44 y 0,27).

A partir de nuestros resultados y los mencionados previamente, proponemos algunos factores que afectarían la tendencia a la reconciliación en Cebidae que deben ser tomados en cuenta en futuras investigaciones con *C. olivaceus* (ver mas detalles en Tárano y Flores, en prensa). Entre estos factores estarían el valor de las relaciones y el parentesco, el hábito y el contexto de la confrontación. Si bien el valor de las relaciones es difícil de definir y estimar, entre los individuos tradicionalmente valiosos están los parientes (que típicamente cooperan), los compañeros afiliativos y los miembros de coaliciones (ver Silk, 2002; Manson *et al*., 2005). El valor de las relaciones y parentesco en el grupo de estudio no han sido determinados, pero la relativamente alta

TC entre hembras y entre hembras (agredidas) y machos (agresores) podría ser una consecuencia del valor adaptativo que tendrían estas relaciones en condiciones naturales, donde las hembras de un grupo están emparentadas y los machos proporcionan protección y alimento (O'Brien, 1991; Fragaszy *et al.*, 2004). Por otra parte, aunque las relaciones entre machos son valiosas típicamente son inestables (ver Manson *et al*., 2005), de modo que no necesariamente se esperaría reconciliación entre ellos.

En cuanto al hábito, en primates arbóreos, como *Cebus*, la mayoría de los enfrentamientos ocurre durante la búsqueda de alimento, cuando los individuos se distancian (Fragaszy *et al.*, 2004). Esto disminuiría la probabilidad de encuentros afiliativos posteriores a una confrontación, a menos que estos ocurran mucho tiempo después, en el próximo período de descanso, cuando vuelven a reunirse (Fragaszy *et al*., 2004). Esto nos lleva a pensar que en este género, y para confrontaciones asociadas al alimento, serían necesarios períodos de observación PC-C más largos que los recomendados en la literatura de grandes primates, esto es, períodos mayores que 10 minutos (*S. apella*, Verbeek y de Waal, 1997; *C. capucinus*, Manson *et al.*, 2005). Finalmente, en algunas especies de primates se ha observado que en el contexto alimentario no hay reconciliación sea que se trate de contiendas por alimentos nuevos (*S. apella*, Verbeek y de Waal, 1997) o conocidos (*Propithecus verreauxi*, Palagi *et al*., 2008). Los estudios futuros con *C. olivaceus* deben considerar también el efecto del contexto o la naturaleza de la confrontación en las estimaciones de la probabilidad de reconciliación.

Concluimos que *C. olivaceus* es una especie capaz de ajustarse a limitaciones ambientales, lo que hace difícil descubrir el efecto negativo del cautiverio en su condición; sin embargo, las sutiles modificaciones en su conducta social, evidencian la existencia de cierta tensión social. Esta se expresaría en agonismo frecuente y corto y/o afiliación poco íntima, o agonismo reducido y/o evitación mutua. Aunque la reconciliación parece ser poco importante en esta especie, parece evidente la necesidad de ajustar el método de análisis a las particularidades de su historia natural. En este sentido, proponemos tomar como ejemplo la experiencia de Logan *et al*. (2013), quienes analizaron la probabilidad de reconciliación en tres

especies de córvidos (aves), en función del tipo de sistema social y del método de análisis. Con esta aproximación llegaron a la conclusión de que la afiliación postconfrontación se evalúa mejor utilizando la frecuencia y la duración de la afiliación, que la latencia de la primera conducta afiliativa.

Agradecimientos

Las autoras agradecen el apoyo brindado por los diferentes directores de los zoológicos durante el estudio, y al personal profesional, técnico y obrero, muy especialmente Aura Quintero, Carmelo Nieves y José Mendoza del Parque Generalísimo Francisco de Miranda.

Referencias

AURELI, F.; van Shaik, C. y van Hooff, J. (1989). "Functional aspects of reconciliation among captive long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*)". *American Journal of Primatology*, 19: 39-51.

AURELI, F.; Cords, M. y van Schaik, C. (2002). "Conflict resolution following aggression in gregarious animals: a perspective framework". *Animal Behaviour,* 64: 325-343.

CHENEY, D. L. y Seyfarth, R. M. (1989). "Redirected aggression and reconciliation among vervet monkeys *Cercopithecus aethiops*". *Behaviour*, 110: 258-275.

EISENBERG, J. y Redford, K. (1989). *Mammals of the neotropics: the northern neotropics*. University of Chicago Press. Chicago, EE. UU.

FRAGASZY, D.; Visalberghi, E. y Fedigan, L. (2004). *The complete capuchin: the biology of the genus cebus*. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.

FREESE, C. H. y Oppenheimer, J. R. (1981). "The capuchin monkey, genus *Cebus*". En: *Ecology and behaviour of neotropical primates*, Vol 1. (Coimbra-Filho, A. E. y Mittermeier, R. A., eds.): 331-390. Academia Brasileira de Ciencias. Río de Janeiro, Brasil.

LECA, J. B.; Fornasieri, I. y Petit, O. (2002). "Aggression and reconciliation in *Cebus capucinus*". *International Journal of Primatology*, 23: 979-998.

LEHNER, P. N. (1996). *Handbook of ethological methods*. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterrra.

LOGAN, C. J.; Emery, N. J. y Claytona, N. S. (2013). "Alternative behavioral measures of postconflict affiliation". *Behavioral Ecology*, 24: 98-112.

LÓPEZ, M. Ch. y Tárano, Z. (2008). "Comportamiento social del mono capuchino común *Cebus olivaceus* (Primates: Cebidae) en tres exhibiciones zoológicas de Caracas, Venezuela". *Revista de Biología Tropical*, 56: 1503-1520.

MAESTRIPIERI, D.; Schino, G.; Aureli, F. y Troisi, A. (1992). "A modest proposal: displacement activities as an indicator of emotions in primates". *Animal Behaviour,* 33: 856-868.

MALLAPUR, A. y Choudhury, B. C. (2003). "Behavioral abnormalities in captive nonhuman primates"*Journal of Applied Animal Welfare Science,* 6: 75-284.

MANSON, J. H.; Perry, S. y Stahl, D. (2005). "Reconciliation in wild white-faced capuchins (*Cebus capucinus*)". *American Journal of Primatology*, 65: 205-219.

NIEUWENHUIJSEN, K. y De Waal, F. B. M. (1982). "Effects of spatial crowding on social behavior in a Chimpanzee colony". *Zoo biology*, 1: 5-28.

O'BRIEN, T. G. (1991). "Female-male social interactions in wedge-capped capuchin monkeys: benefits and costs of group living". *Animal Behaviour*, 41: 555-567.

PALAGI, E.; Antonacci, D. y Norscia, I. (2008). "Peacemaking on treetops: first evidence of reconciliation from a wild prosimian (*Propithecus verreauxi*)". *Animal Behaviour*, 76: 737-747.

ROBINSON, J. G. (1981). "Spatial structure in foraging groups of Wedge-capped Capuchin Monkeys *Cebus nigrivittatus*". *Animal Behaviour*, 29: 1036-1056.

———— (1988). "Demography and group structure in wedge-capped capuchin monkeys, *Cebus olivaceus*". *Behaviour*, 104: 202-231.

SILK, J. B. (2002). "The form and function of reconciliation in primates". *Annual Review of Antropology*, 31: 21-44.

———— (2006). "Conflict management is for the birds". *Current Biology*, 17: 50-51.

TÁRANO, Z. y Flores, R. M. (en prensa). "Analysis of post-agonism reconciliation in a captive group of the wedge-capped capuchin monkey, *Cebus olivaceus*: a pilot study". *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*.

TÁRANO, Z. y López, M. Ch. (2015). "Behavioural repertoires and time budgets of semi-captive and captive groups of the wedge-capped capuchin monkey *Cebus olivaceus"*. *Folia Primatológica*, 86: 203-222.

VEENEMA, H. C.; Das, M. y Aureli, F. (1994). "Methodological improvements for the study of reconciliation". *Behavioural Processes*, 31: 29-38.

VERBEEK, P. y de Waal, F. B. M. (1997). "Postconflict behaviour of captive brown capuchins in the presence and absence of attractive food". *International Journal of Primatology*, 18:703-725.

DE WAAL, F. B. M. (2000). "Primates: A natural heritage of conflict resolution". *Science*, 289: 586-590.

DE WAAL, F. B. M. y van Roosmalen, A. (1979). "Reconciliation and consolation among chimpanzees". *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 5: 55-66.

DE WAAL, F. B. M. y Yoshihara, D. (1983). "Reconciliation and re-directed affection in rhesus monkeys". *Behaviour,* 85: 224-231.

WELKER, C.; Becker, P.; Höhmann, H. y Schäfer-Witt, C. (1987). "Social relations in groups of the black-capped capuchin *Cebus apella* in captivity. Interactions of group-born infants during their first six months of life". *Folia Primatologica*, 49: 33-47.

Figuras

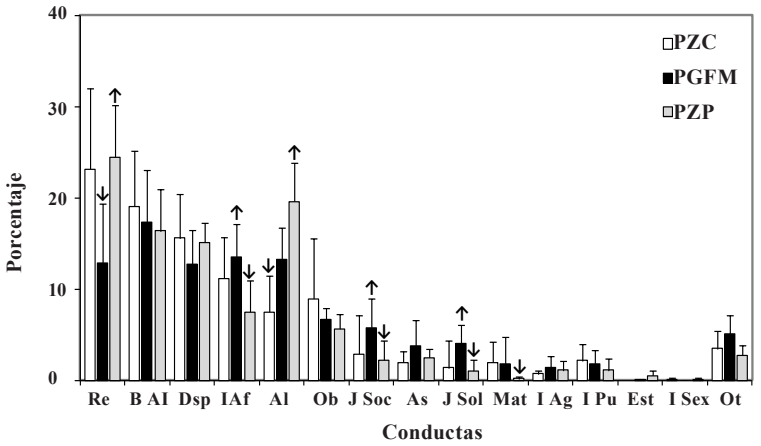


Figura 1. Presupuestos de tiempo (porcentaje del tiempo total de actividad) en tres grupos de monos capuchinos en cautiverio. Las flechas indican diferencias respecto a lo esperado por azar según el análisis de residuales estandarizados (Z_{crit}= ± 1,96, α= 0,05, p<0,025) de la prueba χ^2. ↑ mayor que lo esperado, ↓ menor que lo esperado. Re: reposo, B Al: búsqueda de alimento, Dsp: desplazamiento, I Af: interacciones afiliativas, Al: alimentación, Ob: observar, J Soc: juego social, J Sol: juego solitario, As: Autoaseo, Mat: conductas maternas y alo-maternas, I Ag: interacciones agonistas, I Pu: interacción con el público, Est: conductas estereotipadas, I Sex: interacción sexual, Ot: otras.

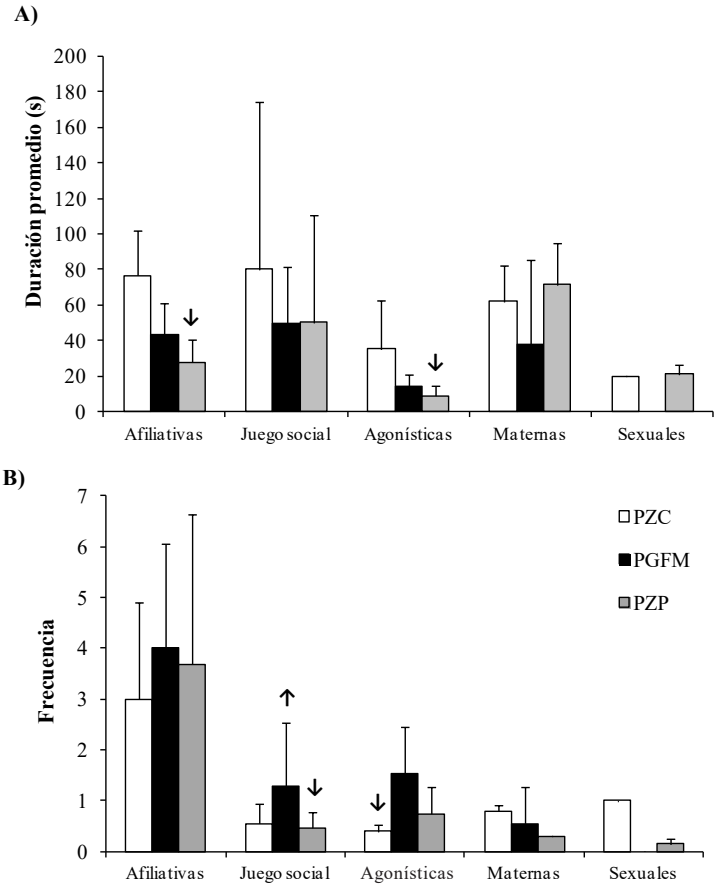


Figura 2. Conductas sociales en tres grupos de monos capuchinos en cautiverio. A) Duración, B) Frecuencia. Las flechas indican diferencias respecto a lo esperado por azar según el análisis de residuales estandarizados (Z_{crit}=± 1,96, α=0,05, p<0,03) de la prueba χ^2. ↑ mayor que lo esperado ↓ menor que lo esperado. Las conductas maternas y sexuales no se incluyeron en el análisis estadístico porque solamente se observaron en uno o dos individuos de cada grupo.

Zaida Tárano
Instituto de Biología Experimental, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela / zaida.tarano@ciens.ucv.ve.

Ruth Marina Flores
Foothill College, Los Altos Hills, California, EE. UU. aletamarina@gmail.com.

Marie Charlotte López
Dirección actual: Lycée Français de Caracas. Caracas, Venezuela / charlieccs@yahoo.com.

Tárano, Z., Flores R. M. & López, M. C. (2019). Comportamiento del mono capuchino, *Cebus olivaceus*, en exhibiciones zoológicas con énfasis en la dinámica social. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 240-261.

Conductas agonísticas en dos grupos de individuos de monos capuchinos pardos (*Cebus olivaceus)* en cautiverio

Claudio Corsi

Resumen

El término de conducta agonística se refiere a los diferentes tipos de comportamientos que se observan generalmente en la lucha por la jerarquía y la territorialidad entre miembros de una misma especie. Se basa en patrones motivacionales tales como peleas, escapes, evasiones, sumisiones y amenazas. La siguiente investigación está inmersa en el campo de la primatología, disciplina fundamental para los estudios evolutivos del ser humano. En ella estudiamos las conductas agonísticas de dos grupos de monos capuchinos pardos (*Cebus olivaceus)* ubicados en el Parque del Este ("Generalísimo Francisco de Miranda") y en el Parque Zoológico El Pinar, para determinar si las condiciones de cautiverio en las que se encuentran estos individuos influye en la manifestación de dichas conductas. La estrategia metodológica contó con dos variables generales, territorialidad y jerarquía. La recolección de datos fue vivencial y la técnica la observación directa en un período de 30 horas para cada grupo. Como resultado se encontró que las condiciones artificiales donde se desenvuelven estos grupos sí modifican las conductas agonísticas entre sus individuos y la frecuencia y duración de las mismas fue determinada por las características del espacio físico y el número de individuos que lo ocupan.

Palabras claves: Conducta, evolución, hominización, territorialidad, jerarquía.

Agonistic Behaviors in Two Groups of Brown Capuchin Monkeys (*Cebus olivaceus*) in Captivity

Abstract

The term agonistic behavior refers to the different types of behaviors that are usually observed in the struggle for hierarchy and territoriality among members of the same species. They are based on motivational patterns such as fights, escapes, submissions and threats. The following research is embedded in the field of primatology, a fundamental discipline for human evolutionary studies. It will study the agonistic behavior of two groups of brown capuchin monkeys (*Cebus olivaceus*) located at Parque del Este ("Generalísimo Francisco de Miranda") and El Pinar Zoological Park, respectively, in order to determine whether the conditions of captivity in which these individuals live influence these behaviors. The methodology has two general variables, territoriality and hierarchy. Data collection was under an experiential and direct observation technique over a period of 30 hours for each group. As a result, it was found that the artificial conditions where these groups live is indeed modifies agonistic behavior between individuals, and its frequency and duration was determined by the characteristics of the physical space and the number of individuals who occupy it.

Keywords: Behavior, evolution, hominization, territoriality, hierarchy.

Introducción

Debido a los trabajos de investigación sobre el comportamiento individual y social de los primates, los científicos han sugerido cómo pudo haber sido la vida de nuestros antepasados y cuáles conductas jugaron un papel fundamental en el proceso de hominización (Hinde, 1977). Fundamentados en la teoría de la evolución y asumiendo que existe una continuidad entre el comportamiento de los animales no humanos y el del hombre (Hinde, 1977), entendemos que este comportamiento depende entre otros, del contexto social, la genética, tradiciones y del medio ambiente donde se desenvuelven las especies. Esto determina qué patrones de conducta favorecen la supervivencia y cuáles no, "el éxito evolutivo depende de la conducta" (Washburn y Ruth Moore, 1980).

Las conductas agonísticas involucran motivaciones apoyadas en procesos emocionales y fisiológicos, los cuales son peculiares a especies o individuos que pertenecen a la misma categoría edad-sexo. Las conductas agonísticas pueden ocurrir por causas tales como:

1) Formación de jerarquías dentro del grupo.

Consiste en que el individuo que resulte vencedor de la mayoría de los eventos hostiles es el que obtiene el mayor rango dentro del grupo (llamado dominante o alfa). Por este motivo en situaciones de poco espacio la frecuencia de intercambios hostiles es mayor y solo se resuelve aumentando el área de actividad.

2) Formación de parejas durante el período de celo.

Dos hembras pueden luchar por un macho y viceversa provocándose serios daños físicos. Durante este período el macho dominante es sumamente agresivo con el resto de los machos adultos del grupo.

3) Territorialidad.

Lo primero para un individuo territorial es defender su territorio frente a los demás de su especie. El establecimiento del territorio puede llevar consigo tanto conductas de ataque como de huida.

4) Control de alimentos.

Cuando la cantidad de alimentos no es abundante, se puede observar actitudes hostiles por parte de los machos dominantes, sin embargo, según algunos autores estas actitudes son consecuencia de una mayor proximidad mutua entre los individuos y no de la competencia directa por el alimento (Holloway, 1974). Estas conductas pueden tener un mayor o menor nivel de gravedad dependiendo de las características intrínsecas del género y la especie.

Este trabajo busca conocer si en condiciones de cautiverio existen diferencias de conductas agonísticas entre dos grupos de *Cebus olivaceus* en cautiverio, ubicados en el Parque del Este ("Generalísimo Francisco de Miranda") y el Parque Zoológico El Pinar respectivamente. Para ello, se tiene como objetivo general, el determinar si existen diferencias de conductas agonísticas entre dos grupos de *Cebus olivaceus* en cautiverio.

Como objetivos específicos se buscará:

1) Describir las características de las interacciones agonísticas;

2) Determinar si el espacio físico artificial donde se encuentran estos grupos modifica las interacciones agonísticas;

3) Conocer el tipo de alimentación y las horas en que es distribuida la comida como posible factor modificador de las conductas agonísticas;

4) Determinar si la forma como participan los visitantes en los recintos de ambos grupos promueve las interacciones agonísticas.

Materiales y métodos

Para este estudio se definieron dos variables generales: Territorialidad y Jerarquía. La primera la entendemos como cualquier área defendida, donde casi inevitablemente ocurre el conflicto. La segunda, como una ordenación de estatus donde cada individuo del grupo percibe cuáles miembros son superiores y cuáles inferiores a él.

Para la recolección de los datos la fuente fue vivencial y la técnica la observación fue directa y continua. Por medio de esta técnica se recolectaron datos de los comportamientos agonísticos en cada recinto y sin interferir con las pautas "naturales" de conducta sobre el objeto de estudio. La investigación fue descriptiva y comparativa.

Se recolectaron los datos haciendo uso de un cronómetro digital, un cuaderno de notas y una cámara de video. El período de observación fue de 33 horas para la muestra del Parque del Este y 35 horas para la muestra del Parque Zoológico El Pinar.

Material técnico metodológico

Las variables generales de territorialidad y jerarquía se evidenciaron a través de manifestaciones de amenaza, apaciguamiento, ataque y huida, evasión y agresión (tabla 1). Estas conductas permitieron a los individuos del grupo defender y demarcar el territorio, reducir luchas y acceder a los alimentos. A través de la fuente vivencial y la técnica de observación directa pudimos evaluar si las condiciones de cautiverio modificaban o no estas conductas.

Muestra: Parque del Este

Las observaciones que se llevaron a cabo en la muestra del Parque del Este en Caracas, transcurrieron entre los meses de julio y septiembre de 1993. La muestra estuvo conformada por nueve individuos que se desenvolvieron dentro de un área de 260 m^2 aproximadamente. A estos se les suministraba alimento dos veces al día y este constaba de zanahoria, mazorca y banana. Se sumaron un total de 33 horas de observación directa de las cuales cinco se utilizaron para identificar a los individuos asignándoles un número y catalogarlos por grupo de edad y sexo y se obtuvo lo siguiente: número 1 un macho adulto, número 2 un macho joven, número 3 un macho adulto, número 4 una hembra adulta, número 5 y número 6 machos infantes, número 7 y número 8 hembras adultas y número 9 hembra joven.

Las 28 horas restantes estuvieron dirigidas a la observación conductual del grupo. Se midió con el cronómetro digital la duración de los encuentros agonísticos y esta información fue llevada de manera continua e inmediata al cuaderno de notas, donde se especificó la fecha de observación, hora, tiempo de observación, tipo de manifestación conductual, la duración de dicha manifestación y los individuos involucrados.

Muestra: Parque Zoológico El Pinar

Durante los meses de octubre y noviembre de 1993 se llevaron a cabo las observaciones destinadas a la muestra del Parque Zoológico El Pinar ubicado en la ciudad de Caracas, Venezuela. En total se trabajó con seis individuos, los cuales se desenvolvieron en un área de 216 m^2 aproximadamente. La alimentación fue distribuida una vez al día y constó de zanahoria, mazorca, patilla, naranjas y lechuga.

Se sumaron un total de 35 horas de las cuales cinco fueron para identificar a los individuos del grupo por número, grupo de edad y sexo y se obtuvo lo siguiente: número 1 macho adulto, número 2 macho joven, número 3 macho infante, número 4 macho joven, número 5 y número 6 hembras adultas.

Las 30 horas restantes estuvieron dirigidas a la observación conductual del grupo. Se utilizó el mismo cronómetro, cuaderno de notas y materiales utilizados en la muestra del Parque del Este y los datos fueron registrados especificando la fecha de observación, hora, tiempo de observación, tipo de manifestación conductual, la duración de dicha manifestación y los individuos involucrados.

Resultados

Muestra: Parque del Este

Las conductas agonísticas que se observaron en el grupo de individuos del Parque del Este, respondieron únicamente a manifestaciones de ataque y huida, amenaza y evasión.

Ataque y huida: en las manifestaciones de ataque y huida los involucrados fueron, la individuo #9 (hembra joven) quien siempre fue la atacante y la individuo #8 (hembra adulta) quien huía. Durante todas las observaciones de este tipo, la individuo #9 jamás alcanzó a #8 por dos razones: 1) cuando la atacada salía del campo visual de la atacante gracias a los altibajos y estructura física del recinto; 2) cuando el individuo #5 (macho infante) interrumpía la persecución poniéndose a jugar con la atacante y esta correspondía. Estas manifestaciones ocurrieron cada vez que #8 intentó acercarse a #5 y era visto por #9. Tuvieron una duración que osciló entre 30 y 300 segundos sumando un total de 375 segundos, lo que representa el 75,7% del total de conductas agonísticas de este grupo (ver cuadro comparativo).

Amenaza: En este tipo de manifestación el principal involucrado fue el individuo #1 (macho adulto) cuya postura de amenaza siempre estuvo dirigida a los visitantes y personal del parque que en ocasiones limpiaba el recinto. Con la mirada sobre el oponente, #1 se mantuvo sobre sus cuatro extremidades dando saltos sobre el mismo lugar y mostrando los dientes mientras el pelaje de su espalda se notaba erecto. En ocasiones alternaba con movimientos bruscos de su cabeza emitiendo fuertes chillidos. Otro de los involucrados en las manifestaciones de amenaza fue #8 (hembra adulta) quien dirigió esta conducta hacia #3 (macho adulto). La duración de cada una de las manifestaciones de este tipo osciló entre 15 y 20 segundos representando el 21,9% del total de conductas agonísticas observadas en este grupo (ver cuadro comparativo).

Evasión: El representante de esta conducta fue #8 (hembra adulta) quien en una oportunidad apuró sus pasos ante la presencia de #9, emitiendo sonidos cortos con su boca como quejándose. Esto sucedió durante la hora de la comida a la que #8 se acercaba temerosamente. La duración de esta conducta fue de 12 segundos y representa el 2,4% del total de conductas agonísticas del grupo (ver cuadro comparativo). No se observaron conductas de apaciguamiento ni agresión en los individuos de esta muestra.

Muestra: Parque Zoológico El Pinar

En esta muestra pudimos observar manifestaciones de amenaza, apaciguamiento, ataque y huida, evasión y agresión.

Amenaza: Esta conducta fue observada en casi todos los individuos del grupo, y gran parte de ella (67 segundos) estuvo dirigida hacia los visitantes que llegaban al recinto. A excepción de la amenaza dirigida por parte del individuo #3 (macho infante) hacia el individuo #4 (macho joven), el resto de estas conductas estuvo enfocada en la individuo #5 (hembra adulta) por parte de todos los integrantes del grupo, sin embargo, quien tuvo mayor registro de amenazas hacia #5 fue la individuo #6 (hembra adulta). La amenaza dirigida por parte de #3 hacia #4 fue provocada por un visitante quien lanzó al recinto varios trozos de maní en el lugar donde se encontraba #3. Cuando #4 intentó acercarse, #3 abrió la boca mostrando los dientes con lo que #4 se alejó inmediatamente.

En otra oportunidad un visitante lanzó al recinto una rama sin hojas de considerable espesor, esta fue recogida por el individuo #1 (macho adulto) quien se subió al techo de la estructura central del recinto y comenzó a golpear la rama contra la superficie metálica apoyado en sus patas traseras provocando fuertes sonidos con los cuales el resto del grupo se mantuvo alerta. La duración de las manifestaciones de amenaza osciló entre 8 y 40 segundos, sumando un total de 245 segundos que representa el 41,6% del total de conductas agonísticas que se registraron para este grupo (ver cuadro #6).

Apaciguamiento: Esta conducta se observó solo una vez cuando #5 (hembra adulta) luego de ser acosada por #6 (hembra adulta) se paró en sus patas traseras y con la espalda contra la pared levantó los miembros anteriores exponiendo la región abdominal lo cual inhibió el ataque de #6 evitando la agresión. Esta manifestación tuvo una duración de 15 segundos y representa el 2,2% del total de conductas agonísticas registradas en este grupo (ver cuadro #6).

Ataque y huida: Estas manifestaciones ocurrieron en la mayoría de los casos por causas territoriales cuando #5 intentaba acercarse al centro del recinto donde se encuentra un bebedero y un techo que los resguarda de

la lluvia. Inmediatamente era atacada por #6 y su respuesta siempre fue la huida a excepción de la vez que explicamos anteriormente como manifestación de apaciguamiento. La duración más larga con respecto a este tipo de conductas fue de 38 segundos cuando a los típicos ataques de #6 hacia #5 se unieron #4 (macho joven) y #2 (macho joven) como atacantes. Pudimos observar que estas conductas están estrechamente ligadas a las de amenaza ya que dependiendo de la respuesta del amenazado se desata o no la huida.

La sumatoria de las manifestaciones de ataque y huida fue de 143 segundos lo que representa el 21,7% del total de conductas registradas para este grupo (ver cuadro #6).

Evasión: Esta conducta se evidencia porque el animal está siempre temeroso y huye ante cualquier movimiento por parte de otro individuo del grupo aun cuando este movimiento no esté dirigido hacia él. El representante de esta manifestación fue #5 (hembra adulta) quien por su misma condición de subordinada evitó cualquier contacto con los demás miembros del grupo y pasaba la mayor parte del tiempo pegada a la pared del recinto desplazándose con extrema cautela. La duración de esta conducta osciló entre 8 y 15 segundos y la suma de ellas 74 segundos lo que representa el 11,1% del total de conductas agonísticas observadas en este grupo (ver cuadro #6).

Agresión: Esta conducta ocurrió cuando en una manifestación de ataque y huida el atacante alcanzó a su víctima. En dos oportunidades los involucrados fueron #6 (hembra adulta) y #5 (hembra adulta) donde esta última resultó fuertemente herida en la oreja y mano derecha. También se observó a #4 (macho joven) mordiendo a #5 mientras esta corría alrededor del recinto pegada de la pared. Esta manifestación fue la más larga con una duración de 80 segundos.

En otra ocasión la agresión estuvo dirigida hacia #2 (macho joven) por parte de #4 (macho joven) con un mordisco en la pata trasera con lo que #2 huyó inmediatamente hacia la estructura central del recinto emitiendo un fuerte chillido. Estas conductas se clasificaron como agresivas porque fueron dirigidas intencionalmente causando daño físico por individuos jerárquicamente dominantes. Durante la comida no se observaron conductas

agresivas principalmente porque el alimento es bien distribuido a lo largo del recinto y todos los individuos tuvieron acceso a ella. Las conductas de agresión sumaron un total de 155 segundos, lo que representa el 23,4% del total de conductas agonísticas del grupo (ver cuadro comparativo).

Sumamos el tiempo total de duración de todas las manifestaciones de amenaza, apaciguamiento, ataque y huida, evasión y agresión de cada grupo para totalizar las conductas agonísticas observadas en cada muestra a lo largo de la investigación. El total de horas dedicadas a la observación conductual de cada grupo (28 horas para la muestra del Parque del Este y 30 horas para la muestra del Zoológico el Pinar) fue llevada a segundos (100.8 segundos y 108 respectivamente) para facilitar el manejo de los datos. Para la muestra del Parque del Este el total de conductas agonísticas suman 495 segundos y esto representa el 0,491% de los 100.8 segundos de observación total. Es decir que dentro del total de conductas sociales posibles en 28 horas de observación el 0,491% estuvo dedicado a manifestaciones de tipo agonístico. Para la muestra del Zoológico el Pinar el total de conductas agonísticas observadas fue de 662 segundos lo que representa el 0,612% de los 108 segundos de observación total. Es decir, que dentro del total de conductas sociales posibles en 30 horas de observación el 0,612% estuvo dedicado a manifestaciones de tipo agonístico (tabla 2).

Discusión y conclusiones

Las condiciones artificiales en las que se encuentran ambos grupos probablemente sí modifican las interacciones agonísticas. En la muestra del Parque del Este, por ejemplo, las persecuciones, debido a los altibajos del recinto, dieron como resultado ser de mayor duración. A su vez, el hecho de que no exista en esta muestra conductas de apaciguamiento ni agresión y un mínimo porcentaje de evasión es producto de estos mismos altibajos disponibles para la huida. En la muestra del Zoológico El Pinar donde el ambiente artificial no presenta altibajos, un individuo subordinado no tiene posibilidad de huida y de esta forma es fácil presa de agresión. Las conductas de evasión y apaciguamiento podrían estar equilibrando las características físicas del recinto. Esto se obtuvo luego de determinar el

espacio disponible para cada individuo que, en la muestra del Zoológico El Pinar resultó ser mayor.

El tipo de alimentación y las horas en que es distribuida no promueve las interacciones agonísticas en ambos grupos. En el caso del Parque del Este el alimento es dispensado dos veces al día en el centro del recinto, lo que permite un abastecimiento suficiente para toda la colonia en función de las preferencias jerárquicas del grupo. En el Parque Zoológico El Pinar el alimento es distribuido una vez al día y esparcido por todo el recinto en mayor cantidad lo que permite a todos los individuos del grupo acceder a la comida y evitar enfrentamientos territoriales.

Las personas que visitan ambos recintos promueven manifestaciones agonísticas interespecíficas, donde la acción agonística va dirigida a individuos no pertenecientes al grupo. Las conductas de apaciguamiento y evasión actuaron como mecanismos reductores de lucha y evitaron así la agresión. La frecuencia y duración de las conductas agonísticas intraespecíficas en los monos capuchinos pardos que se encuentran en cautiverio parece estar determinada por las características físicas del espacio disponible y la cantidad de individuos que lo ocupan.

Aun cuando los resultados de las dos muestras presentan diferencias con respecto a cada una de las manifestaciones agonísticas, en general esto no es significativo para establecer que estas conductas son diferentes entre los dos grupos. Los datos aquí aportados son preliminares y dependen del número de individuos que conforman la muestra y del esfuerzo de muestreo. Futuras investigaciones en individuos no cautivos podrían aportar valiosa información para realizar estudios comparativos que entre otras cosas nos permitan conocer más sobre este tipo de conductas que se ha sugerido como fundamentales en el proceso de hominización.

Agradecimientos

A la Universidad Central de Venezuela y su escuela de Antropología, a mi tutora y amiga Rosario Massimo, a Jesús Oyalbis, Valentín Fina, Rafael López y Abel Perozo por compartir sus conocimientos conmigo, dentro y fuera de clases. Al personal administrativo y obrero del Parque Zoológico

El Pinar y El Parque del Este por facilitarme el acceso, permisología e información necesaria para trabajar en los recintos de los monos capuchinos pardos. A los editores por invitarme a publicar esta contribución. A mis padres, mi hija Luna y mi esposa Franca.

Referencias

CARTHY, J. D. (1970). *La conducta de los animales*. Salvat Editores, Barcelona, España.

EIBL-EIBESFELDT, I. (1976). *Amor y odio*. Salvat Editores, Barcelona, España.

GARCÍA, R. M. (1992). *Conducta social en una colonia de Cebus olivaceus en cautiverio una aproximación*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

HINDE, R. A. (1977). *Bases biológicas de la conducta social humana*, Editorial Siglo XXI, México D.F., México.

HOLLOWAY, R. (1974). *Primate aggression, territoriality and xenophobia. A comparative perspective.* Academic Press, Nueva York, EE. UU.

MANNING, A. (1977). *Introducción a la conducta animal*. Alianza Editorial, Madrid, España.

NAPIER, J. R y Napier, P. H. (1967). *A handbook of living primates*. Academic Press, Nueva York, EE. UU.

PEREIRA, L. (1985). *Comportamiento social en Cébidos*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

WASHBURN, S. L. y Moore, R. (1980). *Del mono al hombre, un estudio sobre la evolución humana*. Alianza Editorial, Madrid, España.

Tablas

Tabla 1. Variables registradas en el estudio.

Variables generales	Subvariables	Indicadores	Objetivación de la medida	Fuente	Técnica
TERRITORIALIDAD Y JERARQUÍA	Manifestaciones de amenaza	Defensa del territorio mediante la manifestación de amenaza	Determinar si las condiciones de cautiverio modifican las manifestaciones de amenaza	Vivencial	Observación directa
	Apaciguamiento	Reducción de luchas	Comprobar si existe en estos grupos el apaciguamiento como mecanismo de reducción de luchas	Vivencial	Observación directa
	Ataque y huida	Demarcación del territorio con base en conductas de ataque y huida	Cómo se manifiestan las conductas de ataque y huida en ambos grupos en estado de cautividad	Vivencial	Observación directa
	Evasión	Reducción de luchas	Comprobar la existencia de la evasión como mecanismo de reducción de luchas	Vivencial	Observación directa
	Agresión	Garantía de elección de alimentos y acceso a las hembras	Conocer si en estado de cautividad la agresión determina el acceso al alimento y a las hembras	Vivencial	Observación directa

Tabla 2. Porcentajes registrados para ambos zoológicos.

Tipo de manifestación	Parque del Este	Parque Zoológico El Pinar	Porcentajes	
Amenaza	108 seg	275 seg	21,9%	41,6%
Apaciguamiento	0	15 seg	0	2,2%
Ataque y huida	375 seg	143 seg	75,7%	21,7%
Evasión	12 seg	74 seg	2,4%	11,1%
Agresión	0	155 seg	0	23,4%
TOTAL	**495 seg**	**662 seg**	**100%**	**100%**

Claudio Corsi
Miami, EE.UU / claudiocorsi@hotmail.com / www.claudiocorsi.com.

Corsi, C. (2019). Conductas agonísticas en dos grupos de individuos de monos capuchinos pardos (*Cebus olivaceus*) en cautiverio. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 263-276.

Comportamiento agonístico de *Cebus olivaceus* en condiciones de cautiverio y semilibertad

Juan Rodríguez
Dayanna Da Costa Gómez

Resumen

La especie *Cebus olivaceus* es una de las más ampliamente distribuidas en Venezuela, de allí surgió el interés por recabar información sobre su comportamiento, enfocándonos en este estudio en las conductas agonísticas. Se estudiaron dos grupos, uno en cautiverio dentro del Parque del Este ("Generalísimo Francisco de Miranda") y otro en semilibertad en el Parque Zoológico Caricuao. El agonismo fue registrado considerando la agresividad, territorialidad y jerarquía, y reflejadas por las interacciones grupales de persecuciones, huida, amenaza, coalición y agresión *sensu lato*. Dichos comportamientos sociales se describieron mediante la observación a individuos y subgrupos focales por un total de 200 horas. Las conductas de persecución y huida directa son las conductas con mayor frecuencia de manifestación en ambos recintos (56,6% y 50,6%, respectivamente) seguidas de las amenazas (16,8% y 34,9%, respectivamente). De la misma manera, las conductas agonísticas estuvieron determinadas por la edad y jerarquía, así pues, son los adultos alfas los emisores de agresiones y coaliciones contra grupos jóvenes subordinados, los cuales a su vez fueron agresores con individuos de su mismo rango.

Palabras claves: Agonismo, persecución, huida, cautiverio, semilibertad.

Agonistic Behavior of *Cebus olivaceus* in Captive and Semi-free Zoo Conditions

Abstract

Cebus olivaceus is one of the most widely distributed primate species throughout Venezuela. This circumstance provides the interest on the study of its behavior, and particularly agonistic behavior. The study was conducted in two groups, one in captivity at Parque del Este ("Generalísimo Francisco de Miranda") and another in semi-free condition at the Caricuao Zoo. Agonism, including aggression, territoriality and hierarchy, was observed in events of persecution, flight, threat, coalition, and aggression *sensu lato*. These social behaviors were described by observing individuals and sub-group focals during 200 hours. Direct persecution as well as escape behaviors showed the highest frequency in both zoos (56.6%, and 50.6%, respectively), followed by threats (16.8% and 34.9%, respectively). Likewise, agonistic behaviors were determined by age and hierarchy, being alfa adults the initiators of aggression and coalitions against youth subordinate groups, that were also aggressors of individuals of the same rank.

Keyswords: Agonism, persecution, flight, captivity, semi-freedom.

Introducción

En todo el mundo, una de las mayores atracciones en circos, parques y zoológicos son los primates que allí se exhiben, quizás la proximidad y semejanza a los seres humanos aumenta la curiosidad y fascinación por parte del público espectador. En Venezuela, la especie de primate más común en zoológicos es el mono capuchino pardo (*Cebus olivaceus*).

En términos generales, en la actualidad, existe un gran número de investigaciones sobre diferentes especies de capuchinos (Chalmeau *et al*., 1996; Fragaszy *et al*., 2004; Ludes y Anderson, 1996; Pereira, 1985 y Visalberghi y Fragaszy, 1996). En ellos, los tópicos más resaltantes de estudio son la distribución geográfica, ecología, morfología, tamaño de los grupos, reproducción, desarrollo, longevidad, elaboración y uso de herramientas, entre otros.

Sin embargo, a pesar de que es una de las especies de primates más ampliamente distribuidas en el país, Venezuela no cuenta con muchas investigaciones sobre las conductas y manifestaciones sociales que pueda presentar este grupo. De allí surge el interés por obtener información específicamente sobre las manifestaciones agonísticas, de dos grupos de *Cebus* que se encuentran en un hábitat no común para ellos, como lo son el Parque del Este ("Generalísimo Francisco de Miranda") y Parque Zoológico Caricuao. En este orden de ideas, el agonismo es una categoría de análisis que engloba las dimensiones de agresividad, territorialidad y jerarquía, estos elementos son de gran interés en la organización social de los primates, ya que se vinculan con la organización social por edad y sexo. Debido a la cercanía que existe entre el ser humano y los primates, se consideran a las manifestaciones conductuales como expresiones de

las historias filogenéticas, que actúan como mecanismo fundamental de adaptación por excelencia (Massimo, 1989). No obstante, la exploración de estas conductas no se dirige a la comprobación de modelos conductuales, simplemente son una aproximación de determinados acontecimientos que pueden apreciarse en la escala humana (Carthy, 1970).

Con respecto a su distribución geográfica, *Cebus olivaceus* se distribuye desde América Central hasta Suramérica, desde el sur de México hasta el norte de Argentina en altitudes de 16º N y 30º S (Buettner-Janusch, 1979). En Venezuela pueden ser localizados en los llanos, región central, suroriental, norte y sur del bajo Orinoco, Amazonas y al este de Río Negro (Marcano y Ottocento, 1987).

En cuanto al tamaño de los grupos se considera que la conformación de manadas está relacionada con factores energéticos, lo que supone que a mayor cantidad de recursos alimenticios mayor será la posibilidad de incrementar el número de individuos dentro del grupo. Sin embargo, en términos generales habitan en tropas de 8 a 30 individuos, observándose también algunos individuos solitarios (Freese y Oppenheimer, 1981, citado en Robinson y Janson, 1985). Los recursos alimenticios explotados, las estructuras jerárquicas, la defensa de la territorialidad, la reproducción y otras manifestaciones son el resultado de la conducta, la cual es una reacción a los estímulos. "Un estímulo es generalmente un cambio en un aspecto determinado del medio ambiente de un organismo" (Carthy, 1970). Esto significa que las posturas, señas, vocalizaciones, visualizaciones y expresiones también actúan como estímulos y al mismo tiempo funcionan como patrones de comunicación o desencadenantes multimodales (Bramblett, 1976; Linden, 1985). Tales acciones llevan consigo un proceso de emisión y recepción de información que se extiende a las conductas agonísticas.

Todas estas señales definen al agonismo como el componente mayoritario que logra englobar tres dimensiones: a) agresividad, b) territorialidad y c) jerarquía, donde las interacciones de un grupo se dan por un significativo número de subdimensiones, entre ellas, persecuciones, hostigamiento, sumisión, huida y apaciguamiento, las cuales son el producto de procesos tanto emocionales como fisiológicos. Algunos de estos procesos son propios para determinados individuos, en la mayoría de los casos para

aquellos que pertenecen a la misma categoría de edad y sexo (Scott, 1956, citado en García, 1992).

La agresividad es uno de los tópicos más investigados y discutidos en el estudio sobre comportamiento agonístico; muchos autores, refieren una inquietud perenne ante este fenómeno, debido a que durante la agresión existe la posibilidad de infligir un daño físico a otro individuo (Eibesfeldt, 1973; Eibesfeldt, 1987; Hinde, 1977; Mehlman *et al*., 1994; Robinson y Janson, 1985; Tinbergen, 1985; Wilson, 1980; Barnett, 1972; Fedigan, 1982). Esta puede ocurrir por: a) la determinación de estatus jerárquico, aunado a la afirmación de dominio dentro del grupo, b) la protección de infantes y hembras, c) los actos de separación a través de los cuales se da fin a la lactancia, d) acceso a los mayores recursos, e) acceso a las hembras, f) búsqueda de alimento, g) cuando hay una gran multitud de extraños cerca de los recursos, h) en defensa del territorio i) en la exploración de áreas extrañas y peligrosas (Corsi, 1994, este volumen). La territorialidad, es una manifestación temprana en el curso de la evolución, definiendo al territorio como un área o región defendida (Itó, 1970). En este sentido, Pitelka (1959, citado en Kaufmann, 1971) establece que el territorio es uno de los elementos primarios en la manifestación de la vida y por tal motivo debe ser considerado como un área exclusiva. Esta exclusividad significa ocupar lugares de primero y segundo orden, sitios para comer, dormir u observar, dichos lugares están enlazados por una red de caminos (Thorpe, 1980). Los sitios de primer orden no son más que puntos estratégicos de descanso, copulación y alimentación que pueden encontrarse en un área nuclear como en la totalidad del territorio. Mientras que los lugares de segundo orden se ubican dentro del ámbito de recorrido y no son permanentes.

Por su parte, la jerarquía como otra de las dimensiones del agonismo, se define como una forma especial de poder donde se marca gradualmente la superioridad e inferioridad jerárquica entre los miembros de un grupo a expensas de las luchas y conflictos (Barnett, 1972; Corsi, 1994; Dawkins, 1985; Eibesfeldt, 1987; Fedigan, 1982; García, 1992; Goodall, 1986; Hinde, 1977). Para ello, existe una serie de cualidades que parten de la edad, la experiencia, el sexo, la asociación, el traspaso o la herencia y un cierto grado de agresividad y simpatía (Eibesfeldt, 1987).

Durante las manifestaciones agonísticas se presenta de manera extrínseca una gran variedad de subdimensiones como son las amenazas, sumisión, persecución, huida e intervención de terceros a través de las coaliciones. La presente investigación se planteó describir las manifestaciones más frecuentes de conductas agonísticas en dos grupos de monos capuchinos (*Cebus olivaceus*) en condiciones de cautiverio y semilibertad.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en dos recintos, en el Parque Generalísimo Francisco de Miranda (GFM), donde los individuos se encuentran en cautiverio desenvolviéndose en un área de 260 m^2; el alimento suministrado se ofrece dos veces al día (frutas y legumbres) y en el Parque Zoológico Caricuao, permanecen en estado de semilibertad, desplazándose hacia cualquier área del recinto, frecuentando de forma cotidiana el área de "Los Monos", "Planicie Africana" y sus alrededores. Las dimensiones del recinto tienen aproximadamente una superficie de 4500 m^2. El suministro de comida se realiza una vez al día, la cual consta de una gran variedad de frutas, hojas y flores.

La selección de la muestra está conformada por dos grupos, en el Parque GFM constituido por 15 individuos: ocho machos, seis hembras y un infante y en el Parque Zoológico Caricuao por 23 individuos: trece machos, cinco hembras y cinco infantes. La investigación realizada en ambas colonias se inició en julio de 1997 y finalizó en noviembre del mismo año, distribuida en dos períodos. Para ello, se sumaron un total de 130 horas de observación en cada recinto, de las cuales 30 se dedicaron a la identificación de los individuos por clase de edad-sexo, para un total de 200 horas de observación y 60 horas para la individualización, asignación de nombres, números, rangos y registro de fotografías de los miembros.

El punto de partida de la investigación surge de las múltiples interacciones que implica delimitar y diferenciar un conjunto de manifestaciones conductuales vinculadas a la agresión, amenaza, persecución, huida y coalición. Estas subvariables son parte de las conductas agonísticas. En consecuencia, se establecieron tres dimensiones o variables conformadas por la agresividad, jerarquía y territorialidad en los individuos, a fin de analizar las

conductas más frecuentes en las que intervienen los miembros de las colonias, específicamente bajo la modalidad de conductas directas, las cuales se expresan de manera física y de ataque (Vargas y Santillan, 1998).

La metodología empleada es el inductivo, fundamentada a través de la observación directa, continua y no participa sobre el objeto de estudio, designando individuos focales, subgrupos focales y del contexto físico (Postic y Ketele, 2000) sobre los cuales realizar las anotaciones oportunas. En la primera (observación directa), los individuos de ambos recintos fueron seguidos durante 30 minutos diarios, registrando de forma continua las conductas manifiestas e individuales.

Para los subgrupos focales se llevaron a cabo anotaciones de aquellas actividades que incluían más de dos individuos, un registro para cada uno a excepción de las coaliciones, las cuales fueron tomadas como un registro grupal, debido a que se encontraban involucrados de manera conjunta de dos a seis individuos. Este tipo de manifestaciones se registraron en aquellos individuos de alta jerarquía o hacia los cuales se buscaba mayor apoyo (Corsi, 1994; Paul, 1995), mientras que para las observaciones y registros oportunos se consideraron aquellas interacciones notorias que surgieron de un conjunto de manifestaciones agonísticas, independientemente de la participación de individuos focales o subgrupos.

