

**CAMBIO EN LA DIETA Y EL PATRÓN DE  
ACTIVIDAD DEL MONO AULLADOR ROJO  
(*ALOUATTA SENICULUS*: ATELIDAE) RESPECTO  
A LA PRODUCTIVIDAD DE UN BOSQUE  
FRAGMENTADO DEL MAGDALENA MEDIO,  
SANTANDER, COLOMBIA.**

Nicolás Corredor Ospina  
Director: Andrés Link Ospina  
Codirector: Nelsy Pinto Sánchez



## CAPÍTULO 1

---

### **Selectividad alimentaria y dieta del mono aullador rojo, una revisión**

Corredor, N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> estudiante de pregrado de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, Colombia, u0500794@unimilitar.edu.co

#### **Resumen**

Los monos aulladores rojos son uno de los primates más estudiados en Colombia. Se han realizado estudios sobre su dieta, comportamiento, alimentación y, dispersión de semillas. Sin embargo, no se encontraron estudios sobre la selectividad alimentaria de esta especie. La selectividad alimentaria se define como los factores principales que influyen en la escogencia de ítems dietarios por parte de una especie. En este artículo, revisé los estudios previos sobre la dieta del mono aullador rojo, identificando los principales ítems dietarios y también, revisé trabajos previos sobre la selección alimentaria por parte de miembros de la familia Atelidae y otros grupos de primates. Tras esta revisión, fue posible concluir que aún no se tiene un consenso generalizado sobre cuáles son los factores que tienen mayor influencia sobre la escogencia de ítems alimentarios. Se cree que factores como los porcentajes de taninos, carbohidratos y la productividad de frutos de la zona de estudio, influyen en la escogencia de ítems alimentarios en estos primates.

**Palabras clave:** Selectividad alimentaria, mono aullador rojo, ítems dietarios.

#### **Abstract**

Howler monkeys are one of the most studied primates in Colombia. Previous studies about their diets, behavior and seed dispersal have been made in Colombia. However, there is no recent studies about diet selectivity in this species. Diet selectivity is defined as the main factors influencing the selectivity of different dietary elements. Here I review the previous

studies on the diet of the red howler monkeys, identifying the main dietary elements in their diets and also, a review of the previous work on diet selection in the Atelidae family and other primate groups. As a main conclusion of this review, there is still no generalized consensus about the main factor influencing the dietary selectivity of red howler monkeys, however, different factors as percentage of carbohydrates, tannins as well as the forest productivity, may be influencing this selectivity.

**Key words:** Diet selectivity, Red Howler Monkeys, dietary items.

## **INTRODUCCIÓN**

La selectividad alimentaria se define como la suma de factores que influyen en la escogencia de ítems alimentarios en la dieta de un organismo (Leighton, 1993). Diversos estudios sobre las variables que pueden influenciar esta elección se han llevado a cabo con distintas especies de primates, y se ha encontrado que variables como el porcentaje de proteínas, fibra y taninos puede influenciar los ítems escogidos por los primates (Milton, 1979). Sin embargo, estos estudios contemplan una única variable e incluyen coeficientes bajos de correlación (Leighton, 1993). Otros estudios han contemplado variables morfológicas de los frutos como color, número de semillas y tipo de pulpa (Leighton, 1993; Julliot, 1996). Estudios más recientes, se han enfocado en los efectos de la química nutricional de las plantas consumidas por los primates sobre la selectividad alimentaria (Jildmalm et al., 2008; Yamashita, 2008; Righini et al., 2015). En términos generales, es posible concluir que algunas variables como los lípidos (Righini et al., 2015) tienen influencia sobre la escogencia de ítems alimentarios en la dieta de los primates. Otros compuestos tóxicos como alcaloides y taninos podrían restringir la alimentación de ciertos frutos u hojas por parte de los primates, y el porcentaje de carbohidratos en los frutos podría explicar la escogencia de ciertos frutos (Leighton, 1993; Julliot, 1996; Jildmalm et al., 2008).

Sin embargo, si bien estos estudios buscan explicar cómo variables inherentes a los frutos (i.e. variables morfológicas, variables químicas) influyen la selectividad de ítems alimentarios en la dieta de diferentes primates, la mayoría de los resultados obtenidos permiten observar una tendencia de los primates a escoger ítems alimentarios que se encuentren en abundancia. Por lo tanto, parece ser que la producción de frutos de los ecosistemas es una de las variables que tiene mayor influencia sobre la selectividad alimentaria por parte de primates (Leighton, 1993; Julliot, 1996; Hanya et al., 2011; Palma et al., 2011; Alvis, 2012; Righini et al., 2015; Sengupta y Radhakrishna, 2016).

Diversos estudios han evaluado los efectos de la productividad de frutos del bosque sobre la distribución, selectividad alimentaria y comportamiento de distintas especies de primates. Estos han permitido concluir que la biomasa primate y el número de especies de primates en un ecosistema están relacionadas positivamente con la producción de frutos de este (Hanya et al., 2011). De manera más puntual, se cree que la productividad de frutos puede influenciar el comportamiento alimentario y el patrón de actividad de algunas especies de primates (Stevenson, 2001; Houle et al., 2007). Estudios realizados en el mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) sugieren que, en períodos de escasez de frutos, estos primates optan por una dieta folívora. Aumentando por lo tanto el tiempo dedicado a actividades de descanso (Palma et al., 2011; Alvis 2012). Con el fin de poder metabolizar la mayor cantidad de fibra presente en el ítem alimentario “hojas”, los primates dedicarán una mayor proporción del tiempo a descansar que a otras actividades como desplazamiento o interacciones sociales (Milton, 1979).

Esta revisión, tiene como fin, repasar la bibliografía sobre el comportamiento alimentario del mono aullador rojo (*A. seniculus*) y de esta forma determinar si existen posibles cambios en su comportamiento respecto a la productividad de frutos del bosque.

El mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) es una especie de primate platirrino de la familia Atelidae presente en gran parte del territorio sudamericano. En Colombia, la distribución de este organismo es bastante amplia; puede encontrarse en todo el país, exceptuando la planicie pacífica, el desierto de la península de la Guajira y el departamento de Nariño (Defler, 2010).