Resultados

Para el análisis de los resultados se realizó, en primera instancia, un análisis por recinto estudiado, considerando las acciones parciales y totales de los registros agonísticos, en una relación témporo-espacial de las conductas; medidas en minutos de acuerdo al total de horas de observación realizadas. Seguidamente, se realizó un estudio para todo el conjunto de *Cebus olivaceus* estudiados, aplicando un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) con la finalidad de determinar las relaciones entre las variables agonísticas y el grupo de *Cebus olivaceus* evaluado, para luego realizar un Análisis de Conglomerados o Cluster con el objetivo de verificar si las tropas estudiadas se agrupan según un perfil de comportamiento particular (figura 1).

Es así como, de las cuatro conductas agonísticas observadas en ambos centros, la persecución y huida es la que se encuentra en mayor porcentaje, en el Parque GFM estas actividades se dirigieron a los adultos medios subordinados, por parte de machos y hembras jóvenes y adultos medios en la escala jerárquica de dominancia. Estas manifestaciones se generaron principalmente por territorio, considerando la prioridad y acceso que estos miembros poseen para obtener pareja, alimentarse y procrear.

En el Parque Zoológico Caricuao, los emisores de estas conductas eran los miembros dominantes, los cuales dirigían sus ataques hacia los subordinados como una respuesta a estímulos externos generados por el alimento suministrado por un visitante, dado que a mayor rango, se tendrá mayor acceso a los recursos. Para la tropa que vive en el Parque GFM, las persecuciones observadas consistieron en uno o más animales corriendo detrás de un individuo. Esta conducta solo fue registrada en contextos netamente agonísticos, registrando un tiempo de 51 min y 36 seg de un total de 90 min y 6 seg de manifestaciones lo que equivale al 56,6% (tablas 1 y 2).

La conducta agonística con un mayor porcentaje de observación fue la persecución y huida con 73 observaciones, siendo un 37,2% del total de las conductas evaluadas. Para la persecución y huida directa hacia los congéneres se obtuvo un 57,5% de acciones, seguido de 24,7% de persecuciones por territorio. Las manifestaciones de amenaza fueron el segundo renglón más alto de los registros con 60 observaciones, con el 30,6% de las observaciones agonísticas. Las amenazas directas representaron el 55% de los registros totales, seguidos de las amenazas por territorialidad con 25%, referidos a las interacciones agonísticas.

Los resultados obtenidos en el Parque Zoológico Caricuao exhiben similitudes con respecto al Parque GFM, donde la conducta de mayor registro fue la persecución y huida con 55 eventos lo que es igual a un 51,9% del total de conductas agonísticas manifestadas. El tiempo de estas manifestaciones oscila entre 4 y 52 segundos, el total de dichas actividades es de 15 min y 52 seg (tablas 1y 2). Las más relevantes de las acciones de persecución y huida fueron las directas, al representar el 96,4% de las persecuciones totales. Por alimento se apreciaron dos anotaciones, ello representa el 1,9% de los registros parciales de las

manifestaciones agonísticas. Para los registros por territorio y jerarquía no se ejecutaron acciones de este tipo.

En cuanto a las amenazas en el Parque Zoológico Caricuao, se registraron 45 eventos, lo que representó el 42,5% de las observaciones totales de las conductas agonísticas. De ellas, las primeras manifestaciones fueron por alimentación (57,8%) seguidas de las directas (42,2%), mientras que por territorio y jerarquía no se produjeron registros vinculados a la totalidad de las amenazas. Con el análisis de Correspondencia Múltiples (figura 1), se observa que el grupo de *Cebus olivaceus* estudiado presenta dos comportamientos diferenciales: los adultos medios subordinados fueron los emisores y receptores de las variables agonísticas, mientras que los alfas y otros individuos de alto rango de dominancia fungieron como emisores de las coaliciones pero no receptores de ninguna de las conductas estudiadas. De la misma forma, se tiene que en ambos recintos las hembras fueron las receptoras de las agresiones. En el análisis de conglomerados se obtuvo tres clases diferenciales en las cuales se agrupó a los individuos observados por estatus jerárquico, edad y la conducta agonística recibida o emitida.

Cabe destacar que, la mayoría de las veces, las cuatro manifestaciones evaluadas, se presentaron sin factores desencadenantes que los pudiese explicar; exceptuando las dos ocasiones en las que se produjo un mecanismo natural de protección ante miembros de especies distintas, donde se observó la alianza formada entre machos y hembras alfas del Parque GFM, como respuesta a la presencia de un grupo de perros y hacia los visitantes (una ocasión) en el Parque Zoológico Caricuao, donde el alimento suministrado por ellos funcionó como una forma de control de recursos por parte de los miembros de la tropa.

Discusión y conclusiones

A pesar de que no hubo diferencia en el tiempo total dedicado a las conductas agonísticas en ambos recintos, sí se encontraron algunas conductas que difieren significativamente en cuanto a las ejecuciones de las mismas. En primer lugar, el tiempo de ejecución de las manifestaciones agonísticas

producidas en el parque GFM fue mayor (90 min y 6 seg, con un total de 196 observaciones) con respecto a lo observado en el Parque Zoológico Caricuao (106 conductas en 30 min y 65 seg). En donde el 99% de los individuos evaluados en el Parque GFM fueron los protagonistas de las manifestaciones, solo una cría recién nacida no participó. Mientras que en el Parque Zoológico Caricuao, de los 23 individuos observados 10 fueron los manifestantes.

En el Parque Zoológico Caricuao, eran los individuos dominantes quienes ejecutaban las conductas agonísticas, donde los individuos perseguidos u hostigados huían hacia las áreas con abundante vegetación. En este parque, la conducta fue directa a un miembro de la tropa a causa del alimento entregado por el visitante, como una forma de control y demanda donde solo tienen acceso los miembros de mayor rango en la escala jerárquica. Esta conducta ha sido reportada por Vargas y Santillan (1998), así como por Paul (1995) al indicar que la comida es un fenómeno disruptivo que origina los fenómenos agonísticos.

De acuerdo a Gómez (2012) la oferta combinada de comida, entre ellos; tallos, hojas nuevas, flores, médula de palmas, vegetales y frutos definen la variabilidad de contenido nutritivo y la alternabilidad de alimentos que favorecen una dieta flexible para los grupos. Esto permite visualizar la magnitud de las conductas agonísticas que puedan o no presentarse por la forma de alimentación alternativa. Para Giudice *et al.* (2011) la calidad de los recursos brindados son más reveladores e importantes que la cantidad, más aún en aquellos espacios de menor dimensión, garantizando una adecuada adaptabilidad e inserción social.

Las amenazas, en ambos recintos consistieron en mostrar los dientes, saltos de un lado a otro, pelaje del dorso erizado, sentado sobre sus cuartos traseros y boca abierta, específicamente por territorio para el Parque GFM, es una respuesta de cómo los primates se manejan en cautiverio, según los marcadores etológicos de adaptación (Giudice *et al.,* 2011) y a causa del alimento entregado en el Parque Zoológico Caricuao, como un elemento de variación en la oferta de alimentos (Gómez, 2012). Este tipo de amenazas también han sido observados por García (1992) y Paul (1995).

Las coaliciones en ambos parques estuvieron conformadas por las alianzas entre machos jóvenes y hembras medias acompañados del macho y hembra alfa hacia los miembros de menor dominancia en el Parque Zoológico Caricuao y hacia el grupo de perros en el Parque GFM. Ahora bien, las agresiones tanto en el Parque GFM como en Caricuao estuvieron dirigidas hacia los miembros subordinados; no obstante, parte de esos individuos jóvenes también fueron emisores de agresión, esto podría ocurrir como una forma de alcanzar o afianzar alguna posición jerárquica en el grupo o por defensa de sus espacios aunado al alimento en el último recinto.

Estos resultados apoyan lo expuesto por Corsi (1994) quien afirma que el alimento no es un factor generador de conductas agonísticas, a pesar de que en esta investigación se observó una manifestación agonística por alimento a causa de un visitante, esta se generó solo un día de observación, el resto del tiempo el alimento proporcionado por los recintos no causó conductas ni manifestaciones agresivas entre los miembros de las tropas. Es así como, toda la muestra evaluada se puede dividir en tres clases; una primera donde se tiene a los jóvenes y adultos medios, subordinados que recibieron las cuatro variables agonísticas y fueron emisores de agresiones y persecuciones. Una segunda en donde se agrupa a los juveniles subordinados que no participaron ni fueron receptores de ninguna conducta. No obstante, cabe resaltar que en los momentos de juego estos individuos simulaban algunas de las conductas agonísticas entre ellos. Y la tercera clase donde se ubican a los adultos viejos, emisores de amenazas y coaliciones, principalmente individuos alfas.

Como se indicó previamente en los resultados, los machos alfas son los que dirigen y dominan. En el Parque del Este (GFM) hubo un caso en el que las conductas agresivas por territorio causaron la muerte de una cría, hijo del macho alfa. Sin embargo, como demuestra este estudio, la mayoría de las conductas agonísticas fueron generadas por los individuos dominantes dada quizás por la excitación de estos ante la búsqueda de un salto en el poder jerárquico o procura de poseer mayor territorio. Esto se observó entre dos hembras particulares dentro del recinto del Parque GFM, una hembra dominante joven y una adulta vieja subordinada, esta conducta se dio tanto por territorio como por jerarquía, posiblemente la adulta vieja fue desplazada

por la joven. De la misma forma, se observaron alianzas entre las hembras de alto rango y/o machos alfas en defensa del territorio y su jerarquía. Este comportamiento es registrado por Corsi (1994), así como por Vargas y Santillan (1998), a fin de tener los mejores privilegios que ofrece el contexto físico.

A pesar de que las manifestaciones agonísticas en *Cebus olivaceus*, en cautiverio y semilibertad, no han sido registradas con frecuencia, se sabe que el cautiverio afecta la conducta de los mismos (Guidise *et al.,* 2011). Esto podría atribuirse a la tensión socio-ambiental como producto del confinamiento, imposibilidad para migrar y la imposición de los miembros del grupo (López y Tárano, 2008), a la que están sometidos los individuos; es por ello que las conductas agonísticas que se observaron en ambos recintos podrían estar relacionadas más hacia una conducta adquirida dirigida a mantener una estructura jerárquica estable y funcional dentro del recinto.

No obstante, se debe destacar que para ambos recintos existió un factor externo que generó la acción y ejecución directa de las variables agonísticas evaluadas; en el Parque GFM, el paso cercano de un grupo de perros generó una reacción de protección y autodefensa dentro de la tropa, actuando como un mecanismo natural de supervivencia ante miembros de especies distintas (conducta interespecífica), mientras que en el Parque Zoológico Caricuao el detonante fue la obtención de un alimento diferente entregado por los visitantes del día. Esta respuesta funciona como una forma de control de recursos por parte de los miembros dominantes, (López y Ramírez, 1993). La tropa del Parque GFM fue más agresiva que la observada en el Parque Zoológico Caricuao. Planteamos que puede ser debido a la condición de cautiverio en la que se encuentran, es decir, mientras más reducido las dimensiones de un recinto mayor posibilidad de que ocurran actividades agonísticas, prolongándose en términos témporo-espaciales (Giudice *et al*., 2011).

En conclusión, 1) las conductas con mayor frecuencia de aparición para ambas colonias son persecución y huida, seguidas por las amenazas; constituyendo así la mitad del total de los comportamientos agonísticos; 2) los individuos que participan con mayor frecuencia en los comportamientos agonísticos en ambos recintos, están determinados por la edad, expresados inicialmente por adultos, jóvenes y subadultos. Mientras que los infantes o recién nacidos por ser aún dependientes de las madres no

participan en ninguna de estas actividades. En los juveniles se apreciaron elementos de simulación y juego; 3) se puede separar a la muestra estudiada en tres clases bien definidas, a) el grupo de individuos con una posición de subordinados en la escala jerárquica, emisores y receptores de comportamientos agonísticos, b) el grupo de individuos infantes que no participan en ningún tipo de acción y c) el grupo de los individuos alfas, emisores de agresiones y coaliciones; 4) el tipo de alimentación y la distribución del mismo no acentuó los comportamientos agonísticos en ambos grupos de primates. Aún, manifestándose posibles variaciones en su distribución, se observa que los individuos aprovechan los recursos que les ofrece el medio ambiente; 5) distintos ambientes en los cuales se encuentran, sí modifican las manifestaciones agonísticas. En la colonia del Parque GFM, se observó cómo las persecuciones, huidas, amenazas, coaliciones y agresiones dieron como resultado mayor duración témporo-espacial en lo que respecta a dichas actividades. En el grupo del Parque Zoológico Caricuao los lapsos de tiempo de las manifestaciones fueron más reducidas, considerando las dimensiones del espacio territorial; 6) en ambos recintos se observó la conformación de alianzas entre dos o más capuchinos cuando estos se encuentran frente a una situación de amenaza intergrupal, especialmente entre un alfa, otros dominantes y subordinados; 7) las acciones de persecución, huida y amenaza son los mecanismos más eficaces para evitar confrontaciones intragrupales en ambas colonias; 8) la estructura social y la organización de las tropas responde al contexto, espacio o recinto en el cual se despliegan sus actividades; y 9) los resultados obtenidos por Corsi (1994) y Corsi (este volumen), exhiben datos similares con respecto a esta investigación en condiciones de cautiverio, al indicar que el alimento no es un factor desencadenante de comportamientos agonísticos. Sin embargo, los registros suministrados por Paul (1995) en un contexto de semilibertad discrepan sustancialmente al señalar que el acceso al alimento es efectivamente un componente disparador de agonismo. Tales variantes pueden estar asociadas a la comida proporcionada por los visitantes, no así por los recursos que se obtienen del entorno y de la distribución sustancial que se produce a diario por parte del personal del recinto en las áreas establecidas para ello.

Agradecimientos

Gracias a Pedro García, Francisco Javier Fernández, Carlos Alberto Martín y Zaida Martínez. Agradecemos a la profesora Rosario Massimo, por habernos guiado en la ardua labor de un estudio de campo, a la ingeniera Mary Flor Burgillos (Parque Rómulo Betancourt), al coronel Francisco Escobar Escobar (Parque Zoológico Caricuao), y en especial al grupo de guías turísticos que brindaron su apoyo incondicional durante el avance de la investigación, a Oliver, Carmen de Rodríguez y Juan Rodríguez, Norquis Linares, Luis Enrique, Paola Valentina, Diego Alejando, Alexandra Rodríguez y Soledad Tovar por todo su apoyo.

Referencias

BARNETT, S. (1972). *La conducta de los animales y del hombre*. Editorial Alianza, Madrid, España.

BRAMBLETT, C. l. (1976). *El comportamiento de los primates*. Fondo de Cultura Económica, México D. F., México.

BUETTNER-JANUSCH, A. (1979). *Antropología física*. Editorial Limusa, México D. F., México.

CARTHY, J. (1970). *La conducta de los animales*. Salvat Editores, Barcelona, España.

CORSI, C. (1994). *Observación de las conductas agonísticas en dos grupos de individuos del género Cebus nigrivittatus en cautiverio*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 53 pp.

CHALMEAU, R.; Gallo, A. y Visalberghi, E. (1996). "A comparative study of cooperation in chimpanzees, orangutans and capuchins." *Folia Primatológica,* 67(2): 81-103.

DAWKINS, R. (1985). *El gen egoísta*. Salvat Editores, Barcelona, España.

EIBESFELDT, I. (1973). *El comportamiento animal*. Salvat Editores, Barcelona, España.

———— (1987). *Amor y odio*. Salvat Editores, Barcelona, España.

FEDIGAN, M. (1982). *Primates paradigs, sex roles and social bonds*. Eden Press, Montreal, EE. UU.

FRAGASZY, D.; Visalberghi, E. y Fedigan, L. (2004). *The complete capuchin, the biology of the genus Cebus*. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.

GARCÍA, M. (1992). *Conducta social en una colonia de Cebus nigrivittatus (familia Cebidae) en cautiverio. Una aproximación*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 133 pp.

GIUDICE, A.; Bruno, G. y Mudry, M. (2011). "Manejo de primates en cautiverio: interpretación de marcadores etológicos de adaptación de *Cebus libidinosus* juveniles". *Investigaciones veterinarias*, 13: 87-91.

GÓMEZ, C. (2012). "Dieta y comportamiento alimentario de un grupo de mico maicero *Cebus apella* de acuerdo a la variación en la oferta de frutos y artrópodos en la Amazonia colombiana". *Acta amazonica*, 42(3): 363-372.

GOODALL, J. (1986). *En la senda del hombre*. Salvat Editores, Barcelona, España.

HINDE, R. (1977). *Bases biológicas de la conducta social humana*. Siglo XXI Editores, México D. F., México.

ITO, Y. (1970). "Groups and family bonds in animals in relation to their habitat" En: *Development and evolution of behavior* (Aronso, L., ed.): 389-415. Freeman and Company, San Francisco, EE. UU.

KAUFMAN, J. (1971). "Is territiality definable." En: *Behavior and environment. The use of space by animals and men*, (Esser, A., ed.): 9-36. Plenum Press, Nueva York-Londres.

LÓPEZ, M. y Tárano, Z. (2008). "Comportamiento social del mono Capuchino Común *Cebus olivaceus* (Primates: Cebidae) en tres exhibiciones zoológicas de Caracas". *Revista biológica tropical*, 56(3): 1503-1520.

LINDEN, E. (1985). *Monos, hombres y lenguaje*. Editorial Alianza, Madrid, España.

LUDES, E. y Anderson, J. (1996). "Peat bathing in captive group of capuchin monkeys (*Cebus capucinus*)." *Folia Primatológica*, 65: 38-42.

MARCANO, M. y Ottocento, R. (1987). *Evaluación de la tropa de monos capuchinos (*Cebus nigrivittatus*) que se halla en cautiverio en el Parque Zoológico de Caricuao*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

MEHLMAN, P.; Higley, J.; Faucher, I.; Lilly, A. y Taub, D. (1994). "Concentrations and severe agression and impaired impulse control in nonhuman-primates." *American Journal of Psychiatry*, 152: 1698-1699.

PAUL, L. (1995). *Organización social de una colonia de* Cebus olivaceus *en semilibertad (Parque Zoológico de Caricuao)*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 91 pp.

PEREIRA, L. (1985). *Comportamiento social en Cébidos*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 95 pp.

ROBINSON, J. y Janson, Ch. (1985). "Capuchins, squirrel monkeys and atelines: socioecological convergence with old world primates" En: *Primates Societies*. (Smuts, B., ed.): 69-82. University of Chicago, Chicago, EE. UU.

THORPE, W. (1980). *Naturaleza animal y naturaleza humana*. Editorial Alianza, Madrid, España.

TINBERGEN, N. (1985). "Guerra y paz en los animales y en el hombre." En: *Hombre y animal. Estudios sobre comportamiento*. (Friedrich, H. ed.): 163-189. Ediciones Orbis, Madrid, España.

VISALBERGHI, E. y Fragaszy, D. (1996). "The opportunistic lifestyle in *Cebus*." *Folia Primatologica,* 67(2):109-115.

WILSON, E. (1980). *Sobre la naturaleza humana*. Fondo de Cultura Económica, México D. F., México.

Figura y tablas

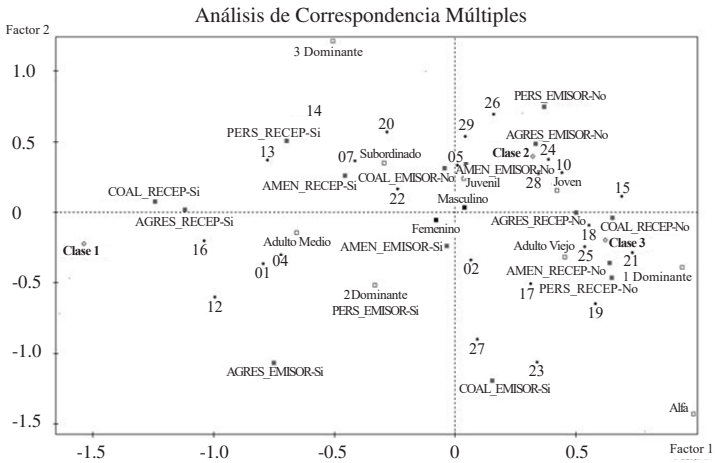


Figura 1. Clases diferenciales observadas en el grupo de *Cebus olivaceus* estudiados.

Tabla 1. Registros (Reg) observacionales y manifestaciones temporo espaciales de conductas agonísticas.

Manifestaciones	**Registros observacionales y manifestaciones témporo-espaciales de conductas agonísticas**							
	GFM Reg	%	Tiempo (min/seg)	%	P. Caricuao Reg	%	Tiempo (min/seg)	%
Persecución/Huida	73	**37.2**	50min/96seg	**56.6**	55	**51.9**	15min/52seg	**50.6**
Amenazas	60	**30.6**	15min/13seg	**16.8**	45	**42.5**	10min/7seg	**34.9**
Coaliciones	32	**16.3**	14min/50seg	**16.1**	03	**2.8**	3min/8seg	**12.4**
Agresiones	31	**15.8**	9min/47seg	**10.5**	03	**2.8**	1min/3seg	**2.1**
Total	196	**100**	90min/06seg	**100**	106	**100**	30min/65seg	**100**

Tabla 2. Registros observacionales (Reg) parciales y totales de manifestaciones agonísticas de *Cebus olivaceus.*

Variables agonísticas	Registro témporo-espacial			
	PGFM	%	PZC	%
	Reg		Reg	
Persec/Huida directa	42	21,4	53	50
Persec/Huida por territorio	18	9,2	0	0
Persec/Huida por alimento	4	2	2	1,9
Persec/Huida por jerarquía	9	4,6	0	0
Amenazas directas	33	16,8	19	17,9
Amenazas por territorio	15	7,6	0	0
Amenazas por alimento	6	3,1	26	24,5
Amenazas por jerarquía	6	3,1	0	0
Coaliciones directas	19	9,7	0	0
Coaliciones por territorio	2	4,6	1	0,9
Coaliciones por alimento	2	1	0	0
Coaliciones por jerarquía	9	1	2	1,9
Agresiones directas	25	12,8	0	0
Agresiones por territorio	3	1,5	1	0,9
Agresiones por alimento	2	1	2	1,9
Agresiones por jerarquía	1	0,5	0	0
Total	**196**	**100**	**106**	**100**

Juan Rodríguez
Coordinación Nacional de Ciencias Forenses, Cuerpo de Investigaciones Científicas Penales y Criminalísticas, Servicio Nacional de Medicina y Ciencias Forenses (Senamecf). División Nacional de Antropología Forense, Universidad Central de Venezuela, Escuela de Antropología. Caracas, Venezuela / rodriguez52_4@hotmail.com / rodriguez24.73@gmail.com.

Dayanna Da Costa Gómez
Coordinación Nacional de Ciencias Forenses, Cuerpo de Investigaciones Científicas Penales y Criminalísticas, Servicio Nacional de Medicina y Ciencias Forenses (SENAMECF). División Nacional de Antropología Forense, Universidad Central de Venezuela, Escuela de Antropología. Caracas, Venezuela. dayannadacosta@gmail.com.

Rodríguez, J. & Da Costa Gómez, D. (2019). Comportamiento agonístico de *Cebus olivaceus* en condiciones de cautiverio y semilibertad. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 277-296.

Investigaciones primatológicas de campo

Uso ilegal de primates en Venezuela

Marianne V. Asmüssen
Kathryn M. Rodríguez-Clark
Ada Sánchez-Mercado
Gonzalo Medina-Baliño
Jon Paul Rodríguez

Resumen

Los primates son uno de los grupos más amenazados por la extracción a nivel mundial. Aunque no se cuenta con estudios específicos, se sospecha que el aprovechamiento de primates como mascotas y alimento se ha incrementado en los últimos años en Venezuela. Implementando una búsqueda sistemática de registros de uso de primates en diferentes fuentes, evaluamos la utilidad de la información disponible para estimar la magnitud, detectabilidad y patrón de extracción en Venezuela en tres tipos de uso: comercio local, comercio internacional y uso particular. En total compilamos 145 registros correspondientes a 1.938 individuos de 12 especies y dos subespecies en un período de 22 años. El sesgo temporal y geográfico limita la utilidad de los datos para evaluar la importancia relativa de cada uso, o para ofrecer estimados confiables del número de ejemplares involucrados. Sin embargo, pudimos cuantificar el alcance y las asociaciones entre los diferentes usos de manera confiable. Casi todos los taxones presentes en el país están sujetos a extracción. El 45% de los reportes de uso particular también involucró comercio local. Sugerimos una estrategia mixta de información, extensión, educación, oferta de alternativas y participación ciudadana como estrategia para disminuir la demanda en el uso de primates.

Palabras claves: Cacería de subsistencia, comercio ilegal, conservación, manejo de fauna.

Illegal Use of Primates in Venezuela

Abstract

Worldwide, primates are one of the most threatened orders due to illegal extraction. Although there are no specific studies, an increase in demand for primates in trade and for personal use in Venezuela is suspected. Using a systematic review to search for primate use records in different sources, we evaluated the extent to which available data were useful for estimating the magnitude, detectability and extraction patterns in three type of primate use in Venezuela: local trade, international trade, and subsistence use. We compiled 145 records corresponding to 1,938 individuals from 12 primate species and two subspecies from a period of 22 years. Temporal and geographic biases limited the usefulness of the data to establish the relative importance of different uses, and to provide reliable estimations of number of specimens extracted. However, we were able to quantify the scope and overlap among uses. Almost all species reported to occur in Venezuela are subject to extraction. Forty five percent of subsistence use records were also involved in local trade. We suggest a mixed approach combining information, outreach, education, alternatives for family incomes and community empowerment to reduce the demand for primates.

Keywords: Conservation, illegal trade, subsistence hunting, wildlife management.

Introducción

Después del narcotráfico, el comercio ilegal de fauna silvestre es el segundo mercado negro a nivel internacional y genera un intercambio económico estimado de 5-20 mil millones de dólares anuales (Wyler y Sheikh, 2008; Zimmermann *et al.*, 2010), cifra que corresponde a millones de animales traficados (CITES, 2001; Hemley, 1994). Los primates son uno de los grupos más fuertemente amenazados por la extracción a nivel mundial (Nijman *et al.*, 2011) y son utilizados en el comercio de mascotas, como carne de cacería, en la confección de medicinas tradicionales, investigaciones biomédicas, colecciones privadas de fauna silvestre y para la industria del entretenimiento (Shepherd, 2010). Se estima que más de 8.000 ejemplares son comercializados anualmente tras fronteras internacionales, pero no existen cifras oficiales de la magnitud del tráfico a escala local (Born Free USA, 2014).

En el caso particular de Venezuela, existe un marco legal amplio para proteger la fauna silvestre, dentro de los cuales se encuentran la Constitución Nacional (República Bolivariana de Venezuela, 2000), la Ley Orgánica del Ambiente (Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela, 2006), la Ley de Protección a la Fauna Silvestre (Congreso de la República de Venezuela, 1970), la Ley de Diversidad Biológica (Congreso de la República Bolivariana de Venezuela, 2000) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2001). No obstante, el uso ilegal de fauna silvestre es una actividad arraigada en el país (Fergusson, 2010) y ha producido en algunos casos la extinción local de varias especies y, en otros, la disminución de sus niveles poblacionales (Boher *et al.*, 1999; Rodríguez y Rojas-Suárez,

2008). En Venezuela existen 16 especies de primates nativas (Sánchez y Lew, 2012) de las cuales el 25% están en alguna categoría de amenaza (Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008). Aunque no se cuenta con datos oficiales, hay evidencia de que el grado de amenaza está influenciado por una red local de uso ilegal realizada a través de la venta ambulante en carreteras, Internet, casas particulares en zonas rurales y mercados municipales, entre otros (Asmüssen, 2010).

En este capítulo evaluamos la importancia relativa de los usos de primates en Venezuela, con el fin de aportar conocimiento de línea base para la implementación de acciones de conservación efectivas. Como toda actividad ilegal, existen muchos incentivos para ocultar evidencias de extracción de fauna, lo cual representa un obstáculo para obtener suficientes registros confiables (Knapp, 2012). Abordamos dicha complicación implementando un protocolo para la búsqueda sistemática de registros de uso ilegal de fauna mediante diferentes fuentes. La finalidad fue incrementar el tamaño muestral en categorías de datos con sesgos contrastantes y así, aumentar la detectabilidad de la extracción. Con la información compilada, buscamos responder las siguientes preguntas: 1) ¿Cuál es la magnitud del uso de primates en términos del número de especies e individuos extraídos anualmente? y 2) ¿cuán detectable ha sido el uso de primates en los últimos 20 años y en dónde se ha concentrado? y, después de tomar en cuenta los sesgos temporales y espaciales, 3) ¿cuáles patrones de uso general emergen, y qué sugieren esos patrones para acciones e investigación futura?

Materiales y métodos

Área y grupos de estudio

El área de estudio abarca todo el territorio venezolano (916.445 km^2); Aguilera *et al.*, 2003, donde se reportan 16 taxones de primates (figura 1 y tabla 1; Sánchez y Lew, 2012). Aunque la cantidad de taxones es relativamente estable, su clasificación taxonómica concreta es incierta para algunos, específicamente los del género *Cebus,* que se ha propuesto recientemente dividir en dos géneros *Cebus y Sapajus* (Lynch-Alfaro *et al.*, 2012). En el

estudio presente utilizamos la clasificación de Rodríguez y Rojas-Suárez (2008), por lo que incluimos una combinación de especies y subespecies. Actualmente, cuatro de estos taxones se consideran amenazados de extinción, incluyendo al mono araña del norte (*Ateles hybridus*), uno de los 25 primates más amenazados del mundo (Schwitzer *et al.*, 2014). Información recopilada hasta la fecha sugiere que la presión de extracción sobre las poblaciones silvestres de primates en Venezuela es alta, principalmente motivada por el consumo de su carne y a la venta como mascota, pero no existen estudios cuantitativos sobre la magnitud del uso (Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008). En Venezuela los primates no están incluidos en los calendarios cinegéticos (Fergusson, 1990), por lo que su extracción está prohibida en todo el territorio nacional. En este estudio definimos como un registro de "uso de primate" a un evento con ubicación geográfica y fecha en que por lo menos un individuo de uno de los 16 taxones fue capturado, matado, ofrecido en venta, comprado o consumido por alguna persona.

Fuentes de información

Realizamos una búsqueda sistemática de registros de uso de primates en Venezuela en cuatro fuentes: 1) base de datos de CITES, 2) bases de datos de literatura científica, 3) registro de decomisos del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (de ahora en adelante "Ministerio"), y 4) motores de búsqueda en Internet. Además, realizamos trabajo de campo haciendo recorridos sistemáticos en cinco rutas en carreteras (ver más adelante).

La búsqueda sistemática de información CITES abarcó el período 1975-2010 (CITES, 2009). Utilizamos el modo experto para seleccionar todos los individuos o ítemes de primates confiscados saliendo de Venezuela. Adicionalmente, hicimos una revisión sistemática de literatura para el período 1989-2014 mediante los buscadores en línea ISI Web of Knowledge y Google Académico, además de consultar con expertos para localizar fuentes de literatura gris (e.g. tesis, informes técnicos, etc.). En todos los casos, buscamos referencias específicas para Venezuela utilizando palabras claves relacionadas con el tema ("illegal wildlife trade", "primate", "monkey",

"hunting", "wildlife poaching", "wild meat", "bushmeat", "subsistence hunting", etc. y los mismos términos en castellano). Esta búsqueda generó 121 referencias, y seleccionamos las 12 que incluyeron alguno de los taxones de primates reportadas en Venezuela (Bisbal, 1994; Castellanos *et al.*, 2010; Ceballos-Mago y Chivers, 2010; Ceballos-Mago *et al.*, 2010; Colchester *et al.*, 2004; Cova y Prieto, 2011; Fergusson, 2010; Ferrer *et al.*, 2013; Ferrer *et al.*, 2012; Rodríguez-Arnaldo, 1995; Señaris *et al.*, 2009; Silva, 1997). Para las fuentes de CITES y literatura científica combinadas, compilamos 54 registros de uso de primates (tabla 1).

La tercera fuente de datos, el Ministerio, suministró registros sobre decomisos y tenencia de animales vivos por particulares, así como de sus subproductos para 1990-2000, a nivel nacional. Para 2000-2009, solo se obtuvieron reportes parciales, ya que únicamente estaban disponibles los decomisos realizados por la Oficina Central de Vigilancia y Control de la Oficina Nacional de Diversidad Biológica en Caracas, y las actividades realizadas por las Direcciones Estadales Ambientales (DEA) de los estados de Aragua y Cojedes. En total, compilamos 31 registros de uso de primates de esta fuente. Finalmente, realizamos una búsqueda sistemática mensual en Internet durante el período abril 2008-mayo 2009, compilándose 42 registros de comercio local de primates. En total, de estas cuatro fuentes de información compilamos 127 registros de uso de primates en Venezuela entre 1989 hasta 2014.

Para registrar el comercio ilegal en carreteras, definimos cinco rutas en carreteras principales: "Costa-Occidente", "Costa-Oriente", "Sur-Occidente", "Occidente" y "Sur-Oriente" (figura 1A). Luego, recorrimos cada una de las rutas una vez durante el período abril 2008-marzo 2009, durante un fin de semana (sábado y/o domingo), bajo el supuesto de que la detectabilidad del comercio ilegal es mayor dado al incremento de compradores. En cada puesto de venta encontrado realizamos una entrevista semiestructurada a los vendedores y utilizamos los conocimientos de los integrantes del equipo para registrar: identidad de los taxones de animales silvestres ofertadas, número de individuos, edad o estadio de desarrollo y el costo. Además, a través de la consulta a expertos identificamos *a priori* dos puntos de alta venta ilegal de fauna silvestre: Puerto Píritu (Anzoátegui)

y Dabajuro (Falcón). En estos puntos, realizamos un muestreo mensual desde abril 2008 a marzo 2009. En total, en las carreteras y puntos de alta venta obtuvimos 18 registros.

Integración de los datos

Los registros de cada una de las fuentes fueron compilados en una base de datos. Cada registro fue clasificado en cinco categorías dependiendo del tipo de fuente ("CITES", "literatura", "carretera", "Ministerio" e "Internet") y se le asignó un código único que identificaba a la fuente de información. Cada reporte consistió inicialmente en una combinación única del nombre reportado del taxón utilizado, la fecha de registro, la localidad, el número y valor de los individuos, el estadio de vida y el uso asociado con el registro. El campo "nombre reportado" fue definido como el nombre común o científico reportado en cada fuente. Estos nombres fueron luego validados taxonómicamente utilizando la lista de Sánchez y Lew (2010).

Cuando la descripción de la localidad era detallada, generamos coordenadas en un campo adicional utilizando diferentes herramientas (GIS Data Depot, http://data.geocomm.com/catalog/, Acme Mapper http://mapper.acme.com/ y Google Map https://www.google.es/maps/). En los casos en que la fuente reportó las coordenadas geográficas, estas fueron ingresadas directamente. El número de individuos reportados fue tomado directamente como el número de ejemplares vivos o muertos. En caso de tratarse de reportes sobre pieles, consideramos cada pieza como un ejemplar, mientras que para partes más pequeñas (e.g. huesos, dientes, etc.), describimos el campo como "no reportado" debido a la dificultad de estimar si esas partes correspondían a uno o más individuos. Para el estadio de vida, definimos tres categorías: cría, juvenil y adulto. Finalmente, describimos el uso mediante tres categorías: 1) "uso particular" incluyó a los reportes donde la especie fue cazada directamente por el usuario y utilizada como fuente de alimento, medicina, mascota u otros usos que resultaron o no en la muerte del ejemplar; 2) "comercio local", contempló los reportes donde la especie fue cazada directamente o comprado por el usuario o por un tercero dentro del país, y utilizada para obtener ingresos producto de su venta a

intermediarios, con o sin la muerte del ejemplar; 3) "comercio internacional", incluyó a los registros descritos de forma similar al anterior, solo que la venta se realizaba con intermediarios fuera del país o la ubicación del ejemplar cambió de país en el trascurso del uso. Adicionalmente, para cada categoría registramos la motivaciones específicas del uso ya sea para la tenencia de mascota, trofeo, artesanía, consumo de carne, medicinal, etc.

Magnitud del uso

Realizamos una estimación parcial de la magnitud del uso de primates en Venezuela considerando el número de taxones y número de ejemplares traficados durante todo el período de estudio. Tabulamos el número de registros, número de taxones y número de ejemplares por fuente para evaluar el grado de complementariedad entre las mismas. Multiplicamos por 10 el número total de ejemplares como una corrección conservadora, ya que la detectabilidad de cualquier actividad ilegal se estima en un máximo de 10% (Wasser *et al.*, 2007).

Las categorías de uso compiladas no eran exclusivas en cuanto a la actividad reportada: un mismo registro puede describir el uso de un taxón para comercio local y a la vez reportar que es utilizada para uso particular (cuando, por ejemplo, alguien caza un individuo para consumir su carne y vende en un mercado local parte de la carne y la piel). Para evaluar este solapamiento, utilizamos un diagrama de Venn (figura 2A) el cual permitió visualizar la asociación cuando más de un uso fue registrado (Smyth, 2005). En nuestro caso, definimos tres grupos (comercio internacional, comercio local y uso particular), y cuantificamos el número de registros dentro de cada categoría y cada zona de solapamiento.

Detectabilidad del uso

Dado que nuestro muestreo era incompleto, el número de registros por año reflejó una combinación de la tendencia temporal real de dicha actividad y la tendencia temporal en la detectabilidad de una actividad ilícita en particular. Presumimos que la señal de la detectabilidad predominó en nuestros datos sobre cualquier tendencia real porque el muestreo estuvo

sesgado geográfica y temporalmente (ver Discusión). Por ejemplo, Gavin y Anderson (2005) reportaron que técnicas de muestreo puntuales pueden generar estimados precisos del número de especies utilizadas, pero son menos precisas en estimar las cantidades de recursos extraídos o para estimar la tendencia de la actividad ilícita. Para visualizar cómo ha variado la detectabilidad, para cada una de las motivaciones (comercio y consumo), calculamos para cada año la proporción de registros con respecto al total asociado a cada motivación.

Para visualizar la distribución espacial utilizamos solo los 77 registros que disponían coordenadas geográficas y graficamos la distribución espacial de los registros según su uso (figura 1B). Al igual que en el análisis temporal, este análisis nos permitió visualizar dónde era mayor la detectabilidad de la actividad ilegal, de manera no independiente de su patrón espacial real.

Resultados

Magnitud del uso

Los 145 registros de uso de primates en Venezuela que encontramos correspondieron a 19.890 individuos (suponiendo la detectabilidad del 10%) de 12 especies y dos subespecies de primates (tabla 1). La especie con mayor número de registros fue el mono capuchino (*Cebus olivaceus*) con 75 registros (52% del total), los cuales correspondieron a 6.950 individuos. El araguato (*Alouatta seniculus*) fue la segunda especie con más registros (30,20% del total), e incluyó 1.780 ejemplares. Si bien logramos compilar solo siete registros de mono araña (*Ateles belzebuth*), fue la especie con mayor número de individuos extraídos (9.650 individuos, 49%). Aunque la mayoría de los registros no tuvieron información sobre el estadio (48% del total), un gran porcentaje de los ejemplares con esa información correspondió a crías (41%).

La fuente de información más completa en cuanto al número de taxones detectados y la cantidad de ejemplares reportados fue la revisión sistemática de literatura, la cual detectó 1.799 individuos de 14 de los 16 taxones venezolanas, principalmente *Alouatta seniculus* y *Cebus olivaceus*. El Ministerio

reportó 31 registros para un total de 56 individuos de seis taxones. Mediante Internet, se reportaron 58 ejemplares de dos taxones, principalmente *Cebus olivaceus* y solo tres ejemplares *Saimiri sciureus.* Carreteras y CITES fueron las fuente menos informativas con apenas 30 individuos de tres especies reportados entre ambas.

Solapamiento entre usos

Noventa y tres por ciento (93%) de los registros que reportaron el uso de un taxón para comercio internacional también mencionaron que la utilizaban para comercio local. El solapamiento entre comercio local y uso particular fue menor, pero también importante (46%). Por el contrario, el solapamiento entre uso particular y comercio internacional fue nulo, sugiriendo que son actividades que ocurren de forma independiente (figura 2A).

El uso más reportado fue el comercio local (130 registros en 22 años; figura 2B), motivado principalmente por el mercado de mascota (84% de los registros de comercio local), el cual incluyó a siete especies (*Aotus trivirgatus, Cacajao melanocephalus, Callicebus lugens, Cebus albifrons, C. apella, C.a. apella, C. olivaceus y Pithecia pithecia*). 33 registros reportaron el uso de primates para comercio internacional (figura 2B), motivado también por el mercado de mascotas. En este caso, aunque también estuvieron incluidos siete taxones, la composición de los mismos varió (tabla 1). El uso particular fue tan importante como comercio internacional en cuanto al número de registros (figura 2B), pero involucró un mayor número de taxones (11; tabla 1).

Detectabilidad de la extracción ilegal

El número de registros de uso de primates fue incrementando paulatinamente entre 1989 y 2007, pero entre 2008 y 2009 se registró un aumento importante de registros de comercio local, correspondiente al lapso de nuestro muestreo en carreteras y puntos de venta (figura 2C). Durante los últimos veinte años el comercio local de primates pareció ser el uso más fácilmente detectado, y fue detectado de forma más o menos regular en el tiempo. La detección del comercio internacional por el contrario, ha dismi-

nuido desde principio de los 1990. Similarmente, aunque el uso particular de primates incrementó su detectabilidad durante varios años, desde 2004 el número de registros con respecto al total ha decaído (figura 2C). Tanto el comercio local como el internacional fueron detectados principalmente al norte del país, a lo largo de la línea costera, mientras que la detectabilidad del consumo fue mayor al sur en el estado Bolívar (figura 1B).

Discusión y conclusiones

El presente análisis provee el primer paso para una revisión completa y cuantitativa del uso ilegal de primates en Venezuela. Es claro que la extracción de primates de sus hábitats naturales ha sido una amenaza ampliamente extendida en tiempo y espacio que involucra a casi la totalidad de los taxones presentes en el país.

Los reportes de uso de primates abarcaron veintidós años y cubrieron un área extensa del territorio nacional. A pesar de esta amplia cobertura temporal y espacial, existen sesgos importantes que deben ser considerados para una interpretación correcta de los resultados. Claramente hay sesgos geográficos y temporales y más que reflejar tendencias, los datos compilados muestran cuándo y dónde ha sido mayor la detectabilidad del uso ilegal. Así, la observación que el comercio local tuvo mayor prevalencia que los otros usos en los últimos veinte años (figura 2C), debe interpretarse como que ha existido por parte de los actores un interés permanente en monitorizar esta amenaza, pero no que necesariamente es el uso ilegal más importante. De forma similar, la disminución en la prevalencia del comercio internacional y del uso particular en los últimos cartorce años no significa que ha habido un decaimiento en la incidencia de estas actividades. Al contrario, en la década entre 1960 y 1970 se reportó un incremento abrupto del comercio internacional de primates para suplir la demanda de la industria farmacéutica (Nijman *et al.*, 2011). Claramente, lo que los resultados indican es que el esfuerzo de muestreo para detectar el comercio internacional de primates en Venezuela ha sido insuficiente y sesgado. En el futuro, para lograr la obtención de datos con menos sesgos, será importante realizar monitoreos estratificados con base en las variables de interés

(e.g. disponibilidad de fauna, distancia a carreteras, densidad de poblaciones humanas) y cuantificando explícitamente el esfuerzo de muestreo (Conteh *et al.,* 2015).

Además de afectar la interpretación de la importancia relativa del comercio *versus* el uso particular, los sesgos geográficos y temporales en el esfuerzo de muestreo también influyeron en nuestra interpretación de la magnitud de la extracción ilegal. Así, no es posible afirmar que las especies con mayor cantidad de registros son las especies con mayor presión por extracción. Las tres especies con distribución geográfica más amplia fueron precisamente las especies con mayor número de registros (*Cebus olivaceus, Alouatta seniculus* y *Ateles belzebuth*): pueden ser más detectadas porque su distribución amplia hace más probable que coincida con las localidades donde se enfocó el esfuerzo de muestreo. Para las especies con una distribución restringida en áreas evidentemente subrepresentadas en nuestros datos (cuenca del lago de Maracaibo: *Aotus lemurinus*, región de los llanos: *Ateles hybridus* y región amazónica: *Chiropotes israelita*), la detectabilidad era menor y, por tanto, también su representatividad en los datos actuales. Sin embargo, evaluaciones cuantitativas recientes en la Guyana Francesa (De Thoisy *et al.*, 2005) y Perú (Aquino *et al.*, 2009), muestran que efectivamente *C. olivaceus* y *A. seniculus* están sometidas a fuerte presión de cacería en estos lugares. Basados en esta evidencia independiente, concluimos que a pesar de los sesgos y limitaciones en nuestros datos, es posible que aún reflejen una parte del patrón real de extracción.

A pesar de las limitaciones de los datos para describir la magnitud e importancia relativa de cada uso (comercio y uso particular), los registros compilados proveen información confiable para cuantificar el alcance y las asociaciones entre los diferentes usos. Dado que los registros representan el acumulado de observaciones en veintidós años, consideramos que el número de taxones reportados es un buen aproximado del número de taxones realmente involucrados en el uso de primates. Lamentablemente, el escenario no es alentador: casi todos los taxones presentes en el país están sujetos a extracción (tabla 1), aunque solo cuatro especies están formalmente bajo alguna categoría de amenaza (Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008).

Dado que el sesgo en detección es obligatoriamente hacia abajo (el número de individuos afectados en total siempre será igual o mayor del número observado), podemos decir que los 1.938 individuos reportados en los registros en este estudio es un número considerable, representando quizás alrededor de 20.000 individuos durante los veintidós años de estudio. Aunque algunos de los taxones afectados resguardan tamaños poblacionales en los miles de individuos (*Cebus olivaceus* en Surinam; Muckenhirn *et al.*, 1975) para otros, como el mono de Margarita, la extracción de 24 ejemplares/año (520 ejemplares en 22 años) estimada en este estudio, es seis veces mayor que tasas reportadas anteriormente (100 individuos cazados en 25 años; Ceballos-Mago *et al.*, 2010) y representa un serio impacto para una población que actualmente se estima entre 500 a 1.000 individuos (Ceballos-Mago *et al.*, 2010), aunque anteriormente otros autores han indicado números más bajos (300 ind.; Márquez y Sanz, 1991).

Nuestro estudio también aportó indicios para comprender cuál es la relación entre las diferentes motivaciones para extraer primates de sus hábitats naturales. Los resultados apoyan la noción de que el comercio y el uso particular no siempre actúan de forma independiente (Lindsey *et al.*, 2011). El comercio local y el uso particular operan en un continuo (figura 2A), aunque no es claro si el nexo principal es a través de la comercialización de la carne de primates o la venta de ejemplares vivos para el mercado de mascotas. Estudios recientes para Venezuela muestran que si bien la carne de animales silvestres constituye el 31% de la ingesta neta de proteína total en una comunidad rural mixta (poblaciones de indígenas y criollos en el bajo río Caura, cuenca del Orinoco), los primates en general representan menos del 1% de esta ingesta (Ferrer *et al.*, 2013). Basados en esta evidencia previa, y en los indicios arrojados por nuestros datos (una fuerte asociación entre comercio local y venta de mascotas), postulamos que el comercio de mascotas, y no el comercio de carne, es el principal vínculo entre la extracción para uso particular y el comercio local. Estudios específicos en campo como los realizados por Ceballos-Mago y Chivers (2010) que evalúan las motivaciones de la extracción de primates en un contexto geográfico y socioeconómico son necesarios para verificar esta hipótesis.