Debido a su amplia distribución en el territorio nacional ha sido una de las especies de primate más estudiadas (Arroyo-Rodríguez y Dias, 2010). Un estudio realizado por Stevenson y colaboradores (2010) estima que, para la fecha, en el Colombia, se han llevado a cabo 409 publicaciones sobre primates en el que se mencionan 833 estudios sobre diferentes especies. Dentro de éstos, uno de los primates con mayor número de estudios es el mono aullador rojo (*A. seniculus*) con un total de 68 publicaciones. En la tabla uno se destacan los principales estudios, fuera y dentro del país, sobre el mono aullador rojo

**Tabla 1.** Principales estudios sobre el mono aullador rojo en distintas líneas investigativas.

Línea de investigación	Referencias
Comportamiento	Palacios y Rodríguez, 2001; Giraldo et al., 2007
Conservación	Gómez-Posada et al., 2007
Ecología e historia natural	Gaulin y Gaulin, 1982; Escudero, 2005; Quimbayo, 2006; Defler, 2010; Alvis, 2012; Stevenson et al., 2015
Evolución o sistemática	Cortés-Ortiz et al., 2003
Distribución geográfica	Defler, 2010
Parasitología	Piedrahita-Cortés y Soler-Tovar, 2016; Rondón et al., 2017)

Cabe resaltar, que uno de los temas más estudiados de esta especie de primate es la ecología alimentaria, esto debido a la flexibilidad que presenta en su dieta y a su presencia en ecosistemas altamente degradados.

El mono aullador rojo tiene una de las dietas más diversas, en términos de especies plantas consumidas, de los monos neotropicales (Gaulin y Gaulin, 1982, Defler, 2010). Diferentes estudios han determinado que la dieta se compone de frutos y hojas en proporciones diferentes de acuerdo con la disponibilidad de recursos y la zona de estudio (de Thoisy y Richard-Hansen, 1997 Palma et al., 2011; Alvis, 2012; Stevenson et al., 2015). Se ha planteado entonces que los monos aulladores rojos presentan adaptaciones fisiológicas que les permiten sobrevivir a ambientes con baja disponibilidad de recursos, modificando su dieta y restringiéndola casi exclusivamente al consumo de hojas (Marsh et al., 2016). Adicionalmente, se ha indicado que la composición de ítems alimentarios (e.g. hojas, frutos, flores) de la dieta de los organismos pertenecientes al género *Alouatta* puede fluctuar entre zonas bajas (Gaulin y Gaulin, 1982) y de alta montaña (Palma et al., 2011).

Debido al gran número de estudios sobre la ecología alimentaria de la especie, las adaptaciones fisiológicas que presenta, la diversidad de su dieta, su amplia distribución en el territorio nacional colombiano y al posible cambio en el patrón de actividad y dieta respecto a la productividad de frutos del bosque que esta especie presenta, se pretende, por medio de esta revisión, compilar el conocimiento sobre la dieta de *A. seniculus*, así como de los factores que pueden afectarla. Al identificar las variables que tienen mayor influencia sobre el comportamiento de esta especie, se podrá diseñar una estrategia de conservación más acorde a los requerimientos ecológicos y sus necesidades específicas. Mis objetivos son 1) determinar el estado actual de la literatura sobre este tema; 2) conocer los factores que tienen mayor efecto sobre la dieta de *A. seniculus* y 3) sugerir aproximaciones para futuras investigaciones y formas de generar planes de manejo más afines para este taxón.

## Dieta del mono aullador rojo

La dieta se define como el conjunto de sustancias alimenticias consumidas por un ser vivo en su medio (Curtis y Schneck, 2006). Los monos aulladores rojos presentan una dieta diversa de carácter folívoro-frugívora (Gaulin y Gaulin, 1982; Alvis, 2012). Dentro de las familias botánicas más importantes, por el número de especies consumidas en diferentes estudios, se encuentran Anacardiaceae, Fabaceae, Moraceae, Sapotaceae y Urticaceae, siendo la familia Moraceae la que mayor proporción ocupa en la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha (Defler, 2010; Alvis, 2012). Los ítems alimentarios utilizados por *A. seniculus* son hojas, frutos, flores y ocasionalmente cortezas, termiteros y tierra de saladeros (Gaulin y Gaulin, 1982; Defler, 2010; Alvis, 2012).

Diferentes estudios sobre la dieta y el comportamiento de *A. seniculus* se han realizado en diferentes zonas de su rango de distribución, en la tabla 2, se resumen las principales referencias sobre estudios publicados y no publicados.

**Tabla 2.** Sitios de estudio de las principales investigaciones de dieta y comportamiento de *A. seniculus*.

Sitio de estudio	Referencias
<i>Colombia</i>	
Amazonia	Palacios y Rodríguez, 2001
Huila	Defler, 2010
Meta	Klein y Klein, 1975; Stevenson et al., 2000; Escudero, 2005; Gaitán, 2009; Stevenson et al., 2015
Quindío	Martínez-Gómez et al., 2010
Risaralda	Gaulin y Gaulin, 1982
Sucre	Cuervo-Díaz et al., 1986
Valle del Magdalena Medio	Alvis, 2012

Otros países	
Brasil	Andersen, 2002
Perú	Soini, 1992
Venezuela	Braza et al., 1983; Sekulic, 1982; Neville et al., 1998; Orihuela-López et al., 2005

Cabe resaltar que no existe una metodología estándar para la realización de estudios dietarios en poblaciones de primates por lo que la comparación de datos entre diferentes estudios es compleja y en muchas ocasiones no puede realizarse. La tabla 3 presenta una recopilación de los estudios que incluyen la proporción de las familias y los ítems alimentarios dentro de la dieta de *A. seniculus*, así como una descripción del tipo de bosque y su estado.

**Tabla 3.** Familias de plantas más consumidas por *A. seniculus* en diferentes estudios, las proporciones de estas en la dieta (cuando se incluye esta información) así como el tipo de bosque y su estado. (H, hojas; FR, frutos; FL, flores; M, madera; O, Otros).

Referencia	Tipo de bosque	Estado del bosque	Familia	Proporción en la dieta	Ítem alimentario
Alvis, 2012	Húmedo Tropical	Fragmentado	Moraceae	29%	H, FR, FL, M
			Fabaceae	12%	H, FR, FL, M
			Malvaceae	12%	FR, H, M, O
Gaulin y Gaulin, 1982	De niebla	N/A	Moraceae	3%	H
				39%	H
				10%	F
			Solanaceae	15%	F
			Urticaceae	1%	H
				2%	H
	20%	F			



Stevenson et al., 2015	Húmedo Tropical	Continuo	Moraceae	82%	F
			Urticaceae	11%	F
Stevenson et al., 2015	Húmedo Tropical	Fragmentado	Melastomataceae	49%	F
			Burseraceae	34%	F

En general la dieta de *A. seniculus* presenta variaciones locales relacionadas con el sitio de estudio. Stevenson y colaboradores (2001) encontraron que en un bosque continuo la dieta estuvo compuesta de 56 especies, sin embargo, la dieta de la especie en esta zona no presentó una diversificación tan alta pues 13 especies comprendían el 75% de la alimentación total. Este estudio, también demostró que la diversidad de la dieta de *A. seniculus* en bosques fragmentados es menor a la encontrada en bosques continuos de baja altitud, pues una población de *A. seniculus* que habita un bosque fragmentado del departamento del Meta, presentó una dieta compuesta de 16 especies, siendo *Ficus* el género de plantas que mayor porcentaje presentó dentro de la dieta de la especie. Estos resultados son coherentes con los resultados encontrados en otros estudios como los llevados a cabo por Gaulin y Gaulin (1982) en el que se reportan únicamente 32 especies de plantas para un bosque de los Andes colombianos. En Venezuela, Braza y colaboradores (1983) reportan 40 especies. Alvis (2012) reportó un total de 35 especies consumidas por *A. seniculus* en un bosque fragmentado del Valle Medio del Magdalena en un estudio de dos años.

Los resultados en estos estudios apoyan la hipótesis planteada por Stevenson y colaboradores (2001) de que la composición de la dieta de *A. seniculus* es más diversa en ecosistemas continuos y con baja perturbación y poca o nula fragmentación. Esto parece estar apoyado por el hecho de que los ecosistemas en mayor estado de conservación son más diversos y presentan una mayor productividad (Chapman et al., 1992). En ecosistemas

fragmentados, la dieta de *A. seniculus* fue menos diversa y dependía en mayor parte de plantas con cosechas abundantes como especies del género *Ficus* (Alvis, 2012).

Si bien estos estudios evaluaron el cambio de dieta del mono aullador rojo respecto a algunas variables como la producción de frutos del bosque, otros autores (e.g. Leighton, 1993; Righini et al, 2016) han planteado que otras variables pueden influir en la dieta y comportamiento de algunas especies de primates.

### **Variables que afectan la dieta y comportamiento alimentario de los primates.**

La dieta puede ser afectada por diferentes factores; Dias y Rangel-Negrín (2015) describen que la precipitación, el tamaño de los grupos y el tamaño del bosque son variables que afectan la dieta y comportamiento del género *Alouatta*. Otras variables han demostrado tener efectos sobre este comportamiento en otras poblaciones de primates; el tamaño del parche alimentario, el porcentaje de taninos junto con otras toxinas y el contenido nutricional de distintos ítems de la dieta afectan el comportamiento alimentario de orangutanes (Leighton, 1993). En lémures los efectos de los taninos y compuestos fenólicos disuaden el consumo de ciertas especies de plantas (Yamashita, 2008). Estudios similares se han realizado con organismos en cautiverio; Laska y colaboradores (2000) realizaron una investigación sobre las preferencias alimentarias de siete monos araña cautivos (*Ateles geoffroyi*) con 12 frutos diferentes, encontrando que las preferencias alimenticias de esta especie se correlacionan con el contenido de energía total, magnesio, cobre y manganeso y hallando una correlación negativa con el contenido de agua. Un estudio similar se llevó a cabo con gibones de manos blancas (*Hylobates lar*), en éste, se encontró que los primates escogían los ítems alimentarios con base en el porcentaje total de carbohidratos, fructosa y glucosa (Jildmalm et al., 2008). Este tipo de estudios abren el interrogante sobre si las variables químicas, variables morfológicas o el tamaño de la producción de las plantas, influyen sobre la forma en la que los primates seleccionan géneros específicos o ítems particulares en su dieta. Sin embargo, es posible que no todas las especies de primates

tengan criterios de selección similares. Righini y colaboradores (2017), evaluaron la dieta de dos grupos de *Alouatta pigra* durante quince meses para encontrar si había relación entre las plantas consumidas y los perfiles nutricionales de estas, y encontraron que salvo en una temporada del año hubo una correlación relativa entre la dieta de *A. pigra* y los porcentajes de lípidos de las especies consumidas, demostrando entonces que no siempre las variables químicas de la planta explican la selectividad alimentaria.

### **La productividad de frutos y su efecto sobre los *A. seniculus***

Se ha comprobado empíricamente la relación de calidad del bosque y la productividad de frutos, siendo los bosques con mayores extensiones de área continua y un menor estado de perturbación, los que presentan una mayor productividad (Chapman et al., 1992). Por lo tanto, la fragmentación y otras perturbaciones pueden tener efecto sobre la dieta y el comportamiento de los primates (Arroyo-Rodríguez y Días, 2010; Stevenson et al., 2015; Marsh et al., 2015).

Otros factores como la diversidad local de plantas afectan la dieta de los organismos (Provenza et al., 2003). Bosques de tierras bajas tienen mayor diversidad y abundancia de plantas por lo que se cree que el comportamiento alimentario de los organismos se ve afectado por esto (Julliot y Sabatier, 1993). Por lo tanto, poblaciones de *A. seniculus* que se encuentren en ecosistemas de alta montaña tendrán un comportamiento menos activo debido a la necesidad fisiológica de procesar la fibra debido a una alta dieta folívora (Palma et al., 2011). En contraposición, poblaciones de *A. seniculus* de ecosistemas de tierras bajas tendrán un comportamiento más activo debido a mayor productividad de frutos y mayor diversidad de plantas que en tierras altas (Palma et al., 2011, Stevenson et al., 2015).