Si la estrecha asociación entre el uso particular y comercio local está motivada por el mercado de mascotas, las acciones de manejo dirigidas a disminuir la demanda o dificultar la oferta de mascotas probablemente sean más efectivas. Existe una variedad de acciones que pueden cumplir este cometido: reforzamiento legal, guardería ambiental y programas de educación y divulgación. En el país existe un marco legal que explícitamente penaliza la cacería y comercialización de primates, sin embargo, la efectividad de las acciones legales es muy baja debido principalmente a la carencia de servicios mínimos de administración y guardería de los entes gubernamentales encargados de implementarlas. Como resultado, el monitoreo es mínimo, como lo refleja la data escasa proporcionada por el Ministerio, convirtiéndose el uso ilegal de fauna en una actividad de gran, pero desconocido alcance (Ojasti, 1993). El fortalecimiento del marco legal y de las instituciones que lo ejecutan se justificaría plenamente, pero evidentemente los esfuerzos por obstaculizar la oferta son una medida a largo plazo que requieren una inversión considerable de recursos financieros, personal y voluntad política. Se requiere además disminuir los incentivos y necesidades que impulsan la oferta, en términos de ingresos financieros; incrementar el castigo no es suficiente, es necesario crear otras alternativas de ingreso distintas al comercio de fauna. Por todas las dificultades en reducir la oferta, una medida a nuestro parecer más efectiva a implementarse en el corto o mediano plazo es enfocarse en reducir la demanda, generando para ello una estrategia mixta de información, extensión, educación, oferta de alternativas y participación ciudadana (Ojasti, 1993). En Venezuela se han implementado de forma exitosa estrategias de este tipo para frenar la extracción en otras especies (Pellegrini, 2001). Para el caso de primates en particular, existen estudios que evalúan las percepciones locales y actitudes hacia los primates mantenidos como mascotas, información de gran utilidad para el desarrollo de programas educativos eficaces (Ceballos-Mago y Chivers, 2010).

Finalmente, un corolario importante que emerge de este análisis es la importancia de los grupos de investigación y conservación en primates para la documentación y el estudio de su aprovechamiento por humanos. Las publicaciones científicas y reportes técnicos fueron la fuente más completa tanto por el número de taxones reportados, como por la cantidad de individuos (tabla 1). Este resultado resalta la importancia de fortalecer

y coordinar los grupos de investigación existentes, así como fomentar la creación de grupos nuevos. Un punto importante de este fortalecimiento debería ser incrementar la accesibilidad de la información publicada, gran parte de ella en la literatura gris. Esto permitiría tanto facilitar las evaluaciones cuantitativas como la nuestra, como también disminuir la subrepresentación en áreas claves.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Agradecemos a A. Martínez del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente por facilitar la base de datos de decomisos. A. Fallabrino, D. Giraldo, S. Boher y C. Molina aportaron comentarios y sugerencias para comprender el comercio ilegal de fauna en un contexto general. E. Guada, P. Vernet, y E. Zent nos ayudaron a encontrar informes y tesis de interés para la revisión.

Referencias

AGUILERA, M.; Azócar, A. y González-Jiménez, E. (2003). *Biodiversidad en Venezuela. Tomos I y II*. Fundación Polar. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Caracas, Venezuela.

AQUINO, R.; Terrones, W.; Navarro, R.; Terrones, C. y Cornejo, F. M. (2009). "Caza y estado de conservación de primates en la cuenca del río Itaya, Loreto, Perú". *Revista Peruana de Biología*, 15: 33-39.

ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2006). *Ley orgánica del ambiente*. Gaceta oficial Nº 5833. Caracas, Venezuela.

ASMÜSSEN, M. (2010). *Estimación del comercio ilegal de fauna silvestre a tres escalas espacio-temporales: global, regional y nacional*. Tesis de Maestría. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Centro de Estudios Avanzados. Caracas, Venezuela. 127 pp.

BISBAL, F. J. (1994). "Consumo de la fauna silvestre en la zona de Imataca, estado Bolívar, Venezuela". *Interciencia*, 19: 28-33.

BOHER, S.; Méndez-Arocha, J. L.; Ojasti, J.; Rodríguez, J. P. y Rojas-Suárez, F. (1999). "Sobreexplotación de la fauna silvestre y destrucción de su hábitat. Ponencia básica. Tema: la disminución de la fauna". En: *Desarrollo sostenible del medio rural*: 203-225. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Cría, Fundación Polar. Caracas, Venezuela.

BORN FREE USA. (2014). Primate trade. http://www.bornfreeusa.org/mbw/d1_trade.php. (Consulta: 3 de febrero 2013).

CASTELLANOS, H. G.; Bertsch, C.; Veit, A.; Valeris, C.; Sarmientos, W. y Rodríguez, F. (2010). "Cosecha de fauna silvestre y acuática por comunidades Ye´kuana y Sanema del Alto Río Caura". En: *Simposio investigación y manejo de fauna silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti* (Machado-Allison, A.; Hernández, O.; Aguilera, M.; Seijas, A. E. y Rojas, F., eds.): 133-148. Embajada de Finlandia, FUDECI, IZET, UNELLEZ, USB, PROVITA, PDVSA, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Fundación Jardín Botánico de Caracas. Caracas, Venezuela.

CEBALLOS-MAGO, N. y Chivers, D. J. (2010). "Local knowledge and perceptions of pet primates and wild Margarita capuchins on Isla de Margarita and Isla de Coche in Venezuela". *Endangered Species Research*, 13: 63-72.

CEBALLOS-MAGO, N.; González, C. E. y Chivers, D. J. (2010). "Impact of the pet trade on the Margarita capuchin monkey *Cebus apella margaritae*". *Endangered Species Research*, 12: 57-68.

CITES (2001). *Cuadragésima quinta reunión del comité permanente: Informe de la región de América Central*. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestre. París, Francia.

———— (2009). CITES trade database. http://www.unep-wcmc.org/citestrade/trade.cfm. (Consulta: 5 de abril 2012).

COLCHESTER, M.; Silva Monterrey, N. y Tomedes, R. (2004). *Protegiendo y fomentando el uso consuetudinario de los recursos biológicos: Alto Caura, Venezuela*. Forest Peoples Programme. Caracas, Venezuela.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA (2000). *Ley de diversidad biológica*. Gaceta Oficial Nº 5468. Caracas, Venezuela.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA (1970). *Ley de protección a la fauna silvestre*. Gaceta Oficial Nº 29.289. Caracas, Venezuela.

CONTEH, A.; Gavin, M. C. y Solomon, J. (2015). "Quantifying illegal hunting: A novel application of the quantitative randomised response technique". *Biological Conservation*, 189: 16-23.

COVA, M. y Prieto, A. (2011). "Usos de la fauna silvestre en dos comunidades de la Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela". *Acta biológica venezuelica*, 31: 45-51.

DE THOISY, B.; Renoux, F. y Julliot, C. (2005). "Hunting in northern French Guiana and its impact on primate communities". *Oryx*, 39: 149-157.

FERGUSSON, A. (1990). *Aprovechamiento de la fauna silvestre en Venezuela*. Cuadernos Lagoven. Caracas, Venezuela.

———— (2010). "El aprovechamiento sustentable de la diversidad biológica en Venezuela". En: *Simposio investigación y manejo de fauna silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti* (Machado-Allison, A.; Hernández, O.; Aguilera, M.; Seijas, A. E. y Rojas, F., eds.): 185-204. Embajada de Finlandia, FUDECI, IZET, UNELLEZ, USB, PROVITA, PDVSA, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Fundación Jardín Botánico de Caracas. Caracas, Venezuela.

FERRER, A.; Lew, D.; Vispo, C. y Daza, F. (2013). "Uso de la fauna silvestre y acuática por comunidades del bajo río Caura (Guayana venezolana)". *Biota Colombiana*, 14: 33-44.

FERRER, A.; Romero, V. y Lew, D. (2012). "Consumo de fauna silvestre en el eje agrícola Guarataro, Reserva Forestal El Caura, Estado Bolívar, Venezuela". *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 173-174: 239-251.

GAVIN, M. C. y Anderson, G. J. (2005). "Testing a rapid quantitative ethnobiological technique: First steps towards developing a critical conservation tool". *Economic Botany*, 59: 112–121.

HEMLEY, G. (1994). *International wildlife trade: A CITIES Sourcebook*. Island Press. Washington D. C., EE. UU.

KNAPP, E. J. (2012). "Why poaching pays: A summary of risks and benefits illegal hunters face in Western Serengeti, Tanzania". *Tropical conservation Science*, 5: 434-445.

LINDSEY, P. A.; Romañach, S. S.; Matema, S.; Matema, C.; Mupamhadzi, I. y Muvengwi, J. (2011). "Dynamics and underlying causes of illegal bushmeat trade in Zimbabwe". *Oryx*, 45: 84-95.

LYNCH-ALFARO, J. W.; Boubli, J. P.; Olson, L. E.; Di Fiore, A.; Wilson, B.; Gutiérrez-Espeleta, G. A.; Chiou, K. L.; Schulte, M.; Neitzel, S.; Ross, V.; Schwochow, D.; Nguyen, M. T. T.; Farías, I.; Janson, C. H. y Alfaro, M. E. (2012). "Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys". *Journal of Biogeography*, 39: 272-288.

MÁRQUEZ, L. y Sanz, V. (1991). *Evaluación de la presencia de Cebus apella margaritae (Hollister, 1914) en la Isla de Margarita*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 100 pp.

MUCKENHIRN, N. A.; Mortensen, S.; Vessey, S.; Fraser, C. E. O. y Singh, B. (1975). *Report on a primate survey in Guyana*. Pan American Health Organization. Washington, D. C., EE. UU.

NIJMAN, V.; Nekaris, K. A. I.; Donati, G.; Bruford, M. y Fa, J. (2011). "Primate conservation: measuring and mitigating trade in primates". *Endangered Species Research*, 13: 159-161.

PELLEGRINI, N. (2001). "Educación ambiental en el sistema de parques nacionales de Venezuela". *Tópicos en educación ambiental*, 3: 55-69.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA (2000). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. Gaceta oficial Nº 5453. Caracas, Venezuela.

RODRÍGUEZ, J. P. y Rojas-Suárez, F. (2008). *Libro rojo de la fauna venezolana.* Tercera edición. Provita y Shell de Venezuela. Caracas, Venezuela.

RODRÍGUEZ-ARNALDO, C. A. (1995). "Recolección, caza y pesca en las comunidades indígenas Curripaco de la región río Negro Guainia, estado Amazonas, Venezuela". *Scientia Güaianae*, 5: 114-144.

SÁNCHEZ, J. y Lew, D. (2012). "Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Venezuela". *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 173-174: 173-238.

SCHWITZER, C.; Mittermeier, R.; Rylands, A. B. A.; Taylor, L. A.; Chiozza, F.; Williamson, E. A.; Wallis, J. y Clark, F. E. (2014). *Primates in peril: the world's 25 most endangered primates 2012-2014*. IUCN SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), Conservation International (CI), and Bristol Zoological Society. Arlington, EE. UU.

SEÑARIS, C.; Lew, D. y Lasso, C. (2009). *Biodiversidad del Parque Nacional Canaima. Bases técnicas para la conservación de la Guayana venezolana*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales, The Nature Conservancy. Caracas, Venezuela.

SHEPHERD, C. R. (2010). "Illegal primate trade in Indonesia exemplified by surveys carried out over a decade in North Sumatra". *Endangered Species Research*, 11: 201-205.

SILVA, N. (1997). "Utilización alimentaria de los recursos naturales entre los Ye´kuana". *Scientia Güaianae*, 7: 85-109.

SMYTH, G. K. (2005). "Limma: linear models for microarray data". En: *Bioinformatics and computational biology solutions using R and bioconductor* (Gentleman, R.; Carey, V.; Dudoit, S.; Irizarry, R. y Huber, W., eds.): Springer. Nueva York, EE. UU.

WASSER, S. K.; Mailand, C.; Booth, R.; Mutayoba, B.; Kisamo, E.; Clark, B. y Stephens, M. (2007). "Using DNA to track the origin of the largest ivory seizure since the 1989 trade ban". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104: 4228-4233.

WYLER, L. S. y Sheikh, P. A. (2008). *International illegal trade in wildlife: Threats and U.S. policy*. Congressional Research Service. Washington D. C., EE. UU.

ZIMMERMANN, N. E.; Edwards Jr., T. C.; Graham, C. H.; Pearman, P. B. y Svenning, J. C. (2010). "New trends in species distribution modelling". *Ecography*, 33: 985-989.

Figuras y tabla

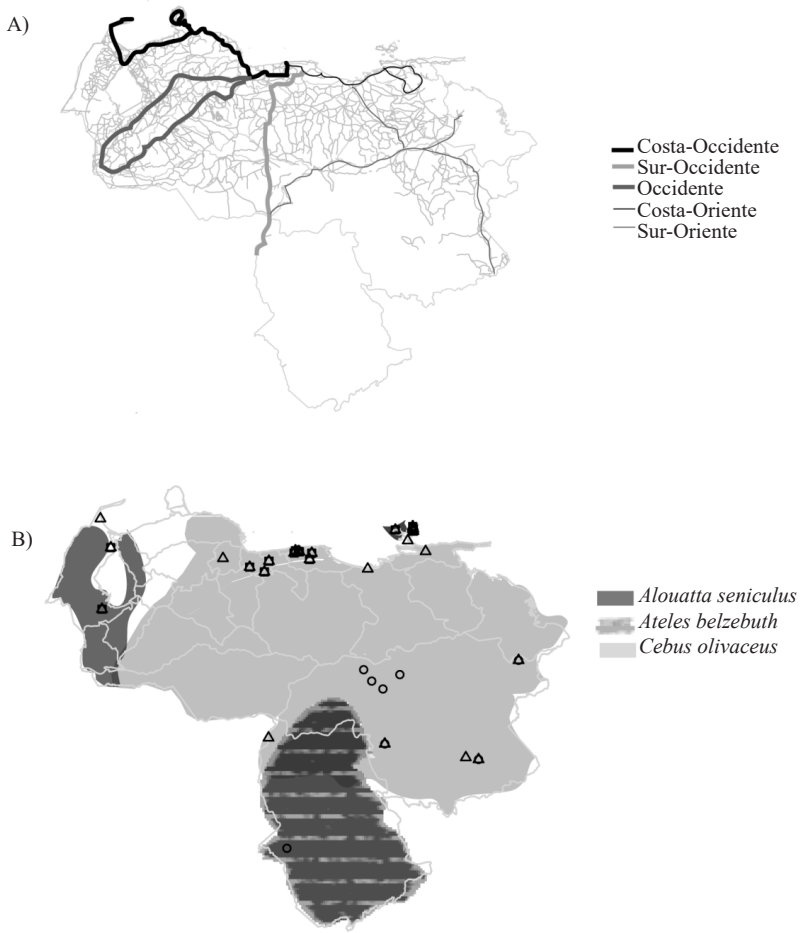


Figura 1. Área de estudio. A) Rutas recorridas para registrar el comercio ilegal en carreteras. B) Distribución espacial de los registros de comercio internacional (cuadrados), comercio local (triángulos) y uso particular (círculos). Distribución de las tres especies de primates con mayor número de registro de uso en Venezuela. Los polígonos están basados en la distribución estimada por la Lista Roja de la IUCN (http://www.iucnredlist.org/details/40021/0).

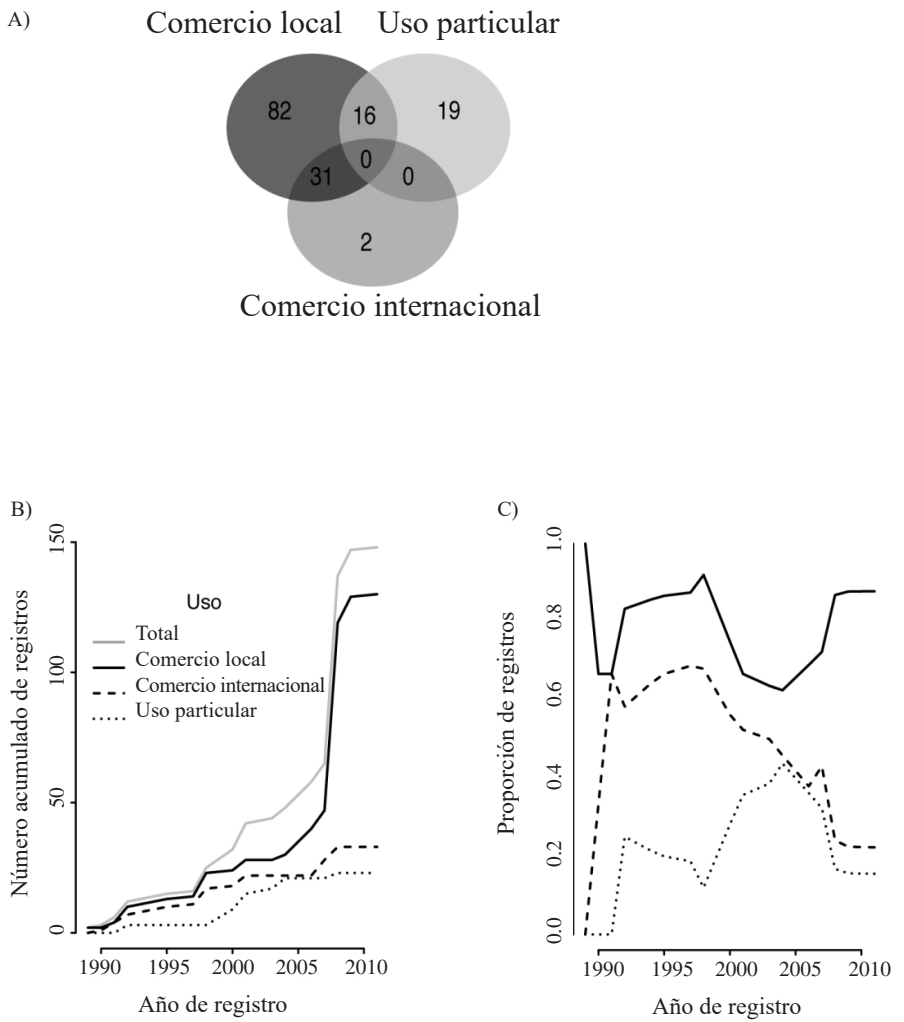


Figura 2. A) Solapamiento entre los registros de comercio internacional, comercio local y uso particular basado en los datos compilados en todas las fuentes. B) Patrón temporal en el número acumulado de registros de uso de primates. C) Patrón temporal en la detectabilidad de registros de uso de primates, expresada como proporción de registros con respecto al total para cada año.

Tabla 1. Estimados de magnitud del uso de primates en Venezuela. Número corregido de individuos por taxón (suponiendo detectabilidad del 10%). Número de registros para cada taxón de primate según la fuente de información y tipo de uso.

			Número de registros							
			Fuentes					Uso		
Especie	Nombre común	**Número de individuos (corregido 10%)**	CITES	Carretera	Internet	Literatura	Ministerio	Comercio local	Comercio internacional	Uso particular
Alouatta seniculus	Mono araguato o aullador rojo	1.780	0	10	0	13	7	0	7	9
Aotus trivirgatus	Mono de noche	70	0	0	0	2	3	5	3	1
Ateles belzebuth	Mono araña común	9.650	0	0	0	5	2	0	2	5
Cacajao melanocephalus	Mono chucuto	10	0	0	0	1	0	5	0	1
Callicebus lugens	Mono viudita	10	0	0	0	1	0	5	0	0
Callicebus torquatus	Tití de collar	30	0	0	0	3	0	0	0	3
Cebus albifrons	Capuchino de frente blanca	40	1	0	0	2	0	5	1	2
Cebus apella	Mono capuchino pardo	60	0	0	0	1	3	0	3	1
Cebus apella apella		20	0	0	0	2	0	5	0	0
Cebus apella margaritae	Mono de Margarita	520	0	0	0	2	0	0	0	0
Cebus olivaceus	Mono capuchino común	6.950	1	8	39	12	15	5	16	7
Chiropotes chiropotes	Mono barbudo	30	0	0	0	2	1	0	1	2
Pithecia pithecia	Mono viudo	30	0	0	0	2	0	5	0	2
Saimiri sciureus	Mono tití	180	0	0	3	4	0	0	0	2
Total		**19.380**	**2**	**18**	**42**	**52**	**31**			

Marianne V. Asmüssen
Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela / marianneasmussen@gmail.com.

Kathryn M. Rodríguez-Clark
Animal Care Sciences, Smithsonian's National Zoo and Conservation Biology Institute, Washington DC, USA Rodriguez-ClarkKM@si.edu.

Ada Sánchez-Mercado
Centro de Estudios Botánicos y Agroforestales, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela / asanchez@ivic.gob.ve.

Gonzalo Medina-Baliño
Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela / gonsalom@gmail.com.

Jon Paul Rodríguez
Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela / jonpaul@ivic.gob.ve.

Asmüssen, M. V., Rodríguez-Clark, K. M., Sánchez-Mercado, A. Medina-Baliño, G. & Rodríguez, J. P. (2019). Uso ilegal de primates en Venezuela. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 299-321.

Métodos de campo para la recolección de muestras genéticas no-invasivas de mono de Margarita, *Sapajus apella margaritae*

Natalia Ceballos-Mago
Emperatriz Gamero
Kathryn M. Rodríguez-Clark
Romari Martinez
Magaly Pernía

Resumen

Para estudios de genética de la conservación del mono de Margarita, se realizaron modificaciones a las técnicas de muestreo no-invasivo conocidas, para generar un protocolo ajustado a las condiciones del estudio. Se comparó la eficiencia en la obtención de muestras de heces y pelos de este capuchino En Peligro Crítico. Se instalaron plataformas con cebo atado a estas, cámaras trampa apuntando hacia ellas y cinta adhesiva (de ductos y transparente de embalaje) como trampas de pelo. La ubicación más efectiva de la cinta fue en las ramas donde los monos se sujetaron con la cola. La cinta de embalaje fue más eficiente para preservar el bulbo de los pelos. Para la preservación de heces, los viales de cintilación de vidrio con tapa doble de plástico fueron mejores que los tubos Falcon. La recolección de heces (92 muestras) fue más eficiente que la de pelos (45 muestras). Sin embargo, el esfuerzo en la obtención de pelos, se recompensa por su mayor efectividad para extracción de ADN. Las adaptaciones realizadas fueron efectivas, de bajo costo y sin impactos mayores al ambiente. Se obtuvieron muestras aptas para la extracción de ADN y se hicieron aportes para la innovación de las técnicas y materiales de recolección de muestras no-invasivas de primates.

Palabras claves: Monos capuchinos, muestras no-invasivas, primates elusivos, trampas de pelo, cámaras trampa.

Field Methods to Collect Noninvasive Genetic Samples of the Margarita Capuchin Monkey, *Sapajus apella margaritae*

Abstract

For conservation genetics studies of the Margarita capuchin monkey, modifications were made to existing non-invasive sampling techniques to generate a protocol adjusted to the study conditions. Efficiency in obtaining faecal and hair samples of this Critically Endangered capuchin was compared. Platforms with camera traps pointed at them were installed with bait tied to them, and adhesive tape (duct and transparent packaging tape) as hair traps. The most effective tape location was in branches grabbed by monkeys with their tails. Packaging tape was more efficient for preserving hair bulbs. Glass scintillation vials with cone-shaped plastic liner cap were better than Falcon tubes for faecal samples preservation. Faecal sample collection (92 samples) was more efficient than hair collection (45 samples). However, the effort in obtaining hairs is rewarded for their greater effectiveness for DNA extraction. Adaptations made to sampling methods were effective, of low cost and without major impacts on the environment. Samples suitable for extracting DNA were obtained and contributions for innovation in non-invasive sampling techniques and materials were made.

Keywords: Capuchin monkeys, non-invasive samples, elusive primates, hair traps, camera-trap.

Introducción

El mono de Margarita (*Sapajus apella margaritae*), único primate silvestre de la Isla de Margarita, es un capuchino En Peligro Crítico, con una población de aprox. 500 individuos (Ceballos-Mago, 2010; Ceballos, 2015). Este primate enfrenta amenazas a su sobrevivencia por vivir en un hábitat reducido y fragmentado y por cacería al considerarlo plaga de cultivos y para el tráfico ilegal de fauna (Rodríguez y Rojas-Suárez, 1999, 2008; Márquez y Sanz, 1991; Martinez *et al*., 2000, Ceballos-Mago, 2010; Ceballos, 2015). Las liberaciones y escapes de monos de otras especies mantenidas como mascotas en la Isla de Margarita representan también potenciales amenazas de transmisión de enfermedades, competencia e hibridación en caso de capuchinos (Martinez *et al*., 2000, Ceballos-Mago *et al*., 2010; Gamero, *et al*., este volumen).

Los estudios de genética del mono de Margarita son indispensables para aclarar su estado taxonómico, determinar su origen y para estudiar sus amenazas, en el marco de las propuestas recientes de clasificación y prioridades de estudio de monos capuchinos (Lynch Alfaro *et al*., 2012, 2014; Ceballos-Mago y Chivers, 2013). En este sentido, la biología molecular está siendo ampliamente usada como una herramienta de gran utilidad. Los estudios genéticos con marcadores moleculares y el desarrollo posterior de la PCR, (por sus siglas en inglés de reacción en cadena de la polimerasa), han permitido el uso de marcadores microsatelitales y los estudios a nivel de especies, poblaciones e individuos (Nardelli *et al*., 2011, González 2003). Para estos estudios se requiere muestras genéticas. Las muestras no-invasivas a pesar de no ser de alta calidad y de plantear retos importantes en su recolección, procesamiento y análisis, son una excelente opción

porque no ponen en riesgo a las poblaciones estudiadas, y pueden ser efectivas para estudios de su ecología y conservación (Waits y Paetkau, 2005; Nardelli *et al*., 2011, Gamero *et al.*, este volumen). Las fuentes potenciales de ADN que representan muestras genéticas no-invasivas de mamíferos incluyen pelos, heces, saliva y orina de individuos vivos, y tejido blando y duro de individuos muertos, especímenes de museos y fósiles (Goossens *et al*., 2003; Beja-Pereira *et al.*, 2009).

El rápido desarrollo de técnicas de muestreo y análisis de muestras no-invasivas, ha permitido que las ventajas de su uso sean mayores que sus desventajas. Entre las desventajas que deben considerarse están: mayores requerimientos de reactivos y materiales para la extracción, mayor probabilidad de error en los resultados, la calidad de ADN es mucho menor, y alta probabilidad de mezcla de ADN de más de un individuo, lo cual limita fuertemente la gama de análisis genéticos posibles (Bayes *et al*., 2000, Goossens *et al*., 1998, Piggott y Taylor, 2003). Sin embargo, una ventaja adicional e importante del muestreo no-invasivo del mono de Margarita, es que forma la base para estudios futuros para monitorear y conservar su población.

El uso de herramientas moleculares en primates no humanos comenzó más tardíamente que con otros grupos de animales, entre otras razones por limitaciones éticas y logísticas para obtener las muestras (Goossens *et al*., 2003). Características propias del mono de Margarita, así como limitaciones logísticas, generaron retos en la fase de recolección de muestras para el proyecto "Bases genéticas para la conservación del Mono de Margarita" (Rodríguez-Clark *et al*., 2011; Gamero *et al*., este volumen). Los monos de Margarita, en general, se caracterizan por ser tímidos y elusivos (Márquez y Sanz, 1991; Ceballos-Mago, 2010), lo cual dificulta su ubicación para recolectar muestras. Este comportamiento difiere del usualmente curioso de capuchinos silvestres (Fragaszy *et al*., 2014) y se debe al conflicto humanos-primates en la Isla de Margarita. Aunque la cacería por ser considerados plagas de cultivos ha disminuido, principalmente en las áreas protegidas, su captura y mortalidad asociada por el tráfico ilegal ha aumentado (Moncada, 2007; Ceballos-Mago *et al*., 2010).

En primates, la recolección de muestras de heces suele realizarse durante su seguimiento diario, sin embargo se ha evitado habituar a los monos

de Margarita hasta no poder garantizar su seguridad (Williamson y Feistner, 2003). Por esta razón se exploró el uso de plataformas con cebo para atraerlos, siguiendo las experiencias de otros estudios donde se han usado plataformas con diferentes propósitos (Di Bitetti, 2001; Kierulff *et al*., 2004, Gómez-Posada, 2009; Urbani, 2009; Garber *et al*., 2012). La recolecta de pelos de primates silvestres es muy poco común (Goossens *et al*., 2003). En monos capuchinos (*Cebus olivaceus*) se ha empleado con éxito el uso de cinta para ductos invertida colocada en dardos y alrededor del cebo (Valderrama *et al.,* 1999) y en araguatos se han usado dardos con pega multiuso (Améndola-Pimenta *et al*., 2009). La saliva y orina también han sido recolectadas como muestras genéticas de monos silvestres (Goossens *et al*., 2003; Simons *et al*., 2012).

En el presente estudio se realizó la recolección de muestras de heces y pelos de individuos silvestres de mono de Margarita, con el objetivo de extraer ADN de las células intestinales y del bulbo piloso respectivamente. Se realizaron modificaciones a las técnicas y materiales usados en otros estudios, para adaptarlos y generar un protocolo ajustado a las condiciones de la especie estudiada y comparar su eficiencia en obtener estos dos tipos de muestras. Esto facilitará su recolecta en el futuro para monitoreo y conservación del mono de Margarita.

Materiales y métodos

Área y período de estudio

Se colocaron plataformas para recolección de muestras no-invasivas de monos de Margarita silvestres en tres de los cuatro fragmentos de bosque que habitan en la Isla de Margarita (en adelante Margarita) (1.071 km^2): el Parque Nacional Cerro El Copey (71,3 km^2, 930 msnm), el Cerro Matasiete (11,4 km^2, 660 msnm) que es parte del Monumento Natural Cerros Matasiete y Guayamurí y el Cerro Tragaplata (40 km^2, 680 msnm) que es un área no protegida (Ceballos-Mago, 2010). Se realizó el muestreo tanto en temporada de lluvia como de sequía, en seis salidas de campo entre el año

2010 y el 2015: diciembre 2010, diciembre 2012, enero y diciembre 2013, marzo a mayo 2014 y mayo 2015 con un promedio de 10 días por mes.

Plataformas y cebo

Se colocaron ocho plataformas, una en Cerro Matasiete (Matasiete), dos en Cerro Tragaplata (Tragaplata) y cinco en Cerro Copey (Copey), de aproximadamente 1,2 x 1,2 m^2, a una altura promedio de 2 m del suelo del bosque, atadas a un árbol (figura 1c). La ubicación en coordenadas UTM, identificación, dimensiones y características de cada plataforma fueron registradas al momento de su instalación. Para la elaboración de las plataformas se usó madera de palés (palets o paletas como se denominan en Venezuela, que son empleadas para transporte de productos). Las paletas al igual que la madera de aserraderos tienen un costo alto por ser comercializadas para su uso con fines decorativos y utilitarios. Sin embargo, para este proyecto se obtuvieron como donación por estar parcialmente deterioradas. Se usaron como materia base y se probaron dos diseños para elaborar las plataformas: uno con marco de madera y superficie de malla de mosquitero resistente y otro usando solo madera (figura 1 a y b). Para determinar la ubicación de las plataformas se siguieron los siguientes criterios: a) que existieran reportes frecuentes de observación de monos; b) que se pudiesen minimizar los factores de riesgo de los grupos silvestres que serían atraídos a las plataformas; c) facilidad de acceso para la instalación y monitoreo de las plataformas.

Dado que el uso de frutas locales como cebo puede aumentar el conflicto monos-pobladores (Moinde *et al*., 2004), inicialmente se colocaron solo frutas importadas (manzanas, peras, duraznos, uvas). Sin embargo, los agricultores involucrados aseguraron no tener inconveniente en que se colocaran frutas locales. Un agricultor propuso que las plataformas podrían beneficiarlos si distraían a los monos y estos preferían alimentarse en estas y no en la siembra. Se probaron diversas frutas y otros vegetales locales, entre ellos cambur (banana), lechosa (papaya), patilla (sandía), parchita (maracuyá), guayaba, piña, mango, brócoli, yuca (mandioca) y se determinó su efectividad. Se recolectaron las frutas y vegetales principalmente en

los mercados locales, usando las que diariamente son separadas de los productos para la venta y que en Margarita denominan "fruta de desperdicio". Se seleccionaron las que estaban en buen estado y cuando fue necesario se compraron las de venta regular. El cebo se refrigeró para mantenerlo en buen estado. Con el objetivo de aumentar el tiempo de visita y manipulación de las frutas usadas como cebo por los monos y así la posibilidad de que defequen sobre la misma, las frutas se ataron con fibra vegetal a la plataforma.

Cada día se realizó la siguiente rutina por plataforma: temprano en la mañana se recolectaron las muestras presentes, se limpió la plataforma (sin usar ningún producto comercial, solo agua si se requiere), de ser necesario se reemplazaron las trampas de pelos (si han perdido adhesión), se colocó el nuevo cebo, se confirmó que la cámara trampa estuviera activada, se revisó la información en la tarjeta de memoria y se insertó una tarjeta vacía. En la tarde se repitió la misma secuencia. En las plataformas de más difícil acceso se realizó la rutina una vez por día. En lo posible se esperó en la cercanía de las plataformas la visita y partida de los monos para recolectar un porcentaje de muestras lo más frescas posible. Se realizaron observaciones directas en la proximidad a las plataformas para determinar el tamaño del grupo y el comportamiento de los individuos. Estudiantes y guardaparques fueron capacitados para la recolección de muestras (figura 1g).

Recolecta de pelos y heces

Las muestras de heces (figura 1d) se recolectaron de las plataformas con pinzas desechables elaboradas con paletas de madera (paletas de helado), unidas al extremo por una banda de goma (figura 1e). Se colocó cada muestra en un tubo hermético con etanol 95% (figura 1f) cubriendo la muestra en proporción 3:1 (Bellemain *et al*., 2005). Cada muestra se rotuló por dentro y por fuera del frasco con la siguiente información: ID de la plataforma, especie, fecha, ID del colector, condición de las heces y tiempo máximo estimado desde su deposición a su recolección. Se selló el tubo con parafilm y se almacenaron las muestras a temperatura ambiente en campo y a -20°C al llegar al laboratorio.

Dado que el etanol 95% es altamente volátil, si el tubo donde se coloca la muestra no es resistente, se corre el riesgo de perderla. Inicialmente se utilizaron tubos Falcon, considerados como uno de los mejores envases para este fin (González y Barbanti Duarte, 2007). No obstante, en Margarita, durante el muestreo, varias tapas se fracturaron, ocasionando la pérdida de etanol y por ende de muestras. Por esta razón, se probaron las opciones disponibles en el laboratorio: viales de cintilación de vidrio con tapa sencilla y con tapa doble de plástico, para determinar su eficiencia. Se simularon las condiciones de campo en laboratorio, con altas temperaturas y movimiento usando un agitador rotatorio dentro de una estufa a 37°C.

Para recolectar pelos se realizaron modificaciones a los métodos desarrollados para primates y otros mamíferos (Valderrama *et al.,* 1999; Goossens *et al*., 2003; Nardelli *et al*., 2011). Se utilizó cinta adhesiva ancha en forma invertida. Se probaron dos tipos de cinta, la gris para ductos (figura 1i) y la transparente de embalaje (figura 1h), para comparar su eficiencia. Estas se ubicaron: atravesando la plataforma (figura 3c), envolviendo las ramas por donde los monos llegaban a la plataforma (figura 1h) y donde se sujetan con la cola (figura 3d). Las cintas con pelos adheridos, se retiraron de las ramas y los pelos fueron recolectados, usando una pinza y asegurándose de recolectar aquellos que aún tenían el bulbo. Para preservar la muestra, se colocaron los pelos en un sobre de papel de cera y se identificaron con marcador indeleble en el exterior con los datos previamente indicados para muestras de heces. El sobre con la muestra se colocó en un envase plástico hermético (figura 1j), con bolsitas de sílica gel para absorber la humedad (Goncalves *et al*., 2007) y se almacenaron a temperatura ambiente tanto en campo como en el laboratorio.

Con el objetivo de aumentar las probabilidades de obtener muestras individuales y de estandarizar los criterios de recolección entre diferentes recolectores, establecimos que para muestras de pelos solo se recolectan los agrupados en una misma sección de la cinta adhesiva, que en general abarcan una mancha de aprox. 2 cm de ancho. Si hay un espacio entre una mancha y otra, a pesar de estar cercanas, se consideran muestras diferentes. Para el caso de las heces, cuando hay grupos de heces claramente distanciados unos de otros, se consideran independientes. Si en un evento

de recolección de heces o pelos, solo se encuentran muestras donde se sospecha que pertenecen a más de un individuo, se recolectan y se hace la observación en la etiqueta.

Imágenes de cámaras trampa

En los árboles cercanos a las plataformas se colocaron cámaras trampa. Se utilizaron cuatro cámaras digitales Wildview Xtreme2 (figura 3a), para capturar imágenes de individuos que visitaron las plataformas. Las cámaras tienen un sensor infrarrojo que detecta el movimiento de cuerpos con alta temperatura con la cual se activa. Se programaron las cámaras para tomar las fotos sin flash, en una secuencia de seis fotos y un tiempo de inactividad de un minuto entre una activación y la siguiente, para prevenir la toma de múltiples fotos del mismo individuo. Se colocaron una o dos cámaras por plataforma.

Las imágenes se registraron con los siguientes objetivos: determinar si ocurren visitas de monos de Margarita (figura 3b) u otros monos introducidos, así como de cualquier otras especie de fauna; caracterizar el patrón de visitas de los monos para determinar las mejores horas de colocación del cebo y recolección de muestras; determinar las características del grupo e individuales para identificarlos y de ser posible atribuir a quién pertenece cada muestra; y para determinar los lugares más adecuados para la colocación de las trampas de pelo ubicando las ramas más usadas por los monos.

Resultados

De las ocho plataformas colocadas, en la mayoría (n=6; 75%), se detectaron visitas de monos. Sin embargo, no en todas las plataformas con visitas se observaron muestras. Las heces y pelos fueron encontradas en cuatro plataformas (tres de Copey y una de Matasiete). En estas cuatro plataformas, se observaron visitas de monos, en promedio a los tres días de instaladas. En general se recolectó un mayor número de muestras de heces que de pelos (figura 2a). De los tres fragmentos de bosque, en Matasiete por ser el área de más fácil acceso, fue donde se recolectó el mayor número de

muestras tanto de heces, como de pelos (figura 2b). Se recolectaron muestras de heces y pelos con diferentes tiempos de exposición, desde pocos minutos hasta dos días, pero la mayoría de las muestras se recolectaron en un período menor a 24 horas.

Muestras de heces

Se recolectaron 92 muestras de heces en total. De estas, 83 (90%) en Matasiete de una única plataforma, y nueve (10%) en Copey de dos plataformas ubicadas en dos sectores diferentes de dicho fragmento de bosque (figura 2b). Se observó variabilidad en la consistencia, que parece relacionarse con el tipo de alimento y la estación del año. De los envases probados para preservar las muestras, los viales de cintilación de vidrio con tapa doble de plástico, fueron los que permitieron preservar mejor las muestras sin perder etanol, tanto durante la simulación, como en el campo.

Muestras de pelos

Se recolectaron 45 muestras de pelos (figura 1i), con un promedio de 9 pelos/muestra, y un máximo de 35 pelos/muestra. El 71% de las muestras se recolectaron en Matasiete, mientras el 29%, fueron recolectadas en Copey (figura 2b). Las dos cintas adhesivas probadas permitieron recolectar muestras de pelo, pero el tipo de cinta tuvo efecto en la cantidad de pelos que se pudieron preservar. Los pelos se desprendieron con mayor facilidad de la cinta transparente, lo cual facilitó la preservación del bulbo, que es la zona de donde se extrae el ADN. Con la cinta para ductos, algunos pelos no pudieron ser desprendidos por el fuerte efecto del adhesivo. Adicionalmente la cinta transparente tuvo menor costo y fue más fácil de encontrar en tiendas de diversos fines. Sin embargo esta cinta no fue probada en época de lluvia. La cinta para ductos funcionó tanto en época de sequía como de lluvia. La eficiencia de la cinta adhesiva como trampa de pelo dependió principalmente de su ubicación. La ubicación más efectiva fue en ramas de acceso a la plataforma donde los monos se sujetaron con la cola haciendo presión con esta (figura 3d). La cinta atravesada sobre la plataforma fue la

ubicación menos efectiva, donde se encontró solo un pelo, a pesar que los monos se alimentaron muy cerca de ellas (figura 3c).

Imágenes de cámaras trampa

En 52 días de registro total con las cámaras solo se detectaron monos de Margarita. No se obtuvieron registros de ninguna otra especie de mamífero o ave en ninguna plataforma, a pesar de estar presentes en el área (Sanz *et al*., 2010). No se presentaron problemas de insectos en la cámara o exceso de ellos en el cebo. En las imágenes se detectó un máximo de cuatro (4) individuos sobre la plataforma de Matasiete, tanto machos como hembras y de todas las clases etarias, incluyendo crías acarreadas. En Copey se instalaron cámaras solo unos pocos días y se obtuvieron imágenes de un máximo de dos (2) individuos, juveniles y adultos. Las condiciones de luz y características de las cámaras no permitieron obtener detalles por individuo en ninguna plataforma. En Matasiete, donde se colocaron cámaras por un mayor número de días consecutivos, se observaron visitas de monos hasta cuatro veces por día. La llegada de monos ocurrió aproximadamente a las 6:00 am, 8:00 am, 12:00 m y 3:00 pm. La duración de las visitas fue variable, entre pocos minutos y hasta una hora. En aproximadamente dos días de registro con visitas de monos, se pudieron determinar los lugares apropiados para colocar las trampas de pelo en una plataforma.

Plataformas y cebo

De las dos estructuras empleadas, la realizada con malla de mosquitero, tuvo la ventaja de ser más liviana lo que facilitó su traslado, pero esta desapareció a los pocos meses. Se presume que algún poblador tomó los materiales para darles otro uso. Las plataformas realizadas completamente con madera de paletas fueron muy útiles, pero presentan las siguientes desventajas: a) dificultad de encontrar suficiente material a bajo costo; b) son pesadas, lo que dificulta su traslado a lugares remotos, por los caminos estrechos de la montañas; c) durabilidad media; en nuestro estudio, tuvieron una duración promedio de dos años luego de instaladas. Las termitas fueron la principal causa de deterioro.

Con respecto al cebo, el consumo de las frutas importadas fue bajo y su costo muy alto. De los recursos locales ofrecidos los monos mostraron preferencia por el cambur y la yuca. No obstante, consumieron la mayoría de las frutas ofrecidas, principalmente en Matasiete donde usualmente la plataforma quedó completamente vacía en pocas horas. De todas las frutas colocadas los racimos de cambur fueron el cebo más adecuado por razones logísticas, ya que puede amarrarse fácilmente a la plataforma y los cambures son consumidos por los monos según se van madurando, por lo que no se requiere limpieza y reemplazo frecuente como ocurre con otros cebos.

Observaciones directas

En Matasiete, donde se pudo observar a los monos con mayor frecuencia, estos vocalizaron fuertemente al llegar a la plataforma, reduciendo luego la frecuencia e intensidad de las vocalizaciones. Al llegar, el grupo se concentró en la cercanía de la plataforma y se movieron activamente bajando a esta por turnos. Durante las visitas más largas (20-60 min), mientras algunos se alimentaban en la plataforma, otros consumían frutas silvestres e insectos, buscaban cebo caído en el suelo del bosque y se acicalaban. Durante la primera salida de campo se mostraron muy tímidos y solo los individuos juveniles bajaron en presencia de observadores. Para la segunda salida de campo 10 meses después de la primera, los monos se mostraron significativamente más habituados a nuestra presencia. Aunque siempre se observó un solo grupo por visita, no podemos afirmar que haya sido solo un grupo el que visitó la plataforma. El tamaño del grupo observado fue de aprox. 12 individuos. Nunca se observó a los monos cortar o manipular la cinta adhesiva ni las cámaras trampa. Solo en una oportunidad se encontró la cinta adhesiva parcialmente desprendida de la rama, pero no se pudo determinar si fue causado por monos. Esto resulta curioso tratándose de capuchinos que se caracterizan por explorar su ambiente, y que se han observado en otros estudios manipulando las cámaras trampa (Bowler *et al*., 2015).

Discusión y conclusiones

En este estudio, la recolección de muestras fecales en comparación con muestras de pelo ha sido más eficiente en términos de número de muestras obtenidas por unidad de esfuerzo en el campo. Esto es consistente con comparaciones previas de la eficiencia en la obtención de datos genéticos de distintos tipos de muestras no-invasivas (Nardelli *et al.*, 2011). Sin embargo, en cuanto al rendimiento en el aislamiento de ADN, el producto de PCR obtenido y la eficiencia, los pelos son una muestra superior (Nardelli *et al.*, 2011; Goossens, 2003). Otra ventaja de usar ADN nuclear de pelo fresco es que, en general, produce menos artefactos durante la amplificación que el ADN aislado de otros tejidos (Valderrama *et al.*, 1999). El pelo de muda también es usado como muestra genética no-invasiva pero la cantidad de ADN aislado es menor y deben seguirse otras consideraciones en su recolección y análisis.

Hay factores que contribuyen a mejorar la eficiencia de las muestras de heces. Los esfuerzos en este estudio se centraron en minimizar el tiempo entre la deposición y recolección de las muesras. Mientras más fresca mayor será su rendimiento, ya que este decae al aumentar el tiempo de exposición, favoreciendo la degradación del ADN. En general, el máximo rendimiento se alcanza si las muestras de heces son recolectadas dentro de 24 horas postdefecación (Nardelli *et al*., 2011). La consistencia de las muestras es otro factor que puede influir en su rendimiento. Las muestras más sólidas podrían arrastrar un mayor número de células intestinales por generar un mayor efecto de raspado sobre el intestino. La capa externa de las heces es la que contiene mayor número de estas células (Goossens, 2003). Una vez se cuente con los resultados de los análisis de laboratorio de todas las muestras se podrá determinar el tiempo postdefecación y la consistencia más efectiva para extracción de ADN para el mono de Margarita. Esto permitirá maximizar el esfuerzo en las fases futuras de monitoreo de la población. Aunque los viales de cintilación de vidrio con tapa doble de plástico permitieron preservar las muestras adecuadamente, se recomienda explorar opciones efectivas con envases irrompibles para evitar accidentes durante su uso y traslado.

Ya se ha amplificado ADN de heces de mono de Margarita de algunas de las muestras recolectadas (Gamero *et al.,* este volumen) y los primeros ensayos con muestras de pelo también han sido exitosos. Los pelos como muestra no-invasiva requieren mayor logística y esfuerzo de muestreo, pero este se compensa por ser, como se ha mencionado, una muestra de muy buena calidad. De uno a tres pelos de un mismo individuo es suficiente para una buena extracción de ADN (Valderrama *et al.*, 1999). Es una práctica conservadora colectar cinco o más pelos, considerando los ensayos y probabilidades de error en su análisis. Sin embargo, también debe considerarse que mientras más pelos, es posible que se estén incluyendo muestras de diferentes individuos. Cuando se sospecha que este es el caso, debe trabajarse un pelo a la vez (Gagneux *et al.,* 1997, Sloane *et al.*, 2000) y usar técnicas adaptadas para una cantidad muy pequeña de ADN (Roon *et al*., 2005). En cuanto a los métodos de recolección, Valderrama *et al* (1999) compararon el uso de cinta para ductos en diferentes formas (dardos, cebo con cinta y corrales). Con los dardos obtuvieron el mayor número de pelos/muestra con un máximo de 89 pelos/muestra, pero en general con estos dardos obtuvieron entre cinco y ocho pelos/muestra. Usando el cebo con cinta recolectaron un máximo de solo 6 pelos/muestra y con corrales 9 pelos/muestra. Por lo tanto, el método empleado en Margarita resultó comparativamente efectivo, obteniéndose un promedio de 9 pelos/muestra y un máximo de 35 pelos/muestra.

Aun cuando con otros monos capuchinos (*Cebus olivaceus*) se ha empleado con éxito el uso de cinta para ductos colocada alrededor del cebo (Valderrama *et al.,* 1999), en Margarita esta ubicación no dio resultados favorables. Sin embargo, la ubicación de la cinta donde hacen presión con la cola, resultó muy efectivo. Esto requiere el uso de cámaras trampa u observación directa para ubicar los lugares adecuados. El uso de cinta transparente de embalaje facilitó la recuperación de los pelos con bulbo, en comparación con la cinta para ductos, donde un porcentaje de pelos se perdió por quedar completamente adheridos a esta. La cinta transparente también ha sido usada exitosamente como trampa de pelo para pica americana (*Ochotona princeps*) (Henry and Rusello, 2011). Queda pendiente probar si funciona en época de lluvias.

En Margarita existe la posibilidad de conseguir muestras tanto de heces como de pelos de monos introducidos de otras especies, en especial otros capuchinos y potenciales híbridos (Ceballos-Mago y Chivers 2013). Aunque hasta ahora estos no han sido observados visitando las plataformas y se espera que su densidad sea muy baja, se tendrá presente en el análisis de muestras.

La llegada y uso de las plataformas por los monos en Margarita ocurrió en un tiempo muy corto (tres días en promedio), comparado con el estudio de Kierulff *et al*. (2004) que ocurrió entre una semana y tres meses. Esto puede deberse a que los frutos ofrecidos tienen un alto valor comparado con los disponibles en el bosque. Los frutos preferidos por los primates son: grandes, de color anaranjado y amarillo, marrón o verde con cáscara (Janson, 1983). Este tipo de frutos son limitados en el bosque de Margarita donde las plantas están adaptadas a la dispersión endozoica por las aves (Sugden, 1983). Por lo que es altamente probable que los capuchinos en Margarita estén consumiendo un alto porcentaje de frutos de las plantaciones (Ceballos-Mago, 2010). En Matasiete, donde no hay conucos activos (cultivos de pequeña escala), las frutas en las plataformas probablemente son muy atractivas. El uso de racimos de cambur como cebo ha sido también usado con éxito por Kierulff *et al.* (2004) para *Cebus xanthosternos,* y aunque tardaron más tiempo en usar las plataformas, lograron recapturas (G. Canale, com. pers.). Los monos de Margarita no consumen cambures en los conucos, pero sí en las plataformas. Es probable que su percepción del riesgo sea mayor en los conucos, donde deben bajar hasta la planta. La colocación de cebo en forma no continua en Margarita, ha garantizado que los monos no usen las plataformas como fuente principal de alimento.

Aunque las cámaras trampa en nuestro estudio no permitieron identificar los individuos de los que provienen las muestras, y el tamaño de grupo observado en las imágenes (máx. 4 ind.) fue inferior al observado directamente (aprox. 12 ind.), las imágenes de las cámaras trampa fueron muy útiles para determinar la hora y duración de la visitas de monos a las plataformas, la mejor ubicación para las trampas de pelo y detectar la presencia de crías en el grupo. Las cámaras trampa han sido usadas principal-

mente para primates terrestres, pero tiene mucho potencial para estudios de especies arbóreas (Gregory *et al*., 2014).

En Margarita las plataformas se han ubicado en lugares con bajo riesgo de cacería y donde puedan ser fácilmente monitoreadas. La habituación parcial de los monos a la presencia de los recolectores de muestras permitió hacer observaciones directas por períodos de tiempo largos comparados con años anteriores. Sin embargo, se prestó atención a cualquier efecto negativo que esto pudiera ocasionarles. Parte importante del éxito en la recolección de muestras mientras se cuida la seguridad de los monos ha sido la participación activa de guardaparques y el estrechar los vínculos con los agricultores, haciéndolos partícipes en el proyecto. Esto ha contribuido a reducir el conflicto de estos últimos con los monos.

Un aspecto poco discutido en la bibliografía es el efecto potencial de los materiales empleados en la recolección de muestras no-invasivas en la salud de los monos. Se debería asegurar que no se dejen componentes tóxicos en el cuerpo de los monos al usar la cinta adhesiva u otros materiales como la pega multiuso empleada en Améndola-Pimenta *et al*. (2009). Estos residuos podrían afectar su piel y/o ser consumidos al acicalarse. Se debe también tomar precauciones durante el muestreo para evitar tanto contaminación de muestras como infección y/o transmisión cruzada de enfermedades entre monos y humanos. En Margarita se han encontrado parásitos en los monos silvestres, pero aún no se ha determinado si podrían ser transmitidos a humanos (Montesinos-López *et al*., 2014).

En conclusión, el uso de plataformas con cebo, cámaras trampa y trampas de pelo fue efectivo para obtener muestras genéticas no-invasivas aptas para la extracción de ADN, de primates elusivos como los monos de Margarita. Las adaptaciones realizadas fueron efectivas, de bajo costo y sin impactos mayores al medio ambiente. Finalmente se quiere resaltar que dado el reciente y creciente interés en muestreos no-invasivos en primates, aún hay espacio para la creatividad, para proponer materiales y técnicas novedosas que permitan disminuir costos, aumentar la efectividad y que a su vez no generen daños a los monos y al medio ambiente. El desarrollo y uso de materiales adhesivos biodegradables no tóxicos, sería un aporte muy valioso para futuras trampas de pelo.

Agradecimientos

A Katiusca González por su participación en diversas fases del proyecto. Glencora Montesinos por la recolección de muestras durante su pasantía académica. A los guardaparques y personal de Inparques por su esencial participación en el diseño, elaboración e instalación de plataformas y actividades de campo. Victor Zacarías por su apoyo en la instalación de plataformas en Tragaplata. Luis Mujica por transporte y asistencia. Felipe Carrasco y Arquímedes por colaboración en el trabajo de campo en sus conucos. Daniel Müller y Marcos Gómez por su apoyo en el trabajo de campo. Charles Besancon por su apoyo tanto en campo como en diversas fases del proyecto y elaboración del manuscrito. Familia Perera-Morales, Franklin Rojas-Suárez y Aymara Siem por el hospedaje en Margarita. Gustavo Canale por comunicarnos su experiencia de recoleccion de muestras genéticas en Brasil. El proyecto cuenta con los permisos necesarios de Inparques y Minea. IVIC, IPS Conservation Grant y Fondo IEA por financiamiento. Comercios y vendedores de frutas por su amable colaboración.

Referencias

AMÉNDOLA-PIMENTA, M.; García-Feria, L.; Serio-Silva, J. C. y Rico-Gray, V. (2009). "Noninvasive collection of fresh hairs from free-ranging howler monkeys for DNA extraction". *American Journal of Primatology*, 71:359-363.

BAYES, M. K.; Smith, K. L.; Alberts, S. C.; Altmann, J. y Bruford, M. W. (2000). "Testing the reliability of microsatellite typing from faecal DNA in the Savannah baboon". *Conservation Genetics*, 1:173-176.

BEJA-PEREIRA, A.; Oliveira, R.; Alves, P. C.; Schwartz, M. K. y Luikart, G. (2009). "Advancing ecological understandings through technological transformation in non-invasive genetics". *Molecular Ecology Resources*, 9:1279-1301.

BELLEMAIN, E.; Swenson, J. E.; Tallmon, D.; Brunberg, S. y Taberlet, P. (2005). "Estimating population size of elusive animals with DNA

from hunter-collected feces: Four methods for brown bears". *Conservation Biology*, 19:150-161.

BOWLER, M.; Tobler, M.; y Anderson, M. (2015). Canopy camera trapping Tambopata, video. https://www.youtube.com/watch?v=vXgmoJw3g6E&feature=youtu.be (Consulta: 10 de diciembre 2015).

CEBALLOS-MAGO, N. (2015). "Sapajus apella ssp. margaritae". En: IUCN "Red list of threatened species 2015": http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.REINO UNIDO.2015-1.RLTS.T4079A70611848.en. (Consulta: 1 de febrero 2015).

———— (2010). *The Margarita capuchin* Cebus apella margaritae*: a critically-endangered monkey in a fragmented habitat on Isla de Margarita, Venezuela*. Tesis de Doctorado. University of Cambridge, Cambridge, Reino Unido. 164 pp.

CEBALLOS-MAGO, N.; González, C. E y Chivers, D. (2010). "Impact of the pet trade on the Margarita capuchin monkey *Cebus apella margaritae"*. *Endangered Species Research*, 12: 57-68

CEBALLOS-MAGO, N. y Chivers, D. (2013). "A critically-endangered capuchin (*Sapajus apella margaritae*) living in mountain forest fragments on Isla de Margarita, Venezuela". En: *Primates in fragments: complexity and resilience* (Marsh, L. K. y Chapman, C. A., eds.): 183-195. Springer Press. Nueva York.

DI BITETTI, M. S. (2001). "Homerange use by the tufted capuchin monkey (*Cebus apella nigritus*) in a subtropical rainforest of Argentina". *Journal of Zoology*, *253*(1): 33-45.

FRAGASZY, D.; Visalberghi, E. y Fedigan, L. (2004). *The complete capuchin. The biology of the genus* Cebus. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.

GAGNEUX, P.; Boesch, C. y Woodruff, D. S. (1997). "Microsatellite scoring errors associated with noninvasive genotyping based on nuclear DNA amplified from shed hair". *Molecular Ecology*, 6: 861-868.

GARBER, P. A.; Gomes, D. F. y Bicca-Marques, J. C. (2012). "Experimental field study of problem-solving using tools in free-ranging capuchins (*Sapajus nigritus*, formerly *Cebus nigritus*)". *America Journal of Primatology*, 74: 344-358.

GÓMEZ-POSADA, C. (2009). "Patrón de actividad y de alimentación de un grupo aprovisionado de *Cebus apella* en un bosque húmedo tropical (Meta, Colombia)." *Boletín científico. Centro de museos. Museo de Historia Natural*, 13(1): 49-62.

GONCALVES, C.; Martinez, R. A. y Giaotto, F. A. (2007). "DNA extraction from bristles and quills of *Chaetomys subspinosus* (Rodentia: Erethizontidae) using a novel protocol". *Genetics and Molecular Research*, 3: 657-666.

GONZÁLEZ, E. G. (2003). "Microsatélites: sus aplicaciones en la conservación de la biodiversidad". *Graellsia*, 59(2): 377-388.

GONZÁLEZ, S. y Barbanti Duarte, J. M. (2007). "Non invasive methods for genetic analysis applied to ecological and behavioral studies in Latino-America". *Revista Brasilera de Zootecnia*, 36: 89-92.

GOOSSENS, B.; Waits, L. P. y Luikart, G. (1998). "Plucked hair samples as a source of DNA: reliability of dinucleotide microsatellite genotyping". *Molecular Ecology*, 7: 1237-1241.

GOSSENS, B; Anthony, N.; Jeffery, K.; Johnson-Bawe, M. y Bruford, M. W. (2003). "Collection, storage, and analysis of non-invasive genetic material in primate biology". En: *Field and laboratory methods in primatology* (Setchell, J. M. y Curtis, D. J., eds.): 295-308. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.

GREGORY, T.; Carrasco Rueda, F.; Deichmann, J.; Kolowski, J. y Alonso, A. (2014). "Arboreal camera trapping: taking a proven method to new heights". *Methods in Ecology and Evolution*, 5(5): 443-451.

HENRY, P. y Rusello, M. A. (2011). "Obtaining high-quality DNA from elusive small mammals using low-tech hair snares". *European Journal of Wildlife Research*, 57: 429-435.

JANSON, CH. (1983). "Adaptation of fruit morphology to dispersal agent in a neotropical forest". *Science*, 219(4581):187-189.

KIERULFF, M. C. M.; Rodrigues dos Santos, G.; Canale, G.; Guidorizzi, C. E. y Cassano, C. (2004). "The use of camera traps in a survey of the buff-headed capuchin monkey, Cebus xanthosternos". *Neotropical Primates*, 12: 56-59.

LYNCH ALFARO, J. W.; Matthews, L.; Boyette, A. H.; Macfarlan, S. J.; Phillips, K. A.; Falotico, T.; Ottoni, E.; Verderane, M.; Izar, P.; Schulte, M.; Melin, A.; Fedigan, L.; Janson, C. y Alfaro, M. E. (2012).

"Anointing variation across wild capuchin populations: a review of material preferences, bout frequency and anointing sociality in *Cebus* and *Sapajus*". *American Journal of Primatology,* 73:1-16.

LYNCH ALFARO, J. W.; Izar, P. y Ferreira, R. G. (2014). Capuchin monkey research priorities and urgent issues. *American Journal of Primatology,* 76 (8): 705-720.

MÁRQUEZ, L. y Sanz, V. (1991). *Evaluación de la presencia de* Cebus apella margaritae *(Hollister, 1914) en la Isla de Margarita*. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 68 pp.

MARTINEZ, R. A.; Moscarella, R.; Aguilera, M. y Márquez, E. (2000). "Update on the status of the Margarita Island Capuchin, *Cebus apella margaritae"*. *Neotropical Primates*, 8: 34-35.

MONCADA, R. (2007). *Evaluación del impacto generado por la fauna silvestre sobre los cultivos en conucos en el P. N. Cerro El Copey, Isla de Margarita (Edo. Nueva Esparta).* Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 86 pp.

MOINDE, N. M.; Suleman, M. A.; Higashi, H. y Hau, J. (2004). "Habituation, capture and relocation of Sykes monkeys (*Cercopithecus mitis albotorquatus*) on the coast of Kenya". *Animal Welfare*, 13: 343-353.

MONTESINOS-LÓPEZ, G. M.; Pernía, M.; Pérez, A.; Aguirre, A.; Ceballos-Mago, N. y Rodríguez-Clark, K. (2014). "Parásitos gastrointestinales en monos de Margarita *Sapajus apella margaritae* (Primates: Cebidae) en estado silvestre (Nueva Esparta, Venezuela). Hallazgos preliminares". *Memorias de la Conferencia internacional en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y No Convencional,* 10(2): 162.

NARDELLI, M.; Túnez, J. I.; Centrón, D. y Cassini, M. H. (2011). "Técnicas de muestreo no-invasiva aplicadas al estudio genético de mamíferos" *Interciencia,* 36(6): 404-411.

PIGGOTT, M. y Taylor, A. C. (2003). "Remote collecting of animal DNA and its application in conservation management and understanding the population biology of rare and cryptic species". *Wildlife research,* 30:1-13.

RODRÍGUEZ-CLARK, K.; Ceballos-Mago, N.; Pernía, M.; Martinez, R. y Gamero, E. (2011). *Bases genéticas para la conservación del mono*

de Margarita (*Cebus apella margaritae*). Proyecto introducido al Minea. Caracas, Venezuela.

RODRÍGUEZ, J. P. y Rojas-Suárez, F. (1999). *Libro rojo de la fauna venezolana*, (2º ed). Provita-Fundación Polar. Caracas, Venezuela.

———— (2008). *Libro rojo de la fauna venezolana* (3º ed.). Provita. Caracas, Venezuela.

ROON, D. A.; Waits, L. P.; y Kendall, K. C. (2005). "A simulation test of the effectiveness of several methods for error-checking non-invasive genetic data". *Animal Conservation*, 8: 203-215.

SANZ, V.; Oviol, L.; Medina, L. y Moncada, R. (2010). "Avifauna del estado Nueva Esparta, Venezuela: recuento histórico y lista actual con nuevos registros de especies y reproducción". *Interciencia*, 35(5): 329-339.

SIMONS, N. D.; Lorenz, J. G.; Sheeran, L. K.; Li, H.; Xia, D. P. y Wagner R. S. (2012). "Noninvasive saliva collection for DNA analyses from free-ranging tibetan macaques" (*Macaca thibetana*). *American Journal of Primatology*, 74: 1064-1070.

SLOANE, M. A.; Sunnucks, P.; Alpers, D.; Beheregaray, L. B. y Taylor, A. C. (2000). "Highly reliable genetic identification of individual northern hairy-nosed wombats from single remotely collected hairs: a feasible censusing method". *Molecular Ecology,* 9: 1233-1240.

SUGDEN, A. (1983). "Determinants of species composition in some isolated neotropical cloud forest". En: *Tropical rain forest: ecology and management*: 45-56. Special publication number 2 of the British Ecological Society. Blackwell, Oxford.

URBANI, B. (2009). *Spatial mapping in wild white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*)*. Tesis de Doctorado. University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois, EE. UU. 402 pp.

VALDERRAMA, X.; Karesh, W. B.; Wildman, D. E. y Melnick, D. J. (1999). "Noninvasive methods for collecting fresh hair tissue". *Molecular Ecology*, 8: 1749-1752.

WAITS, L. P. y Paetkau, D. (2005). "Non-invasive genetic sampling tools for wildlife biologists: a review of applications and recommendations for accurate data collection". *Journal of Wildlife Management* 69: 1419-1433.

WILLIAMSON, E. A. y Feistner, A. T. (2003). "Habituating primates: processes, techniques, variables and ethics". En: *Field and laboratory methods in primatology. A practical guide* (Setchell, J. M. y Curtis, D. J., eds.): 25-39. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.

Figuras

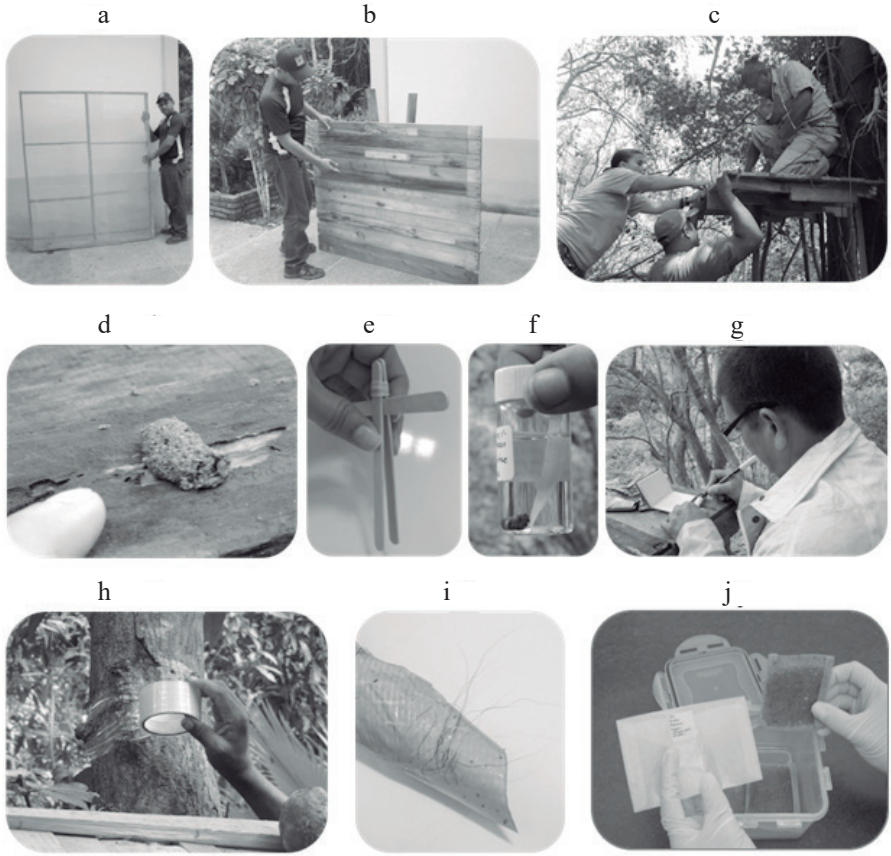


Figura 1. Elaboración de plataforma no exitosa con malla (a), exitosa de madera (b), instalación de plataformas (c), muestras de heces (dedo de referencia) (d), pinza de madera realizada con paletas de helado empleada para la recolección de muestra de heces (e), envase resistente para preservación de heces en etanol 95% (vial de cintilación de vidrio con tapa doble de plástico) (f), recolección de muestras por guardaparques (g), instalación de trampa de pelo con cinta adhesiva invertida en rama de árbol (h), pelos en trampa de cinta de ductos invertida (i), preservación de muestra de pelos en sobre y caja con sílica (j).

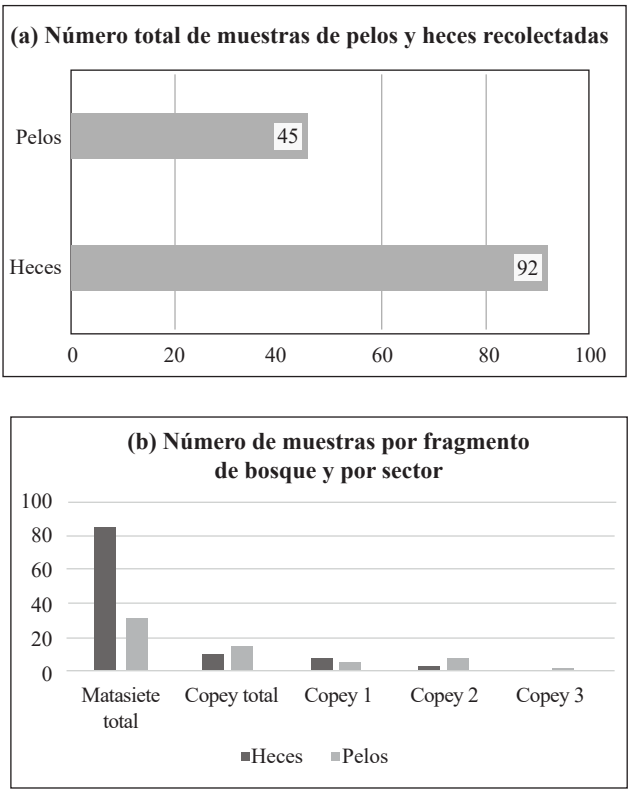


Figura 2. Número de muestras de pelos y heces recolectadas en total (a) y por fragmento de bosque y sector (b).

Figura 3. Cámaras trampa (a), mono de Margarita, *Sapajus apella margaritae* (b), ubicación no exitosa de trampa de pelo con cinta adhesiva atravesando plataforma (c), y exitosa en ramas donde monos se sujetaron con la cola haciendo presión sobre la cinta adhesiva (d).

Natalia Ceballos-Mago
Proyecto Mono de Margarita & Fundación Vuelta Larga, Venezuela. University of Montana, Missoula, MT, EE. UU. / nataliaceballos@gmail.com.

Emperatriz Gamero
Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela / egamero@ivic.gob.ve.

Kathryn M. Rodríguez-Clark
Animal Care Sciences, Smithsonian's National Zoo and Conservation Biology Institute, Washington DC, USA Rodriguez-ClarkKM@si.edu.

Romari Martinez
Departamento de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus-Itabuna Km. 16, Ilhéus, CEP 45562-000. Bahía, Brasil / cebus@yahoo.com.

Magaly Pernía
Hospital Veterinario Salamanca. Isla de Margarita, Venezuela / hvetsalaman@gmail.com.

Ceballos-Mago, N., Gamero, E., Rodríguez-Clark, K. M., Martinez, R. & Pernía, M. (2019). Métodos de campo para la recolección de muestras genéticas no-invasivas de mono de Margarita, *Sapajus apella margaritae*. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 323-348.

Interacción del mono capuchino de Margarita (*Sapajus apella margaritae*) con los cultivos en el Parque Nacional Cerro El Copey

Virginia Sanz
Rafael Moncada
Luis Gonzalo Morales

Resumen

En la Isla de Margarita (edo. Nueva Esparta), El *Sapajus apella margaritae* (mono capuchino de Margarita) es considerado plaga para los cultivos en conucos de las zonas montañosas y la cacería es uno de los métodos usados tradicionalmente para controlarlos. Al ser una subespecie endémica, amenazada y por ocurrir este conflicto dentro de un parque nacional, nos planteamos caracterizar las interacciones y verificar el verdadero efecto de los monos sobre los cultivos en el Parque Nacional Cerro El Copey para buscar formas de control más adecuadas. Seleccionamos dos grupos de conucos con características estructurales similares pero que se diferenciaran en la frecuencia de visita por parte de los campesinos. Las tasas de visita de los monos y el número de individuos totales registrados fueron mucho más altas en los conucos poco visitados por los campesinos en comparación con los que eran frecuentados diariamente por ellos. El consumo de frutos de lechosa, níspero y coco por parte de los monos fue insignificante en ambos tipos de conucos. Adicionalmente, identificamos otros problemas que ocasionan un limitado aprovechamiento de las cosechas asociados a pobres prácticas de manejo. En la situación actual no se justifica la cacería como medio de control de esta especie de primate.

Palabras claves: Isla de Margarita, mono capuchino, plaga, Venezuela.

Interaction of the Margarita Capuchin Monkey (*Sapajus apella margaritae*) with Farm Crops in El Copey National Park

Abstract

In Margarita Island (Nueva Esparta state), *Sapajus apella margaritae* (Margarita capuchin monkey) is considered a crop-pest of small crops (*conucos*) found on the mountain slopes. These primates have being hunted as one of the traditional methods to control them. Since this monkey is an endemic, threatened subspecies, and because this conflict occurs inside a national park, we characterized the interactions and verified the actual effect the monkeys had on the crops in El Copey National Park in order to find better ways to control them. We choose two groups of *conucos* with similar structural characteristics, but with contrasting visit frequencies by the farmers. The monkeys' visit rates and the total number of individuals registered were much higher in the *conucos* with low frequency of farmers' visits compared with the ones frequented daily by them. The consumption of fruits of papaya, sapodilla, and coconut by the monkeys was insignificant in both types of crop sites. Additionally, we identified other problems that limit the whole use of crops, associated to poor management techniques. In the actual situation hunting is not justified as a way to control this primate.

Keywords: Capuchin monkey, crop-raid, Margarita Island, pest, Venezuela.

Introducción

Los conflictos entre agricultores y fauna silvestre son de vieja data, pero se han agudizado en las últimas décadas a medida que los humanos ocupan áreas naturales cada vez más extensas para desarrollar sus cultivos. Esta interacción puede generar pérdidas económicas a los agricultores, quienes consideran a la fauna como plaga y por tanto intentan ahuyentarla o eliminarla (Bucher, 1992; Strum, 1994; Wang *et al.,* 2006; Marchal y Hill, 2009; Strum, 2010). Por varios motivos, los primates están entre los principales grupos "demonizados" como plagas de cultivos. Su capacidad cognitiva les permite superar muchos mecanismos que impiden el acceso de otras especies a los cultivos; el ataque en grupos, exhibiendo comportamientos agresivos, pudiendo herir incluso a humanos y la gran versatilidad en su dieta, que les permite usar varios tipos de cultivos. Todos ellos son factores que propician una actitud hostil hacia los primates por parte de los agricultores (Strum, 1994; Lee y Priston, 2005, Hill, 2010). Este es un problema bien conocido y documentado en Asia y África con varias especies de primates (Naughton-Treves *et al.,* 1998; Saj *et al.,* 2001; Lee y Priston, 2005; Sprague e Iwasaki, 2006; Hockings *et al.,* 2009; Marchant y Hill, 2009; Campbel *et al.,* 2010; Yamada y Muroyama, 2010). En América, sin embargo, no hay mucha evidencia publicada, pero los géneros *Cebus* y *Sapajus* parecen ser los principales responsables de este comportamiento (Sanz y Márquez, 1994; Lee y Priston, 2005; Ludwing *et al.,* 2006; Oliveira y Fialho, 2007; Freitas *et al.,* 2008; Bos-Mikicha y Liebschb, 2014).

En la Isla de Margarita (edo. Nueva Esparta), El *Sapajus apella margaritae* (mono capuchino de Margarita) es considerado plaga para los culti-

vos en conucos de las zonas montañosas de la isla (Sanz y Márquez, 1994; Moncada, 2007). Los conucos son pequeñas parcelas de tierra donde grupos familiares cultivan hortalizas, granos y frutales para su consumo, venta o bien para la elaboración de otros productos y su posterior comercialización, lo cual representa una fuente de ingresos para los campesinos. Estos pequeños agroecosistemas demandan gran cantidad de mano de obra, ya que en la mayoría de los casos se usan técnicas rudimentarias. Las plantas cultivadas en conucos constituyen una atractiva y muy accesible fuente de alimento para la fauna silvestre.

En la primera evaluación del estado de las poblaciones de *S. apella margaritae* en la isla, Márquez y Sanz (1991) encontraron que, según informaciones de los campesinos, el mono de Margarita era el principal causante de los daños a sus cultivos, generándoles pérdidas económicas. Además, mencionaron que las tropas de monos, aunque se habían reducido con los años, seguían visitando y consumiendo en los conucos, siendo esta la principal causa de su cacería, con fines de control. En nueve meses contabilizaron 24 monos muertos por esta causa. Entre las plantas cultivadas principalmente consumidas por los monos estaban el maíz (*Zea mays*), la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y los frutales como el mango (*Mangifera indica*), el níspero (*Manilkara zapota*) y el mamey (*Mammea americana*).

Este conflicto es particularmente alarmante porque *S. apella margaritae* es una subespecie endémica de la isla y el único primate autóctono en las islas del Caribe (exceptuando Trinidad). Esta subespecie figura en la categoría "En Peligro Crítico" según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Ceballos, 2008) y está incluida en la Lista Oficial de Animales en Peligro de Extinción (Decreto N° 1.486 de la Presidencia de la República del 11/09/1996). Adicionalmente, una parte importante de esta cacería de control ocurre dentro del Parque Nacional Cerro El Copey, donde permanecen áreas de cultivo rodeadas de áreas boscosas con vegetación nativa. A pesar de que la cacería de una especie amenazada no es compatible con la figura de parque nacional, esta práctica es un hecho fáctico y persiste entre los campesinos. Hasta el presente, no se han realizado estudios que contribuyan a conocer la verdadera dimensión

del problema, con el fin de diseñar planes de conservación y manejo que permitan resolver el conflicto. Por esta razón, nos planteamos el siguiente trabajo, que tuvo como objetivos la caracterización de las interacciones y los impactos del mono sobre los cultivos en conucos, así como identificar factores que pudieran estar modulando esta relación.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Parque Nacional Cerro El Copey, ubicado en la parte oriental de la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta (10° 57' 34'' - 11° 04' 18'' N y 63° 51' 31'' - 63° 18' 08'' W). El parque es un macizo montañoso con una altura máxima de 930 m snm y una extensión de 7.130 hectáreas (Parks Watch, 2002). El lindero del parque, en líneas generales sigue la cota 100 de altitud, aunque en algunos sectores puede ascender hasta la cota 200.

La pluviosidad media anual es de 1.000 mm (en la zonas más húmedas y altas del cerro El Copey) con un período de lluvias principal de noviembre hasta enero, y una estación lluviosa secundaria entre junio y agosto (Hoyos, 1985). La temperatura media anual es de 27°C (MARN, 2006). El parque presenta una serie de formaciones vegetales que van desde matorrales abiertos y bajos en el pie del cerro (en las laderas al sur) y matorrales densos de porte medio o alto (entre 100 y 350 m snm) hasta un bosque húmedo montano que termina en un arbustal achaparrado muy denso en las cimas más altas (desde 750 m snm hasta la cumbre). En los bosques húmedos (desde 400 hasta 550 m snm) es característica la presencia de los copeyes (*Clusia major*) y también son comunes *Ficus* spp, *Croton xantochloros*, *Aspidosperma vargasii,* helechos y palmas como *Coccothrinax barbadensis* y *Acrocomia aculeata*.

En la quebrada Tacarigua o El Toro, a la cual están asociadas las zonas agrícolas del poblado de San Sebastián (Tacarigua), se realizó el estudio detallado de la interacción del mono con los cultivos, ya que según los pobladores y el personal de Inparques, esta era la zona donde existía mayor conflicto (G. Figueroa y M. Gil, com. pers.). El área se extiende entre 100 y 500 m snm y está rodeada principalmente por el bosque húmedo

montano en las zonas altas y un matorral denso en las partes bajas. En las zonas de contacto entre los conucos y el bosque nativo permanecen árboles frutales de gran porte como mamey, mango, níspero y pomalaca (*Syzygium malaccense*) (R. Moncada, obs. pers.). Muchos de estos árboles están asilvestrados, tienen muchos años de edad y forman parte de un gradiente de vegetación entre la nativa y la cultivada.

Caracterización de las visitas de los primates

Basándonos en estudios previos (Márquez y Sanz, 1991), escogimos la estación de lluvias principal para realizar el estudio. Los campesinos mencionaban que durante esa época ocurrían las mayores pérdidas porque los monos se veían atraídos por los cultivos de caña y maíz, donde no solo comían las mazorcas, sino que rompían las plantas de ambas especies. Por esta razón, las visitas de las tropas producían pérdidas significativas o totales en ambos cultivos. Sin embargo, esas especies ya prácticamente no se siembran en las montañas actualmente, por lo que las especies con las que se pudo trabajar fueron mango, níspero, lechosa (*Carica papaya*), coco (*Cocos nucifera*) y cambur (*Musa paradisiaca*).

Con el fin de caracterizar las visitas de los monos y conocer si la presencia humana tenía algún efecto en la frecuencia de llegada de los primates a los cultivos, se trabajaron dos condiciones con tres réplicas: (a conucos con presencia humana constante, visitados diariamente por sus dueños, quienes destinan la cosecha a la venta y/o al consumo familiar (CG). Como condición para clasificar un conuco como CG, este debía tener presencia humana diaria desde tempranas horas de la mañana y al menos hasta medio día, en algunos casos hasta aproximadamente las 15:00; b) conucos sin presencia humana, los cuales son visitados esporádicamente o ya no son visitados (SG). En lo posible se seleccionaron conucos que presentaran condiciones generales semejantes de altitud, forma, tamaño, cobertura del dosel y variedad y distribución de plantas cultivadas. Las áreas de los conucos estudiados variaron entre 1,04 y 1,98 ha.

Cada conuco se muestreó una vez por semana durante diez semanas entre enero y marzo de 2007, período comprendido en la estación de máxi-

mas precipitaciones en el área de estudio, y que corresponde a la temporada de siembra de especies anuales en los conucos como yuca (*Manihot esculenta*) y ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*), y a la fructificación del níspero, mango y lechosa, entre otros. Se realizaron observaciones desde las 7:00 hasta las 17:00 horas recorriendo circuitos predeterminados dentro de cada conuco. Cada circuito constó de cuatro puntos ubicados en las zonas de mayor diversidad y densidad de especies cultivadas en el conuco. En cada punto se realizaron observaciones durante 15 minutos, de modo que se completó un circuito en una hora, para un total de cuatro recorridos en la mañana (7:00 a 12:00) y tres en la tarde (13:00 a 17:00). En cada punto del circuito, al detectar la presencia de los monos se registró la siguiente información: a) hora del día, b) tamaño de grupo, c) duración de la visita, d) actividad realizada (descanso, alimentación, vocalización, acicalamiento, etc.) y e) en el caso de que los monos se alimentaran de frutos, se cuantificó el número de frutos consumidos o derribados.

Cuantificación de las pérdidas en la cosecha

Antes de cada muestreo semanal se estimó el tamaño de la cosecha existente en plantas seleccionadas para cuantificar la cosecha producida en la temporada (entre uno a cinco individuos por especie en cada conuco, dependiendo de la disponibilidad). En los árboles de níspero los frutos se contaron en cinco ramas marcadas y seleccionadas al azar, se calculó el valor promedio y este se multiplicó por el número total de ramas. En el caso de plantas de bajo porte y cosechas reducidas, como cambur, lechosa y coco se realizó el conteo total de frutos. Para el mango, las plantas presentaron una enfermedad que producía el deterioro temprano de los frutos por lo que se descartó esta especie en la evaluación del daño por parte de la fauna.

Originalmente, se había planteado cuantificar el número de frutos consumidos por los monos en los distintos conucos evaluados. Para ello, antes de cada ciclo de observaciones se limpiaba el área bajo cada una de las plantas seleccionadas y se colocaban mallas plásticas de mosquitero suspendidas debajo de la copa para recolectar los frutos tumbados. Esta metodología se abandonó debido a que la presencia de las mallas

incomodaba a los campesinos. Fue reemplazada por la construcción de cercos de 30 cm de altura alrededor de las plantas seleccionadas (cubriendo el área bajo la copa), utilizando mallas plásticas de mosquitero y varillas de madera. Al final del día se contaban los frutos, separando aquellos que solo fueron derribados de los que fueron derribados y dañados (que se reconocieron por marcas hechas por los animales como mordidas, rasguños, picotazos). En el muestreo siguiente se contaban los frutos derribados durante la semana y que habían caído dentro del área encerrada por el cerco, evaluando así las pérdidas semanales en las cosechas durante el estudio. Este método tampoco resultó exitoso porque las cercas de mallas se caían durante la semana o eran tumbadas por animales (perros, gallinas, etc.), por lo que se descartó continuar con esta evaluación. Sin embargo, se mantuvo el conteo de frutos al inicio y al final de los muestreos semanales para tener una estimación preliminar, aunque no sistemática, del número de frutos perdidos semanalmente en cada una de las plantas evaluadas.

Para indagar sobre posibles características estructurales de los conucos que podían hacerlos más accesibles a los primates, se identificaron todos los conucos de la cuenca de Tacarigua, sus linderos se delimitaron usando un posicionador satelital (GPS) y se registró la altitud en el punto medio. Esta información se ingresó a un SIG y de cada conuco se estimó su extensión, la distancia mínima a los bosques húmedos y se estableció una escala cualitativa de abundancia de los cultivos (0= ausente; 1= escaso; 2= moderado y 3= abundante) con las especies mamey, coco y tubérculos (yuca y ocumo). Para determinar cuáles características de los conucos están más asociadas a la presencia de los monos se realizó una regresión logística paso a paso de ingreso condicional de las variables (“forward stepwise”), con un valor de significancia para el ingreso de P= 0,05. Con la información ofrecida por los campesinos sobre la frecuencia de visitas de los monos a los conucos se definieron dos categorías de visita (alta y baja) y se clasificó a cada conuco en una de ellas. Debido al bajo número de casos del modelo (20 conucos en la parte alta de la cuenca), el número de variables explicativas también se limitó para poder ejecutar el análisis apropiadamente.

Resultados

Los monos frecuentaron muy esporádicamente los conucos con gente (CG, n= 3), en comparación con los conucos sin gente, que recibieron seis veces más visitas (SG, n= 18) y donde también fueron registrados mayor número de individuos (tabla 1). Puesto que los individuos no estaban marcados, no es posible saber si se trata de una o varias tropas de monos. Dada la variabilidad en los tamaños de grupo observados en los conucos (1-7), es posible que se tratara de manadas diferentes.

Existieron diferencias importantes también en el patrón de uso temporal de los conucos. Los monos se observaron regularmente solo en los conucos SG a lo largo de los meses de estudio, apareciendo eventualmente en los conucos CG (figura 1). Con respecto a las horas del día, en los conucos SG si bien se observó que la frecuencia de visitas es igual al mediodía que en la tarde (8 en cada una), el número de individuos visitantes aumenta con el paso del día y el máximo número de monos se registró en la tarde (figura 2). En los conucos CG la muestra es muy pequeña, pero al mediodía fue cuando se vieron más individuos y las visitas se repartieron una en cada bloque de hora (mañana-mediodía-tarde).

La duración de las visitas fue mayor en los conucos CG (tabla 1), sin embargo esto se debe a una permanencia prolongada de dos individuos en horas de la tarde (900 seg o 15 min) alimentándose de cocos durante 12 min, cuando posiblemente ya no habría personas trabajando en el conuco. Después del mediodía los campesinos comienzan a bajar al pueblo y en la tarde muchos de los conucos quedan sin gente después de las 15:30 a 16:00 horas. En esos momentos las tropas pueden acceder a los cultivos sin perturbaciones. En el caso de los conucos SG la permanencia de los monos en los mismos es más semejante entre las primeras horas de la mañana (7:00 a 10:00) y la mitad del día (10:00 a 14:00), incrementándose hacia la tarde (figura 2). Sin embargo, la variabilidad es muy alta en ambas condiciones y el tamaño de muestra es bajo, sobre todo para los conucos CG, lo que limita la posibilidad de conclusiones firmes.

En las observaciones sistemáticas la especie fue observada comiendo frutos pocas veces tanto en conucos con y sin gente, y solamente cocos (n= 4) y nísperos (n= 1). Sin embargo, fuera de los muestreos, los monos fueron vistos consumiendo lechosas, piñas, cambures, mangos y naranjas.

Cuantificación de pérdidas en las cosechas

La cantidad de frutos presentes a lo largo del estudio en los conucos CG siempre fue mayor que en los conucos SG, con un máximo de 2.065 en la primera semana del estudio, en enero, y un mínimo de 744 frutos en marzo. Por otra parte, en los conucos SG el máximo de producción también se presentó en la primera semana pero se contaron unos 1.500 frutos. Esta cifra corresponde a la abundancia global de varias especies consumidas por los primates en la zona: níspero, coco, cambur y lechosa. El níspero es la especie más abundante. En ambos tipos de conuco, a lo largo del período de estudio, la disponibilidad de frutos disminuyó (figura 1). La cantidad de monos que visitaron ambos tipos de conucos semanalmente no muestra ninguna relación con la abundancia global de frutos en ninguno de los dos tipos de conucos.

El método usado para cuantificar el consumo de frutos por parte de los monos no fue efectivo, y a lo largo de todo el estudio solamente se recogieron 7 frutos en los conucos CG y 16 en los conucos SG con marcas de dientes o uñas que indicaran consumo por primates. Sin embargo, tampoco se recogieron nunca grandes cantidades de frutos presumiblemente tumbados por los monos, ni durante el día de muestreo ni en los períodos semanales, lo que indica que en los meses estudiados y para las especies y plantas seleccionadas el impacto de los monos fue insignificante.

Características de los conucos que los hacen más sensibles al ataque por los primates

De las características de la estructura de los cultivos analizadas, la única que tuvo una marcada relación con una alta presencia de monos fue la abundancia de plantas de mamey. De las cuatro variables consideradas en el análisis (distancia al bosque, abundancia de mamey, abundancia de coco, abundancia de tubérculos), la abundancia de mamey fue la única que ingresó en el modelo de regresión logística (coeficiente B= 37,711; P< 0,0001; n= 20). La tabla de asignación de casos observados y pronosticados muestra un 100% de aciertos para los conucos con alta frecuencia

de visita de monos y 86% para los conucos con baja frecuencia, para un promedio de 95% para el modelo completo.

Discusión y conclusiones

Los conucos muestreados en la zona de Tacarigua-San Sebastián tuvieron visitas periódicas de monos en los meses estudiados, pero la frecuencia es significativamente menor al tener presencia humana con regularidad. Las observaciones demuestran que este es un método efectivo para disminuir el impacto que puedan tener los primates y de hecho es uno de los más aplicados por los locales (Moncada, 2007) y en otras partes del mundo (Strum, 1994; Wang *et al.,* 2006; Marchal y Hill, 2009). La mayor presencia de los monos en los conucos SG se mantiene a pesar de que la abundancia de frutos en estos cultivos es la mitad o menos que la que se encuentra en los conucos que son visitados y mantenidos con regularidad por los campesinos.

Posiblemente, el marcado efecto de la presencia humana sobre la llegada de los primates puede ser consecuencia de la cacería que antiguamente sufrieron los monos de Margarita, lo cual provocó reducciones substanciales en sus poblaciones (Márquez y Sanz, 1991). Este antecedente podría sugerir que la baja densidad poblacional de la especie también podría ser la causa de la baja frecuencia de visitas reportada en este estudio. Sin embargo, la presión de cacería ha disminuido debido a la presencia de funcionarios de Inparques y de la Guardia Nacional en el parque desde hace 12 años, y se percibe que, como consecuencia, la población del mono de Margarita ha aumentado considerablemente desde que se realizó el estudio de esta especie en 1991 (Sanz, obs. pers.; Ceballos, 2010). La fuerte presión de cacería en el pasado también provocó un comportamiento de temor en los primates, quienes al detectar la presencia humana emitían una vocalización de alarma y abandonaban la zona rápidamente, incluso en zonas silvestres, alejadas de los cultivos. Es posible que este aprendizaje de la experiencia del pasado se mantenga en alguna medida en los individuos actuales, que evitan visitar los conucos cuando detectan presencia humana. El abandono de cultivos herbáceos en las montañas del Cerro El Copey como la caña de azúcar y el maíz, que son muy atractivos para los

monos, probablemente es una de las causas importantes en la disminución del conflicto a pesar del aumento de la población de primates.

Aunque el método para cuantificar el efecto de los monos sobre los cultivos de níspero, lechosa, coco y cambur tuvo limitaciones, tal vez por incluir un número reducido de árboles por especie (máximo cinco) o por la pérdida de algunos frutos al permanecer una semana en el suelo, en ninguno de los seis conucos evaluados se tuvo indicios de grandes pérdidas debidas a los monos, aún en árboles no muestreados, de cuatro especies distintas de plantas y en conucos visitados regularmente por los monos. Por lo tanto, podemos concluir que el daño causado sobre estas cosechas es mínimo en comparación con la producción total.

Adicionalmente, las especies de las que se alimentan los monos no tienen mayor importancia económica para los agricultores de Tacarigua. En encuestas realizadas a los campesinos en el marco de este trabajo (Moncada, 2007), ellos aseguraron que los nísperos y mangos están enfermos y que no vale la pena destinar los frutos a la venta o al consumo familiar, dejando perder la cosecha en su totalidad. Con respecto a la lechosa, tan solo cuatro campesinos afirmaron que consumen este fruto, el resto aseguró no aprovechar este cultivo y que simplemente lo siembran para que coman las aves. Con respecto a otros cultivos importantes como el coco y los tubérculos, aseveran que los animales como el mono y el báquiro (*Tajassus pecari*) generan importantes pérdidas en sus cosechas, pero al mismo tiempo, afirman que aprovechan muy poco de esas cosechas porque no tienen las facilidades para transportar cargas de gran volumen ni peso fuera de su conuco, y por lo tanto una buena parte no se usa y se abandona en el campo.

Un caso aparte podría ser el mamey, muy abundante en Tacarigua. Esta especie sí es comercializada por algunos conuqueros, y el mono es, una vez más, la especie identificada como dañina para este cultivo. Esta planta no estuvo en fructificación durante el período de estudio, por lo que no fue posible medir el impacto de los monos. La producción de frutos de esta especie es muy alta, por lo que, también en este caso, hay otros problemas que podrían estar afectando su aprovechamiento, como lo es la imposibilidad de bajar al pueblo la cosecha completa. Existen muchos árboles de mamey asilvestrados que también son usados por los monos. En este caso, aún cuando los

animales no coman los frutos de los conucos pueden ser percibidos como dañinos para los cultivos. Al respecto, podría esperarse que el impacto real de los monos sobre este cultivo también sería en realidad bajo. Sin embargo, sería recomendable y necesario hacer una evaluación más detallada de la interacción de los monos con esta especie y los factores sociales y económicos que están implicados en su aprovechamiento.

En la cuenca de Tacarigua la única variable de la estructura del conuco que influye en el nivel de interacción entre monos y cultivos fue precisamente la abundancia de árboles de mamey. Esto podría sugerir que el mono además de consumir los frutos de esta planta, también se puede ver favorecido en sus desplazamientos por el área agrícola, ya que son árboles abundantes a lo largo de las quebradas y zonas húmedas de las laderas del parque, alcanzan gran altura, tienen ramas largas y resistentes, y copas que se tocan unas con otras, lo que ofrece una continuidad en el estrato. Si bien los monos bajan al suelo y visitan conucos con vegetación herbácea, como los sembradíos de maíz, en esas circunstancias, son muy cautelosos. Márquez y Sanz (1991) describen una aproximación de una tropa a un cultivo de maíz, donde primero un individuo llegó a los linderos del conuco y desde ramas altas miraba atentamente a su alrededor, y solo después que este descendió, el resto de la tropa también lo hizo. Los campesinos siempre refieren la presencia de un "vigía" cuando los monos se acercan a los cultivos, por lo que las siembras con vegetación arbórea les confieren más seguridad para acceder a los alimentos y desplazarse en el sitio.

Al estar dentro de un área protegida, inmersos en varios tipos de vegetación nativa, el conflicto que presentan los campesinos de las zonas agrícolas del Parque Nacional Cerro El Copey con la fauna silvestre que interactúa con los cultivos podría estar asociado con la cercanía entre la frontera agrícola y los bosques del parque, como ocurre con otras especies (Bucher, 1992; Hill, 1997; Saj *et al.,* 2003; Wallace y Hill, 2012). Las áreas de conucos (que representan un porcentaje muy bajo de la superficie total del parque, 4%, Sanz *et al.,* 2013) están ubicadas en laderas cubiertas por bosques húmedos y matorrales con un importante componente arbóreo, donde habita la fauna silvestre, y hay una alta probabilidad de que los animales crucen la frontera y consuman plantas cultivadas. De hecho es muy posible

que la gran cercanía que tienen todos los conucos a la vegetación nativa, haya sido la razón para no encontrar relación entre la distancia al bosque y las distintas frecuencias de visita.

Otro factor no analizado en este trabajo que puede afectar la frecuencia de interacción entre los primates y los cultivos, es la abundancia de recursos en los bosques nativos. *S. apella* es una especie omnívora que utiliza una amplia variedad de recursos alimenticios: frutos, semillas, flores, bases foliares, insectos, huevos y pequeños vertebrados (Sanz y Márquez, 1994). En un momento dado, la frecuencia de visita a los cultivos puede depender de los recursos que ofrezca el bosque en relación con la abundancia de un recurso localmente abundante y de fácil manipulación y digestión como los frutos en los conucos. En estudios con otros primates en diversas localidades se ha encontrado que efectivamente, el mayor uso de plantas en cultivos ocurre cuando hay limitaciones de frutos en los ambientes naturales (Naughton-Treves *et al.*, 1998; Ludwig *et al.,* 2006; de Freitas *et al.*, 2008; Bos-Mikicha y Liebschb, 2014). En nuestro caso no existen estudios de fenología de las plantas del parque que nos permitan hacer alguna inferencia al respecto.