Milton (1980), planteó que las actividades de los primates folívoros están limitadas por requerimientos energéticos de la especie, así como por la limitación del espacio. Stevenson y colaboradores (2015) describieron el patrón de actividad general de dos poblaciones de

*seniculus*; una en un bosque continuo y la otra en un bosque fragmentado, encontrando diferencias en el porcentaje de tiempo invertido en la alimentación de frutos y hojas. Adicionalmente, se reportaron diferencias en el tiempo dedicado a cada actividad, sugiriendo que, debido a las limitaciones espaciales y a la baja productividad del bosque fragmentado, los aulladores debían dedicar una mayor parte del tiempo al descanso que a la alimentación, el movimiento y otras actividades. Otro de los comportamientos que pueden adquirir las poblaciones de *A. seniculus* en ambientes con baja productividad de frutos, es aumentar el tiempo dedicado a la alimentación con el fin de suplir la falta de energía. Sin embargo, no se puede afirmar con certeza este tipo de cambios en el comportamiento, pues se encontró que el alto consumo de hojas no está relacionado con un mayor porcentaje de tiempo dedicado al descanso y adicionalmente, tampoco se encontró un cambio en estos porcentajes durante períodos de alta fructificación por parte de una población de *A. seniculus* encontrada en un bosque fragmentado de alta montaña (Palma et al., 2011). Otros estudios llevados a cabo en diferentes especies del género *Alouatta* muestran resultados similares, en los que si bien algunas poblaciones de *A. pigra* presentan cambios en su patrón de actividad con base en la productividad (Pavelka y Knopff, 2004), otras poblaciones de la misma especie no presentan cambios en presencia de un mayor o menor porcentaje de frutos (Silver et al., 1998). Resultados similares han sido descritos para *A. palliata* (Estrada, 1999) y *Alouatta caraya* (Bicca-Marques y Calegari-Marques, 1994; Bavo y Sallenave, 2003; Prates y Bicca-Marques, 2008). Esto parece relacionarse con las familias botánicas y la diferencia en los porcentajes de consumo de distintos ítems dietarios de cada población, sin embargo, es necesario llevar a cabo investigaciones que ayuden a entender de mejor forma las diferencias comportamentales de cada población.

A pesar de que poblaciones de las mismas especies del género *Alouatta* pueden o no presentar cambios en su comportamiento de acuerdo con la productividad de frutos, se registró un cambio marcado del comportamiento de una población de *Alouatta pigra* tras el

paso de un huracán por su área de distribución. Se observó un cambio en la alimentación de frutos de 0 a 60% y se encontró que en los períodos en los que no se consumieron frutos debido a su escasez, los porcentajes de tiempo destinados al descanso fueron altos y el porcentaje invertido al movimiento fue más bajo (Behie y Pavelka, 2015).

Si bien en términos generales, el cambio en el patrón de actividad del género *Alouatta* parece verse influenciado principalmente por la oferta de recursos, es necesario realizar estudios que involucren ésta y otras variables con el fin de conocer qué genera el cambio en este patrón de actividad. Leighton (1993) propone que otras variables aparte de la productividad pueden determinar un cambio en el comportamiento alimentario de las especies de primates como el porcentaje de taninos, el tamaño del parche de alimentación, el porcentaje de fibra, carbohidratos y proteína o variables como el número de semillas y el peso de pulpa por número de semillas en un fruto. Por lo que se sugiere, que más de una variable puede tener efectos sobre el cambio en el patrón de actividad y se sugiere realizar estudios que incorporen más de una variable que permitan explicar el cambio en el comportamiento de *A. seniculus*.

### **Selectividad alimentaria por parte de primates ¿Qué variable explica la escogencia de diferentes ítems alimentarios en la dieta de una especie?**

La selectividad alimentaria es definida como “los factores principales que determinan la escogencia de ítems alimentarios dentro de la dieta de un organismo” (Leighton, 1993). En organismos vegetarianos, estos factores pueden estar restringidos a los perfiles nutricionales químicos de la planta, como el porcentaje de carbohidratos, proteína, fibra o taninos allí encontrados. Otras variables inherentes a las plantas incluyen la coloración, el tamaño de la cosecha de frutos de la especie, el número de semillas que contenga un fruto,

el tamaño de las semillas o el porcentaje de pulpa/semilla. Adicionalmente, otras variables no relacionadas con los ítems alimentarios pueden influenciar la selectividad alimentaria, dentro de estas variables encontramos el solapamiento de los rangos de hogar que aumenta la competencia inter e intraespecífica, la evitación de encuentros agonísticos y la disponibilidad de recursos dentro del rango de hogar y el porcentaje de recorridos diarios (Oates et al., 1980; Leighton, 1993; Simmen y Sabatier, 1996, Righini et al., 2016).

Si bien un gran número de variables parece explicar la selectividad alimentaria por parte de primates, parece no haber una única variable que explique el cambio en el comportamiento, pues dependiendo de la historia natural de la especie, y su estrategia de forrajeo la variable explicativa puede fluctuar (Milton, 1980; Leighton, 1993; Righini et al., 2016).

### **Variables nutricionales y su efecto en la selectividad alimentaria**

Leighton (1993) planteó uno de los primeros estudios sobre la selectividad alimentaria de una especie de primate (*Pongo pygmaeus*), por medio de un análisis estadístico multidimensional que buscaba describir porqué los orangutanes parecían tener preferencia de un ítem dietario. Al incluir tres tipos diferentes de variable (Químicas de la planta, física de la planta y fenológicas de la planta), encontró que los orangutanes escogen sus comidas con base en el tamaño del parche de vegetación que visiten, que las toxinas y los taninos presentes en ítem dietarios desfavorecen la alimentación de este ítem y que los contenidos energéticos son más importantes que otras variables como proteína o fibra. Este tipo de estudios permiten conocer el tipo de respuesta que una especie a la escases y abundancia de recursos, además de dar una aproximación al entendimiento de las estrategias de forrajeo utilizada por cada especie (Leighton, 1993; Bilgener, 1995; Garber et al., 2015).

Estudios similares llevados a cabo en otros primates asiáticos (*Hylobates albibarbis* y *Presbytis rubicunda*) encontraron que los organismos diversifican y cambian los porcentajes de ítems y especies de plantas consumidas en una escala temporal con base en la

disponibilidad de recursos; cuando los frutos son escasos la alimentación de hojas e higos aumenta (Clinck et al., 2017). Adicionalmente, se ha registrado que variables físicas del fruto como el número de semillas, el tamaño del fruto y el color de este son características importantes en la dieta de los gibones (*Hylobates* spp.). McConkey y colaboradores (2002), encontraron que esta selectividad no era marcada en épocas con alta productividad de frutos, sino que era más marcada en temporadas de escases, donde los gibones escogían especies de planta con pocas semillas, un color que oscilaba entre amarillo y anaranjado y un tamaño grande (6-30g). Jildmalm y colaboradores encontraron en gibones en cautiverio (*Hylobates lar*) la preferencia por frutos con un mayor contenido de carbohidratos, fructosa y glucosa. Adicionalmente, se halló una correlación positiva entre la ingestión de frutos y la traza de selenio, indicando que los gibones son organismos que se caracterizan por presentar un hábito alimentario selectivo y no oportunista.