Debido al abandono de muchos conucos en las montañas con el paso de los años, existen muchas plantas originalmente cultivadas y que actualmente están entremezcladas con el bosque secundario (V. Sanz; R. Moncada, obs. pers). Estos árboles también son fuente de alimento para la fauna silvestre y podrían estar actuando como una zona de amortiguamiento alrededor de los conucos activos en la actualidad. Estas razones también podrían explicar el bajo impacto de los monos encontrado en nuestro trabajo, ya que el alimento podría no representar un recurso limitado durante el período estudiado.

Como ocurre con otros animales, una actitud muy negativa por parte de los habitantes locales hacia la fauna responde principalmente a preconcepciones erradas, ya que por lo general no se evalúa el impacto real de la fauna (Bucher, 1992). Peor aún, en el caso del mono de Margarita pudimos comprobar que los daños causados por los monos a las especies de frutales evaluadas son pequeñas y en realidad no ocasionan cuantiosas pérdidas económicas porque muchas de las especies cultivadas ya no se comercian y las que generaban más conflicto prácticamente ya no se cul-

tivan. Es posible que un factor que también está actuando en la negativa percepción que existe sobre los primates sea la forma de consumo, donde los individuos van tomando los frutos y luego de uno o dos mordiscos o de evaluar su madurez con las uñas los desechan. Esto es percibido como una actitud premeditada de los animales para "molestar" a los campesinos y genera gran rechazo. Adicionalmente, existen otros problemas asociados al manejo del cultivo que son responsables de un pobre aprovechamiento de las cosechas. Por lo tanto, en las actuales circunstancias planteadas con la actividad agrícola dentro del parque nacional no se justifican métodos de control drásticos como la cacería sobre esta especie. Se recomienda hacer una cuantificación del impacto de los primates sobre los cultivos de mamey y evaluar posibles medidas de amortiguamiento de los daños, de ser el caso.

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado con fondos de investigación del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Un reconocimiento al personal del Instituto Nacional de Parques (Inparques) Región Nueva Esparta por toda la colaboración prestada, a Deicys González, Édgar Villarroel y al guardaparques Máximo Gil "Macho". A los conuqueros de Tacarigua por permitirnos trabajar en sus tierras y ofrecernos su hospitalidad. A Morelys Malaver por el alojamiento en la isla.

Referencias

BOS-MIKICHA, S. y Liebschb, D. (2014). "Damage to forest plantations by tufted capuchins (*Sapajus nigritus*): too many monkeys or not enough fruits?". *Forest Ecology and Management*, 314: 9-16.

BUCHER, E. (1992). "Neotropical parrots as agricultural pests". En: *New world parrots in crisis. Solutions from conservation biology* (Beissinger, S. R. y Snyder, N., eds.): 201-219. Smithsonian Institution Press, Washington, EE. UU.

CAMPBELL-SMITH, G.; Simanjorang, H. V.; Leader-Williams, N. y Linkie, M. (2010). "Local attitudes and perceptions toward crop-raiding by orangutans (*Pongo abelii*) and other nonhuman primates in northern Sumatra, Indonesia". *American Journal of Primatology*, 72: 866-76.

CEBALLOS-MAGO, N. (2008). "Cebus apella ssp. margaritae". En: IUCN "Red list of threatened species. Version 2014.2". <www.iucnredlist.org>. (Consulta: 30 de septiembre 2014).

———— (2010). *The Margarita capuchin* Cebus apella margaritae: a *critically-endangered monkey in a fragmented habitat on Isla de Margarita*, Venezuela. PhD thesis. University of Cambridge. Cambridge.

DE FREITAS, C.; Setz, E.; Araújo, A. y Gobbi, N. (2008). "Agricultural crops in the diet of bearded capuchin monkeys, *Cebus libidinosus* Spix (Primates: Cebidae), in forest fragments in southeast Brazil". *Revista Brasileira de Zoologia*, 25: 32-39.

HILL, C. M. (1997). "Crop-raiding by wild vertebrates: The farmer's perspective in an agricultural community in western Uganda". *International Journal of Pest Management,* 43: 77-84.

HOCKINGS, K. J.; Anderson, J.; Matsuzawa, T. (2009). "Use of wild and cultivated foods by chimpanzees at Bossou, Republic of Guinea: feeding dynamics in a human-influenced environment". *American Journal of Primatology,* 71: 636-646

HOYOS, J. (1985). *Flora de la Isla de Margarita*. Sociedad y Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, Venezuela.

LEE, P. C. y Priston, N. E. C. (2005). "Human attitudes to primates: perception of pest, conflict and consequences for conservation". En: *Commensalism and conflict: the primate-human interface* (Patterson, J. D., ed.): 1-23. Hignell Printing. Winniipeg, Canadá.

LUDWIG, G.; Aguiar, L. M.; Rocha, V. J. (2006). "Comportamento de obtenção de *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), mandioca, por *Cebus nigritus* (Goldfuss) (Primates, Cebidae) como uma adaptação alimentar em períodos de escassez". *Revista Brasileira de Zoologia,* 23: 888-890

MARCHAL, V. y Hill, C. (2009). "Primate crop-raiding: a study of local perceptions in four villages in North Sumatra, Indonesia". *Primate Conservation*, 24: 107-116.

MÁRQUEZ, L. y Sanz, V. (1991). *Evaluación de la presencia de* Cebus apella margaritae *(Hollister, 1914) en la Isla de Margarita*. Tesis de Grado. Universidad Cental de Venezuela, Caracas, Venezuela. 89 pp.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES. (2006). Dirección Estadal Ambiental Nueva Esparta, Programa de Hidrología y Meteorología, Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorología (Sinaihme).

MONCADA, R. (2007). *Evaluación del impacto generado por la fauna silvestre sobre los cultivos en conucos en el P. N. Cerro El Copey, isla de Margarita (edo. Nueva Esparta).* Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 92 pp.

NAUGHTON-TREVES, L.; Treves, A.; Chapman, C. y Wrangham, R. (1998). "Temporal patterns of crop-raiding by primates: linking food availability in croplands and adjacent forest". *Journal of Applied Ecology*, 35: 596-606.

OLIVEIRA, M. M. y Fialho, M. S. (2007). "Instalação de cercas para evitar a predação de frutos de cacau por macaco-prego em Rondônia, Brasil". *Neotropical Primates,* 14: 34.

PARKS WATCH. (2002). Parque Nacional Cerro El Copey. http://www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=spa&country=ven&park=ecnp&page=inf (Consulta: 30 de agosto 2014).

REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1996). Gaceta oficial N°. 36.062 (10 de octubre de 1996). Decreto N° 1.486 - Especies en Peligro de Extinción.

SAJ, T. L.; Sicotte, P. y Paterson, J. D. (2001). "The conflict between vervet monkeys and farmers at the forest edge in Entebbe, Uganda". *African Journal of Ecology*, 39: 195-199.

SANZ, V. y Márquez, L. (1994). "Conservación del mono capuchino de Margarita (*Cebus apella margaritae*) en la Isla de Margarita, Venezuela". *Neotropical Primates*, 2: 5-8.

SANZ, V.; Gutiérrez, M. y Riveros, M. (2013). "Representatividad de paisajes naturales en las áreas protegidas de la isla de Margarita, estado Nueva Esparta". *X Congreso Venezolano de Ecología,* Mérida, Venezuela. 822 pp.

SPRAGUE, D. S. y Iwasaki, N. (2006).”Coexistence and exclusion etween humans and monkeys in Japan: is either really possible?”. *Ecological and Environmental Anthropology*, 2: 30-43.

STRUM, S. C. (1994). “Prospects for management of primate pests”. *Revue d Ecologie-la terre et la vie*, 49: 295-306.

———— (2010). “The development of primate raiding: Implications for management and conservation”. *International Journal of Primatology,* 31:133-156.

WANG, S. W.; Curtis, P. D. y Lassoie, J. P. (2006). “Farmer perceptions of crop damage by wildlife in Jigme Singye Wangchuck National Park, Bhutan”. *Wildlife Society. B*., 34: 359-365

YAMADA, A.; Muroyama, Y. (2010). “Effects of vegetation type on habitat use by crop-raiding Japanese macaques during a food-scarce season”. *Primates*, 51: 159-166.

Figuras y tabla

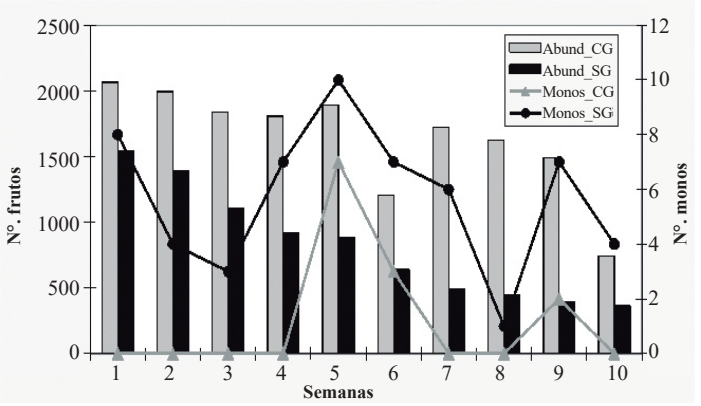


Figura 1. Número de individuos del mono de Margarita (S. apella margaritae) visitando cultivos (escala derecha) y abundancia de frutos disponibles a lo largo del estudio (escala izquierda) por tipo de conuco. CG = conucos con gente, SG = conucos sin gente.

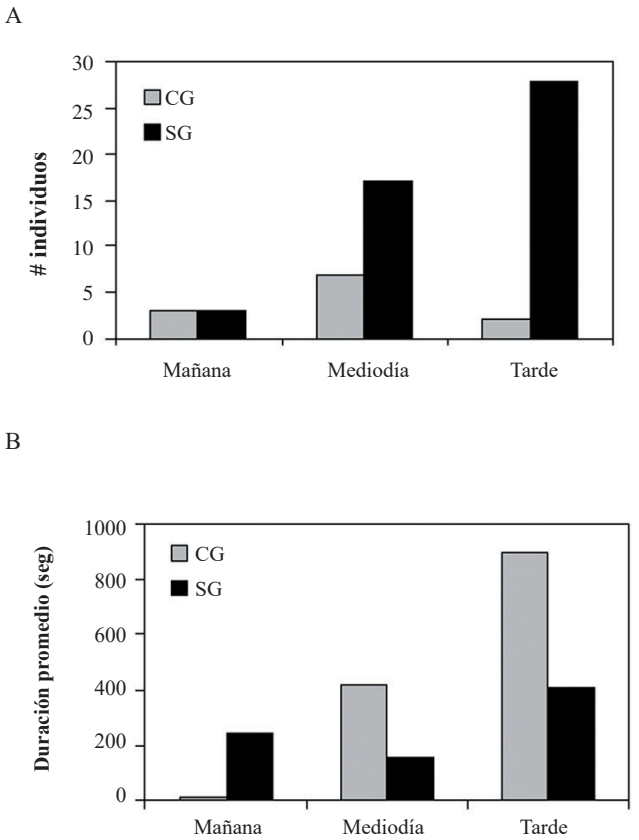


Figura 2. (A) Número de individuos del Mono de Margarita (*S. apella margaritae*) registrados a distintas horas del día. (B) Duración promedio de visita a lo largo del día por tipo de conuco. No se colocaron desviaciones estándar porque son valores muy altos y no permiten ver el comportamiento de la gráfica. CG = conuco con gente, SG = conuco sin gente.

Tabla 1. Características de las visitas del mono de Margarita a los conucos con distinta frecuencia de permanencia de los dueños entre enero y marzo 2007. CG = conucos visitados regularmente por sus dueños; SG = conucos visitados esporádicamente por sus dueños. Los valores son promedios ± desviación estándar.

Tipo de conuco	Número de visitas	Número total de individuos	Número de individuos por día	Duración promedio de visita (seg)	Duración promedio de alimentación (seg)
CG	3	12	0,4 ± 1,4	443 ± 445 (n = 3)	720 (n = 1)
SG	18	45	1,4 ± 1,6	300 ± 294 (n = 18)	443 ± 356 (n = 4)

Virginia Sanz
Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Altos de Pipe, Venezuela / vsanz@ivic.gob.ve.

Rafael Moncada
Indra BPO, Energía & Utilities. Madrid, España / moncadaccs@gmail.com.

Luis Gonzalo Morales
Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Centro Museo UCV, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela / luis.morales@ciens.ucv.ve.

Sanz, V., Moncada, R. & Morales, L. G. (2019). Interacción del mono capuchino de Margarita (*Sapajus apella margaritae*) con los cultivos en el Parque Nacional Cerro El Copey. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 349-369.

¿Es efectiva la educación ambiental? Percepciones sobre el mono (*Sapajus apella margaritae*) y el venado (*Odocoileus margaritae*) de Margarita

Sabina Caula
Virginia Sanz
Elysa Silva
Laura Quinteiro

Resumen

Distintas estrategias han sido utilizadas para sensibilizar a la población sobre temas ambientales, sin embargo, pocas veces se evalúa su efectividad. En este estudio se escogieron dos mamíferos, endémicos y amenazados, el mono *(S. apella margaritae)* y el venado *(O. margaritae)* de Margarita, para identificar cambios en el conocimiento sobre estas especies después de realizar una actividad escolar. Se realizaron actividades con 243 niños (9-12 años) de dos escuelas públicas cercanas al Parque Nacional Cerro El Copey, hábitat de las dos especies escogidas. Se realizaron talleres para docentes, charlas con juegos ecológicos para los niños y distribución de material divulgativo. Para medir el impacto, se aplicó un cuestionario con un diseño control (antes) y tratamiento (después) que evalúo la sensibilización ambiental y el conocimiento sobre la biodiversidad. Los mayores cambios observados fueron el reconocimiento del mono y del venado como especies endémicas y el incremento de los niños (83%) que aprendieron que hay especies que han desaparecido de Margarita. En conclusión, las campañas de educación ambiental diseñadas por un equipo multidisciplinario, que incluyen distintos recursos para la transmisión del mensaje, pueden generar cambios importantes en la valoración de la biodiversidad en niños de edad escolar.

Palabras claves: Biodiversidad, conservación, educación ambiental, Isla de Margarita, sensibilidad ambiental.

Is Environmental Education Effective? Perceptions on the Margarita Island Monkey (*Sapajus apella margaritae*) and Deer (*Odocoileus margaritae*)

Abstract

Several environmental education strategies have been used to *increase environmental awareness;* however, evaluations of these strategies are rarely carried out. In this study, two Margarita island mammals, the endemic and endangered monkey *(S. apella margaritae)* and the deer *(O. margaritae)* were chosen, inorder to evaluate changes in knowledge about those mammals, before and after an educational activity. At two public elementary schools, near the Cerro El Copey National Park where these species live, we chose 243 childrens (9-12 years old) to do different activities. Workshops for teachers and lectures for children with ecological games were conducted and educational resources were distributed. To assess the impact of the educational activities, a questionnaire was applied, before (control) and after (treatment) the activity. The largest positive changes were the recognition of the margarita monkey and the deer as endemic species, and there was an increase awareness of children (83%) who learned that those species have disappeared from the island. We concluded that environmental educational activities that include different strategies for message transmission and designed by a multidisciplinary team can generate significant changes in knowledge and assessment of biodiversity in school age children.

Keywords: Biodiversity, conservation, environmental education, Margarita island, environmental sensitivity.

Introducción

Dada la atención social y la proliferación en los medios de comunicación de las noticias sobre la degradación y la contaminación del planeta, los niños y jóvenes de hoy en día están creciendo en un mundo agobiado por los problemas ambientales. Los escolares venezolanos no están exentos de esta situación global. Sin embargo, aunque los niños del país y del mundo en general, son confrontados con información sobre problemas ecológicos mundiales como el recalentamiento global, la deforestación, la disminución de los bosques o el cuidado que se debe tener para conservar el agua dulce o las especies, pocos tienen conocimientos o asocian estas problemáticas con los problemas ambientales de su entorno inmediato, que los afectan tanto a ellos como a su comunidad (Cuello, 2003).

La falta de conocimientos contribuye con las acciones negativas que los seres humanos ejercen sobre su entorno, y en particular, la falta de información en los niños y jóvenes es aún más grave, debido a que ellos son el elemento principal que puede propiciar el cambio social y son los futuros residentes, consumidores y electores a quienes les tocará enfrentar los efectos perniciosos de la degradación del ambiente a nivel local y global.

La sociedad y la familia tienden a transmitir a sus hijos las mismas escalas de valores y comportamientos que han conducido al actual deterioro ambiental (Yus, 1994). Sin embargo, desde que la escuela existe, la familia dejó de ser la única referencia educativa. La escuela no solo puede, sino que debe, desencadenar los cambios de percepción, de actitudes, de valores y comportamientos en los sujetos para favorecer su crecimiento ético. ¿Cómo favorecer un cambio en la percepción de la naturaleza y en la actitud en favor de la protección del ambiente en la escuela? El punto

desencadenante del cambio de actitud se produce cuando aparecen discrepancias entre lo que el individuo piensa y la información nueva que le llega de la realidad en la cual está inmerso. Así pues, es importante seleccionar en la escuela temas y problemas ambientales que aquejan al entorno de los individuos y los aspectos que inciden de forma directa en la vida de la comunidad (Díaz-Aguado y Mendrano, 1994).

Sin embargo, la simple transmisión de un mensaje que intente aportar nueva información o cambiar actitudes, no puede asumirse como suficiente y exitoso sin que haya una cuantificación de los cambios en la población objeto de los programas educativos. Una de las carencias más comunes de los programas educativos de corto plazo es, justamente, la ausencia de una evaluación del éxito de los mismos. Esta etapa es vital, ya que permite identificar fortalezas en el mensaje o en la estrategia utilizada o, por el contrario, deficiencias que deberían ser corregidas en el futuro para optimizar los recursos y métodos utilizados en el proceso educativo.

En los últimos cuarenta años, la Isla de Margarita ha sufrido un rápido cambio en los patrones de uso de la tierra (Sanz *et al*., 2011). En los setenta, con los decretos de Zona Franca (1971) y Puerto Libre (1974), la actividad económica principal, que era la pesca y la agricultura, cambió a una basada en el turismo y el comercio. Debido a esto, se inició una rápida y acelerada expansión de las zonas urbanas, principalmente en el lado Este de la isla, dando origen a los conflictos humano-vida silvestre con la concomitante pérdida de hábitat, incremento de la caza, introducción de especies exóticas, tráfico de vida silvestre, comercio de mascotas, mala gestión de residuos y otras afectaciones, que han pasado a ser las principales causas de la degradación de los ecosistemas naturales y la pérdida de la biodiversidad. Hoy en día, se sabe que algunas especies de la Isla de Margarita se han extinguido a nivel local y otras están seriamente amenazadas (Sanz *et al*., 2010). Algunas medidas de protección han sido tomadas, como la declaración de dos parques nacionales (Parque Nacional Cerro el Copey y Parque Nacional Laguna de la Restinga) y tres monumentos naturales (Laguna de las Marites, Tetas de María Guevara y los Cerros Matasiete y Guayamurí). Sin embargo, lamentablemente las áreas protegidas de Margarita son insuficientes para garantizar la conservación

de las especies amenazadas en el futuro (Sanz, 2007). Margarita es una de las islas del Caribe con mayor diversidad biológica, tanto en número de especies como en ecosistemas (Rodríguez, 2007; Sanz, 2007). La isla posee 31 especies de mamíferos nativos, 198 especies de aves, 44 de reptiles y 5 de anfibios (Bisbal, 2008; Sanz *et al.,* 2010; Ugueto y Rivas, 2010). 28 especies (incluyendo subespecies) de vertebrados terrestres han sido reportados como endémicos (Sanz, 2007). Una de las especies de mamíferos en peligro crítico, el venado de Margarita (*Odocoileus margaritae*) y tres subespecies amenazadas, el mono de Margarita (*Sapajus apella margaritae*), el conejo (*Sylvilagus floridanus margaritae*) y la ardilla (*Sciurus granatensis nesaeus*), habitan en las montañas de la zona este de la isla (Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008), la más afectada por el desarrollo urbano. Bajo este panorama se hace imprescindible involucrar y comprometer a la población local en la conservación de la biodiversidad nativa como un primer paso hacia una revalorización de la biodiversidad insular y la comprensión de su importancia, basándonos en la premisa de que no podemos respetar, valorar y conservar lo que no conocemos. Nuestro objetivo fue evaluar si se detectan cambios en la sensibilidad ambiental y la actitud hacia el ambiente, en el conocimiento general sobre la biodiversidad y en el conocimiento sobre la diversidad biológica de la Isla de Margarita, en los estudiantes de educación primaria, de dos instituciones públicas de la Isla de Margarita, luego de realizar algunas actividades escolares para transferir información sobre la biodiversidad local y sus amenazas.

Materiales y métodos

Para diseñar la actividad educativa, elegimos seis especies presentes en la isla con diferentes problemáticas de conservación. Sin embargo, a los efectos de este trabajo presentaremos solamente los resultados referidos al mono capuchino (*Sapajus apella margaritae*) y otro mamífero que coexiste en su mismo ambiente, el venado de Margarita (*Odocoileus margaritae*). La primera está categorizada como "En Peligro Crítico" por la UICN (Ceballos, 2015) y la segunda en la categoría "En Peligro" a nivel nacional (Molinari y Lew, 2015). Ambas están involucradas en conflictos

humano-vida silvestre, el mono debido a la utilización como animales de compañía (mascotas), los conflictos con las especies exóticas y cacería por ser considerado plaga de cultivo; por su parte el venado es cazado como fuente de alimento. Adicionalmente, los dos se ven afectados por la pérdida y fragmentación de su hábitat.

La actividad se desarrolló entre diciembre de 2012 y junio de 2013. Trabajamos en total con 243 niños entre las edades de 9 y 12 años, que corresponde a los últimos niveles de educación básica (5to + 6to grado) de dos instituciones públicas, a saber, la U. E. B. Francisco Fajardo en San Juan Bautista (promedio de 30 niños en cada aula; 3 aulas de 5to grado = 98 niños y 3 aulas de 6to grado = 89 niños; total 187 niños) y la U. E. Doña Emilia de Velázquez, en Fuentidueño (un aula de 5to grado = 27 niños y un aula de 6to grado = 29 niños; total 56 niños) cercanas al Parque Nacional Cerro El Copey, reserva natural protegida y hábitat de estas dos especies (figura 1A). La escogencia de estos niveles se hizo con la idea de trabajar con estudiantes que tuviesen consolidadas las competencias de lectura, escritura y comprensión de la lectura de textos de mediana o larga longitud.

Equipo de trabajo

El equipo de trabajo, encargado de la actividad escolar, estuvo conformado por una licenciada en educación, dos doctoras en ecología, una de ellas especialista en biodiversidad de Nueva Esparta, una licenciada en biología con experiencia en actividades en el aula de clases y un diseñador gráfico con fuerte inclinación hacia la naturaleza. Se informó y se solicitaron los permisos respectivos a las instituciones involucradas en educación y ambiente de la isla, a saber, ministerios del Ambiente y de Educación.

Tipo de actividad escolar

Se utilizaron diferentes modalidades durante las actividades educativas: 1) un taller (8 horas) para maestros y coordinadores ambientales de las escuelas escogidas, dónde se proporcionó información sobre la biodiversidad de la Isla de Margarita (figura 1C). Se discutieron aspectos de conservación y se ofrecieron ejemplos de estrategias y actividades de aprendizaje que podrían ser aplicadas

en el aula. 2) Se le entregó un dispositivo USB a cada maestro con información bibliográfica sobre la biodiversidad de Margarita y copia de las charlas ofrecidas en el taller. 3) Se impartieron dos charlas con apoyo de material visual (proyector) a los estudiantes en los salones de clases, sobre la biodiversidad de la Isla de Margarita en general y sobre las especies bandera y sus problemas de conservación, acompañadas de juegos ambientales realizados en el aula o en el patio de recreo. 4) Se distribuyó material divulgativo, como calcomanías (pegatinas), carteles, bolsos y gorras con imágenes e información acerca de los animales seleccionados (figura 1B). 5) Se entregó un afiche para cada aula de clases con información sobre la biodiversidad de la isla, haciendo énfasis en las especies seleccionadas.

Cuestionario de evaluación y su aplicación

Para evaluar el impacto de nuestra campaña, en los cambios de los estudiantes con relación a la sensibilidad hacia el ambiente y en el conocimiento sobre la biodiversidad general y regional, seleccionamos a 10 alumnos, escogidos al azar en cada aula, en equilibrio de género. Los estudiantes escogidos, antes y después de la actividad fueron diferentes, sin embargo, llenaron el mismo cuestionario. El tiempo transcurrido entre el primer cuestionario y el segundo fue de seis meses. Este lapso de tiempo fue necesario debido a la dificultad de incluir actividades distintas al contenido obligatorio para el nivel dentro de la programación anual escolar. A pesar del dilema y debido al interés por parte de las instituciones gubernamentales, los directores de las escuelas y sobre todo de los maestros, se nos permitió dictar una charla cada 45 días aproximadamente para un total de tres charlas, con sus respectivas actividades de motivación.

El cuestionario evaluó tres áreas: 1) la sensibilidad ambiental y la actitud hacia el ambiente, 2) el conocimiento general sobre la biodiversidad y 3) el conocimiento sobre la diversidad biológica de la Isla de Margarita. Utilizamos diferentes tipos de preguntas como opción múltiple, verdadera o falsa, el tipo Likert (escala jerárquica de 5 niveles de aceptación o rechazo), la escritura y el dibujo.

Análisis de datos

Los cuestionarios fueron revisados meticulosamente, descargando toda la información contenida en hojas de cálculo (OpenOfficeCalc). Las respuestas a las preguntas en cada cuestionario fueron codificadas con números para su cuantificación y análisis. Los resultados fueron analizados a partir de la elaboración de tablas dinámicas y gráficos de porcentajes de niños que escogen cada respuesta, antes y después de la actividad.

Resultados

La evaluación del taller dictado a los maestros y coordinadores ambientales fue positiva y en opinión de los 25 profesionales que asistieron, se logró la transferencia de conceptos nuevos, tales como especies en peligro, especies exóticas y especies endémicas; así como áreas protegidas y demás relacionados con la biodiversidad de Margarita. Algunos maestros incluyeron la información dada en el taller durante el trabajo en el aula y uno de los coordinadores ambientales replicó el taller en la escuela donde trabaja, formando así a otros maestros.

Con relación a los niños, se completaron 190 cuestionarios, 87 antes (control) y 103 después (tratamiento) de la actividad. La proporción de sexo, en los cuestionarios analizados, fue 60% niñas y 40% varones. Las diferencias en la cantidad de cuestionarios realizados para los análisis (antes, después y género) son debidas a la dificultad para leer y escribir de algunos niños.

Un 31% de los estudiantes que llenaron el cuestionario tenía 10 años, el 44% 11 años y un 21% 12 años, el 4% tenían 9 o 13 años. La mitad pertenecían a 5to grado y la otra mitad a 6to grado.

El cuestionario fue completado totalmente, en promedio, en un 70%, con una diferencia antes y después de la actividad, donde el porcentaje pasó de 51% a 90%. Esta variación pudo deberse, bien a la actividad, o a la mejor comprensión lectora del estudiante al final del año escolar.

Las respuestas a dos, de tres preguntas de sensibilidad ante los problemas ambientales y el efecto de las acciones de cada uno de nosotros sobre el ambiente, se mantuvieron sin mayores cambios, antes y después de la actividad, con un alto porcentaje de los niños (60-90%) inclinados hacia

la conservación del ambiente. Sin embargo, en una pregunta más concreta, referida a su opinión sobre la cacería, el porcentaje de niños que opinan que la cacería no debería existir, aumenta de manera importante después de la actividad (69% *vs.* 91%). En cuanto al conocimiento sobre los conceptos relacionados con la biodiversidad en general, la cantidad de niños que, después de la actividad, acertaron el concepto de especies protegidas (figura 2B) y de parques nacionales (figura 2C) aumentó de manera importante en 20 y 26 puntos porcentuales respectivamente. Sin embargo, en cuanto al concepto de biodiversidad (figura 2A), los porcentajes se mantienen equivalentes antes y después de la actividad. Este concepto es un poco más abstracto y se evidencia la dificultad de los niños para asimilarlos en toda su magnitud, probablemente debido a que el grueso del grupo que conformaron la muestra se encuentran en el período de operaciones concretas (7-11 años), de acuerdo con Piaget (Lourenço y Machado, 1996).

En cuanto al conocimiento de las dos especies banderas, la identificación del venado y del mono de Margarita como especies que habitan en la isla y que además son endémicos, es un aprendizaje innegable producto de la actividad educativa. Este resultado se evidencia con el aumento del porcentaje de niños después de la actividad (figura 3A) que reconocen que el mono (17%) y el venado (41%) viven en la isla, así como el aumento de los niños que están al tanto de que estas especies son endémicas (figura 3B), mono (13%) y venado (21%). A pesar del gran aumento en la proporción de niños que reconoce a estas especies como "endémicas" de la isla, el porcentaje total es bajo (por debajo del 30%). Esto podría ser consecuencia de haber introducido una palabra nueva en su vocabulario, cuyo significado no fue fácil de asimilar a su edad.

Con relación a la pregunta sobre qué especies sería adecuado tener como mascotas (animales domésticos: perro y gato) y otros que no, (animales silvestres: mono y venado), se evidenció el aprendizaje, en especial, con el mono de Margarita, donde antes de la actividad, 28% de los niños opinaba que sí se podía tener en la casa y después de la actividad el porcentaje bajó a solo 7%. En el caso del venado, los niños reconocían que no debía ser mantenido como mascota ya desde el principio del estudio (94%).

En las preguntas, en formato "verdadero-falso", sobre varios aspectos asociados a la afectación de la diversidad biológica de la Isla de Margarita (figura 4), se observa que, luego de la actividad, aumentó el conocimiento de los estudiantes sobre el mono y el venado y algunos problemas de conservación en general: se registró un aumento en 21 puntos porcentuales en la proporción de niños que conocen que hay una variedad de especies de animales silvestres ("en el monte") y que destruir el ambiente donde vive una especie contribuye a su desaparición (60% *vs.* 75%). En cuanto a las dos especies banderas utilizadas, el porcentaje de niños que cree que es cierto que la cacería terminará por extinguir al mono de Margarita aumenta en 14 puntos porcentuales y los que creen que no quedan muchos venados en la isla, aumenta en 6%. Es de notar que antes de la actividad, el 70% de los niños responden que no quedan muchos venados en la isla.

El cambio más notable es la inversión de las proporciones en cuanto a la creencia que hay especies que han desaparecido de la isla: pasa del 10% antes, al 93% de los niños que apoyan esta idea, después de la actividad.

Discusión y conclusiones

Nadie duda de la necesidad de la educación ambiental, ni tampoco de abordar la temática ambiental en el aula, pero hacerlo no implica necesariamente que estemos poniendo en marcha una educación ambiental efectiva. La evaluación del alcance y efectividad de las campañas y actividades educativas con relación al ambiente, es algo imprescindible.

En el contacto con los maestros se evidencia claramente el interés por los temas ambientales y la necesidad de adquirir más información sobre los problemas de conservación a nivel local y regional. Los maestros manifestaron su preocupación por la escasez de bibliografía de divulgación sobre la biodiversidad local que pudiesen consultar para luego transmitir a los estudiantes.

Con las encuestas aplicadas en las escuelas, se evidenciaron, entre otras cosas, que los niños tenían sensibilidad ambiental, pero no conocían las especies de fauna margariteña y menos aún su situación de amenaza, antes de la actividad escolar. Las preguntas que tuvieron menos cambio

antes y después de la influencia, fueron las que se relacionan con ideas que son generalmente bien aceptadas, como es la preocupación por el medio ambiente. Por lo tanto es posible que los niños respondieran lo que esperaban era una respuesta "correcta". Esto se denomina "efecto de deseabilidad social" en el cual se observa que las personas tienden a contestar sobre determinados temas con respuestas que son más socialmente aceptadas, que con respuestas que realmente reflejen el verdadero comportamiento del sujeto o situación social (Coq-Huelva y Asián-Chávez, 2002).

Con relación a la cacería, la cual podría formar parte de una acción aceptada socialmente en un medio rural como el del estudio, y relacionada con una parte de la alimentación de las familias locales, después de la actividad se logró una mayor comprensión de la afectación que causa esta práctica sobre la fauna, lo que se tradujo en un aumento de la sensibilización de los niños en contra de la cacería.

El trabajo demostró ser exitoso en la transmisión y asimilación de algunos conceptos concretos importantes, como lo que es un parque nacional, y sobretodo, lo que es una especie protegida. Hay una creencia muy extendida en la isla que al tener animales silvestres como mascotas se los cuida y "protege" porque están a salvo de depredadores, inclemencias del tiempo y reciben comida, sin tener verdadera conciencia del impacto que esa práctica tiene sobre las poblaciones silvestres. El éxito en la asimilación del mensaje se evidenció al comprobar que casi la totalidad de los niños consideraron que no era bueno tener monos como mascotas, al finalizar el proyecto.

Aunque los niños incorporaron como parte de la fauna de la isla, especies no nativas como guacamayas, tucanes y pericos australianos, conocían algunas especies que sí están presentes en la isla. Este conocimiento anterior a la intervención, es una buena noticia y posiblemente sea consecuencia de la cercanía que tienen a las áreas naturales. Sería interesante comparar estos valores con niños de áreas urbanas, que están en menor contacto con la naturaleza, para comprobar si estos valores se mantienen. Sorprende, sin embargo, que estando las poblaciones evaluadas adyacentes al Parque Nacional Cerro El Copey, lugar donde habita el venado, un alto número de niños desconociera su presencia en la isla, antes de las

actividades en el aula. Es posible que dadas las reducciones de las poblaciones de esta especie en años recientes, sobre todo en el sector oriental de la misma, no estuvieran tan familiarizados con esta especie en particular. Adicionalmente, estos mamíferos tienen un comportamiento evasivo hacia la especie humana, debido a que son cazados. Por el contrario, el mono es un animal que llega a los conucos y genera problemas por el consumo de algunos frutos y productos de cultivo (Sanz y Márquez, 1994, Sanz *et al*., este volumen), por lo que su presencia es mucho más evidente. Un aspecto importante al que se le quiso dar énfasis en el proyecto fue la presencia de especies endémicas en la isla, por el carácter único que tienen. Varias especies y subespecies de la isla enfrentan problemas de conservación (Sanz, 2007) y deberían ser objeto prioritario de programas de conservación. A pesar de que, en general, el porcentaje de niños que reconocieron especies endémicas fue bajo después de las actividades, menor al 30%, es importante resaltar que sí fueron capaces de identificar a estas especies únicas dentro de un conjunto de especies presentes y ausentes de la isla. Para iniciativas futuras sería importante trabajar más este concepto.

Uno de los mayores logros alcanzados con esta actividad fue que casi el total de los niños tomaron conciencia de que algunas especies de la isla han desaparecido producto de la destrucción de hábitats naturales por parte de los humanos. Si bien este proyecto no tuvo como objetivo evaluar la efectividad de cada una de las estrategias utilizadas para transmitir la información, consideramos que el hecho de haber identificado y transmitido mensajes claros, seleccionado unas especies emblemáticas, que los niños pudieran reconocer fácilmente, y brindar la explicación a través de distintos medios de impacto como charlas con proyección de imágenes, videos, gráficos atractivos y juegos ecológicos, permitió hacer llegar el mensaje deseado con un éxito considerable a pesar del corto tiempo que duró la actividad. En la sección de comentarios libres de la encuesta muchos niños indicaron que habían disfrutado con las actividades y que deseaban que se repitieran y fue evidente su excitación y alegría al recibir los materiales divulgativos como gorros, bolsos, calcomanías (pegatinas), etc.

En conclusión, las campañas de educación ambiental que incluyan distintos recursos de transmisión del mensaje, diseñadas por un equipo

multidisciplinario con al menos algún experto en ambiente, en educación y en artes gráficas, pueden generar cambios importantes en el conocimiento y valoración de la biodiversidad en los niños de 9 a 12 años de edad.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dirección Sectorial de Educación de la Gobernación del Estado Nueva Esparta y al Ministerio del Poder Popular para la Educación-Zona Educativa de Nueva Esparta por la autorización para realizar el trabajo en las escuelas. Al departamento de Educación Ambiental y la división de Diversidad Biológica del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente-Región Nueva Esparta, por el apoyo en el taller que se dictó a los maestros y por permitirnos coordinar esfuerzos para tener mayor efectividad en la transmisión del mensaje de conservación en las escuelas. A Jesús Ramón León (Mon) por el diseño de los materiales utilizados y a José Manuel Briceño por su apoyo logístico.

Referencias

BENEGAS, J. y Marcén, C. (1995). "La educación ambiental como desencadenante del cambio de actitudes ambientales". *Revista Complutense de Educación,* 6:11-28.

BISBAL, F. (2008). "Los vertebrados terrestres de las Dependencias Federales de Venezuela". *Interciencia,* 33: 103-111.

CARDONA-SÁNCHEZ, A. (2000). *Formación en valores. Teoría, reflexiones y respuestas.* Editorial Grijalbo y Universidad Autónoma de Baja California. México D. F., México.

CEBALLOS-MAGO, N. (2015). "*Sapajus apella ssp. margaritae"*. En: IUCN "Red list of threatened species". http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-1.RLTS.T4079A70611848. (Consulta: 2 de febrero 2016).

CEBALLOS-MAGO, N. y Chivers, W. D. (2010). "Local knowledge and perceptions of pet primates and wild Margarita capuchins on Isla de Margarita and Isla de Coche in Venezuela". *Endangered Species Research,*13: 63-72.

COQ-HUELVA, D. y Asián-Chávez, R. (2002). "Estudio de la "deseabilidad social" en una investigación mediante encuestas a empresarios andaluces". *Metodología de Encuestas,* 4: 211-225.

CUELLO, A. (2003). Problemas ambientales y educación ambiental en la escuela. Documento de trabajo para la Estrategia Andaluza de Educación Ambiental. Centro Nacional de Educación Ambiental. http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2003_03cuello_tcm7-53015.pdf. (Consulta: 7 de marzo 2015).

DÍAZ-AGUADO, M. J. y Medrano, C. (1994). *Educación y razonamiento moral*. Ediciones Mensajero. Bilbao, España.

LOURENÇO, O. y Machado, A. (1996). "In defense of Piaget's theory: a reply to 10 common criticisms". *Psichological review,*103: 143-164.

MOLINARI, J. y Lew, D. (2015). "Venado margariteño (*Odocoileus margaritae*)". En: *Libro rojo de la fauna venezolana*. 4° ed. (Rodríguez, J. P.; García-Rawlins, A. y Rojas-Suárez, F., eds.): Recuperado de: animalesamenazados.provita.org.ve/content/venado-margariteno. Provita y Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela. (Consulta: 1 de febrero 2016).

RODRÍGUEZ, J. P. (2007). "Extinción en Margarita". *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales,*167: sn.

RODRÍGUEZ, J. P.; y Rojas-Suárez, F. (2008). *Libro rojo de la fauna venezolana,* 3° ed. Provita y Shell Venezuela. Caracas, Venezuela.

SANZ, V. (2007). "¿Son las áreas protegidas de la Isla de Margarita suficientes para mantener su biodiversidad? Análisis espacial del estado de conservación de sus vertebrados amenazados". *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales,*167: 111-130.

SANZ, V.; Riveros, M.; Gutiérrez, M. y Moncada, R. (2011). "Vegetación y uso de la tierra en el estado Nueva Esparta, Venezuela: un análisis desde la ecología del paisaje". *Interciencia*, 36: 881-887.

SANZ, V.; y Márquez, L. (1994). "Conservación del Mono Capuchino de Margarita (*Cebus apella margaritae*) en la Isla de Margarita, Venezuela". *Neotropical Primates,* 2: 5-8.

SANZ, V.; Oviol, L.; Medina, A. y Moncada, R. (2010). "Avifauna del estado Nueva Esparta (Venezuela): Recuento histórico y lista actual con nuevos registros de especies y reproducción". *Interciencia,* 35: 329-339.

UGUETO, G. y Rivas, G. (2010). *Amphibians and reptiles of Margarita, Coche and Cubagua.* Edition Chimaira. Frankfurt, Alemania.

YUS-RAMOS, R. (1994). "Dos mundos contradictorios". *Cuadernos de Pedagogía*, 227:35-39.

Figuras

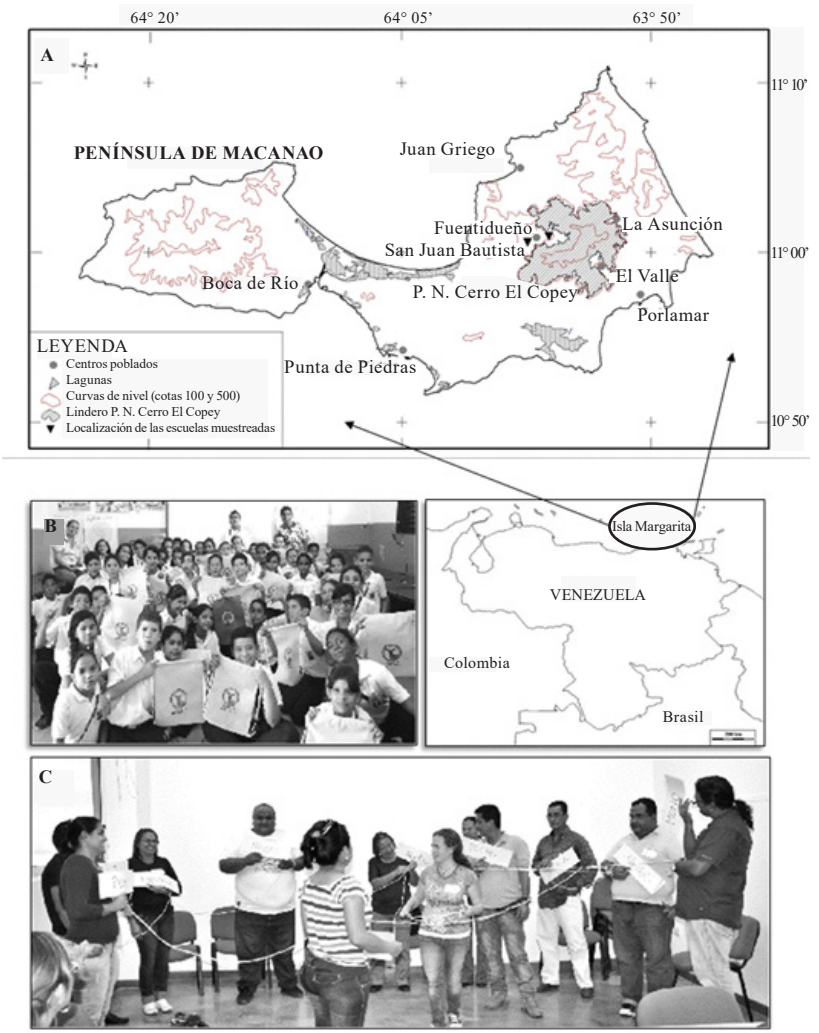


Figura 1. Localización de las escuelas primarias donde se realizó la actividad educativa (A). Imágenes que muestran a los niños en la escuela con uno de los materiales entregados después de las actividades (B) y el trabajo durante el taller con los maestros (C).

Figura 2. Cambio en el porcentaje de niños que responde correctamente en las tres preguntas sobre la biodiversidad [A, B, C], antes (claro) y después (oscuro) de las actividades, *Respuesta correcta.

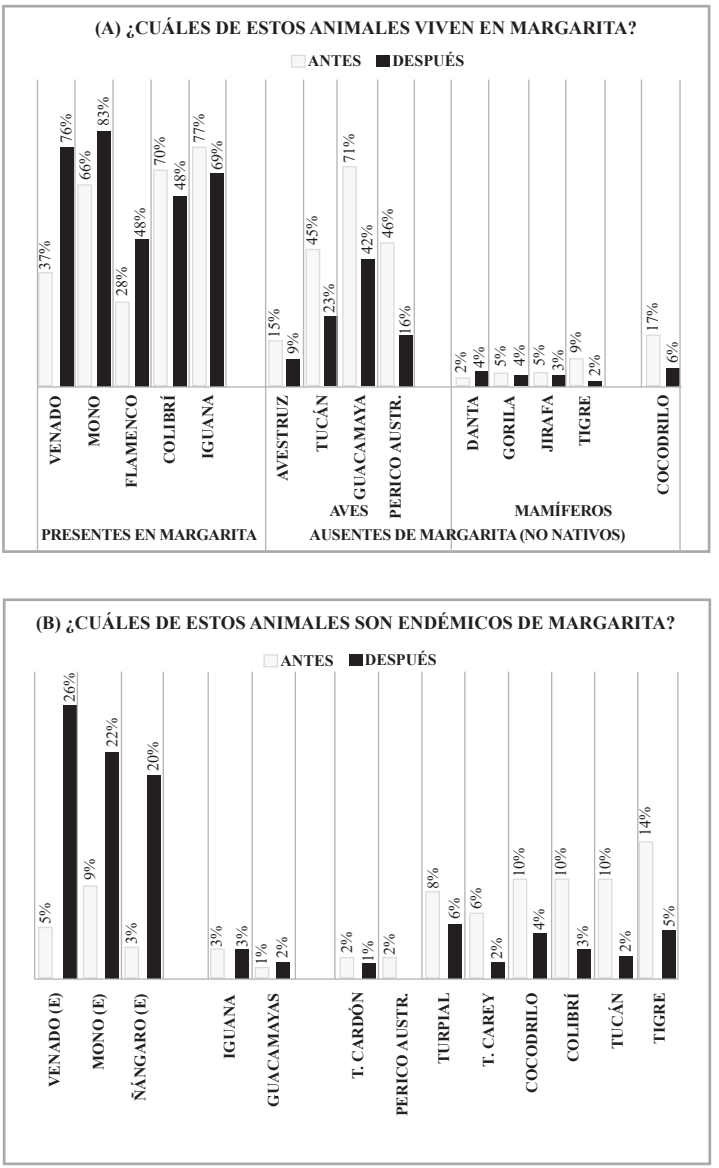


Figura 3. Cambio en el porcentaje de niños que responde correctamente a las dos preguntas sobre (A) los animales presentes en la Isla de Margarita y (B) las especies endémicas. Antes (claro) y después (oscuro) de la actividad.

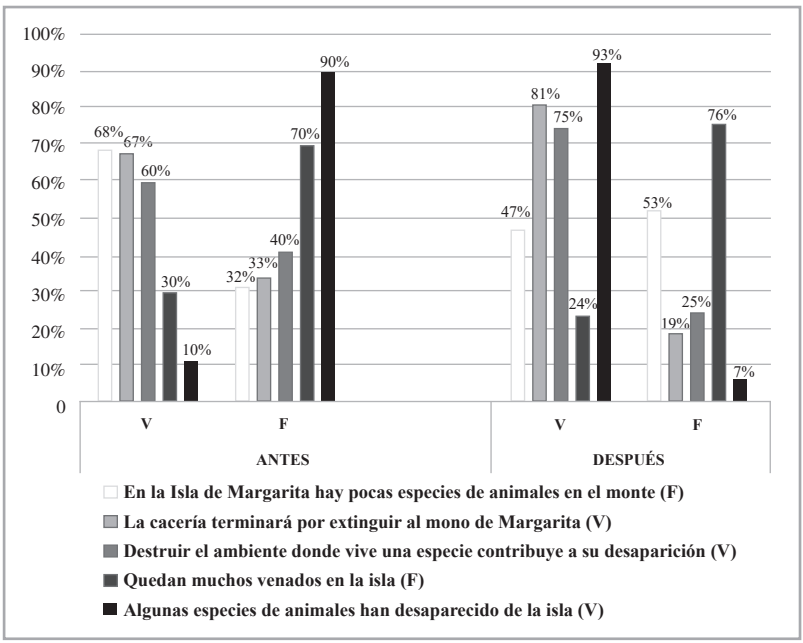


Figura 4. Cambio en el porcentaje de niños de educación primaria que responden a cinco preguntas que examinan el conocimiento sobre algunos problemas asociados a la biodiversidad de la Isla de Margarita, antes y después de la actividad. En la leyenda se coloca entre paréntesis la respuesta correcta a cada pregunta (V) Verdadero, (F) Falso.