Estudios similares llevados a cabo en primates neotropicales indicaron que los aulladores tienden a incluir en su dieta un mayor porcentaje de frutos en abundancia. En períodos de escases de frutos, los aulladores pueden migrar más fácilmente a una dieta folívora, favorecidos por un tracto intestinal más largo que permite la fermentación y procesamiento de la fibra. Esto en contraposición con organismos del género *Ateles* que dependen más de frutas y el paso a una dieta folívora no se lleva a cabo tan exitosamente y de organismos del género *Cebus* que complementan su dieta con vertebrados, invertebrados y termiteros (Milton, 1980; Simmen y Sabatier, 1996).

Otro estudio realizado en monos aulladores negros mexicanos (*Alouatta pigra*), sugiere que ésta especie no presenta preferencias alimentarias relacionadas con la composición fitoquímica de los ítems que vaya a consumir, y que la elección puede estar relacionada a una nutrición balanceada u otras variables no contempladas en este estudio (Righini et al.,

2015). Por lo que se ha sugerido que *A. seniculus* puede presentar un papel similar, aprovechando también los recursos encontrados en el ecosistema de manera oportunística. En diversos estudios (Gaulin y Gaulin, 1982; Palacios y Rodríguez, 2001; Palma et al., 2011; Alvis, 2012; Stevenson, 2015), se encontró que especies los aulladores destinaban una mayor proporción de tiempo alimentándose de plantas del género *Ficus* respecto a otros géneros. Factor que puede explicarse por la producción abundante de frutos durante gran parte del año y por ser uno de los géneros botánicos más ampliamente distribuidos y utilizados por diferentes grupos de vertebrados (Shanahan et al., 2001; Serio-Silva et al., 2002).

## **Conclusiones**

La dieta de *A. seniculus* es diversa en términos de número de plantas que incluye. Este número parece estar relacionado sin embargo con el área en el que el grupo se encuentre distribuido y de la diversidad de este. En términos generales, sitios bajos, continuos y con poca o nula fragmentación y perturbación, presentaron poblaciones de *A. seniculus* con dietas más diversas. Debido a que ésta especie se encuentra en distintos ecosistemas fragmentados a lo largo de su área de distribución, parece ser que si bien la fragmentación de los ecosistemas no parece ser un factor que determine la presencia de la especie, si parece afectar su comportamiento alimentario al restringir el número de especies que consume y afectando los porcentajes de tiempo invertidos en actividades de movimiento, alimentación y descanso. Parece que la productividad del bosque tiene efectos sobre la escogencia de ítems alimentarios en la dieta de *A. seniculus*, de igual forma, parece que la productividad también explica cambios en los comportamientos de esta especie. Sin embargo, la productividad de frutos de un bosque parece no ser la única variable que explique este cambio en el comportamiento, por lo que es necesario realizar estudios multivariados que incluyan un mayor número de variables con el fin de entender este cambio en el comportamiento. En cuando a la selectividad alimentaria, no existe un consenso sobre



las variables que determinan la escogencia de ítems dietarios por parte de la especie o del género *Alouatta* por lo que estudios que incluyan variables químicas, físicas y fenológicas, así como variables relacionadas a la ecología de la especie, son necesarios para comprender este aspecto de la ecología alimentaria de la especie.

## REFERENCIAS

- Alvis, N. (2012). Patrón de actividad, dieta, área de actividad y dispersión de semillas de *Alouatta seniculus* en un fragmento de bosque en San Juan del Carare (Santander). (Tesis de pregrado). Facultad de ciencias, Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima.
- Andresen, E. (2002). Primary seed dispersal by Red Howler Monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersed seeds. *Biotropica* 34(2): 261-272.
- 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.
- Behie, A.M., Y Pavelka, M.S.M. (2015). Fruit as a key factor in howler monkey population density: Conservation implications. En M.M. Kowalwski., P.A. Gaber., L. CortésOrtiz., Urbani, B, y D. Youlatos. (Eds.). *Howler Monkeys: Behavior, ecology and conservation* (pp. 317-383). New York, United States of America: Springer.
- Bilgener, M. 1995. Chemical factors influencing food choice of howler monkey (*Alouatta palliata*). *Tropical Journal of Zoology* 19: 291-303.
- Bicca-Marques, J.C. y Calegaro-Marques, C. (1994). Activity Budget and diet of *Alouatta caraya*: An age-sex Analysis. *Folia primatologica* 63: 216-220.
- Braza, F., Alvarez, F, y Azcarate, T. (1983). Feeding habits of the red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in the Llanos of Venezuela. *Mammalia* 47(2): 205-214.
- Bravo, S., y Sallenave, A. (2003). Foraging behavior and activity patterns of *Alouatta caraya* in the northeastern Argentinean flooded forest. *International Journal of Primatology* 24(4): 825-846.
- Chapman C, A., Wrangham, R., Hunt, K., Gardner, L. (1992). Estimators of fruit abundance

of tropical trees. *Biotropica* 24: 527-531.

Clink, D.J., Dillis, C., Feilen, K.L., Beaudrot, L., Marshall, A. (2017). Dietary diversity, feeding selectivity, and responses to fruit scarcity of two sympatric Bornean primates (*Hylobates albibarbis* and *Presbytis rubicunda rubida*). *PlosOne* 12(3): 1-23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173369>

Cortés-Ortiz, L., Bermingham, E., Rico, C., Rodríguez-Luna, E., Sampaio, I, y Ruiz- García, M. (2003). Molecular systematics and biogeography of the Neotropical monkey genus, *Alouatta*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 26: 64-81.

Cuervo-Díaz, A., Barbosa, C.E, y de la Ossa, J. (1986). Aspectos ecológicos y etológicos de primates con énfasis en *Alouatta seniculus* (Cebidae), de la región de Coloso, Serranía de San Jacinto (Sucre), Costa Norte de Colombia. *Caldasia* XIV (68- 70): 709-741.

Curtis, H, y Schneck, A. (2006). *Invitación a la Biología*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

De Thoisy, B, y Richard-Hansen, C. (1997). Diet and social behaviour changes in a red howler monkey (*Alouatta seniculus*) troop in a highly degraded rain forest. *Folia Primatologica* 68: 357-361.

Defler, T. R. (2010). *Historia Natural de los Primates Colombianos*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Dias, P.A.D, y Rangel-Negrín, A. (2015). Diets of howler monkeys. En M.M Kowalewski., P.A. Garber., L. Cortés-Ortiz., Urbani, B, y D. Youlatos. (Eds.). *Howler monkeys: Behavior, ecology and conservation* (pp. 21-48). New York, United States of America: Springer

Escudero, P. (2005). *Patrón de actividad, recorridos diarios y dieta de Alouatta seniculus en fragmentos de bosque de galería San Martín (Meta)*. (Tesis de pregrado). Facultad de ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

- Estrada, A., Solano, J., Ortíz-Martínez, T., Coates-Estrada, R. (1999). Feeding and general activity patterns of a howler monkey (*Alouatta palliata*) troop living in a forest fragment at Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology*
- Gaitán, M. (2009). *Dispersión de semillas por parte de Alouatta seniculus en fragmentos de bosque (San Martín, Meta)*. (Tesis de pregrado). Facultad de ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Gaulin S.J, y Gaulin C. K. (1982). Behavioral ecology of *Alouatta seniculus* in Andean Cloud Forest. *International Journal of Primatology* 3 (1): 1-33.
- Giraldo, P., Gómez-Posada, C., Martínez, J, y Kattan, G. (2007). Resource use and seed dispersal by red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a Colombian Andean Forest. *Neotropical primates* 14(2): 55- 66.
- Gómez-Posada, C., Álvarez, Z, y Giraldo-Chavarriaga, P. (2009). Densidad y estatus poblacional de monos aulladores rojos en un gradual, fragmento aislado, La Tebaida, Quindío, Colombia. *Universitas Scientiarum* 14 (1): 8-15.
- Gómez-Posada, C., Giraldo, P, y Alvarez, Z. (2010). Evaluación de las poblaciones del mono aullador (*Alouatta seniculus*) en dos localidades en Quindío y Risaralda, Colombia. En: V. Pereira-Bengoa., P.R. Stevenson., M.L. Bueno, y F. NassarMontoya. (Eds.), *Primatología en Colombia: Avances al principio del milenio* (pp. 37-51). Bogotá, Colombia: Gráficos San Martín.
- Hanya, G., Stevenson, P., van Noordwijk, M., Te Wong, S., Kanamori, T., Kuze, N., Aiba, S., Champan, C.A., Schaik, C. (2011). Seasonality in fruit availability affects frugivorous primate biomass and species richness. *Ecography* 34: 1009-1017.
- Houle, A., Chapman, C.A., Vickery, W. (2007). Intra-tree variation in fruit production and implications for primate foraging. *International Journal of Primatology* 28 (6): 1197-1217.
- Jildmalm, R., Amundin, M, y Laska, M. (2008). Food preferences and nutrient composition in

- captive White-handed gibbons, *Hylobates lar*. *International Journal of Primatology* 29: 1535-1547.
- Jildmalm, R.m Amundin, M., Laska, M. (2008). Food preferences and nutrient composition in captive white-handed gibbons, *Hylobates lar*. *International Journal of primatology* 29(6): 1535-1547.
- Julliot, C, y Sabatier, D. (1993). Diet of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*) in French Guiana. *International Journal of Primatology* 14 (4): 527-550.
- Julliot, C. (1996). Fruit choice by red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a tropical rain forest. *American Journal of Primatology* 40: 261- 282.
- Klein, L.L, y Klein, D.J. (1975). Social and ecological contrasts between four taxa of neotropical primates. En R.H. Tuttle (Ed.), *Socioecology and Psychology of Primates* (pp.59-85). Netherlands: Mouton Publishers.
- Kowalewski, M.M, Gaber, P.A, Cortés-Ortíz L., Urbani, B, y Youlatos, D. (2015). *Howler monkeys: Behavior, ecology and conservation*. New York, United States of America: Springer.
- Laska, M., Hernández-Salazar, L.T, y Rodríguez-Luna, E. (2000). Food preferences and nutrient composition in captive spider monkeys, *Ateles geoffroyi*. *International Journal of Primatology* 21 (4): 671-683.
- Leighton, M. (1993). Modeling dietary selectivity by bornean orangutans: Evidence for integration of multiple criteria in fruit selection. *International Journal of Primatology* 14 (2): 257-314.
- Marsh, C., Link, A., King-Baileym G, y Donatim G. (2016). Effects of fragment and vegetation structure on the population abundance of *Ateles hybridus*, *Alouatta seniculus* and *Cebus albifrons* in Magdalena Valley, Colombia. *Folia Primatologica* 87: 17-30
- Martínez-Gómez, J., Gómez-Posada, C., Giraldo, P, y Kattan, G. (2010). Patrón de actividad

- y dieta del mono aullador rojo en un bosque andino. En: V. Pereira-Bengoa., P.R. Stevenson., M.L. Bueno, y F. Nassar-Montoya. (Eds.), *Primatología en Colombia: Avances al principio del milenio*. (pp. 57-66). Bogotá, Colombia: Gráficas San Martín.
- McConkey, K.R., Aldy, F., Ario, A., Chiver, D.J. (2002). Selection of fruit by gibbons (*Hylobates muelleri x agilis*) in the rain forest of central Borneo. *International Journal of Primatology* 23(1): 123-145.
- Milton, K. (1980). The foraging strategy of howler monkeys: a study in primate economics. Columbia University Press, New York.
- Neville, M.K., Glander, K.E., Braza, F, y Rylands. A.B. (1998). The howling monkeys, genus *Alouatta*. En: R.A. Mittermeier, A.B. Rylands., A.B. Coimbra-Filho, y G.A.B. Fonseca. (Eds.), *Ecology and behavior of neotropical primates* (pp. 349-453). Washington D.C, United States of America: World Wildlife Fund-U.S.
- Orihuela-Lopez, G., Terborgh, J, y Ceballos, N. (2005). Food selection by a hyperdense population of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*). *Journal of Tropical Ecology* 21: 445-450.
- Palacios, E, y Rodríguez, A. (2001). Ranging pattern and use of space in a group of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a southeastern Colombian rainforest. *American Journal of Primatology* 55: 233-251.
- Palma, A.C., Vélez, A., Gómez-Posada, C., López, G., Zarate, D.A, y Stevenson, P. (2011). Use of space, activity patterns, and foraging behavior of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in an Andean forest fragment in Colombia. *American Journal of Primatology* 73: 1062-1071.
- Pavelka, M.S.M., Y Knopff, K. (2004). Diet and activity in black howler monkeys (*Alouatta pigra*) in southern Belize: does degree of frugivory influence activity level? *Primates* 45: 105-111.
- Piedrahita-Cortés, J, y Soler-Tovar, D. (2016). Distribución geográfica del mono aullador rojo