Sabina Caula
FICAYA. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador / scaula@uc.edu.ve / sabinacaula@gmail.com.

Virginia Sanz
Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Altos de Pipe, Venezuela / vsanz@ivic.gob.ve.

Elysa Silva
Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante. Alicante, España / eism3@alu.ua.es.

Laura Quinteiro
Centro de Investigaciones Culturales y Educativas (CICE). Caracas, Venezuela / info@cice.org.ve.

Caula, S., Sanz, V., Silva, E. & Quinteiro, L. (2019). ¿Es efectiva la educación ambiental? Percepciones sobre el mono (*Sapajus apella margaritae*) y el venado (*Odocoileus margaritae*) de Margarita. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 371-390.

Etnoprimatología Barí en la Sierra de Perijá del estado Zulia

Manuel Lizarralde

Resumen

Los Barí, una etnia indígena de Perijá, tienen una interacción muy compleja con su ambiente. Aunque en tiempos relativamente recientes, la caza produce una cuarta parte y los monos menos del 6% de la carne consumida es, sin embargo, la más apreciada entre ellos. Los monos tienen un extraordinario valor cultural entre los Barí, a diferencia del resto de los animales, ellos son partícipes en varios mitos de creación. Datos históricos presentan evidencias de que los monos eran mucho más abundantes hace un siglo. Los dientes de los monos también tienen un papel muy importante en los collares y sus poderes para ayudar a producir trabajos manuales artesanales. En el territorio Barí existen cuatro especies de primates: el mono araña norteño, el aullador rojo, el capuchino cariblanco y el mono de noche. Los Barí tienen un conocimiento muy detallado de la dieta de estos primates. Los cambios culturales y del ecosistema han producido una disminución de primates próximos a sus viviendas y la consiguiente reducción del consumo de su carne. La protección de las selvas en los territorios Barí y los Parques Nacionales, que aún los cobija, y en los cuales se encuentran una buena población de monos, augura un relativo esperanzador futuro para estas especies.

Palabras claves: Monos, etnoecología, etnobiología, mascotas y collares, Venezuela.

Barí Ethnoprimatology of the Sierra de Perijá of Zulia State

Abstract

The Barí people of the Sierra de Perijá have a very complex and extensive relationship with monkeys. Although hunting produces just a quarter of the meat consumed, and monkeys less than 6%, monkeys continue to be the most desired protein. Historical data indicates that monkeys were much more abundant over a century ago. In contrast to other animals, monkeys have their own legend or myth of creation, which supports their high cultural value. Monkeys' teeth are used in necklaces because they symbolize speed and power. In the Barí territory, four species of monkeys are known: brown spider monkey, red howler, white-faced capuchin and night monkeys. Even though cultural and environmental changes have decreased the monkey population near the Barí villages as well as the consumption of their meat, the protection of the forest in the Barí territory and the national parks within their lands currently have a very good population of monkeys. With the loss of most of their territory and changes in their culture, the Barí are shifting their ways to protect and preserve their cultural forests. This is a promising prospect for the protection of monkeys into their future.

Keywords: Monkeys, ethnoecology, ethnobiology, pets and necklaces, Venezuela.

Introducción

Los Barí son miembros de un grupo indígena con una población de aproximadamente 3.750 individuos que habitan en la zona suroeste de la cuenca del Lago de Maracaibo, en ambos lados de la frontera colombo-venezolana. Su idioma pertenece a la familia lingüística Chibcha. Este pueblo practica la horticultura de subsistencia con la tala y quema, complementada por la pesca, cacería y recolección de productos forestales. En su dieta, la horticultura provee 90% del volumen de lo que consumen, la pesca proporciona 75% de las proteínas y la cacería proporciona una cuarta parte de las proteínas consumidas (Beckerman, 1975).

El ambiente Barí se clasifica como una selva media alta tropical, muy húmeda y caliente. Los árboles que sobrepasan la canopia de la selva, muchas veces alcanzan la altura de 50 metros, con algunos casos de ceibas (*Ceiba pentandra*) y bacu (*Cariniana pyriformis*) que llegan a alcanzar hasta 65 y 75 metros de altura (Lizarralde, 1997; Pittier, 1948). Biológicamente, esta región comparte una biota que contiene elementos mixtos amazónicos y centroamericanos. Su biodiversidad no es tan alta como las zonas del oeste del Amazonas (ejem. Parque Yusuní en Ecuador o Manú en el Perú). Sin embargo, este ambiente es considerado como tipo amazónico, con selvas que han sufrido muchas perturbaciones geológicas y antropogénicas. El modo de subsistencia Barí es clasificado etnográficamente como similar a la de los grupos amazónicos, ya que comparte muchas características: agricultura de yuca, abundante pesca, recolección y poca cacería. Sus principales ingredientes en la dieta son la yuca dulce, 19 variedades de cambures y plátanos, y el pescado bocachico (*Prochiloidus reticulatus*).

Dado que es un pueblo indígena que habita las selvas tropicales húmedas, los primates tienen un papel muy importante en la cultura de los Barí. Esto resalta en su mitología, dieta, collares, mascotas y conversaciones. En sus diversas mitologías, los monos aparecen como uno de sus protagonistas en la creación de su mundo natural-cultural. En cuanto a la dieta de los Barí, los primates, aunque ahora no tan abundantes como presa de cacería (aparentemente sí en el pasado), su carne es probablemente la más apreciada de todos los animales. Los Barí valorizan mucho los colmillos de los monos en sus collares. Unas de las mascotas preferidas de los niños son los primates, sobretodo, los monos arañas o marimondas. Entre los cazadores, las conversaciones más animadas son sobre las cacerías de los monos. Por estas cinco razones, se puede decir que los primates juegan un rol muy importante en la cultura de los Barí.

Materiales y métodos

Gran parte de la información de este capítulo fue recolectada en trabajos de campo entre junio de 1985 y julio de 2002. Los trabajos de campo totalizan casi tres años distribuidos así: entre junio y julio de 1988, 1989, julio a diciembre de 1991, junio a diciembre de 1993, enero a agosto de 1995, y junio a julio de 1996, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002. Estos trabajos de campo estaban enfocados en dos proyectos diferentes, uno sobre las historias de vida de 122 mujeres y un proyecto etnobotánico sobre el conocimiento de las plantas. Los trabajos fueron, más que todo, realizados en Saimadoyi y sus comunidades adyacentes, auque también el autor realizó visitas cortas a: Bachichida, Koro, Dyegbachi, Arikbakakabo, Kumangda, Araktogba, Dyera, Okshidabú, Baksarani, Orokori, y Bokshí, en la que se entrevistaron a casi 50 ancianos y muchos adultos. El número de personas entrevistadas sobrepasa más de 100 personas. La informacion sobre los monos fue obtenida por observación de los animales que los cazadores traían a las comunidades y conversaciones sobre los collares con dientes de diferentes animales. También hubo conversaciones referentes a las mascotas que se encontraban en las comunidades. Gran parte de los detalles fueron subministrados por Andrés Achirabu, Jaime Achirabu, Akiri'da, David

Aleoba'dad, Andrés Abajkai, Felipe Atõntõn y Adrián Atubïtro'bo'dóu. Nueve cacerías de monos fueron observadas durante el trabajo de campo entre 1993 y 2001. Además, entre junio a julio de 1996, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002, se recorrieron los márgenes del lado este del territorio Barí desde el río Oro hasta Santa Rosa para levantar varias veces la demarcación del territorio Barí. En dicha demarcación, se pudo observar y oír diferentes especies de monos que fueron usadas para estimar la abundancia registrada en este capítulo. Los Barí contaron varios mitos sobre la creación de los monos en diferentes comunidades y estos fueron comparados con los del trabajo de Castillo-Caballero (1981).

Resultados y discusión

Mitos Barí sobre los monos

Los primates tienen un papel preponderante en la mitología de los Barí. Aunque son los humanos los principales protagonistas, en su mitología, la creación de los monos es posterior a la de los humanos y muestra un aspecto muy interesante por el hecho de tener varios mitos. Los peces son los primeros animales creados en la cosmología, cuando *Sabasébà*, su creador, cortaba un árbol de ceiba, y de los trozos de madera que salían, se produjeron todas las especies de peces. El mismo árbol generó los ríos, cayendo de este a oeste, creando los caños y riachuelos que bajan de la Sierra de Perijá. La creación de los primates es posterior y como producto de los humanos.

Los primeros monos aparecieron en una leyenda cuando *Sabasébà* estaba caminando en tiempos mitológicos por las selvas con otro Barí (el otro era *Ñandóu*, quien se convirtió en el sol). En su recorrido por la selva, ellos sintieron hambre y empezaron a buscar comida. En la búsqueda de comida, encontraros otros dos Barí, los *barísu'shà* (que en Barí quiere decir "hombres marimonda"), que estaban montados en la parte alta de un árbol y comiendo unos frutos. Entonces *Sabasébà* les pidió que compartieran los frutos que estaban comiendo, pero estos *barísu'shà* solo lanzaban las cáscaras de los frutos. *Sabasébà* se enfureció y golpeó el árbol con su machete de piedra (*á'dabài*, palabra Barí para machete y piedra cortante);

cogió su arco y flechas, les tiró una flecha a cada uno de los *Barísu'shà* y los tumbó del árbol a flechazos. Cuando estaban echados en el suelo, primero les cubrió el cuerpo con petróleo (es por esta razón que la piel de monos marimonda es oscura) y después con algodón de los frutos de la ceiba (*asáa* en Barí, *Ceiba pentandra*). Después, *Sabasébà* partió (o cortó con el machete, según las versiones de los mitos) su arco en dos y se los metió en sus traseros para así convertirlos en la cola de mono. Así fue como aparecieron los primeros monos, en este caso fueron las marimonda (*su'shà* en Barí). Al final, *Sabasébà* los lanzó de vuelta al árbol, para así convertirlos en la comida de los Barí, como una forma de castigo por su mal comportamiento, por no haber compartido las frutas comestibles del árbol. En ese momento, él les dijo que en adelante, ellos serán monos y proveerán la carne que alimentará a los Barí (Lizarralde, 2002).

Castillo-Caballero (1981: 237) presenta una versión muy parecida a la descrita anteriormente sin ningún detalle adicional. Él también reseña otros dos mitos parecidos con variantes, con la diferencia de que en vez de los monos arañas, se trata de los monos araguatos (*borò* o *kámashkò'da* en Barí). El mito es muy parecido al del origen del marimonda; con la excepción de que cuando los *Baríboró* ("hombres araguatos") caen del árbol después de ser flechados y *Sabasébà* les coloca la mitad de su arco en el recto de cada uno, les cubrió el cuerpo con onoto o achiote (*tú'daa* en Barí, *Bixa orellana*). Es por eso que los araguatos de Perijá son de coloración rojiza. *Sabasébà* también les colocó una taparita o totumita (*shímà* en Barí, *Crescentia cujete*) que amarró con una cuerdita en el cuello, de tal forma que estos pudieran cantar bien fuerte, como lo hacen actualmente los araguatos. Desde entonces, *Sabasébà* destinó a los *Baríborò* a la vida en los árboles cantando y son fruto de la cacería de los Barí de hoy día.

Hay otro tercer mito muy interesante que está en el libro de Castillo-Caballero (1981: 237-238) sobre otro origen de los monos araguatos. Castillo-Caballero lo escribe de esta forma: "Había una vez una mujer casada con un hombre. Pero otros dos Barí quisieron tenerla por mujer suya y engañaron al que era su marido. Lo invitaron a cacería por la noche y en el monte lo mataron. Pero *Sabasëba* [o *Sabasébà*] los castigó, diciéndole a uno: 'Tú te convertirás en lapa ("*sagba*" [*sá'bà*]). Andarás de noche y te matará barí'. Al

otro, en cambio, le clavó la mitad de su arco atrás, en el recto, y le dijo: 'Tú te convertirás en araguato ('*Baríboró'*). Chillarás y cantarás como persona durante el día'. Desde entonces, la lapa se esconde durante la noche, como barí, y el araguato chilla como una persona durante el día."

El primer mito es el más conocido y contado por los Barí. Los otros son menos conocidos. Pero lo que es muy interesante es como los Barí expresan que los monos son humanos, que se convirtieron en monos como castigo de su creador, *Sabasébà*, para ser convertidos en animales trepadores. Los Barí comentan que los monos se parecen a los humanos ("gente" o "Barí") y tienen ciertos comportamientos como humanos, desde la maternidad, expresiones y hasta su viveza.

Lo que es muy interesante en este mito es que los Barí asocian el origen de los monos con el de los humanos. Los mitos para los otros animales, insectos, moluscos, reptiles, aves y otros mamíferos, están asociados con la abuela caníbal de una Barí mitológica llamada *Shibàbío*. Según el mito, ella tenía hambre y debía cocinar para su hija y yerno, al mismo tiempo que cuidar a sus nietos. Pero como no tenía comida y al mismo tiempo tenía hambre, *Shibàbío* mató a sus nietos, ya que no los quería mucho, los cortó en pedacitos y los cocinó en una olla de barro en el fogón. Al atardecer, su hija y yerno llegaron y ella les sirvió esta comida. Los padres observando la ausencia de sus niños y las manos como la de sus niños en la olla, se dieron cuenta del crimen, y planearon una trampa en el monte con troncos secos que cayeran sobre ella cuando regresara del conuco con la yuca. *Shibàbío* cayó en la trampa y la quemaron en esos palos, para eliminarla de este mundo; de sus cenizas se originaros los otros animales y otros grupos étnicos no Barí (los europeos, afrovenezolanos y otros grupos étnicos como los Yukpa y Wayuu). Estos dos mitos muestran el papel especial que tienen los monos en la cultura Barí, ya que hay varios mitos para la creación de monos y pescados, pero solo uno para los otros animales.

Conocimientos y clasificación

La palabra y el concepto etnotaxonómico "mono" o "primate" no existe en la cultura Barí. Ellos no tienen una palabra para incluir a los monos en

un grupo. Pero cuando se les pregunta a los Barí sobre qué animales son los que en castellano son miembros de los "monos", ellos dan la lista de seis animales diferentes. Los propios primates del territorio Barí son los siguentes: 1) mono araña común o marimonda (*Ateles hybridus*, llamado *su'shà* en Barí, que pesa 4,8 a 9,5 kg); 2) araguato rojo (*Alouatta seniculus*, llamado *borò* o *kámashkò'da* en Barí, que pesa 6,0 a 8,5 kg); 3) capuchino cariblanco (*Cebus leucocephalus*, llamado *barashì* en Barí, que pesa 1,0 a 3,5 kg) y 4) mono de noche (*Aotus griseimembra*, llamado *kogchi'bà* o *bá'bora* en Barí, que pesa 0,78 a 1,3 kg). Aunque el peso de los monos en esta sección es la reportada por Linares (1998), el autor ha observado que parece ser un poco baja para los monos arañas norteños ya que el autor ha observado varios de mayor tamaño (ver figura 1a). Los Barí también mencionan al cuchichuchi (*bíshwì* en Barí, *Potus flavus*) y al olingo (*bo'sábù* en Barí, *Bassaricyon gabbii*), los cuales son considerados como monos por tener relación con los monos de noche por su similitud en el pelaje, sus colas prehensiles y coloración. Cuando se les pide explicar esto en detalle, ellos pueden notar las diferencias en la cabeza, dedos, colmillos, orejas y narices, por lo tanto reconociendo que son diferentes a los monos, pero que son semejantes o parecidos. En las entrevistas, los Barí utilizaron la palabra *an'orái* que literalmente significa "igual" o "parecido", pero para indicar similitud en estos casos.

Además de las seis especies que son consideradas monos, cuando se habló con los ancianos con fuerte creencias de su mitología, ellos hablan también de un séptimo "animal" taxonómico, el *shàróba*, descrito como un gigantesco mono rojo de 500-800 kilos que se asemeja a un marimonda muy robusto. Los Barí ancianos admitieron que nunca han visto este animal, pero que vive en la parte alta de la Sierra de Perijá y que es parcialmente terrestre. Cuando algunos Barí que han visto gorilas en los zoológicos a través de la televisión, dicen que el *shàróba* se parece a estos, con brazos bien fornidos. Otros Barí dicen que las garras del *shàróba* son como las del jaguar, pero otros dicen que son como manos y pies de marimonda. También algunos Barí dicen que tiene una cola larga proporcionalmente, como la del marimonda, y orejas pequeñas. Otros dicen que se asemeja algo entre una vaca pero sin cola y con ojos de jaguar. Los que han visto

fotografías de gorilas africanos, dicen que tiene un cierto parecido a estos. Puede ser que este animal mitológico haya sido un animal extinto. Tal vez sea el megaterio, que desapareció hace más de 10 mil años, pero su existencia se ha mantenido en sus leyendas orales, transformándose en su apariencia con el tiempo y en las diferentes versiones orales.

Cacería y consumo

Los monos juegan un papel muy importante en la dieta de los Barí, así como en su cacería. Aunque el consumo de estos es bajo actualmente, los Barí hablan con mucho orgullo de la cacería de mono y su carne. Muchas veces en las conversaciones, cuando los Barí hablan de comida, lo primero que comentan es de la carne de marimonda. En el concepto de comida hacen resaltar el apetito por su plato "preferido" y como un sinónimo de comida. Esto nos hace sospechar que los monos, principalmente los marimondas, eran muy abundantes en el pasado, según lo que contaban los viejos Barí que eran jóvenes cazadores al principio del siglo XX.

En la búsqueda de la literatura de documentos históricos que apoyen estas anécdotas Barí, fue confirmado un caso muy interesante: el ingeniero estadounidense, William L. Taylor, quien en un viaje por el territorio Barí a principio de 1913, exploró la zona entre los ríos Tarra y Zulia, al sur este del pueblo de Casigua, en búsqueda de fuentes de petróleo para la Concesión Vigas bajo un contrato con la Royal Dutch Shell (ver figura 2) para las localidades mencionadas en el texto; menciona que se encontró en el bosque con un mono moribundo que se movía al lado de otros 12 monos muertos (sospechamos que posiblemente eran marimondas por la cantidad) que estaban en el suelo juntos a varios arcos y flechas. Taylor se dio cuenta de que muy cerca de estos estaban cinco Barí tomando agua en un caño adyacente. Este grupo de cazadores estaban buscando comida para su grupo de 150 personas, que habían atacado un campamento petrolero al otro lado de la frontera. Los Barí al verlo, corrieron a recoger sus arcos y flechas mientras que Taylor tuvo que huir, disparando su revólver Colt automático hacia los cinco Barí, y salvó su vida milagrosamente (Taylor, 1960).

Este evento podría servir como un ejemplo (o retrato del pasado) de la abundancia de monos mucho antes del contacto. Este grupo de Barí contaba con cinco cazadores que lograron matar 13 monos en una sóla partida de cacería con arcos y flechas. Esto podría ser una indicación de la cantidad de monos que antes podía haber en el territorio Barí y que el consumo de monos era probablemente mucho mayor a lo que los trabajos etnográficos más recientes, como los de S. Beckerman han registrado para los Barí de Colombia. Las cifras de consumo de monos observadas entre los años ochenta y noventa son 20% de las reportadas por Beckerman (1975) para el principio de los setenta (Beckerman y Lizarralde, 2013). Este evento de W. L. Taylor podría indicar que los monos jugaban un papel muy importante en la dieta Barí de aquel tiempo. Las poblaciones de monos parecían ser bastante grandes en tiempos precontacto, cuando la densidad de los Barí era mucho más baja y su territorio muy amplio, permitiendo un patrón semisedentario de rotación de viviendas. Hasta el momento del contacto, los Barí mantenían varias viviendas con un sistema de rotación, dependiendo en parte de la productividad de su entorno. El tamaño del territorio Barí era ocho veces más grande que el actual y la densidad era el 2,3% en comparación con la del presente, lo que permitía una población de monos que debió ser muy abundante.

En términos de la importancia de los diferentes primates para los Barí, esta fue claramente definida. Los Barí prefieren primordialmente a los monos arañas. Esto se debe a que prefieren su carne por su sabor y también el tamaño de sus músculos, que proporcionan más carne que los otros monos. El sabor de esta carne es más agradable, se reporta que se asemeja a la del chivo o más bien a la del cordero, debido a su alimentación alta en frutas. Los marimondas tienen también más manteca alrededor de su abdomen, especialmente en los períodos de lluvia de abril a diciembre, cuando dejan de pescar y se enfocan más en la cacería.

Los monos considerados de preferencia mediana son los capuchinos cariblanco y mono de noche por ser más pequeños y su carne menos sabrosa que la de la marimonda. Cuando los Barí no logran encontrar otros primates, entonces buscan a los monos aulladores rojos porque son fáciles de ubicar y cazar. Su carne no es considerada sabrosa y esto puede ser a causa de su dieta folívora, que contiene fitoquímicos y dan un sabor di-

ferente. Lizarralde (2015) indica que las diferentes características de los animales hacen que unos sean más apreciados como comida que otros, y las características de los monos araña: de mayor tamaño, con una dieta de frutas, actividad diurna y organización social de grandes grupos explica el por qué estos monos tienen la mayor preferencia para su consumo.

Los aulladores machos son de mayor tamaño, alcanzan a pesar hasta 10-11 kg, cuando su promedio para los individuos cazados según Beckerman (1975) es de 6,95 kg. Los marimondas pesan más en promedio, 9,5 kg, con algunos que pasan los 12 kg (figura 1a). Los Barí dicen que existen cuatro variedades de marimondas (dos de pelaje gris claro, uno mediano que habita las tierras bajas fuera de la Sierra de Perijá y otro más pequeño que habita las tierras altas de la Sierra de Perijá, uno gris oscuro o poco negrusco mediano que habita la parte norte de la Serranía de Abusanqui y el de coloración rojiza, que es el más grande de todos en tamaño el cual habita las cabeceras del río Lora al sur de la Serranía de Abusanqui).

Las investigaciones de campo realizadas por Beckerman (1975) en Colombia por el río de Oro entre enero de 1970 y agosto de 1972 indica que los primates proveían 31,65% de la cacería de mamíferos en peso. Según él, los Barí consumían 8,85 kg de carne de mono por persona por año. Aunque su carne es muy apreciada en la dieta, los primates representan solo 5,60% de toda la proteína comestible (pesca y cacería) y 24,69% de la cacería (incluyendo las aves). En cuatro meses de observaciones y 361 horas de cacería con arco y flechas registrados por Beckerman (1975), los Barí cazaron cinco monos araña, ocho araguatos, siete monos capuchinos y siete monos de noche. La cacería con escopeta no fue incluida en estos datos. Extrapolando los datos de Beckerman, una comunidad de Barí de 50 personas podría cazar aproximadamente 28 marimondas, 33 araguatos, 65 capuchinos y 72 monos de noche en un territorio de 20-30.000 hectáreas. Aunque los datos presentados anteriormente indican que su consumo de carne antes del contacto debería haber sido superior. Por lo tanto, si imaginamos algún estudio como el de Beckerman (1975) en 1913 cuando W. L. Taylor exploró la región en búsqueda de petróleo, los resultados hubieran sido muy diferentes, ya que el consumo de la carne de primates podría haber sido el doble o posiblemente más.

Datos etnográficos recientes muestran una perspectiva bastante compleja. En recientes entrevistas con algunos cazadores Barí, un joven de veintiséis años de edad de la comunidad de Saimadoyi, hijo del jefe de la comunidad que era también un excelente cazador, indicó que en una década (desde 1992 al 7 de agosto de 2002) había cazado aproximadamente unas 20-25 marimondas, algunos araguatos y ningún capuchino. Según otro Barí, que dio la lista de los animales más comunes de cacería, dijo que el animal más común de cacería era el paují copete de piedra (*Pauxi pauxi*), seguidos por las marimondas (normalmente se encuentran en grupos de 20-25 individuos), araguatos (en grupos de 5-8 individuos) y capuchinos (muy abundante). Un Barí indicó que anualmente cazaba alrededor de 50 a 100 marimondas en una zona del río Dagda entre las comunidades de Bokshi y Saimadodyi. Otro Barí, uno de los mejores cazadores Barí, dijo que entre agosto de 1996 y agosto del 1997 en la región de Okchikdabu (en el valle entre el Río de Oro y Aricuaisa), cazó 54 marimondas, 45 capuchinos, 36 araguatos y 21 monos de noche. Esto se pudo comprobar ya que él nos mostró que tenía en su casa un envase de plástico de 500 ml con dos tercios lleno de caninos de marimondas y capuchinos. Los dientes de animales que tenía en la casa mostraban una población saludable con muchos individuos maduros o viejos, ya que sus dientes mostraban un gran desgaste, y en el caso de los carnívoros, una coloración amarillenta y anaranjada. Esto podría ser un caso excepcional ya que este hombre es un buen cazador que habita un área de baja densidad de poblaciones humanas para poder matar 156 monos en un año. Esto fue confirmado cuando los hijos de este cazador y otros tres jóvenes fueron a cazar el 26 de junio de 1999, y volvieron al atardecer con 16 monos marimondas (13 adultos y 3 juveniles) en una cacería de casi ocho horas (figura 1b). Los mismos Barí confirmaron en junio de 2002 que en febrero de dicho año lograron matar 22 monos arañas en un solo día. Los Barí cuentan que los grupos de marimonda son muy grandes, que se agrupan hasta 50 individuos en las cabeceras del río Lora (confluente sureño del río Santa Ana). Caminando en la misma zona en julio de 1999 (desde Baksarani hasta Okchkdabu cubriendo unos 15 kilómetros en línea recta) y pasando por el Cerro Azul de la Serranía de Abusanqui, pudimos, en efecto, observar un grupo de monos

capuchinos, logramos oír un grupo de monos aulladores y ver tres grupos distintos de monos marimondas. En esa misma caminata, un cazador Barí logró cazar dos monos de noche. No fue posible cazar más en esta caminata por la edad de mi padre (R. Lizarralde), 73 años, y nuestra meta era llegar a la comunidad antes del anochecer. Esto es un ejemplo de una zona de baja densidad humana, donde la cacería se practica con poca frecuencia. Por lo tanto, la densidad de primates en esta zona sigue siendo alta como podía haber sido el otrora extenso territorio de los Barí.

En conversaciones con los sabios ancianos Barí sobre sus selvas, ellos comentaron que los monos, principalmente las marimondas, tienen sus caminos entre los árboles altos, que conectan los árboles que producen muchos frutos preferidos por ellos. Como la densidad de dichos árboles es bastante baja, o las concentraciones altas son islas dentro de la selva, los Barí conocen estas rutas muy bien. Como saben las épocas de los desarrollos de las frutas de diferentes especies, los Barí construían plataformas con troncos de palmas en las copas de árboles adyacentes de 15-20 metros de alto, donde armaban escondites con hojas de palma en los cuales los cazadores esperaban a los monos en las madrugadas, cuando estos venían hambrientos a comer frutas. R. Lizarralde tomó varias fotografías, en mayo de 1964, desde una plataforma triangular que medía de 5 a 7 metros de ancho. En dicha fotografía, se ve que lograban subir al gran árbol por una palma alta con un tronco que no medía más de 20 cm de ancho, cuya corona estaba amarrada al árbol grande, que es un yagrumo macho (*Didymopanax morototoni*). De la plataforma bajaba un bejuco menda (*Thoracocarpus bissectus*) hasta al suelo, donde podían amarrar sus arcos y flechas para subirlos (figura 3). Estas plataformas se volvieron obsoletas en la cacería con el uso de la escopeta desde finales de la década de los sesenta por su mayor alcance (el doble de la distancia de los arcos y con efectividad de hasta casi 50 metros de distancia).

Con la sedentarización de los pueblos Barí (antes tenían un patrón semisedentario de rotación de tres a cinco casas comunales simultáneamente), a reducción de su territorio (de 16.000 km^2 en 1910 a 2.335 km^2 en el presente) y aumento de la población (2.250 en 1910 a 3.750 para 2015), el consumo de la carne de primates ha disminuido a excepción de las comunidades pequeñas con acceso a extensas zonas selváticas como

la de la gente de Okchikdabu o Baksarani (ubicadas entre las comunidades de Bokshí y Saimadoyi) (Lizarralde y Lizarralde, 2015). El aumento de la densidad de la población Barí desde 1970, cuando había 0,66 personas por km^2 sobrepasa hoy día la densidad de 6 personas por km^2 (Lizarralde y Lizarralde, 2015). La densidad de los Barí en 1910 era de 0,14 personas por km^2. Esto afecta de cierta manera la sustentabilidad de la cacería de primates.

Actualmente las comidas que contienen mono son realmente pocas en las comunidades Barí y muy raras en las comunidades grandes como en Saimadoyi. En 2002 en la comunidad Barí de Bachichida, logramos ver una escena poco común de un cazador Barí que bajaba de la Sierra de Perijá con solo una marimonda después de haber pasado 13 a 14 horas caminando unos 15 a 20 kilómetros en la parte alta de la sierra. En la actualidad, hay muchos Barí aculturados que dicen orgullosamente que ya no comen monos (sobre todo las mujeres), no solamente por haber transformado su identidad Barí a una más criollizada, sino también por los cambios ecológicos alrededor de sus comunidades. Esto puede ser también producto, no solamente del proceso de la criollización de los Barí, sino también de que sus familias, especialmente en las comunidades más grandes y lejanas de selvas, han agotado los recursos naturales y ya no logran cazar más monos.

Por otro lado, un aspecto interesante de la identidad Barí, es que ellos se consideran Barí si comen monos y gusanos de palmas. Mi padre y yo, como etnógrafos, regularmente aceptábamos comer tanto los gusanos de palma como la carne de monos; los Barí asumían entonces que podíamos ser considerados como Barí. Aunque el consumo de carne de primates es parte de la identidad de los Barí, se ve claramente que esto está cambiando. Con el tiempo, no sería extraño que el consumo de la carne de primates desaparezca por las razones que se han explicado anteriormente.

Uso de los dientes

Los dientes de los animales, sobre todo los de los carnívoros grandes (como el jaguar, puma y ocelotes), así como los de los monos, son usados en sus collares. Los colmillos de felinos son usados para dar poderes, para no desarrollar el temor, o como dicen los Barí: “para quitarle el miedo”. Pero

los dientes de monos, sobre todo los de la marimonda según la creencia de los Barí, son para aumentar la destreza manual en la producción de la cultura material (figura 1c). Los dientes de marimonda permiten que la gente pueda producir su artesanía más rápido, ya que los marimonda son conocidos por su vitalidad y rapidez en sus movimientos en los árboles, tienen manos fuertes y ágiles para moverse. Estos colmillos son muy apreciados y codiciados por los Barí.

Al contrario, los dientes de araguato nunca son usados para collares, ya que su movimiento es muy lento y dado el poco territorio que cubren, son considerados flojos, como dicen los Matsigenkas de Perú (Shepard 2002), pero sobre todo porque los Barí dicen que puede producir rabia mental o "volverse loco", que en Barí es *sanikaní*. A. Hoogesteyn (com. pers.; 1998), sugirió que es posible que el término *sanikaní* sea una metáfora que gira en torno a los riegos de salud que produce el consumo del cerebro y la carne de la cabeza de los monos aulladores. Por su parte, sospechó también que la otra razón pueda ser la gran cantidad de gusanos (tábanos) que llegan a medir alrededor de 2 cm y puedan producir una reacción de repugnancia al verse estos monos infectados. Por esta razones, los Barí siempre dejan en la selva las cabezas de los monos araguatos, no consumen su cerebro por temor a "volverse locos". Al contrario, las marimondas son consideradas una "delicatés", especialmente el cerebro lleno de grasa, que es en general reservado a los ancianos, ya que los jóvenes "perderán las fuerzas de sus piernas para correr mucho".

Los dientes de la marimonda y capuchinos tienen un valor casi monetario, por la forma en que se preserva e intercambia. El cazador o consumidor de sus cabezas siempre hace el esfuerzo de sacar los dientes después de consumir la carne y el cerebro. Se ha notado que el cazador pasa estos dientes a sus niños, se los coloca él mismo, así como también las mujeres de su familia extendida que los solicitan para sus hijos (suegras, sobrinas, nueras y cuñadas).

Las mascotas

Entre las mascotas preferidas, los Barí prefieren a los loros y monos. Es cierto que los loros y periquitos son las mascotas más comunes entre los

Barí; pero cuando un cazador está buscando monos, sus hijos les piden que traigan los monos pequeños. Las expediciones de cacería vuelven a las comunidades normalmente con carne de mono y los infantes inmaduros de estos, que son criados por la familia hasta la etapa juvenil; cuando llegan a esta edad, son considerados muy traviesos, por lo que son amarrados fuera de las casas, muchas veces se escapan a la selva.

De todas las especies de primates que hemos observado en las comunidades Barí, el más común es la marimonda, que casi siempre se encuentra en las comunidades. También se han observado muchos monos de noche. Rara vez se encuentran los monos capuchinos. Una vez, el autor logró ver un capuchino que estaba muy enfermo y con aptitud apacible, que murió al día siguiente. Los araguatos nunca se encuentran en las comunidades Barí.

Conservación de los primates y su futuro

Las poblaciones de monos en Perijá se ven afectadas por la gran deforestación del territorio Barí que fue hecha por los hacendados, principalmente con la ayuda de las compañías petroleras que buscaban tener acceso a los pozos. Las selvas donde los monos habitaban fueron reemplazadas por las zonas donde se busca petróleo y sus selvas fueron destruidas por el proceso de la colonización de la región, como se indicó, por las compañías petroleras y los hacendados.

Cuando se viaja por la carretera Machiques-Colón, uno puede percatarse de la ausencia de selvas en ambos lados, con la excepción de algunos fragmentos. No hay una cifra específica registrada, pero a través de las fotografías aéreas o imágenes satelitales, se observa claramente que desde 1900, 16.000 km^2 no pertenecen al territorio Barí, y entre el 80-90% de estas zonas ya están hoy en día deforestadas o con selvas secundarias muy reducidas en el número de especies de árboles (Lizarralde, 1997; Lizarralde y Lizarralde, 2011). Las selvas que existían anteriormente ya no existen hoy en día, y con su desaparición, las poblaciones de primates han mermado francamente, a excepción de pequeños sectores de selvas aislados como fragmentos de bosque.

En la demarcación del territorio Barí en 2002, al norte del río Aricuaisa y hacia el Santa Rosa, al pie de la Serranía Abusanqui del lado este, pudimos escuchar un grupo de araguatos que estaba en una isla de selva que los hacendados estaban destruyendo. Los Barí comentaron que estos monos pronto morirían con la desaparición de estas selvas aisladas. Los hacendados han deforestado casi todas estas selvas entre el suroeste del lago de Maracaibo y la Sierra de Perijá, una extensión que cubre casi 28.000 km^2.

De lo que queda con selva en el territorio Barí del presente, decenas de familias campesinas colombianas siguen incursionando por la frontera del país vecino cada año. Estos han venido huyendo de la violencia rural en su país. Pero últimamente, empujados por las atrocidades cometidas por los paramilitares contra ellos, con la intención de buscar una mejor vida y recursos económicos, cultivan plantaciones de drogas, ya que existe poco control en la zona debido a su aislamiento geográfico y dificultad del transporte. Esto es un problema muy grave para los Barí, sus selvas y las poblaciones de monos que habitan estas zonas de la frontera.

Las esperanzadoras noticias son que con la creación de los parques nacionales de Perijá (creado en 1978) y las Ciénagas del Catatumbo (creado en 1991), con la presencia de los Barí (ya que existe un solapamiento entre los parques y el territorio Barí), muchas de estas selvas están relativamente protegidas (figura 2), aunque los Barí han deforestado grandes extensiones de selvas alrededor de las comunidades grandes como Saimadodyi, Bachichida y Bokshi (Behrens *et al.*, 1994; R. Lizarralde, 1991). Para sorpresa del autor (cuyo pesimismo predecía lo contrario), cuando se estimaba que los Barí eventualmente seguirían el camino de los criollos para deforestar sus selvas, en realidad, esto no parece ser el caso, tal como se percibe en imágenes satelitales que se pueden observar en navegadores geoespaciales contemporáneos como Google Earth™. Cuando se visualizan estas imágenes, la deforestación en las tierras Barí es relativamente baja y no han cambiado mucho de lo que describe Behrens *et al*. (1994). En realidad, las selvas de Perijá siguen siendo extensas y como un bloque continuo entre Colombia y Venezuela. Estas son noticias alentadoras con relación a los primates de la región.

Conclusiones

En conclusión, aunque los primates jugaban un papel muy importante en la cultura Barí, parece que con el proceso de aculturación, esto se ha ido perdiendo. En su mitología, los monos son personajes principales al lado de su creador y otros Barí. Esto quizás se deba al hecho de que en los siglos pasados la gran abundancia de primates en su territorio permitía una gran interacción con estos; cuando los monos eran una de las fuentes principales de proteínas en su dieta. Los cambios de su territorio y patrones de asentamientos han producido una disminución de su cacería y, como consecuencia, del consumo de sus carnes.

Los dientes en sus collares siguen siendo un símbolo fuerte en su cultura. La presencia de monos como mascotas, sobre todo las marimondas y monos de noche, que siguen encontrándose en sus comunidades, pero bajo una disminución predecible (como también el uso de sus dientes en collares), hace sostener que, en el futuro serán substituidos por los de los animales domésticos, como se ve en otras comunidades indígenas. La pregunta que nos deja inquietos es sobre el futuro y la conservación de los primates.

Los Barí en el presente también han incorporado valores sobre la protección y conservación de su ambiente, en su proceso de aculturación, como toda sociedad que confronta sus crisis ecológicas. En su filosofía sobre la protección de su territorio, los Barí han integrado los conceptos protección de la flora y la fauna. Esto era en el pasado algo irrelevante, ya que su mundo natural tenía una abundancia de recursos naturales que esto hubiera sido inconcebible. La visión de los Barí ha cambiado al confrontar los cambios que sus pueblos han experimentado en sus territorios.

En nuestras discusiones sobre estos temas con muchos Barí, sobre la importancia de la protección de su territorio, un Barí de Bokshi, dijo claramente en julio de 1999 que "un Barí sin su selva, es un Barí muerto" (Ricardo Kiro'da, comunicación personal). Esto quiere decir que la existencia de las selvas de Perijá juega un patrón esencial en su cultura. Ellos mismos están buscando formas de cambiar sus modos de vidas para integrar la protección de su fauna y flora como los criollos y europeos han hecho en otras regiones. Esperemos, y estoy muy seguro, que el futuro de los primates

de la sierra de Perijá esté garantizado si se logra una colaboración con los objetivos que los Barí buscan para tener su territorio bajo el control de sus propios organismos políticos, como se ha logrado en otras partes de Latinoamérica (Maffi, 2001).

Agradecimientos

Esta investigación no hubiera sido posible sin la ayuda de muchas personas. Mi más profundo agradecimiento a todas las comunidades Barí que me permitieron convivir con ellos y me ayudaron con la mayor paciencia y espíritu colaborador en mis proyectos de investigación, especialmente a Andrés y Jaime Achirabú, Asebo, Akuéro, Akiri'dá, Ashímbya, Bakainshó, Abokoré, Ushurí, Gabriel Abea, Adrian, Darío Abísosou, Mandabó, Ashkoró, Oroksá, y en particular a David Aleobaddá, y a muchos más hombres y mujeres Barí y sus descendientes que nos han hospedado y alimentado en nuestros viajes a sus comunidades. Agradecemos la generosa subvención de la institución universitaria Connecticut College con los fondos del R. F. Johnson suministradas por la Oficina del Decano, así como los fondos de la Fundación Wenner-Gren (Grant No. 5519), la Prebelac del Instituto de Botánica Económica del Jardín Botánico de Nueva York, sin los cuales el autor principal no hubiera terminado de recolectar los datos para este trabajo. También quisiera agradecer especialmente a mi estimado amigo y colega Jorge Cruz, antropólogo y escritor, así como Joyce Bennett por editar dicho manuscrito. También estoy muy agradecido con los editores de este volumen, Natalia Ceballos-Mago y Bernardo Urbani, por las correcciones del trabajo. Anne-Marie, mi esposa, también editó parte del manuscrito. Mi hija Marina hizo una última revisión con algunos cambios editorales. A mi difunto padre, Roberto, quien jugó un papel muy importante como mi maestro y colega en mis trabajos con los Barí, por la gran cantidad de informacion suministradas en conversaciones desde que era yo era niño y por sus documentos sobre los Barí que dejó a mi cargo. Sin la contribución de los trabajos de mi padre este trabajo no hubiera tenido a profundidad de detalles o perspectiva amplia de la cultura Barí. El autor asume toda la responsabilidad de los errores que pudieran detectarse en el texto.

Referencias

BALÉE, W. (2013). *Cultural forest of the Amazon: a historical ecology of people and their landscapes*. Editorial University Alabama. Birmingham, EE. UU.

BARSH, R. L. (1997). "Fire on the land". *Alternatives journal* 23(4): 36-40.

BECKERMAN, S. (1975). *The cultural energetics of the Bari (Motilones Bravos) of Northern Colombia*. Tesis de Doctorado, Department of Anthropology, University of New Mexico, EE. UU.

———— (1983). "Carpe diem: an optimal foraging approach to Barí fishing and hunting". En: *Adaptive responses of native amazonians*. (Hames, R. B. y Vickers, W., eds.): 269-299. Editorial Academic. Nueva York, EE. UU.

BECKERMAN, S.; y Lizarralde, R. (2013). *The ecology of the Barí: rainforest horticulturalists of South America*. Editorial University of Texas. Austin, EE. UU.

BEHRENS, C.; Baksh, M. y Mothes, M. (1994). "A regional analysis of Barí land use intensification and its impact on landscape heterogeneity." *Human Ecology*, 22(3): 279-316.

BERKES, F. (2012). *Sacred ecology*. Editorial Routledge. Nueva York, EE. UU.

BIRD, R.; Bird, D.; Codding, B.; Parker, C. y Jones, J. (2008). "The 'fire stick farming' hypothesis: Australian aboriginal foraging strategies, biodiversity, and anthropogenic fire mosaics". *Proceedings of the National Academy of Science* 105 (39):1479-14801.

CASTILLO CABALLERO, D. (1981). *Los Barí: su mundo social y religioso*. Editorial Naturaleza y Gracia. Salamanca, España.

GÓMEZ-POMPA, A. y Kaus, A. (1992). "Taming the wilderness myth". *BioScience* 42: 271-279.

HUNN, E. (2008). *A Zapotec natural history*. Tucson: University of Arizona Press.

JOHNSON, L. M. y Hunn, E. S. (eds.). (2010). *Landscape ethnoecology*. New York and Oxford: Berghahns.

LINARES, O. (1998). *Mamíferos de Venezuela*. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, Venezuela.

LIZARRALDE, M. (1997). *Perception, knowledge and use of the rainforest: ethnobotany of the Barí of Venezuela*. Tesis de Doctorado. Universidad de California. Berkeley, EE. UU.

———— (2002). "Ethnoecology of Monkeys among the Barí of Venezuela: perception, use and conservation". En: *Primates face to face: the conservation implications of human and nonhuman primate interactions*. (FUENTES, A. y Wolfe, L., eds.): 85-100. Editorial Universidad de Cambridge. Cambridge, Reino Unido.

———— (ms.) "What makes an animal edible?: some ethnobiological considerations in diet among the Barí of Venezuela". *Journal of Ethnobiology*.

LIZARRALDE, M.; y Lizarralde, R. (2015). "Los Barí". En: *Los aborígenes de Venezuela*. Volumen V. *Etnología contemporánea III*. (M. Pereira y P., Rivas, eds.): 725-886. Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Caracas, Venezuela.

LIZARRALDE, R. (1991). "Barí settlement patterns". *Human ecology* 19(4): 428-452.

———— (1993). *Población indígena en el Parque Nacional "Perijá"*. Oficina Central de Estadística e Informática. Caracas, Venezuela.

———— (2011). *Una breve historia de los contactos con los Barí de la Sierra de Perijá, Venezuela y Colombia*. Manuscrito inédito.

LIZARRALDE, R.; y Lizarralde, M. (2011). "Historia de las epidemias entre los Barí". En: *Perspectivas en salud indígena: cosmovisión, enfermedad y políticas públicas*. (Friere, G., ed.): 75-138. Editorial Abya Yala / GEA. Quito, Ecuador.

MAFFI, L. (2001). *On biocultural diversity: language, knowledge, and the environment*. Editorial Smithsonian. Washington D. C., EE. UU.

MIMMERER, R. y Lake, F. (2001). "The role of indigenous burning in land management". *Journal of Forestry,* 99(11): 36-41.

OVIEDO, G.; Maffi, L. y Larsen, P. (2000). *Indigenous and traditional peoples of the world and ecoregion conservation: an integrated approach to conserving the world's biological and cultural diversity*. Editorial WWF-Terralingua. Gland, EE. UU.

PITTIER, H. (1948). *Trabajos escogidos*. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela.

POSEY, D. (1998). "Diachronic ecotones and anthropogenic lanscape in Amazonia: contesting the consciousness of conservation". En: *Advances in historical ecology* (Balée, W., ed.): 139-158. Editorial Columbia University. Nueva York, EE. UU.

————(2008 "[1985]). "Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of the Kayapó Indians of the Brazilian Amazon". En: *Environmental anthropology: A historical reader*. (Dove, M. y Carpenter, C., eds.): 89-101. (MA): Editorial Blackwell. Malden (MA), EE. UU.

TAYLOR, W. (1960). "A jungle experience". En: *The first big oil hunt, Venezuela 1911-1916*. (Arnold, Ralph *et al.,*): 285-289. Editorial Vantage. Nueva York, EE. UU.

TURNER, N.; Ari, Y.; Berkes, B.; Davidson-Hunt, I.; Fusun-Ertug, Z.; y Miller, A. (2009) "Cultural management of living trees: an international perspective". *Journal of Ethnobiology,* 29(2): 237-270.

Figuras

Figura 1. (A) Hombre Barí sosteniendo un mono araña hembra adulta en la comunidad de Baksarani de la cabecera del Río Lora en 1997 (Fotografía: M. Lizarralde); (B) Mujer Barí de Baksarani en julio de 1999 preparando 16 monos arañas y sus "tripas" (hígado, corazones e intestinos) para ser cocinados y ahumados (Fotografía: M. Lizarralde); (C) Muchacho Barí en 1962 con dos monos de noche que cazó en la madrugada y su collar con cuatro colmillos de mono araña (Fotografía: R. Lizarralde).

Figura 2. Mapa del territorio Barí actual, en 1900, y en 1700, con sus comunidades mencionadas en el texto (mapa base: Mapa Físico de Venezuela, Shell 1957. Caracas).

Figura 3. Plataforma sobre árbol para la cecería de monos y aves en mayo de 1964 (Fotografía: R. Lizarralde).

Manuel Lizarralde
Departamento de Antropología y Departamento de Botánica, Connecticut College. Mail Box 5407, 270 Mohegan Avenue, New London, CT 06320, EE. UU / mliz@conncoll.edu.

Lizarralde, M. (2019). Etnoprimatología Barí en la Sierra de Perijá del estado Zulia. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 391-415.

Análisis del impacto de las tendencias actuales en pérdida de hábitat sobre las especies de primates no-humanos en la cuenca del Lago de Maracaibo

Carlos Portillo-Quintero

Resumen

Cuatro especies de primates no-humanos han sido reportadas en la cuenca del Lago de Maracaibo (CLM): mono de noche (*Aotus griseimembra*), mono capuchino cariblanco (*Cebus leucocephalus*), mono aullador (*Alouatta seniculus*) y mono araña del norte (*Ateles hybridus*). El hábitat disponible para estas especies ha sido reducido a solo 32% del territorio de la CLM. Los remanentes de hábitats prístinos y/o perturbados están distribuidos mayormente en bosques ombrófilos montanos y basimontanos asociados a las cordilleras andinas del sur del Lago (Táchira, Mérida, Trujillo) y la cordillera de la Sierra de Perijá. La expansión urbana y agrícola son las causas principales de la conversión de sus hábitats y aunque las tasas reportadas para los últimos años son bajas, la tendencia es persistente y las condiciones de protección legal para los bosques remanentes son precarias. Este escenario supone una continua fragmentación de los bosques remanentes de la CLM especialmente en los frentes de alta deforestación. De continuar esta situación, se pronostica un incremento del aislamiento de fragmentos remanentes en la Serranía de Perijá y en la Costa Oriental con efectos desconocidos en la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de primates no-humanos presentes en ellos.