- (*Alouatta seniculus*) y la fiebra amarilla en Colombia. *Biomédica* 36 (Supl.2): 116-124.
- Prates, H.M., y Bicca-Marques, J.C. (2008). Age- sex analysis of activity Budget, diet, and positional behavior in *Alouatta caraya* in an orchard forest. *International Journal of Primatology* 2: 703-715
- Provenza, F.D., Villalba, J.J., Dziba, L.E., Atwood, S.B., Banner, R.E. (2003). Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Ruminant Research* 49: 257-274.
- Quimbayo, G. (2006). *Incidencia de actividades humanas sobre una población de monos aulladores rojos (Alouatta seniculus), en el municipio de Filandia, Quindío-Colombia*. (Tesis de pregrado). Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Colombia.
- Righini, N., Gaber, P y Rothman, J. (2016). The effects of plant nutritional chemistry on food selection of Mexican black howler monkeys (*Alouatta pigra*): The role of lipids. *American Journal of Primatology* 79 (4): 1-15.
- Rondón, S., Ortiz, M., León, C., Galvis, N., Link, A, y González, C. (2017). Seasonality, richness and prevalence of intestinal parasites of three neotropical primates (*Alouatta seniculus*, *Ateles hybridus* and *Cebus versicolor*) in a fragmented forest in Colombia. *International Journal for Parasitology: Parasited and Wildlife* 6: 202-208.
- Sekulic, R. (1982). Behavior and ranging patterns of a solitary females red howler (*Alouatta seniculus*). *Folia primatologica* 39 (3-4): 217-232.
- Sengupta, A. y Radhakrishna, S. (2016). Influence of fruit availability on fruit consumption in a generalist primate, the Rhesus macaque *Macaca mulatta*. *International Journal of Primatology* 37 (6).
- Silver, S.C., Ostreo, L.E.T., Yeager, C.P., Horwich, R.H. (1998). Feeding ecology of the black

howler monkey (*Alouatta pigra*) in northern Belize. *American Journal of Primatology* 45: 263-279.

- Simmen, B., Y Sabatier, D. (1996). Diets of some French guianan primates: Food composition and food choices. *International Journal of Primatology* 17(5): 661-693.
- Soini, P. (1992). Ecología del coto mono (*Alouatta seniculus*, Cebidae) en el río Pacaya, Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú. *Folia Amazonica* 4: 117-134.
- Stevenson, P.R., Quiñones, M.J, y Ahumada, J.A. (2000). Influence of fruit availability on ecological overlap among four neotropical primates at Tinigua National Park, Colombia. *Biotropica* 32 (3): 533-544.
- Stevenson, P.R. (2001). The relationship between fruit production and primate abundance in Neotropical communities. *Biological Journal of the Linnean Society* 72: 161-178.
- Stevenson, P.R., Guzmán, D.C, y Defler, T.R. (2010). Conservation of Colombian primates: an analysis of published research. *Tropical Conservation Science* 3(1): 45-62.
- Stevenson, P.R., Beltrán, M.L., Quiñones, M.J, y Ahumada, J.A. (2015). Differences in home range, activity patterns and diet of red howler monkeys in a continuous forest and a forest fragment in Colombia. *Revista de la Academia Colombia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 39 (153): 503-513.

## CAPÍTULO 2

---

### **Cambio en la dieta y el patrón de actividad del mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*: ATELIDAE) respecto a la productividad de un bosque fragmentado del Magdalena Medio, Santander, Colombia.**

Corredor, N<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> estudiante de pregrado de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, Colombia, [u0500794@unimilitar.edu.co](mailto:u0500794@unimilitar.edu.co)

## RESUMEN

Se han planteado diferentes estrategias de los monos aulladores rojos ante la fragmentación y la disponibilidad de recursos. Algunas de estas son la disminución en los recorridos diarios, el aumento en los tiempos de alimentación de hojas y el aumento en los tiempos de descanso en períodos de baja fructificación. Se realizó un estudio de la dieta, patrón de actividad y comportamiento de siete grupos de monos aulladores rojos (*Alouatta seniculus*), por medio del método animal focal y toma de datos *ad libitum*, en un bosque fragmentado del Valle del Magdalena Medio, Santander, Colombia, por un período de 7 meses. Adicionalmente, se realizaron estimaciones de la productividad de frutos del bosque por medio de transectos fenológicos recorridos dos veces al mes durante el tiempo de estudio. El patrón de actividad registrado concuerda con lo reportado previamente, siendo el descanso la actividad más frecuente (62.9%).

Este estudio presenta un menor porcentaje de tiempo dedicado al desplazamiento (9.89%) que lo reportado en otro estudio realizado en la misma zona en períodos previos a la división del bosque. Se hace el primer reporte de mayor tiempo dedicado a la alimentación de frutos que a la alimentación de hojas por parte de una población de *A. seniculus* en un bosque fragmentado (56% vs. 43%). A pesar de esto, la dieta de los aulladores presentó una baja diversidad (18 spp.) como se ha reportado en otros estudios realizados en fragmentos. Adicionalmente, se reporta una posible relación entre los picos de fructificación del bosque y el aumento de las vocalizaciones por parte de grupos de aulladores rojos presentes en la misma zona, lo que parece estar relacionado con la evitación de encuentros agonísticos y la delimitación de rangos de hogar y uso de parches de alimentación por parte de las diferentes tropas. Los resultados aquí mostrados indican una posible relación entre la productividad de frutos de bosque y el cambio en el patrón de actividad de *A. seniculus*, lo que sugiere que esta flexibilidad comportamental y facilidad de adaptación, son factores que permiten la permanencia de esa especie en fragmentos boscosos. La presencia de



picos de productividad de especies del género *Ficus* a lo largo del estudio, puede ser un factor que haya influenciado en la respuesta de los aulladores rojos. Estudios que incluyan estas y variables químicas son necesarios para poder entender la respuesta de *A. seniculus* a la fragmentación y la degradación del hábitat.