Palabras claves: *Aotus griseimembra*, *Alouatta seniculus*, *Ateles hybridus*, *Cebus leucocephalus*, fragmentación de bosques, deforestación, cuenca del Lago de Maracaibo.

Analysis of the Impact of Current Trends in Habitat Loss on the NonHuman Primate Species of the Lake Maracaibo Basin

Abstract

Four non-human primate species have been reported for the Lake Maracaibo Basin (LMB): night monkey (*Aotus griseimembra*), white-fronted capuchin monkey (*Cebus leucocephalus*), Andean red howler monkey (*Alouatta seniculus*) and variegated spider monkey (*Ateles hybridus*). In the LMB region, the available habitat has been reduced to a mere 32% of the territory. Primary or disturbed forest remnants are mostly distributed in humid montane and premontane forests associated to the Andean Cordilleras in the south of Lake Maracaibo and the Perijá Mountainrange. Urban and agricultural expansion are the main drivers of habitat conversion. Although deforestation rates have been low in the recent years, the trends are persistent and the effectiveness of protected areas is low. This scenario will likely increase the level of fragmentation of forest remnants, especially around the deforestation fronts of the region. If this situation continues, the level of isolation of forest remnants will increase with unknown impacts of the long-term viability of the populations of non-human primates still living in this region.

Keywords: *Aotus griseimembra*, *Alouatta seniculus*, *Ateles hybridus*, *Cebus leucocephalus*, habitat fragmentation, deforestation, Lake Maracaibo Basin.

Introducción

La cuenca del Lago de Maracaibo (CLM) es una gran depresión costera localizada entre los 9° y 12° N y los 70° y 72° O, en el noroeste de Venezuela y el noreste de Colombia. La región está flanqueada por la bifurcación de la Cordillera de los Andes en el extremo norte de América del Sur y se extiende por aproximadamente 121.823 km^2 (Medina y Barboza, 2006; Rivas *et al*., 2005). El relieve topográfico es variable en toda la cuenca y alcanza altitudes de 3.000 a 5.000 m en los flancos occidentales y orientales de la Cordillera Andina. La figura 1 muestra la ubicación relativa del área de estudio y la distribución geográfica del relieve topográfico. Las cordilleras actúan como barreras naturales para los vientos que vienen desde el noreste, creando diferentes condiciones de precipitación y evapotranspiración que va desde ambientes áridos a semiáridos hasta ambientes húmedos en el sur de la CLM (Medina y Barboza, 2006). En la zona terrestre de la cuenca, distintas formaciones vegetales dominaron alguna vez estas regiones de diferentes condiciones climáticas: matorrales, bosques xerófilos y bosques tropófilos con adaptaciones estructurales y fisiológicas a climas áridos, así como bosques ombrófilos con especies adaptadas a climas húmedos en los piedemontes y zonas montañosas.

Las formaciones de bosques tropófilos también conocidas como la ecoregión de "Bosques Secos de Maracaibo", alguna vez dominaron las tierras bajas coluvio-aluviales que rodean al lago, pero poco queda desde los años 1960 debido a la fuerte intervención humana. El área es ahora dominado por la ganadería, actividades agrícolas, infraestructura para la industria petrolera, áreas residenciales y urbanísticas –figura 2– (WWF, 2002). Varios restos de pequeños a grandes remanentes de los boques montanos

y submontanos, tropófilos (deciduos o caducifolios, adaptados a climas semiáridos) y ombrófilos (siempreverdes, de hoja ancha y perennes), se encuentran extendidos en el occidente (montañas de Perijá) y las cordilleras del sureste (cordillera de Mérida), rodeada de poblaciones de propietarios de tierras agrícolas tamaño pequeño y mediano de una diversidad de cultivos (desde vegetales hasta plantaciones de plátano y café). Los bosques ombrófilos se pueden encontrar en la región del sur-oeste de la cuenca, a lo largo de la frontera entre Venezuela y Colombia, y el valle del río Catatumbo. Esta área es también conocida como la ecoregión de "Bosques Húmedos del Catatumbo"; el área central de estos bosques se encuentra rodeada de pendientes más bajas y tierras bajas de las cordilleras de Perijá y Mérida y se encuentran entre las más ricas en diversidad de flora en los bosques húmedos tropicales de Venezuela (WWF, 2002).

Históricamente, estos ecosistemas han tenido las condiciones estructurales y funcionales (biomasa, altura, multiestratificación, recursos alimenticios) para servir de hábitat a especies de primates no-humanos. Dentro del selecto grupo de primates no-humanos que habita al norte del Orinoco, cuatro especies han sido reportadas para la CLM: mono de noche (*Aotus griseimembra*), mono capuchino cariblanco (*Cebus leucocephalus*), mono aullador (*Alouatta seniculus*) *y* mono araña del norte (*Ateles hybridus*), (Bodini y Pérez-Hernández, 1987; Linares, 1998). Estas especies son todas diurnas (excepto el mono de noche) y arborícolas, utilizando todos los estratos del bosque. Sus dietas dominantes son los insectos y las frutas, pero se han observado varias especies que consumen gran cantidad de hojas y otras con preferencias por las savias, gomas y otros exudados de árboles (Linares, 1998).

La CLM es una de las regiones del país cuyos hábitats han sufrido la mayor alteración por parte de actividades humanas en las últimas décadas (Bisbal, 1988; Portillo-Quintero *et al*., 2012). La desaparición de los ecosistemas forestales ha causado que en estas regiones exista una mayor cantidad de taxa amenazados que en el resto del país (Rodríguez y Rojas-Suárez, 1998). Chapman y Peres (2001) sugieren que para la conservación de especies de primates en el nuevo milenio, uno de los roles más importantes de los científicos en el área, es detectar los patrones de cambio en los hábitats de las

especies, documentando sus tasas de deforestación y nivel de fragmentación. En este contexto, a continuación se evalúa el impacto potencial de la extensión, fragmentación y tasa de deforestación de los hábitats de la CLM sobre las especies de primates no-humanos presentes en la CLM.

Materiales y métodos

Descripción de las especies

La especie *Aotus griseimembra* (Elliot, 1912) es de hábitos nocturnos. Es una especie arbórea y gregaria. Se alimenta de insectos, néctar, flores, hojas y frutas (Morales-Jiménez y Link, 2008). El mono de noche vive en la vegetación boscosa densa y alta, multiestratificada, en el estrato superior y en el dosel, en las cercanías de ríos y caños. Esta especie prefiere vivir en bosques siempreverdes no perturbados formando grupos familiares de dos a cinco individuos que habitan en un territorio definido entre los 70 y 1.200 msnm (Linares, 1998), aunque también ha sido reportado para bosques secundarios, incluyendo bosques perturbados por extracción maderera, bosques inundables, bosques de tierras bajas montanos y submontanos (Morales-Jiménez y Link, 2008). En la CLM, la presencia de grupos de monos de noche ha sido reportada en localidades asociadas a la Sierra de Perijá (regiones alrededor de la vía Machiques-meseta de Kunana/Río Negro, río de Oro, Misión del Tocuco), los bosques de la planicie de inundación en la Ciénaga de Juan Manuel, así como en zonas de bosques altamente fragmentados cerca del poblado del Rosario/ElCruce al sur-oeste del Lago de Maracaibo y en bosques asociados al río Socuavo en las cercanías del poblado de Casigua. Otras localidades incluyen La Fría y río Motatán. La figura 3a muestra las localidades reportadas por Linares (1998) y la distribución potencial según la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En el Registro de Primates Amenazados del Museo de Historia Natural La Salle, se reporta un registro de la especie para la localidad de la Reserva Burro Negro en la Costa Oriental del Lago que data de 1988, pero su presencia en esta localidad no ha sido confirmada desde entonces. No se tiene información sobre las densidades poblacionales

de esta especie, pero se estima que al menos 30% de su población haya disminuido en las últimas tres generaciones (Ojasti, 2008). De acuerdo con la UICN esta especie está catalogada como Vulnerable a la extinción a nivel internacional, en parte debido a la perdida de hábitat pero también por haber sido capturada intensivamente en los años sesenta y setenta para el estudio de la malaria en Colombia (Morales-Jiménez *et al*., 2008). En Venezuela se le considera Vulnerable a la extinción (Ojasti, 2008).

La especie *Cebus leucocephalus ssp. versicolor* (Pucheran, 1845) ha sido reportada para casi toda la extensión de la CLM. La especie es de hábitos diurnos. Es arbórea, de hábitos frugívoros-insectívoros mayormente, pero se alimenta de frutos maduros, semillas, hojas jóvenes, insectos y otros animales pequeños (Linares, 1998). Esta especie forma tropas discretas de 6 a 30 individuos, comandada por uno o dos machos dominantes. Vive en la vegetación boscosa densa y alta, multiestratificada con abundancia de bromelias y epífitas en todos los estratos del bosque a lo largo de arroyos y ríos en zonas bajas y húmedas. Habitan en el bosque ribereño y bosques siempreverdes submontanos y bajos ocasionalmente penetrando en bosques intervenidos. Se ha reportado su presencia entre los 25 y 850 msnm (Linares, 1998). Las densidades poblacionales de la especie han sido reportadas en 4-15 individuos/km^2 pero pueden alcanzar hasta 30 individuos/km^2 (De la Torre *et al.,* 2008). Esta especie ha sido reportada para varias localidades a lo largo de la Sierra de Perijá, incluyendo zonas bajas de bosques tropófilos secundarios al noroeste en el Municipio Mara. También se ha reportado para la región suroeste del lago (alrededores de La Fría, Casigua/El Cubo, Ciénaga de Juan Manuel) y en bosques de la región oriental del Lago (Palmarito, Reserva de Burro Negro, Sabana de Mendoza). La figura 3b muestra las localidades reportadas por Linares (1998) y la distribución potencial según la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En su distribución potencial (Colombia y Venezuela), la subespecie está catalogada como En Peligro de extinción por la UICN debido a la presente disminución en sus poblaciones estimadas en más de 50% en las últimas tres generaciones (48 años). La subespecie está amenazada por la deforestación y cacería. La cacería ocurre por ser considerada plaga de cultivos por los agricultores y para venta como mascotas (de la Torre *et al.,* 2008).

La especie *Alouatta seniculus* (Linneus, 1766) posee una distribución amplia en el norte de América del Sur en Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Brasil. La especie habita principalmente bosques ombrófilos montanos y de tierras bajas, bosques ombrófilos asociados a ríos o bajo regímenes de inundación, bosques tropófilos y manglares. Puede encontrarse en bosques perturbados y paisajes arbolados asociados a fragmentos de bosque relativamente pequeños. Según Boubli *et al.* (2008), la especie puede ocupar bosques situados entre 200-2.000 m pero es más común en los piedemontes y las tierras bajas y se alimentan principalmente de hojas jóvenes o maduras, frutas maduras, brotes florales y semillas. La figura 3c muestra las localidades reportadas por Linares (1998) y la distribución potencial según la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN). La densidad poblacional de la especie puede abarcar desde 5-12 individuos/km^2 (Ecuador) hasta 15 individuos/km^2 (Colombia; Boubli *et al.,* 2008), pero no existen estimados poblacionales para Venezuela. No está considerada como especie amenazada a nivel internacional, ni a nivel nacional. Esto se debe a su amplia distribución y adaptabilidad a diferentes ambientes prístinos e intervenidos. Sin embargo, la especie es continuamente afectada por la presión de cacería y al igual que el mono capuchino cariblanco, es frecuentemente utilizada como mascota en ciudades y poblados rurales de la CLM.

La especie *Ateles hybridus spp. hybridus* (Geoffroy, 1829) es una especie gregaria, arbórea de hábitos diurnos. De acuerdo con Linares (1998), los monos araña son frugívoros y folívoros y forman tropas no muy numerosas compuestas de parejas adultas, juveniles y subadultos. Viven en la vegetación boscosa multiestratificada, densa y alta, con abundancia de epifitas y bromelias. Habitan en los bosques ribereños y siempreverdes bajos y submontanos con abundancia de árboles frutales, son raramente vistos en el bosque semidecíduo y casi inexistente en bosques intervenidos y secundarios. La especie se ha reportado en un rango de 25 a 680 msnm. Los monos araña se movilizan y se alimentan en los estratos más altos del bosque haciendo uso intenso de las ramas y movilizándose por braquiación. La mayoría del tiempo lo pasan en el dosel, utilizando también los estratos intermedios y bajos del bosque, pero raramente son vistos en el sotobosque

(Urbani *et al*., 2008). Se alimentan principalmente de frutos maduros (que comprende 83% de su dieta), hojas jóvenes, brotes florales, raíces aéreas, corteza de árboles, madera en descomposición y miel, pero muy ocasionalmente de insectos (Urbani *et al*., 2008). Su distribución está restringida a Colombia y Venezuela. En la CLM, ha sido reportada en localidades similares al mono de noche, en localidades asociadas a la Sierra de Perijá (regiones alrededor de la vía Machiques-meseta de Kunana/Río Negro, río de Oro, Misión del Tocuco), los bosques de la planicie de inundación en la Ciénaga de Juan Manuel, así como en zonas de bosques altamente fragmentados cerca de los poblados de Rosario/El Cruce, Encontrados y La Fría al suroeste del Lago de Maracaibo, en bosques asociados al río Socuavo en las cercanías del poblado de Casigua y bosques asociados al río Motatán en la costa suroriental del lago. La figura 3d muestra las localidades reportadas por Linares (1998) y la distribución potencial según la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para Venezuela. La densidad poblacional de esta especie ha sido reportada en 9-14 individuos/ km^2, aunque otros estudios sugieren que podría ser mucho mayor pero no existen estimados poblacionales confiables para Venezuela (Urbani *et al.,* 2008). Esta especie está catalogada como En Peligro Crítico por la UICN a nivel internacional ya que se cree que sus poblaciones han disminuido en un 80% en los últimos 45 años, principalmente debido a la cacería y a la pérdida de hábitat. A nivel nacional, está considerada también como En Peligro de extinción a causea de la pérdida de hábitat (Ojasti, 2008).

Análisis de datos geográficos

Para el presente estudio se adquirieron y analizaron capas de información actualizadas para Sistemas de Información Geográfica referentes a la delineación de rangos de hábitat de las especies, ecoregiones, cobertura forestal y tasas de deforestación estimadas para la región de la cuenca del Lago de Maracaibo. Las capas de información utilizadas incluyen información espacial y no-espacial referente a los rangos de hábitat de las especies (disponibles en http://www.iucnredlist.org/), ecoregiones (Olson y Dinerstein, 2002), distribución y cobertura de ecosistemas de Venezuela (Huber

y Alarcón, 1998), cobertura forestal y modelo de tasas de deforestación de la cuenca del Lago de Maracaibo (Portillo-Quintero *et al*., 2012), tasas de deforestación global (Global ForestWatch, 2002, Hansen *et al*., 2013) y distribución espacial global de alertas de deforestación detectadas por satelite (Hammer *et al.,* 2013). Se realizaron análisis espaciales utilizando herramientas de superposición en ArcGIS (ESRI) para evaluar el impacto de la extensión y fragmentación actual así como de las tasas de deforestación sobre la disponibilidad y calidad del hábitat de las especies presentes en el área de estudio.

Resultados

Impacto de la extensión y fragmentación de hábitats

Según Olson y Dinerstein (2002), la cobertura forestal en la CLM está distribuida en cuatro ecoregiones denominadas "Bosques Secos de Maracaibo" (correspondientes a bosques tropófilos montanos, premontanos, basimontanos y de tierras bajas así como arbustales y matorrales xéricos en la planicie de Maracaibo), "Bosques Montanos de los Andes" (correspondientes a bosques ombrófilos premontanos y montanos de los Andes), "Bosques Húmedos del Catatumbo" (correspondiente a los bosques ombrófilos de tierras bajas y premontanos del sur del Lago) y "Bosques de la Cordillera Oriental" (correspondiente a bosques ombrófilos montanos de la Sierra de Perijá). La mayor extensión de cobertura correspondería a la ecoregión de bosques secos de Maracaibo, la cual se extiende en toda la planicie aluvial de la cuenca por 23.033 km^2, en sus regiones occidentales y orientales.

Huber y Alarcón (1998) describieron cualitativamente pero a mayor escala geográfica (Escala 1:2.000.000) la distribución de los diversos ecosistemas boscosos presentes en la CLM para finales del siglo XX. La distribución de la cobertura boscosa real estimada a esta escala se muestra en la figura 1. En esta se puede apreciar que los bosques ombrófilos remanentes están distribuidos mayormente a lo largo de las cordilleras de los Andes y al suroeste del Lago de Maracaibo en la cuenca del río Catatumbo, mientras que los bosques tropófilos habían desaparecido prácticamente de la planicie

para darle paso a tierras agropecuarias y sabanas arbustivas. Estos se encontraban distribuidos mayormente en el piedemonte de la Sierra de Perijá y en algunas zonas de la costa oriental. Los matorrales y arbustales xerófilos se encontraban en las zonas bajas del norte de la cuenca hacia el Golfo de Venezuela, y en la Costa Oriental. Esta información permitió tener una mejor visión de la distribución de los ecosistemas para entonces.

Un mapa más actualizado y de mayor resolución espacial se muestra en las figuras1-3. Este corresponde al mapa de distribución de cobertura forestal realizado por el Centro de Estudios Botánicos y Agroforestales (CEBA) del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) a partir de análisis de imágenes MODIS correspondientes a enero de 2010 (Portillo-Quintero *et al.,* 2012). Según este mapa, la cobertura total de bosques para el año 2010 en la región venezolana de la CLM es 17.024 km^2 lo que representa el 32% de la cobertura terrestre total de las ecoregiones potenciales de la CLM (estimada en 53.714 km^2). Al comparar la delineación de las ecoregiones terrestres según Olson y Dinerstein (2002) con la cobertura forestal en estimada por Portillo-Quintero *et al.* (2012) se encontró que 87% de la ecoregión "Bosques secos de Maracaibo", 76% de los "Bosques Húmedos del Catatumbo", 52% de la ecoregión "Bosques Montanos de los Andes Venezolanos", y 15% de los "Bosques de la Cordillera Oriental" han sido ya transformados a usos antrópicos de la tierra. Esto indica una disminución drástica de la cobertura forestal como resultado de la expansión agrícola y urbana, especialmente cuando se compara la extensión actual con la extensión potencial dentro de la ecoregión "Bosques Secos de Maracaibo". También indica que el hábitat disponible para las especies de primates no-humanos en la región ha sido reducido en un 68% y que sus remanentes están distribuidos mayormente en bosques ombrófilos montanos y basimontanos asociados a las cordilleras andinas del sur del Lago (Táchira, Mérida, Trujillo) y la cordillera de la Sierra de Perijá.

Adicionalmente, los remanentes de bosques en estas regiones están distribuidos en distintos grados de fragmentación. Los remanentes de bosques ombrófilos están distribuidos en las zonas premontanas y montanas de la cuenca. La Sierra de Perijá posee el fragmento de bosque continuo de mayor extensión (aprox. 2.500 km^2) en las cuencas altas del río Intermedio, río de

Oro, río Bidaya, río Aricuaiza, río Yunyima, río Yasa y río Negro. Estas áreas han sido muy poco perturbadas gracias a su denominación como Parque Nacional en 1978, su distanciamiento de las zonas pobladas, su topografía de difícil accesibilidad y su conservación como territorio ancestral de las poblaciones indígenas de las etnias Yukpa y Barí. En la zona norte de la sierra, en la parte alta de la cuenca de los ríos Palmar, Guasare, Socuy y Cachiri, aún existen grandes fragmentos de bosque continuo de variable topografía. Sin embargo, desde el río Negro hasta el norte de la sierra, en las cuencas bajas de los ríos Guasare y Cachiri, se pueden observar varios fragmentos de bosques de menor tamaño (con un tamaño promedio de 250 km^2) en cerros separados entre sí, por valles y laderas deforestadas, destinadas al pastoreo y la agricultura de subsistencia. Todos estos fragmentos aún albergan poblaciones viables de las cuatro especies de primates no-humanos, especialmente la zona boscosa del sur de la Sierra de Perijá, pero no se tiene información sobre la condición y tamaño de las poblaciones.

En la región del Sur del Lago de Maracaibo, los bosques ombrófilos de la planicie cercana a la frontera se encuentran severamente fragmentados. Los fragmentos de mayor tamaño en esta zona alcanzan los 15 km^2, pero en su mayoría se distribuyen en fragmentos de 4-5 km^2 alrededor del río Socuavo y río Tarra. En los bosques de la Cordillera Andina en los Estados Táchira, Mérida y Trujillo se encuentran diversos grados de fragmentación a lo largo de su extensión. La mayor extensión se encuentra dentro del Parque Nacional Sierra La Culata en el estado Mérida con aproximadamente 980 km^2 de bosques ombrófilos continuos en topografía variable. El resto de los fragmentos posee tamaños no mayores a 100 km^2, y dominan el paisaje de la cordillera, especialmente en las cuencas altas de los ríos Torondoy, Chiruri y Arapuecito, los cuales se mezclan con bosques tropófilos y poseen una extensión y nivel de conectividad considerable capaz de albergar poblaciones significativas de primates. Este patrón de distribución de fragmentos se cumple también en las cuencas asociadas al Embalse de Agua Viva en el extremo suroriental de la cuenca.

El proceso de deforestación de los bosques tropófilos ha dejado solo fragmentos aislados a lo largo de la planicie en medio de una matriz de tierras agrícolas, que en el mejor de los casos, presentan una densidad considerable

de árboles que forman paisajes arbolados en cercanías a bosques riparinos con la capacidad de servir como hábitat a pequeños números de individuos de las especies mejor adaptadas a áreas perturbadas como *Alouatta seniculus* y *Cebus leucocephalus*. Una considerable cantidad de fragmentos de menor tamaño (con un área promedio de 15 km^2) de bosques tropófilos asociados con arbustales xerófilos se pueden encontrar en los alrededores de los embalses Tule y Manuelote al norte de la Sierra de Perijá; y en las cercanías de Palmarito, al noreste de la CLM. En estas zonas, se ha reportado la presencia de poblaciones de *Alouatta seniculus* y *Cebus leucocephalus*.

Las mayores extensiones de bosques tropófilos se encuentran en áreas de transición a bosques ombrófilos al norte y sur de la Sierra de Perijá, y en la Reserva de Burro Negro. La Reserva de Burro Negro, en la Costa Oriental del Lago, posee bosques ombrófilos y tropófilos en un gran fragmento continuo de aproximadamente 550 km^2 con suficiente extensión para contener poblaciones viables de primates no-humanos. En este gran fragmento se conoce la presencia de poblaciones de *Alouatta seniculus* y de *Cebus leucocephalus*. Como se mencionó anteriormente, en el Registro de Primates Amenazados del Museo de Historia Natural La Salle, se reporta un registro de la especie *Aotus griseimembra* para la localidad de la Reserva Burro Negro en la Costa Oriental del Lago que data de 1988, pero su presencia en esta localidad no ha sido confirmada desde entonces. Tampoco se ha reportado la existencia de *Ateles hybridus* en este fragmento aunque posee las condiciones para servir como hábitat para esta especie. Este fragmento se encuentra aislado del resto de los bosques de la cuenca por una distancia mínima de 30 km y presenta uno de los más altos niveles de presión por cacería y deforestación en la región.

Impacto de las tasas de deforestación

Se estima que la mayoría de los cambios de cobertura forestal en la CLM ocurrieron durante los años cincuenta y sesenta a partir de la construcción de la carretera "Panamericana" que bordea toda la faja premontana y submontana de la CLM. Las únicas tasas de deforestación oficiales para la región, publicadas por Global Forest Watch (2002), fueron calculadas por interpreta-

ción visual de imágenes satelitales y reportan una tasa anual de deforestación de 4,4% para el período 1977-1982 en el estado Zulia –el cual ocupa >50% del territorio de la CLM. Esta alta tasa de deforestación correspondió a un período de expansión de la exploración y explotación petrolera, así como la frontera agrícola, que significó la transformación definitiva del 68% de los ecosistemas boscosos de la región a usos antrópicos de la tierra.

En la CLM, la mayor densidad de vialidad y de centros poblados se evidencia en la región andina, al sur, donde viven aproximadamente tres millones de habitantes. La gran mayoría de estos poblados son habitados por comunidades rurales y comerciantes relacionados con la industria agropecuaria y el turismo, alrededor de ciudades como Mérida y el Vigía (estado Mérida), Valera (estado Trujillo) y San Cristóbal (estado Táchira). En la planicie occidental, con la excepción de la ciudad de Maracaibo, capital del estado Zulia, las comunidades están mayormente asociadas a la industria agropecuaria, mientras que al norte de la Sierra de Perijá, en la cuenca baja de los ríos Guasare, Socuy y Cachiri, las comunidades están asociadas a la agricultura y al comercio fronterizo. En la costa oriental, gran parte de las comunidades están asociadas a la industria petrolera y pesquera, pero también existe una importante presencia de comunidades asociadas a la industria agropecuaria. Los poblados presentes en la Sierra de Perijá, son mayormente comunidades dedicadas a la agricultura y al pastoreo, en su mayoría pertenecientes a los grupos indígenas locales.

Para los últimos 25 años (1985-2010), resultados presentados por Portillo-Quintero *et al.* (2012) indican que la deforestación fue baja (<0,5 %/año) en el 85% de la cuenca, con frentes de deforestación (tasas intermedias a altas, <2,5 %/año) focalizados en tres regiones: a) Subcuenca del río Motatán al sureste de la CLM, b) fajas premontana y submontana de la subcuenca del río Catatumbo en el suroeste de la CLM y c) faja submontana de las subcuencas del río Apón y Santa Ana en la Sierra de Perijá en las cercanías de la población de Machiques. La figura 3a muestra la distribución de la presión por deforestación en el período 1985-2010.

Hansen *et al.* (2013) también estimaron tasas promedio de deforestación bajas en el período 2001-2012 para los estados Táchira, Trujillo, Mérida y Zulia (figura 3c). Tasas de deforestación alrededor de 0,3-0-5%/año

se calcularon para los estados Táchira y Trujillo. La deforestación en el estado Zulia mostró una reducción desde tasas entre 0,6-0-8%/año hasta 0,3-0-4%/año en 2011/2012, mientras que para el estado Mérida se calcularon tasas de deforestación de 0,2-0-3 %/año durante todo el período.

En la región, existen 17 Áreas Protegidas Estrictas (APES) completamente dentro de la CLM, cuya función principal es el establecimiento de un marco legal para un uso de la tierra estrictamente dedicado al resguardo y protección de la biodiversidad dentro del territorio protegido. Estas corresponden a los Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas de Fauna Silvestre (figura 3b). Pero es necesario destacar que la sola existencia de APES no asegura la protección de los hábitats. La figura 3b también muestra la distribución de alertas de deforestación detectadas por el sistema de detección en tiempo real FORMA (Hammer *et al.,* 2013) desde el año 2006 hasta 2014 (color rojo). La mayoría de las alertas por pérdida de biomasa vegetal durante este período se encuentran al suroeste de la CLM en la cuenca baja del río Catatumbo y en el piedemonte de la Sierra de Perijá. En la figura 3b de puede observar que una cantidad importante de alertas han sido detectadas dentro de las APES del estado Zulia. Esta tendencia observada por medio del sistema FORMA, confirma los reportes realizados por la comisión venezolana de áreas protegidas ante el Congreso Mundial de Parques de la UICN, la cual reporta un incremento en los eventos de deforestación, incendios, cacería y pesca ilegal dentro del sistema de áreas protegidas del país.

Discusión y conclusiones

La expansión urbana y agrícola son causas principales de la conversión de los hábitats de bosques en la CLM y aunque las tasas reportadas para los últimos años son bajas, la tendencia es persistente y las condiciones de protección legal para los bosques remanentes son precarias. Este escenario supone esperar para el futuro una continua fragmentación de los bosques remanentes de la CLM especialmente en los frentes de alta deforestación indicados en la figura 3a. De continuar los niveles persistentes de deforestación y la precaria situación del sistema de áreas protegidas, se prevé un incremento del

aislamiento de fragmentos remanentes en la Serranía de Perijá y en la Costa Oriental con efectos desconocidos en la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de primates no-humanos presentes en ellos. Los primates dependen casi exclusivamente de los bosques, son altamente afectados por los efectos de pérdida de hábitat por deforestación y fragmentación de sus hábitats pero también pueden exhibir diversos grados de tolerancia a la perturbación de los bosques donde habitan (Benchimol y Peres, 2014).

Las especies *Ateles hybridus, Aotus trivirgatus y Cebus leucocephalus* consumen una gran proporción de frutas en su dieta (>75%) lo que las hace más vulnerables a la tala selectiva de árboles y a los efectos de la fragmentación sobre la mortalidad de árboles de un fragmento. También les obliga a la movilidad en rangos de hábitat mayores y por lo tanto necesitan fragmentos relativamente continuos para tener poblaciones viables. La persistencia de estas especies en paisajes antrópicos es frecuentemente asociada a la presencia de bosques riparinos continuos en una matriz de cultivos, donde algunas de estas especies se acercan en búsqueda de alimentos. Se estima que las poblaciones de las especies *Ateles hybridus, Aotus trivirgatus y Cebus leucocephalus* podrían estar presentando actualmente una distribución restringida a los fragmentos de mayor tamaño y menor perturbación y/o perturbación antrópica. Estos fragmentos extensos de bosques tropófilos se encuentran en áreas de transición a bosques ombrófilos al norte y sur de la Sierra de Perijá, y en la Reserva de Burro Negro. Fuera de estas zonas, se estima que las poblaciones de estas especies están bajo fuerte presión antrópica, declinando en número de individuos y con alta probabilidad de extinción local en las próximas décadas.

La especie *Alouatta seniculus*, por otro lado, presenta gran plasticidad en cuanto a fuentes de alimentación y por lo tanto es capaz de habitar en paisajes altamente fragmentados. Sin embargo, la existencia de actividades constantes de perturbación de los bosques, cacería, la naturaleza de la matriz vegetal alrededor de los fragmentos y el tiempo desde que un fragmento ha sido aislado del resto de la cobertura, son factores que pueden trabajar en conjunto en disminuir la viabilidad poblacional de las especies que habitan en la cuenca estudiada.

En conclusión, el hábitat disponible para las especies *Aotus griseimembra, Cebus leucocephalus*, *Alouatta seniculus* y *Ateles hybridus* ha sido reducido a solo 32% del territorio de la CLM. Los remanentes de hábitats prístinos y/o perturbados están distribuidos mayormente en bosques ombrófilos montanos y basimontanos fragmentados asociados a las cordilleras andinas del sur del Lago (Táchira, Mérida, Trujillo) y la cordillera de la Sierra de Perijá. Las futuras investigaciones primatológicas para la CLM tienen la primordial tarea de generar más y mejor información sobre la presencia, distribución y estado de las poblaciones. Los datos que se tienen en la actualidad no están actualizados, no fueron parte de colectas sistemáticas y poseen sesgos muestrales importantes.

Investigaciones referentes a la ecología del comportamiento y al uso de hábitat actual de las especies de primates no-humanos del CLM a nivel de grupos o tropas, a nivel de la especie, y a nivel de comunidades y metacomunidades podrían generarse como parte de programas de capacitación de estudiantes de pregrado y postgrado en áreas de las ciencias biológicas, con estudios especialmente enfocados en fragmentos aislados de la Costa Oriental donde la información es muy escasa y donde se presume que las poblaciones están en vías de extinción local. Un mayor esfuerzo debe ser dirigido al estudio de especies como *Ateles hybridus* y *Aotus trivirgatus*, las cuales presentan una distribución restringida a los bosques del norte de los Andes, entre Colombia y Venezuela y cuya supervivencia a largo plazo, depende de la conservación éxitosa de sus hábitats en áreas protegidas y fuera de ellas.

Estudios recientes apuntan a que la pérdida de bosques en la CLM en la actualidad ocurre a una tasa anual de 0,3-0,8%. Se puede afirmar que la deforestación en la CLM es baja, pero la tendencia es persistente, continua y generalizada pudiendo aumentar drásticamente con cambios en las condiciones socioeconómicas de los poblados y ciudades asociadas a la cuenca, especialmente si las condiciones de protección legal para los bosques remanentes son precarias. Es por ello que las instituciones encargadas del manejo y conservación de las áreas naturales del país deben hacer esfuerzos para rescatar su capacidad y eficiencia en la vigilancia de la frontera agrícola con las APES. Es necesario hacer cumplir las leyes destinadas a

proteger a los bosques protegidos de la deforestación indiscriminada y a su vez implementar proyectos para promover el uso sustentable de los bosques en las fajas premontanas y llanuras con fragmentos de bosques remanentes.

Agradecimientos

El autor agradece al Departamento de Manejo de Recursos Naturales de Texas Tech University por proveer las licencias y equipo utilizado para la finalización de este proyecto. El autor también agradece las sugerencias al artículo por parte de dos revisores anónimos.

Referencias

BENCHIMOL, M. y C. Peres (2014). "Predicting primate local extinctions within "real-world" Forest fragments: a pan-neotropical analysis". *American Journal of Primatology,* 76: 289-302.

BISBAL, F. (1988). "Impacto humano sobre los hábitats de Venezuela". *Interciencia* 13: 226-232.

BODINI, R. y R. Pérez-Hernández (1987). "Distribution of the species and subspecies of Cebids in Venezuela". *Fieldiana zoology,* 39: 231-244.

BOUBLI, J. P.; A. Di Fiore; A. B. Rylands y R. A. Mittermeier (2008). "Alouatta seniculus". En: IUCN "Red list of threatened species. Version 2014.3". www.iucnredlist.org. (Consulta: 24 de noviembre 2014).

CHAPMAN, C. y C. Peres (2001). "Primate conservation in the new millenium: the role of scientists". *Evolutionary Anthropology* 10: 16-33.

DE LA TORRE, S.; A. L. Morales; A. Link; E. Palacios y P. Stevenson (2008). "Cebus leucocephalus ssp. versicolor". En: IUCN "Red list of threatened species. Versión 2014.3". www.iucnredlist.org. (Consulta 24 de noviembre de 2014).

DEFLER, T. (2003). "Primates de Colombia. Conservación internacional-Colombia". En: Rodríguez-Mahecha, J. V. (ed.). *Serie de guías tropicales de campo*. Colombia.

GLOBAL FOREST WATCH (2002). *The state of Venezuela's forests: a case study of the Guayana region*. Fundación Polar, Caracas. pp. 134.

HAMMER, D.; R. Kraft. y D. Wheeler (2013). "FORMA Alerts" World Resources Institute and Center for Global Development website. www.globalforestwatch.org. (Consulta: 24 de noviembre 2014).

HANSEN, M. C.; P. V. Potapov; R. Moore; M. Hancher; S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice y J. R. G. Townshend (2013). "High-resolution global maps of 21st-century forest cover change." *Science,* 342: 850-53.

HUBER, O. y C. Alarcón (1988). *Mapa de vegetación de Venezuela*. República de Venezuela, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas, Venezuela.

LINARES, O. J. (1998) *Mamíferos de Venezuela*. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela (eds.). Caracas, Venezuela. 690 pp.

MEDINA, E. y Barboza, F. (2006). "Lagunas costeras del lago de Maracaibo: Distribución, estatus y perspectivas de conservación". *Ecotrópicos* 19(2): 128-139.

MONDOLFI, E. (1999). "Conservación de la diversidad biológica". En: *Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales No Renovables*, Ministerio de Agricultura y Cría, Fundación Polar (eds.). *Jornadas sobre Desarrollo Sostenible en el Medio Rural*. pp. 152-158.

MORALES-JIMÉNEZ, A. L. y A. Link (2008). "Aotus griseimembra". En: IUCN "Red list of threatened species. Version 2014.3". <www.iucnredlist.org>. (Consulta: 24 de noviembre 2014).

OJASTI, J. (2008). "Mono de Noche del Occidente". pp: 75. En: Rodríguez, J. P. y Rojas-Suárez, F. (eds.). *Libro rojo de la fauna venezolana*. 3° ed. Provita y Shell Venezuela, S.A. Caracas, Venezuela.

OLSON, D. M. y Dinerstein, E. (2002). "The Global 200: Priority ecoregions for global conservation". *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89(2): 199-224.

ONDERDONK, D. y Chapman, C. (2000). "Coping with forest fragmentation: the primates of Kibale National park, Uganda". *International Journal of Primatology*, 21 (4): 587-611.

PORTILLO-QUINTERO, C.; Larreal, J.; González, I.; Sánchez, A. y Valbuena, C. (2012). "Forest cover and deforestation patterns in the Northern Andes (Lake Maracaibo Basin): a synoptic assessment using MODIS and Landsat imagery". *Applied Geography*, 35: 152-163.

RODRÍGUEZ, J. P. y Rojas-Suárez, F. (1998). "Las áreas protegidas estrictas y la conservación de la fauna amenazada venezolana". *Acta Científica Venezolana,* 49:173-178.

URBANI, B.; Morales, A. L.; Link, A. y Stevenson, P. (2008). "Ateleshybridus". En: IUCN "Red List of Threatened Species. Version 2014.3". <www.iucnredlist.org>. (Consulta: 24 de noviembre 2014).

WWF. (2002). "Terrestrial Ecoregions Reports. World Wildlife Fund". http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial_nt.html. (Consulta: 24 de noviembre 2014).

Figuras

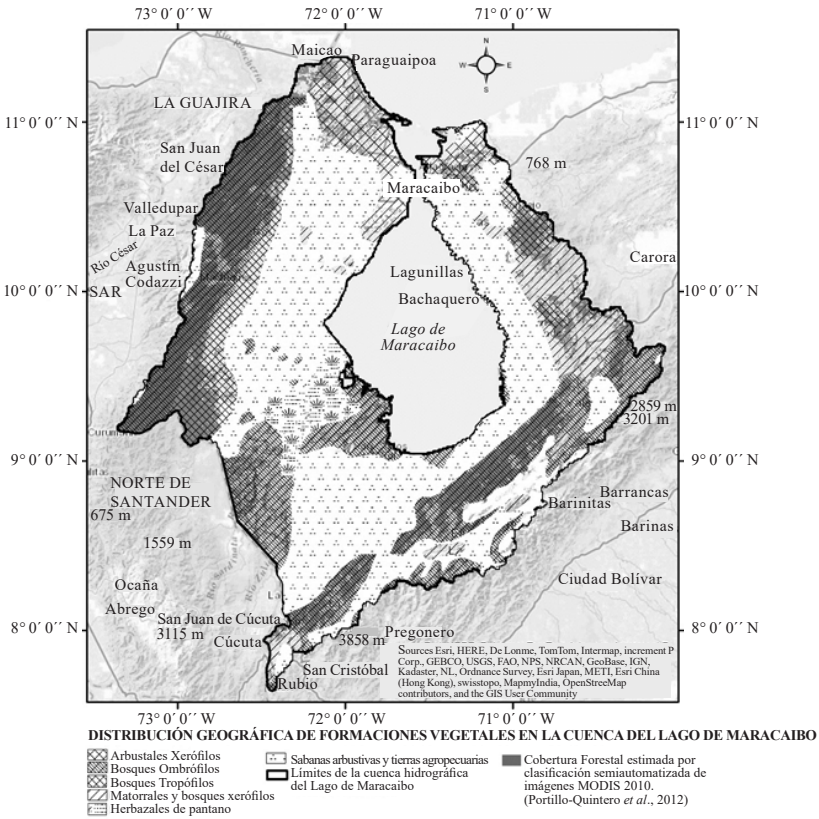


Figura 1. Distribución geográfica de las formaciones vegetales presentes en la cuenca del Lago de Maracaibo (Huber & Alarcón, 1998) y Cobertura forestal (2010) estimada por Portillo-Quintero *et al.*, 2012.

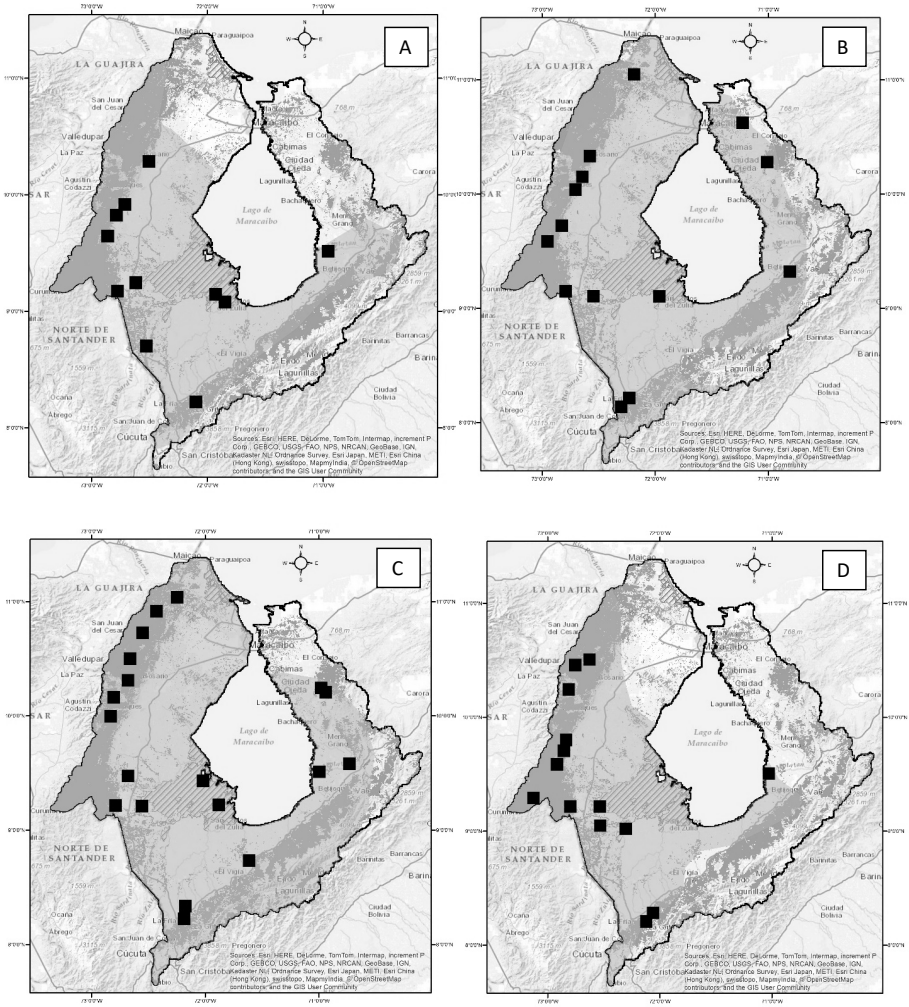


Figura 2. Localidades de avistamiento reportadas por Linares (1998) y la distribución potencial según la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza en gris claro (UICN). A) *Aotus griseimembra*, B) *Cebus leucocephalus,* C) *Alouatta seniculus*, D) *Ateles hybridus.*

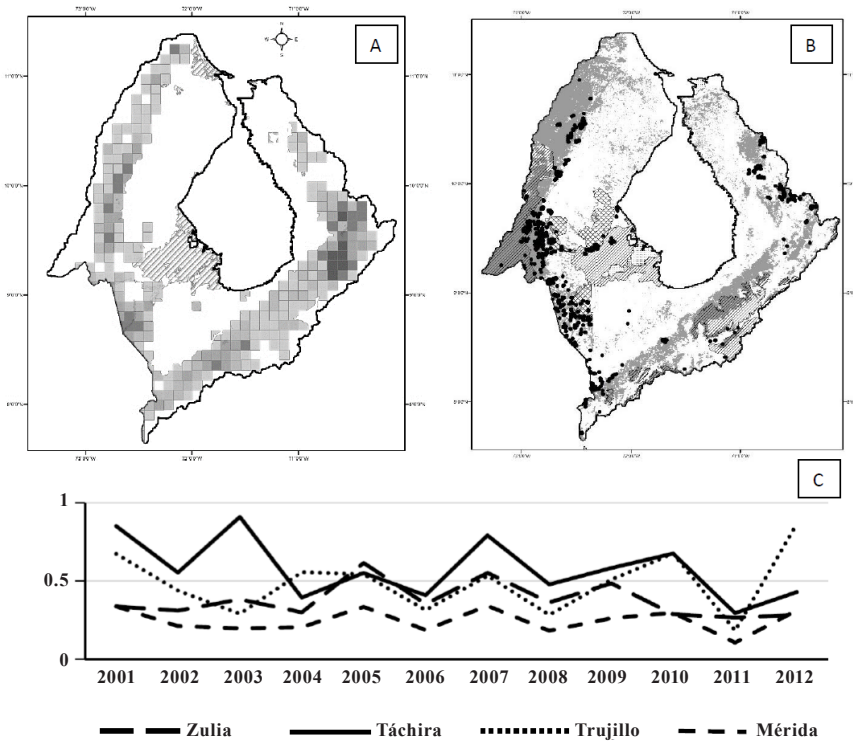


Figura 3. A) Mapa de presión por deforestación (Portillo-Quintero *et al*., 2012); B) Distribución de Áreas Protegidas Estrictas en la CLM y alertas de deforestación detectadas por el sistema FORMA (Hammer *et al*., 2013). C) Tasas de deforestación (% anual) estimadas por Hansen *et al*., 2013 para el período 2001-2012.

Carlos Portillo-Quintero
Laboratorio de Tecnologías Geoespaciales. Departamento de Manejo de Recursos Naturales. Texas Tech University. Box 42125, Lubbock, TX, EE. UU / carlos.portillo@ttu.edu.

Portillo-Quintero, C. (2019). Análisis del impacto de las tendencias actuales en pérdida de hábitat sobre las especies de primates no-humanos en la cuenca del Lago de Maracaibo. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 417-438.

Registros de primates en la Sierra de Portuguesa, extremo nororiental de los Andes venezolanos

Shaenandhoa García-Rangel
Cristina Sainz-Borgo
Gabriela Henríquez
Rebeca Meza

Resumen

En este trabajo se compiló información recabada a partir de registros sobre primates obtenidos de forma oportunista en la Sierra de Portuguesa, en el marco del Proyecto de Investigación Doctoral Oso Andino-Sierra de Portuguesa. Los reportes se obtuvieron tanto en unidades de muestreo estandarizado como en los traslados hacia las mismas y en entrevistas realizadas a pobladores, fue este último método el que permitió levantar la mayor cantidad de información. Se recabó un total de 113 registros sobre primates, correspondiendo a cuatro especies. El mono capuchino común (*Cebus olivaceus*) y el mono araguato (*Alouatta arctoidea*) presentaron la mayor cantidad de registros, aunque también se reportó la presencia del mono de noche (*Aotus lemurinus*) y un registro no concluyente para el mono araña (*Ateles hybridus*). La asociación de dichas especies a parches de bosque remanente, indican un posible riesgo para su supervivencia a largo plazo debido a los procesos de cambio en la cobertura de la tierra presentes en la Sierra de Portuguesa. Los registros oportunistas proporcionados en este estudio contribuyen al conocimiento de la comunidad de primates en una zona de encuentro ecorregional, y aportan indicios sobre el estado de conservación de las especies reportadas.

Palabras claves: *Cebus olivaceus*, *Alouatta arctoidea*, *Aotus lemurinus*, *Ateles hybridus*, registros oportunistas.

Records of Primates across Sierra de Portuguesa, Northeast-End of the Venezuelan Andes

Abstract

This chapter compiles information gathered opportunistically on primate species across Sierra de Portuguesa, during the Doctoral Research Project Andean Bear - Sierra de Portuguesa. Records were obtained across transects placed following a standardised sampling design, as well as on treks to reach sampling areas and on interviews with local villagers. This last collection method allowed gathering the majority of the information presented here. A total of 113 records were collected through this effort corresponding to four primate species. The majority of records were made for the wedged-capped capuchin (*Cebus olivaceus*) and the ursine howler (*Alouatta arctoidea*), but the presence of the grey-bellied night monkey (*Aotus lemurinus*) was also registered and an inconclusive report of the Brown spider monkey (*Ateles hybridus*) was obtained. These species were mostly found within remnant forest patches, and this could risk their long-term survival across Sierra de Portuguesa. The opportunistic records compiled on this study contribute to increasing knowledge about the primate community in an area of ecorregional confluence, and provide clues about the conservation status of the species reported.

Keywords: *Cebus olivaceus*, *Alouatta arctoidea*, *Aotus lemurinus*, *Ateles hybridus*, opportunistic records.

Introducción

Los registros oportunistas permiten aportar información sobre especies poco conocidas que habitan zonas remotas o inhóspitas y/o cuyas características ecológicas las hace difíciles de estudiar (Derocher *et al*., 2002; Luque *et al*., 2006). También son relevantes en áreas donde el esfuerzo de investigación ha sido poco y la existencia de datos preliminares podría fomentar el desarrollo de preguntas e hipótesis de estudio (Pauly, 1995). Dichas observaciones son incorporadas comúnmente al trabajo con vertebrados dado que algunas especies son conspicuas, lo que ha convertido a los registros ocasionales en fuentes de nueva información para hienas, ballenas y tortugas marinas, entre otras especies (Skinner, 1976; Farrell y Graham, 1991; Whitehead, 2001; Hartwig *et al.*, 2004; McPherson y Myers, 2009).

Los registros ocasionales suelen ser frecuentes en primates, dado que su tamaño, comportamiento y organización grupal facilita su observación fuera de esquemas de muestreo diseñados para estos taxa (Whitesides *et al*., 1988; Gold, 2002). La naturaleza de los datos obtenidos es muy variada e incluye, por ejemplo, registros de distribución, observaciones comportamentales, información sobre riqueza de especies, estimaciones poblacionales e incluso muestras colectadas para estudios fisiológicos y/o reproductivos (Yeager, 1991; Hohmann, 2001; Bianchi y Mendes, 2007; Gursky *et al.*, 2008; Nandini *et al.*, 2009). Las observaciones oportunistas sobre el tití gris (*Saguinus leucopus*), especie endémica de Colombia considerada mayoritariamente frugívora, por ejemplo, permitieron ampliar el conocimiento sobre su dieta incluyendo pequeños vertebrados en los registros sobre este taxa (Arias-Alzate *et al*., 2014).

Un total de 342 especies y subespecies (54%) de primates se encuentran amenazadas hoy en día de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2010). La pérdida y fragmentación del hábitat son reportadas como las mayores amenazas a nivel global para este Orden (Chapman y Peres, 2001), pero a pesar de los abundantes esfuerzos científicos abocados a su estudio (Oates, 1996; Sillero-Zubiri y Switzer, 2001); existen todavía importantes vacíos de información que limitan el alcance de las estrategias de conservación diseñadas para contrarrestar los efectos del avance en la frontera agrícola entre otros procesos (Oates, 1996; Estrada *et al*., 2006). Tal es el caso de los primates neotropicales, para los que evaluaciones recientes indican que 44% de las especies conocidas se encuentran en alguna categoría de amenaza (IUCN, 2008); con tres taxa incluidos entre los 25 primates con mayor peligro de extinción (Schwitzer *et al*., 2014). El conocimiento de los primates neotropicales requiere ser expandido y profundizado a fin de prevenir extinciones como la ocurrida con el colobo rojo (*Procolobus badius waldroni*) en África occidental a finales del siglo XX (Chapman y Peres, 2001; Oates *et al.,* 2001). En este contexto, las observaciones oportunistas cobran aún mayor importancia, dada la necesidad urgente de información que pudiera orientar el establecimiento de estrategias de conservación con mayores probabilidades de éxito.

En Venezuela, un 25% de las especies de primates conocidas se encuentran bajo algún grado de amenaza (Ojasti, 2008); y el conocimiento primatológico se limita principalmente a listados de especies, estudios focalizados en taxa comunes, como el mono araguato (*Alouatta arctoidea*) o el mono capuchino común (*Cebus olivaceus*); o en localidades particulares del sur de Venezuela, la ecorregión llanera y el estado Nueva Esparta (Braza *et al*., 1981; Robinson, 1984; Urbani, 2002; Norconk, 2006; Ceballos-Mago y Chivers, 2010; Ceballos-Mago *et al*., 2010); con un único estudio a largo plazo realizado durante un período de treinta años en Hato Masaguaral (estado Guárico) donde evaluaron fluctuaciones poblaciones de *A. arctoidea* (Rudran y Fernández-Duque, 2003). En este sentido, la información sobre primates andinos es particularmente escasa y los vacíos incluyen tanto aspectos básicos, rangos de distribución (Soriano *et*

al., 1999; Morales-Jiménez, 2002; Silva y Muñoz-Saba, 2004), así como evaluaciones de sus estados de conservación y amenazas principales (Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008). Esta situación enfatiza aún más la urgencia de información que permita conocer la situación actual de dichas especies (Ojasti, 2008).

En este trabajo se compila información recabada a partir de registros oportunistas sobre primates en la Sierra de Portuguesa. Tales datos fueron obtenidos en el marco del Proyecto de Investigación Doctoral Oso Andino-Sierra de Portuguesa y con ellos se espera contribuir a la generación de conocimiento sobre los primates andinos de Venezuela. A pesar de no ser exhaustivos, los registros incluidos en este estudio representan el mayor esfuerzo realizado hasta hoy en el extremo nororiental de los Andes venezolanos. Los reportes en este capítulo pretenden fomentar el estudio de estas especies en el área, y aportar al conocimiento sobre primates en zonas perturbadas lo que es considerado una prioridad para este Orden (Chapman y Peres, 2001; Estrada *et al*., 2012).

Materiales y métodos

Área de estudio

La Sierra de Portuguesa constituye el extremo nororiental de la Cordillera Andina y se encuentra ubicada en la Región Centro-Occidental de Venezuela, particularmente en los estados Lara y Portuguesa (García-Rangel, 2011). Este estribo montañoso actúa como punto de encuentro entre los Andes, los Llanos, la Cordillera Central y el Sistema Coriano (Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista, 1985; Yerena *et al.*, 2003). Abarca un área de aproximadamente 4.000 km^2 dentro de la Zona de Convergencia Intertropical, por lo que presenta un clima estacional de fuertes lluvias entre abril y septiembre (1.150-2.950 mm) y un período seco de octubre a marzo (Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista, 1985). Las temperaturas en el área varían entre 16° y 27°C y se encuentran asociadas negativamente con la elevación que alcanza los 2.250 msnm (Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista, 1985). La vegetación está compuesta en su mayoría de bosques siempreverdes premontanos

y bosques nublados, aunque también se encuentran bosques deciduos y secos así como arbustales (Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista, 1985; Smith y Salazar de Rodríguez, 1991; García-Rangel, 2011). A partir del siglo XVI, la colonización española promovió una mayor ocupación humana de este estribo montañoso, así como la introducción del pastoreo y el arado como actividades productivas (Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista, 1985). En consecuencia, se desplazó el cultivo rotatorio tradicional de las comunidades indígenas por monocultivos intensivos, provocando procesos erosivos a lo largo y ancho de la Sierra de Portuguesa (Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista, 1985).

Reportes recientes señalan que la pérdida de hábitat y la cacería ponen en riesgo la supervivencia de especies locales a lo largo del estribo montañoso (Parkswatch, 2003a, 2004a, 2004b; Yerena *et al*., 2003; García-Rangel, 2011). Esta situación se suma al impacto causado por los procesos erosivos antes mencionados que amenazan tanto a la actividad agrícola tradicional de la zona, así como grandes proyectos de infraestructura hidráulica (Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista, 1985; Rodríguez y Smith, 1991; García-Rangel, 2011). En un esfuerzo por proteger cuencas de importancia regional así como la biodiversidad característica de la Sierra de Portuguesa, se han establecido tres parques nacionales en esta unidad (i.e. Parque Nacional (PN) Yacambú, PN Terepaima y el PN El Guache) cubriendo aproximadamente 581 km^2 de su extensión (figura 1). Las actividades extractivas, sin embargo, continúan dentro de estas áreas y la frontera agrícola ha traspasado sus linderos (Parkswatch, 2003a, 2004a, 2004b; García-Rangel, 2011). Más aún, el personal y los recursos para el manejo de estas áreas son limitados y las actividades de vigilancia y control poco frecuentes (Monsalve Dam *et al.,* 2010; Parkswatch, 2003a, 2004a, 2004b; García-Rangel, 2011). Actualmente, los bosques siempreverdes de la Sierra de Portuguesa son relictos en las filas montañosas que se encuentran rodeados de una matriz agrícola y sucesional (figura 1) (García-Rangel, 2011). La evaluación más reciente sobre esta cobertura boscosa estima una extensión de aproximadamente 412 km^2 (10%) la cual se encuentra fragmentada y potencialmente aislada del resto de la cordillera andina (figura 1) (García-Rangel, 2011).

Métodos

La información reseñada en este trabajo se obtuvo a través de registros oportunistas realizados durante cuatro etapas consecutivas en las que se desarrolló el trabajo de campo del Proyecto de Investigación Doctoral Oso Andino-Sierra de Portuguesa: 1) Fase exploratoria, 2) Estudio Piloto I, 3) Estudio Piloto II y 4) Evaluación a gran escala. Durante todas estas etapas los registros sobre primates se obtuvieron tanto en las unidades de muestreo estandarizado establecidas para el proyecto, como en los traslados hacia las mismas y en entrevistas abiertas realizadas a pobladores.

Las entrevistas formaron parte integral del trabajo de campo llevado a cabo para este proyecto. Se realizaron en el contexto de una conversación con preguntas semiestructuradas. La selección de las personas a ser entrevistadas fue con base en su conocimiento de la fauna local, en su mayoría cazadores. La información sobre primates se obtuvo al realizarles preguntas generales sobre la fauna local y el tipo de interacciones que la población ha tenido con ella. La identificación de las especies que se reseñan en este estudio se basó en el conocimiento sobre nombres comunes que poseían los baquianos contratados para el trabajo de campo, con los cuales se hicieron sesiones de identificación de especies a partir de imágenes existentes en guías de campo.

Fase exploratoria (octubre a diciembre 2003-febrero y marzo 2004):
Se llevaron a cabo 12 excursiones largas (1 día o más) y seis cortas (aproximadamente 3 horas) a lo largo de la Sierra de Portuguesa, en áreas donde existían registros previos de la presencia del oso andino (*Tremarctos ornatus*) para evaluar la logística del trabajo de campo, recabar información sobre la especie y entrenar al equipo de trabajo en los procedimientos a llevar a cabo (García-Rangel, 2011). Durante estas actividades se levantaron observaciones oportunistas de otras especies encontradas en el área y adicionalmente se realizaron treinta y seis entrevistas abiertas a pobladores (principalmente cazadores) (García-Rangel, 2011).

Estudio piloto I (marzo-julio 2004):
Se llevó a cabo en el área conocida como Corredor Ecológico Sierra de Portuguesa, relicto boscoso que conecta el PN Terepaima con el PN Yacambú (figura 1). El objetivo de esta etapa fue estandarizar las técnicas de campo y apoyar esfuerzos locales y nacionales para la protección legal de dicha área (García-Rangel, 2011). Se realizaron 10 transectas de ancho fijo (10 m) y largo variable en bosque siempreverde maduro (BM) y bosque sucesional (BS) registrando información sobre la presencia del oso andino (García-Rangel, 2011). Información sobre la presencia de otras especies fue recabada durante cada una de las actividades realizadas en esta etapa.

Estudio piloto II (septiembre-diciembre 2005):
Esta fase del proyecto fue desarrollada para evaluar el desempeño del equipo de campo (García-Rangel, 2011). Se llevaron a cabo 33 transectas de ancho fijo (500 x 10 m) en áreas de BM y BS seleccionadas al azar a una distancia mínima de 800 m a lo largo del PN Terepaima, el Corredor Ecológico y el norte del PN Yacambú (figura 1) (García-Rangel, 2011). Se visitaron áreas *ad libitum* y siguiendo un diseño de muestreo estocástico para recolectar información sobre puntos de control de vegetación (García-Rangel, 2011). Al igual que en la fase anterior, se recabó información de forma oportunista sobre otras especies presentes en el área.

Proyecto edad de señales (agosto 2005-agosto 2006):
También fueron recolectados datos sobre primates, durante un proyecto establecido para evaluar el proceso de descomposición y envejecimiento de señales de oso andino (García-Rangel, 2011). Este proyecto fue llevado a cabo en áreas de BM ubicadas en la zona norte del PN Yacambú.

Evaluación a gran escala (febrero-diciembre 2006):
Se realizaron 108 transectas de ancho fijo (50 x 10 m) a lo largo de la Sierra de Portuguesa (García-Rangel, 2011). En cada una de estas unidades se llevaron a cabo censos de señales de oso andino y cada 20 m se registró la presencia de otras especies de mamíferos (García-Rangel, 2011). Estas

transectas fueron colocadas en BM, BS y en áreas agrícolas siguiendo un diseño de muestreo estratificado y estocástico (García-Rangel, 2011). Finalmente, se realizaron de forma oportunista entrevistas abiertas a pobladores para recabar información sobre la fauna en el área de estudio.

Resultados

Durante las cuatro etapas de trabajo de campo, se obtuvo un total de 113 registros de primates a lo largo del área de estudio, los cuales corresponden a cuatro especies diferentes (figuras 1 y 2a). Los taxa con mayor cantidad de registros fueron *C. olivaceus* y *A. arctoidea*, aunque también se reportó la presencia del mono de noche (*Aotus lemurinus*) y el mono araña (*Ateles hybridus*) (figura 2a). Adicionalmente, se realizó un avistamiento de un individuo lanudo de una especie de primate no identificada junto a una tropa de *A. arctoidea*. La mayor cantidad de registros de primates se obtuvo a partir de entrevistas a pobladores (57% n= 64) fue además el único método que permitió registrar la presencia de *A. hybridus* en la Sierra de Portuguesa. Los recorridos permitieron recabar la segunda mayor cantidad de registros (20% n= 30) sobre la presencia de las especies en el área.

La mayor cantidad de reportes de primates a lo largo de la Sierra de Portuguesa se concentró en la cobertura boscosa y cada especie (excepto *A. hybridus* para la cual no se obtuvo información de este tipo), fue también observada con mayor frecuencia en la misma cobertura (figuras 1 y 2b). *C. olivaceus* presentó la mayor cantidad de registros en las zonas de cultivo y de acuerdo a las entrevistas con pobladores, la misma es frecuente en siembras de maíz (*Zea mays*) y cultivos mixtos de cambur (*Musa paradisiaca*) y café (*Coffea arabica*).

Los registros de primates se obtuvieron en su mayoría durante el día (11 registros diurnos para *C. olivaceus*, 28 para *A. arctoidea* y 5 para *A. lemurinus*). Solo se realizaron registros nocturnos para *A. arctoidea* y *A. lemurinus*. La primera especie se observó cuando se retornaba al campamento, mientras que el registro de la segunda corresponde a sus vocalizaciones características, incluyendo dos observaciones realizadas a aproximadamente a 1.850 msnm. Los registros diurnos de esta última especie se refieren a observaciones indirectas de señales (encontradas en las unidades de muestreo cuya veracidad es cuestionable).

La información proporcionada por pobladores locales a través de entrevistas abiertas, se refiere en su mayoría a registros de presencia (observaciones directas: avistamientos y vocalizaciones, entre otras) (figura 2c). Sin embargo, también reportaron el uso de *C. olivaceus* y *A. arctoidea* por parte de las comunidades humanas que habitan la Sierra de Portuguesa, así como la existencia de conflictos entre dichas especies y las actividades económicas que estas realizan (figura 2c). En particular, algunos entrevistados indicaron el consumo de maíz cultivado en la zona por tropas de *C. olivaceus*; describiendo conductas de vigilancia por parte del individuo más grande de la tropa que permanecía en algún árbol alto cercano mientras el resto de los miembros recolectaban las mazorcas. El entrevistado (solo uno dio la descripción), en este caso, indicó que al bajar este individuo del árbol el resto del grupo huía. Para contrarrestar el consumo de mazorcas, un entrevistado reportó utilizar el cadáver de un individuo cazado como elemento disuasivo (figura 3). Además, se informó que *C. olivaceus* acostumbra también a acercarse a los sembradíos para alimentarse de cambures, usualmente sembrados acompañando al café que es abundante en la zona. La especie es también utilizada como mascota por los lugareños y se tiene la creencia de que "enamoran a las mujeres".

Algunos entrevistados (cinco) señalaron que *A. arctoidea* es cazado debido a las supuestas propiedades medicinales de su carne que de acuerdo al conocimiento local es capaz de curar problemas respiratorios como la sinusitis, el asma, así como afecciones de la garganta. También se indicó que su sangre y hueso hioides son utilizados con fines medicinales. A pesar de no reportarse esta especie como mascota por parte de los entrevistados, durante el trabajo de campo se obtuvo un registro de este tipo de uso (figura 3).

Discusión y conclusiones

Como ya se mencionó previamente, la información sobre primates en Venezuela es escasa. En este estudio, las observaciones oportunistas permitieron recopilar de manera efectiva información sobre especies que habitan la Sierra de Portuguesa y con ello incrementar el conocimiento sobre este Orden en la ecorregión Andina. Los registros presentados en este trabajo

para cada una de las especies son posiblemente uno de los primeros registros científicos sobre los primates en la Sierra de Portuguesa. Existen publicaciones previas que reportan la presencia de este Orden en el área de estudio, pero algunas se basan en distribuciones potenciales y no en estudios de fauna específicos para el área (ej. listados de especies para los Parques Nacionales Terepaima y El Guache) (Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista, 1985). El reporte presentado sobre *A. hybridus* está lejos de ser concluyente, debido a que no se obtuvieron indicios en campo sobre la presencia de la especie y solo fue mencionado por uno de los entrevistados. Los registros de *A. lemurinus* que se aportaron, son de particular importancia debido a la poca información ecológica disponible sobre este taxa y al hecho de que a nivel nacional es considerado como Vulnerable a la extinción (Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008). En Venezuela, *A. lemurinus* se encuentra amenazado por la pérdida de hábitat, pero también es cazado con fines alimenticios y capturado como mascota (Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008).

Los métodos que se utilizaron para la recolección de información en este estudio presentaron sensibilidad diferencial de acuerdo a cada taxón, fue la entrevista a pobladores la que permitió el registro de un mayor número de especies sobre todo en aquellas de hábitos nocturnos. Esta sensibilidad diferencial puede estar asociada tanto al conocimiento previo de los observadores sobre las especies en cuestión, así como a comportamientos particulares de cada taxa, tales como vocalizaciones, hábitos ecológicos y tamaños de grupo, entre otros factores (Radhakrishna *et al*., 2010; Starr *et al*., 2011). *A. arctoidea* fue un caso particular que vale la pena resaltar, dado que presentó el mayor grado de detección a partir de vocalizaciones, debido, probablemente, a su característico aullido que permite registrar su presencia a kilómetros de distancia (Duque y Gómez-Posada, 2009).

Dada la experiencia en campo, se recomienda estandarizar la metodología de trabajo para el caso de estudios cuantitativos con el fin de reducir estas diferencias interespecíficas que pudieran distorsionar la interpretación de los resultados. Además, se hace un llamado general a aquellos colegas que realizan estudios de campo y que están en capacidad de recopilar información sobre otras especies más allá de las que son objeto de su estudio, para que incorporen métodos estandarizados que permitan compilar

información de tipo oportunista. Esto, junto con la publicación de dicha información contribuirían al conocimiento de especies poco conocidas o de áreas con esfuerzos de investigación reducidos. Incluir el levantamiento de estos datos en procesos que ya formen parte de un trabajo de campo, permitirá recabar información a bajo costo y de manera sencilla. Es clave, sin embargo, diseñar estos procedimientos *a priori* para garantizar que los datos colectados sean robustos y validables.

La identificación de las especies registradas en este estudio dependió tanto del conocimiento del investigador principal, como de los baquianos involucrados en el trabajo de campo. La participación de los baquianos fue también clave para el desarrollo de las entrevistas realizadas a pobladores, dado que no se contó con material visual de apoyo para la identificación de especies y la misma fue realizada sobre la base del conocimiento de los baquianos. Se recomienda, sin embargo, la utilización de material de apoyo para validar la identificación de las especies directamente con el entrevistado.

Como era de esperarse debido a sus hábitos ecológicos y comportamentales, *A. arctoidea* y *C. olivaceus* presentaron la mayor cantidad de registros (Duque y Gómez-Posada, 2009; Arroyo-Rodríguez y Dias, 2010). Estas especies constituyen los primates mejor conocidos de Venezuela, contando con estudios de carácter ecológico, etológico y reproductivo, entre otros (Braza *et al*., 1981; Robinson, 1984, 1988; Robinson y Redford, 1986; O'Brien, 1991; Agoramoorthy y Rudran, 1995; Rudran y Fernández-Duque, 2003). La información que se proporciona en este capítulo contribuye a ampliar el conocimiento sobre estas especies en cuanto a su rango de distribución y su interacción con las comunidades humanas que habitan el Piedemonte Andino. Ambas especies fueron reportadas en zonas boscosas características de su ecología (Duque y Gómez-Posada, 2009). Sin embargo, *C. olivaceus* fue la única especie de primate reportada en espacios agrícolas y áreas perturbadas, lo cual es consistente con lo descrito en la literatura donde es catalogada como generalista (Robinson y Redford, 1986; Johns y Skorupa, 1987; Lehmann *et al*., 2002; Wright, 2007).

Los registros de *A. lemurinus* fueron escasos y en su mayoría nocturnos, lo cual es consistente con sus hábitos ecológicos (Emmons, 1997; Linares, 1998; Fernández-Duque *et al.*, 2008). Este género presenta uno de

los rangos de distribución más amplios para primates neotropicales, abarcando gran parte de Centro y Suramérica (Fernández-Duque *et al*., 2008). En Venezuela, se han reportado dos especies: *A. trivirgatus* al sur del Orinoco y *A. lemurinus* para el occidente del país, la información disponible en ambos casos es escasa (Linares, 1998; Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008; Sánchez y Lew, 2012). Esta situación puede ser consecuencia de los hábitos principalmente nocturnos de este género, lo cual hace a los individuos mucho menos conspicuos y dificulta sus observaciones (Emmons, 1997; Fernández-Duque *et al*., 2008). De acuerdo con Linares (1998), los reportes de *A. lemurinus* en Venezuela se limitan a la Sierra de Perijá, al sur del Lago de Maracaibo y la pendiente suroeste de la Cordillera Andina con un rango altitudinal entre los 70 y 1.200 msnm. En consecuencia, los registros presentados en este capítulo podrían representar una ampliación tanto geográfica como altitudinal del conocimiento nacional sobre la especie. Si bien *A. lemurinus* se ha reportado en una gran variedad de hábitats que incluyen bosques nublados, deciduos y secos; se caracteriza por encontrarse mayormente en bosques siempreverdes poco perturbados, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en este estudio (Linares, 1998; Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008; Fernández-Duque *et al*., 2008).

Conservación y amenazas a primates en la Sierra de Portuguesa

Las especies de primates que se registraron en la Sierra de Portuguesa resultaron asociadas a relictos boscosos que han permanecido en el área, dadas las limitaciones impuestas por la topografía al intenso desarrollo agrícola que ha caracterizado la zona desde el *boom* petrolero de finales de los años veinte (Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista, 1985; García-Rangel, 2011). El proceso histórico y actual de pérdida y fragmentación de hábitat, sin embargo, pudiera poner en riesgo la supervivencia de estas especies a largo plazo, como ya lo hace a nivel nacional y global para *A. lemurinus* y otras especies del Orden Primates (Rodríguez y Rojas-Suárez, 2008; IUCN, 2010). La presencia de primates en el área conocida como Corredor Ecológico Sierra de Portuguesa apoya la propuesta de ampliación del

Parque Nacional Terepaima para asegurar su protección y la conectividad con el Parque Nacional Yacambú (Yerena *et al*., 2003). De igual manera cobra importancia la reciente declaratoria de protección municipal del Parque Natural Montaña Los Pozuelos (Marilonza), dado el registro de *A. lemurinus* en el área.

Las encuestas revelaron el uso histórico y/o actual de *A. arctoidea* y *C. olivaceus* por parte de comunidades locales con fines medicinales, alimenticios y/o de compañía. Esta situación ha puesto en riesgo la supervivencia de muchos primates a nivel global y suramericano, ocasionando extinciones locales, así como reducciones del tamaño poblacional (Chapman y Peres, 2001; Lee y Priston, 2005; Aquino *et al*., 2008; IUCN, 2010; Schwitzer *et al.*, 2014). Estas extracciones parecen realizarse incluso dentro de los parques nacionales, evidenciando la ya conocida y denunciada situación de abandono del Sistema Nacional de Áreas Protegidas en Venezuela (Parkswatch, 2003b; Monsalve Dam *et al*., 2010; García-Rangel, 2011).

C. olivaceus fue la única especie que se reportó en conflicto con pobladores de la Sierra de Portuguesa por el consumo de maíz, a pesar de que Ferrer-Veliz y de Paz y Bautista (1985) menciona que dicho comportamiento también es propio de *A. arctoidea* para el área de estudio. La tolerancia de *C. olivaceus* a zonas intervenidas y su capacidad para explotar fuentes antrópicas de alimento (Freitas *et al*., 2008), pudiera estar exponiéndolo a un riesgo desconocido. La mayor cantidad de registros obtenidos para esta especie, en comparación con los otros taxa reportados en este estudio, pudiera ser una consecuencia de estas conductas.

Los registros oportunistas que se proporcionaron en este trabajo contribuyen al conocimiento sobre una comunidad de primates en una zona de encuentro ecorregional y generan indicios sobre el estado de conservación de cada una de las especies reportadas. La Sierra de Portuguesa es un área que ha sido sometida a un proceso histórico de transformación, por lo que la presencia de diversas especies no puede considerarse como sinónimo de estabilidad a largo plazo. Más aún existen evidencias actuales de impacto y amenaza incluso dentro de los límites de los tres parques nacionales establecidos en el área de estudio. Esta situación, aunada al desconocimiento generalizado sobre la dinámica de las comunidades de primates

en Venezuela, hace necesaria y urgente la realización de investigaciones que determinen el efecto de las perturbaciones antrópicas sobre dichas comunidades. Esta información es de vital importancia, particularmente en la Sierra de Portuguesa donde la cobertura boscosa asociada a muchas de estas especies se limita a pequeños relictos a las filas montañosas.

En conclusión, en este trabajo se evidencia la importancia de los registros oportunistas para recabar información preliminar sobre especies conspicuas y poco conocidas como los primates en Venezuela. Los registros, sin embargo, variarán de acuerdo al método utilizado y en consecuencia, las deducciones derivadas deben ser realizadas con mucha cautela; es por esto que se recomienda una estandarización de los métodos para el registro de dichas observaciones en futuros proyectos de investigación. En este estudio se registró la presencia de *A. arctoidea* y *C. olivaceus* en la Sierra de Portuguesa, así como de *A. lemurinus* considerada Vulnerable a la extinción en Venezuela. Dichos reportes sobre esta especie podrían ampliar su distribución geográfica y altitudinal en el país. Además, se obtuvo también un registro no concluyente para *A. hybridus*. La asociación de los primates a las áreas de bosque remanente en la Sierra de Portuguesa pudiera poner en riesgo su supervivencia a largo plazo, debido a los procesos de cambio en la cobertura de la tierra que caracterizan este estribo montañoso.

Agradecimientos

Los autores de este capítulo agradecen al Dr. David Chivers y a los miembros del Wildlife Reseach Group de University of Cambridge por su guiatura durante la realización del proyecto doctoral. De igual manera quiere expresar su gratitud a Alfredo Nicolás Freitez Sánchez, Francisco Daza, Eugenio Guzmán y Henrry Sánchez por su invaluable trabajo durante la colección de información. Agradecen a Carlos Márquez, las familias Montilla, Sánchez y Matheus Leal y a los habitantes de Sierra de Portuguesa por su apoyo y hospitalidad durante el desarrollo de este proyecto.

Referencias

AGORAMOORTHY, G. y Rudran, R. (1995). "Infanticide by adult and subadult males in free-ranging red howler monkeys, *Alouatta seniculus*, in Venezuela". *Ethology,* 99: 75-88.

AQUINO, R.; Terrones, W.; Navarro, R.; Terrones, C. y Cornejo, F. M. (2008). "Caza y estado de conservación de primates en la cuenca del río Itaya, Loreto, Perú". *Revista Peruana de Biología,* 15: 33-40.

ARIAS-ALZATE, A.; Sánchez-Londoño, J. D.; Daza, J. M. y González-Maya, J. F. (2014). "Depredación de *Saguinus leucopus* (Mammalia: Primates) sobre *Phyllomedusa venusta* (Anura: Hylidae) en el departamento de Caldas, Colombia". *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época,* 4.

ARROYO-RODRÍGUEZ, V. y Dias, P. A. D. (2010). "Effects of habitat fragmentation and disturbance on howler monkeys: a review". *American Journal of Primatology,* 72: 1-16.

BIANCHI, R. D. C. y Mendes, S. L. (2007). "Ocelot (*Leopardus pardalis*) predation on primates in Caratinga Biological Station, Southeast Brazil". *American Journal of Primatology,* 69: 1173-1178.

BRAZA, F.; Álvarez, F. y Azcárate, T. (1981). "Behaviour of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*) in the llanos of Venezuela". *Primates,* 22: 459-473.

CEBALLOS-MAGO, N. y Chivers, D. J. (2010). "Local knowledge and perceptions of pet primates and wild Margarita capuchins on Isla de Margarita and Isla de Coche in Venezuela". *Endangered Species Research,* 13: 63-72.

CEBALLOS-MAGO, N.; González, C. E. y Chivers, D. J. (2010). "Impact of the pet trade on the Margarita capuchin monkey *Cebus apella margaritae*". *Endangered Species Research,* 12: 57-68.

CHAPMAN, C. y Peres, C. (2001). "Primate conservation in the new millennium: The role of scientists". *Evolutionary Anthropology,* 10: 16-33.

DE FREITAS, C. H.; Setz, E. Z.; Araújo, A. R. y Gobbi, N. (2008). "Agricultural crops in the diet of bearded capuchin monkeys, *Cebus libidinosus* Spix (Primates: Cebidae), in forest fragments in southeast Brazil". *Revista Brasileira de Zoologia,* 25: 32-39.

DEROCHER, A. E.; Wiig, Ø. y Andersen, M. (2002). "Diet composition of polar bears in Svalbard and the western Barents Sea". *Polar Biology,* 25: 448-452.

DUQUE, N. R. y Gómez-Posada, C. (2009). "Sympatric *Alouatta seniculus* and *Cebus capucinus* in an Andean forest fragment in Colombia: A survey of population density". *Neotropical primates,* 16: 51-56.

EMMONS, L. (1997). *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. Chicago University Press. Chicago, EE. UU.

ESTRADA, A.; Garber, P. A.; Pavelka, M. S. y Luecke, L. (2006). "Overview of the Mesoamerican primate fauna, primate studies, and conservation concerns". En: *New perspectives in the study of mesoamerican primates*: 1-22. Springer. http://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-25872-8_1. (Consulta: 23 de octubre 2015).

FARRELL, R. F. y Graham, T. E. (1991). "Ecological notes on the turtle *Clemmys insculpta* in Northwestern New Jersey". *Journal of Herpetology,* 25:1.

FERNÁNDEZ-DUQUE, E.; Di Fiore, A. y Carrillo-Bilbao, G. (2008). "Behavior, ecology, and demography of *Aotus vociferans* in Yasuní National Park, Ecuador". *International Journal of Primatology,* 29: 421-431.

FERRER-VELIZ, E. y de Paz y Bautista, H. (1985). *Análisis ambiental de la Región Centro-Occidental de Venezuela. Perfil ecológico regional, correlación de variables fisiográficas, fitofisonómicas, climáticas y vivenciales e interdependencia entre sistemas naturales y sociales*. Fundación para el Desarrollo de la Región Centro-Occidental (Fudeco). Barquisimeto, Venezuela.

GARCÍA-RANGEL, S. (2011). *Ecology and conservation of the Andean bear in Venezuela*. Tesis de Doctorado. University of Cambridge. Cambridge, Reino Unido.

GOLD, K. C. (2002). "Ladder use and clubbing by a bonobo (*Pan paniscus*) in Apenheul Primate Park". *Zoo Biology,* 21: 607-611.

GURSKY, S.; Shekelle, M. y Nietsch, A. (2008). "The conservation status of Indonesia's tarsiers. Primates of the oriental night. LIPI, Bogor". www.tarsier.org/products_files/2008-POTON-p105-Gurskyetal-Conservation_2.pdf. (Consulta: 23 de octubre 2015).

HARTWIG, C. L.; Eastman, D. S. y Harestad, A. S. (2004). "Characteristics of pileated woodpecker (*Dryocopus pileatus*) cavity trees and their patches on Southeastern Vancouver Island, British Columbia, Canada". *Forest Ecology and Management,* 187: 225-234.

HOHMANN, G. (2001). "Association and social interactions between strangers and residents in bonobos (*Pan paniscus*)". *Primates,* 42: 91-99.

IUCN (2008). "Threatened primates by family and region". En: IUCN "Red list 2008": http://www.primate-sg.org/summary_primate_threat_status/. (Consulta: 23 de octubre 2015).

IUCN (2010). "The IUCN red list of threatened species". www.iucnredlist.org/initiatives/mammals/analysis/red-list-status. (Consulta: 21 de mayo 2010).

JOHNS, A. D. y Skorupa, J. P. (1987). "Responses of rain-forest primates to habitat disturbance: a review". *International Journal of Primatology,* 8: 157-191.

LEE, P. C. y Priston, N. E. (2005). "Human attitudes to primates: perceptions of pests, conflict and consequences for primate conservation. Commensalism and conflict: The human-primate interface 4". http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.4509yrep=rep1ytype=pdf. (Consulta: 23 de octubre 2015).

LEHMANN, A.; Overton, J. M. y Austin, M. P. (2002). "Regression models for spatial prediction: their role for biodiversity and conservation". *Biodiversity and Conservation,* 11: 2085-2092.

LINARES, O. J. (1998). *Mamíferos de Venezuela*. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, Venezuela.

LUQUE, P. L.; Davis, C. G.; Reid, D. G.; Wang, J. y Pierce, G. J. (2006). "Opportunistic sightings of killer whales from Scottish pelagic trawlers fishing for mackerel and herring off North Scotland (UK) between 2000 and 2006". *Aquatic Living Resources,* 19: 403-410.

MCPHERSON, J. M. y Myers, R. A. (2009). "How to infer population trends in sparse data: examples with opportunistic sighting records for great white sharks". *Diversity and Distributions,* 15: 880-890.

MONSALVE DAM, D.; Sánchez-Mercado, A.; Yerena, E.; García-Rangel, S. y Torres, D. (2010). "Efectividad de las áreas protegidas para la conservación del oso andino, *Tremarctos ornatus*, en los

Andes suramericanos". En: *Ciencia y conservación de especies amenazadas en Venezuela: Conservación basada en evidencias e intervenciones estratégicas* (De Oliveira-Miranda, R.; Lessman, J.; Rodríguez-Ferraro, A. y Rojas-Suárez, F., eds.): 127-136. Provita. Caracas, Venezuela.

MORALES-JIMÉNEZ, A. L. (2002). "Densidad de los monos aulladores". *Neotropical Primates,* 10:141.

NANDINI, R.; Kakati, K. y Ved, N. (2009). "Occurrence records of the Bengal slow loris (*Nycticebus bengalensis*) in Northeastern India". *Asian Primates Journal,* 1: 12-18.

NORCONK, M. A. (2006). "Long-term study of group dynamics and female reproduction in Venezuelan *Pithecia pithecia*". *International Journal of Primatology,* 27: 653-674.

OATES, J. F. (1996). "Habitat alteration, hunting and the conservation of folivorous primates in African forests". *Australian Journal of Ecology,* 21: 1-19.

O'BRIEN, T. G. (1991). "Female-male social interactions in wedge-capped capuchin monkeys: benefits and costs of group living". *Animal Behaviour,* 41: 555-567.

OJASTI, J. (2008). *Libro rojo de la fauna venezolana*. En: Rodríguez, J. y Rojas-Suárez, F. (eds.), 3º ed. Provita. Caracas, Venezuela.

PARKSWATCH (2003a). Yacambú National Park. www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=engycountry=venypark=yanp. (Consulta: 2 de junio 2010).

———— (2003b). www.parkswatch.org

————(2004a). Terepaima National Park. www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=engycountry=venypark=tenp. (Consulta: 2 de junio 2010).

———— (2004b). El Guache National Park. www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=engycountry=venypark=gcnp. (Consulta: 14 de junio 2010).

PAULY, D. (1995). "Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries". *Trends in Ecology and Evolution,* 10: 430.

RADHAKRISHNA, S.; Datta-Roy, A.; Swapna, N. y Sinha, A. (2010). "Population survey of the bengal slow loris, *Nycticebus bengalensis,* in Meghalaya, Northeast India". *Primate Conservation,* 25: 105-110.

ROBINSON, J. G. (1984). "Syntactic structures in the vocalizations of wedge-capped capuchin monkeys, *Cebus olivaceus*". *Behaviour,* 90: 46-78.

———— (1988). "Group size in wedge-capped capuchin monkeys *Cebus olivaceus* and the reproductive success of males and females". *Behavioral Ecology and Sociobiology,* 23: 187-197.

ROBINSON, J. G., y Redford, K. H. (1986). "Body size, diet, and population density of neotropical forest mammals". *The American Naturalist,* 128: 665-680.

RODRÍGUEZ, J. y Rojas-Suárez, F. (2008). *Libro rojo de la fauna venezolana*. 3° ed. Provita. Caracas, Venezuela.

RODRÍGUEZ, M. y Smith, R. F. (1991). "El Parque Nacional Terepaima: Fundamentos para su creación". En: *Ecología del estado Lara*: 13. Biollania, Talleres Gráficos del Congreso de la República. Guanare, Venezuela.

RUDRAN, R. y Fernández-Duque, E. (2003). "Demographic changes over thirty years in a red howler population in Venezuela". *International Journal of Primatology,* 24: 925-947.

SÁNCHEZ, H. J. y Lew, D. (2012). Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Venezuela. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales 173. www.car-spawrac.org/IMG/pdf/Lista_actualizada_y_comentada_de_los_mamiferos_de_Venezuela.pdf. (Consulta: 23 de octubre 2015).

SCHWITZER, C.; Mittermeier, R. A.; Rylands, A. B.; Taylor, L. A.; Chiozza, F.; Williamson, E. A. y Clark, F. E. (2014). *Primates in peril: the world's 25 most endangered primates 2012–2014*. IUCN SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), Conservation International (CI), and Bristol Zoological Society. Arlington, VA. 87 pp.

SILLERO-ZUBIRI, C. y Switzer, D. (2001). "Crop raiding primates: searching for alternative, humane ways to resolve conflict with farmers in Africa". Wildlife Conservation Research Unit, Oxford University, Oxford. www.researchgate.net/profile/Claudio_Sillero/publication/242200469_Crop_raiding_primates_Searching_for_alternative_humane_ways_to_resolve_conflict_with_farmers_in_Africa/links/0f31753204d89a1fb1000000.pdf. (Consulta: 23 de octubre 2015).

SILVA, P. M. y Muñoz-Saba, Y. (2004). "Estudio de la distribución de los primates en Colombia basado en un análisis por parsimonia de endemismos (PAE)". *Acta Biológica Colombiana,* 9: 83.

SKINNER, J. D. (1976). "Ecology of the brown hyaena *Hyaena brunnea* in the Transvaal with a distribution map for Southern Africa". *South African Journal of Science,* 72: 262-269.

SMITH, R. F. y Salazar de Rodríguez, M. (1991). "Vegetación del estado Lara". En: *Ecología del estado Lara*: 13. Biollania, Talleres Gráficos del Congreso de la República. Guanare, Venezuela.

SORIANO, P. J.; De Pascual, A. D.; Ochoa, G. J. y Aguilera, M. (1999). "Biogeographic analysis of the mammal communities in the Venezuelan Andes". *Interciencia,* 24: 17-25.

STARR, C.; Nekaris, K. A. I.; Streicher, U. y Leung, L. K. P. (2011). "Field surveys of the vulnerable pygmy slow loris *Nycticebus pygmaeus* using local knowledge in Mondulkiri Province, Cambodia". *Oryx,* 45: 135-142.

URBANI, B. (2002). "A field observation on color selection by new world sympatric primates, *Pithecia pithecia* and *Alouatta seniculus*". *Primates,* 43: 95-101.

WHITEHEAD, H. (2001). "Analysis of animal movement using opportunistic individual identifications: application to sperm whales". *Ecology,* 82: 1417-1432.

WHITESIDES, G. H.; Oates, J. F.; Green, S. M. y Kluberdanz, R. P. (1988). "Estimating primate densities from transects in a West African rain forest: A comparison of techniques". *The Journal of Animal Ecology,* 57: 345.

WRIGHT, K. A. (2007). "The relationship between locomotor behavior and limb morphology in brown (*Cebus apella*) and weeper (*Cebus olivaceus*) capuchins". *American Journal of Primatology,* 69:736.

YEAGER, C. P. (1991). "Possible antipredator behavior associated with river crossings by proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*)". *American Journal of Primatology,* 24: 61-66.

YERENA, E.; Padrón, J.; Vera, R.; Martínez, Z. y Bigio, D. (2003). "Building consensus on biological corridors in the Venezuela Andes". *Mountain Research and Development,* 23: 215-218.

Figuras

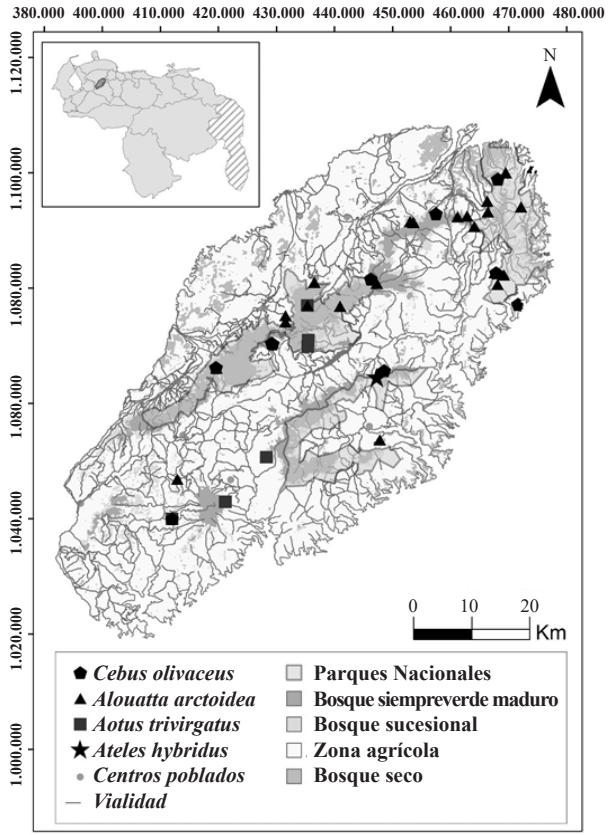


Figura 1. Distribución espacial de los registros obtenidos en Sierra de Portuguesa para cuatro especies de primates durante el trabajo de campo realizado para el Proyecto Oso Andino-Sierra de Portuguesa.

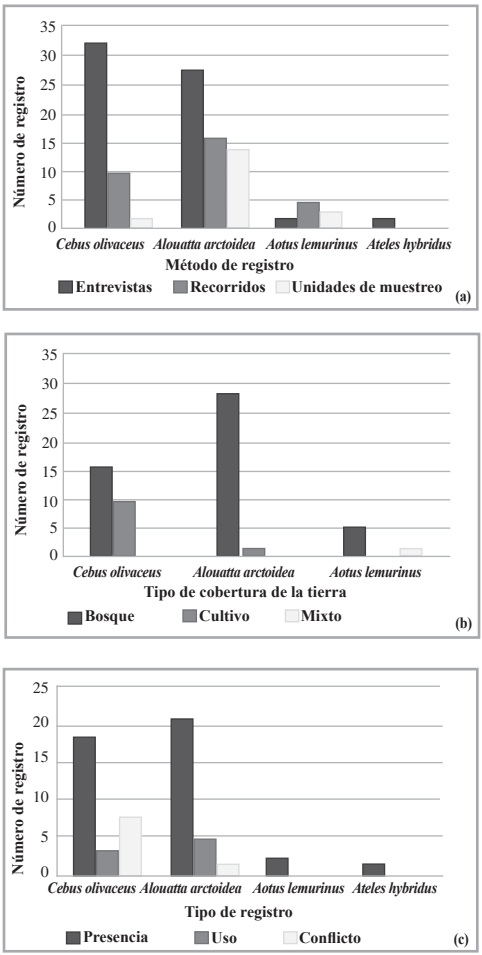


Figura 2. Frecuencia de reportes oportunistas obtenidos para cuatro especies de primates a lo largo de la Sierra de Portuguesa durante el trabajo de campo realizado del Proyecto Oso Andino-Sierra de Portuguesa. Estos registros incluyen observaciones directas e indirectas así como información proporcionada por pobladores entrevistados y se analizaron de acuerdo a: (a) Método de registro (Recorridos: travesías realizadas de forma exploratoria y/o para llegar o salir de un punto de muestreo, Unidades de muestreo: transectas establecidas para el proyecto en cuestión). (b) Tipo de cobertura de la tierra (Bosque: se refiere tanto al bosque siempreverde maduro (BM) como al bosque sucesional (BS) y (c) Tipo de registro obtenido (Presencia: avistamientos y vocalizaciones, Uso: utilización de la especie por parte de la población local, Conflicto: percepción de daño ocasionado por cada especie a bienes materiales de acuerdo a los entrevistados).

Figura 3. Uso de las especies del Orden Primates por parte de comunidades humanas radicadas en la Sierra de Portuguesa. (Izquierda) *Cebus olivaceus* cazado y colgado en cultivo de maíz (*Zea mays*) como método disuasivo para prevenir el consumo de este producto por estos monos capuchinos. (Derecha) *Alouatta arctoidea* utilizado como mascota (fotos del Proyecto Oso Andino-Sierra de Portuguesa).

Shaenandhoa García-Rangel
Laboratorio de Ecología del Paisaje y Conservación. Departamento de Estudios Ambientales, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela / bioshaena@gmail.com.

Cristina Sainz-Borgo
Departamento de Biología de Organismos, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela / cristinasainzb@usb.ve.

Gabriela Henríquez
Laboratorio de Ecología del Paisaje y Conservación, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela / gabhq.27@gmail.com.

Rebeca Meza
Laboratorio de Ecología del Paisaje y Conservación, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela / rebk_165@gmail.com.

García-Rangel, S., Sainz-Borgo, C., Henríquez, G. & Meza, R. (2019). Registros de primates en la Sierra de Portuguesa, extremo nororiental de los Andes venezolanos. En: Urbani, B. & Ceballos-Mago, N. (eds.) *La primatología en Venezuela. Tomo I.* Caracas: Editorial Equinoccio (Colección Conjunta ACFIMAN/USB). pp. 439-462.

Este libro se terminó de imprimir
en diciembre de 2019
en los talleres de Publigráfica
Caracas, Venezuela

La primatología en Venezuela, obra constituida de dos tomos con 36 capítulos, reúne estudios sobre primates realizados por investigadores venezolanos. Los estudios fueron separados según el lugar donde se llevaron a cabo, en el laboratorio, cautiverio, campo y fuera del país. En su interior se hallan capítulos que refieren a las más diversas especies de primates del territorio venezolano, con estudios tanto de una única especie, como de comunidades silvestres. En su mayoría, los capítulos de este libro siguen el formato de trabajos de investigación, pero contiene también varios capítulos de revisión. A su vez, se reimprimen los tres boletines de la *Sociedad Venezolana de Primatología*. Esta obra presenta un espectro de tópicos que abarca desde enfoques etnoprimatológicos hasta genética y morfología, desde comportamiento y ecología de monos neotropicales hasta evaluaciones de sus estados de conservación y distribución. Los aportes de los autores le dan a este libro un carácter multidisciplinario y sus páginas se despliegan como un punto de encuentro para discernir sobre el devenir de la primatología nacional.

Además, esta obra podrá servir como referente para la comprensión de un orden de mamíferos clave para la preservación de los bosques de Venezuela. En resumen, este volumen editado es un esfuerzo amplio –en lo cualitativo y cuantitativo–, que pretende estimular futuros estudios primatológicos en Venezuela, donde simultáneamente nuevos enfoques teóricos, noveles metodologías y más especies de monos encuentren el interés de las generaciones venideras de primatólogos venezolanos.

Con el auspicio de

Oficina Diplomática de Bélgica en Caracas

Con el apoyo de

FONDS LEOPOLD III POUR L'EXPLORATION ET LA CONSERVATION DE LA NATURE a.s.b.i.

LEOPOLD III-FONDS VOOR NATUURONDERZOEK EN NATUURBEHOUD v.z.w.