## **ABSTRACT**

Different strategies have been proposed in order to explain the response of the red howler monkey to fragmentation and resources availability, some of these strategies include the increase of time spent in feeding on items like leaves and the increase of resting times in periods with low fructification rates. A study on the diet, activity budget and behavior of seven groups of red howler monkeys (*A. seniculus*) was performed in a fragmented forest at the Magdalena River Valley, Santander, Colombia. Also, estimation of the forest fruit productivity was performed, twice per month, through phenology transects. The activity budget obtained in this study is similar to what has been previously reported. The monkeys spent more time resting than in any other activity (62.9%). This study presents a lower percentage of time spent on moving (9.89%), compared to a previous study performed in the same zone. Also, this study presents the first report of red howler monkeys spending more time eating fruits than leaves in a fragmented forest (56% vs. 43%). Despite this, the red howlers diet presented low diversity (18. spp) as reported in other studies performed in forest fragments. Finally, here I identify a possible relationship between the peaks of forest fructification and an increase of territorial vocalizations performed by howlers' troops which inhabited the same zone. This may be related to the avoiding of agonistic events, the delimitation of home ranges and the use of different feeding patches by different howler troops. The results shown in this study suggest a possible relationship between the forest productivity and the change in the activity budget of *A. seniculus*, showing that there is a possible behavioral flexibility

which entails to a better adaptability of this species, may be factors that permit the permanence of *A. seniculus* in degraded and fragmented forests. However, the presence of *Ficus* species that had fruits available through all the study time may influence this behavior, further studies that include other variables need to be performed in order to fully understand the response of red howler monkeys to fragmentation and habitat degradation.

## **INTRODUCCIÓN**

Se estima que el 34% de los ecosistemas del territorio nacional colombiano han sido objeto de transformaciones (Etter et al., 2011). Esto debido principalmente al aumento de la ganadería, la introducción de cultivos como la palma de aceite y el crecimiento de los cultivos ilícitos (Gómez et al., 2016). Específicamente, desde 1970 ha habido una transformación del 37,5% de la cobertura boscosa principalmente en los Andes, la Amazonia y el Magdalena Medio. Esta transformación se traduce en fragmentación y pérdida del hábitat en estas zonas (Armenteras et al., 2003; Etter et al., 2006; Etter et al., 2011).

La fragmentación del hábitat se define como “un proceso que sucede en una escala paisajística y que incluye la pérdida de hábitat, así como la división de este”, y que puede tener consecuencias negativas sobre la biodiversidad (Fahrig, 2003). Tiende a generar pérdidas en la calidad del hábitat para algunas especies (Arroyo-Rodríguez y Mandujano, 2006; Prugh et al., 2008) afecta las interacciones interespecíficas en los ecosistemas donde sucede (Magrath et al., 2014; Haddad, 2015), disminuye la diversidad de mamíferos y la complejidad de las cadenas tróficas (Chiarello, 1999) y afecta la oferta de recursos utilizados por herbívoros (Arroyo-Rodríguez y Dias, 2010; Stevenson et al., 2015).

Estas perturbaciones afectan, por lo tanto, dinámicas importantes para la regeneración y mantenimiento de los ecosistemas como la dispersión de semillas y el control de poblaciones de vertebrados e invertebrados (Wunderle, 1997; Stevenson, 2000; Chapman

& Russo, 2006; Stevenson y Aldana, 2008; Herrera y García, 2010). Los efectos de la reducción de las poblaciones de primates y otros dispersores de semillas sobre la salud de los bosques han sido estudiados. Se cree que su desaparición conlleve a una transformación de los ecosistemas y afecte el éxito reproductivo y áreas de distribución de diferentes especies de plantas, afectando así servicios ecosistémicos de la zona y generando implicaciones económicas en las comunidades aledañas a dichos ecosistemas (Stevenson y Aldana, 2008; Koné et al, 2008; Wenny et al, 2012).

Dentro de los grupos con mayor grado de afectación por la degradación y fragmentación del hábitat, se encuentran los primates (Arroyo-Rodríguez et al., 2013; Stevenson et al., 2015; Marsh et al., 2016). Las principales afectaciones a los primates son la reducción en la disponibilidad de recursos alimentarios, aumento del estrés fisiológico y cargas parasitarias, adicionalmente, existen efectos sobre su dieta y patrón de actividad (Cristóbal- Azkarate y Arroyo-Rodríguez, 2006; Rimbach et al., 2013; Stevenson et al., 2015; Rondón et al., 2017).

Se ha identificado al mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) como uno de los primates más resistentes a este tipo de perturbaciones (Garber et al., 2015; Stevenson et al., 2015).

Esta especie se caracteriza por estar presente en Brasil, Perú, Venezuela y Colombia. En Colombia, se distribuye en todo el territorio, exceptuando la planicie pacífica, el desierto de la península de la Guajira y el departamento de Nariño (Defler, 2010). Es uno de los primates más estudiados con trabajos realizados en diferentes áreas como la fisiología, anatomía, ecología, filogenética y distribución (Stevenson et al., 2010).

Diferentes estudios sobre la dieta de esta especie se han llevado a cabo, y a partir de estos ha sido posible determinar que son folívoros facultativos y que los ítems de su dieta constan de flores, frutos, hojas, madera en descomposición, tierra de saladeros entre otros (Gomez-Posada et al., 2007; Garber et al., 2015). Algunos estudios han planteado las posibles diferencias del comportamiento y dieta de *A. seniculus* en ambientes fragmentados y

continuos (Stevenson et al., 2015), bosques de tierras altas (Palma et al., 2011) y bosques de tierras bajas (Julliot y Sabatier, 1993; Palacios y Rodríguez, 2001) y además han evidenciado la flexibilidad en el comportamiento, así como en la diversidad y composición de la dieta de esta especie. *A. seniculus* es una de las especies de primate neotropical que menor tiempo dedica a las actividades sociales y que menor porcentaje de eventos agonísticos presenta (Defler, 2010; Stevenson et al., 2010). Estudios recientes han mostrado la importancia de las vocalizaciones en la delimitación de rangos de hogar de grupos de aulladores que viven en la misma zona (Briseño-Jaramillo, Estrada y Lemasson, 2015; Bergman et al., 2016).

Si bien se conocen distintos aspectos de la ecología e historia natural de *A. seniculus*, aspectos inherentes a sus respuesta al cambio en su patrón de actividad y dieta respecto a variables morfológicas, químicas o ecológicas de las plantas contenidas en su dieta, no han sido estudiadas a fondo. Debido a lo anterior, surge la necesidad de entender los cambios en la dieta y el comportamiento de *A. seniculus* de acuerdo con la disponibilidad de recursos en el bosque y, adicionalmente, conocer si esta disponibilidad tiene algún efecto sobre la frecuencia de las vocalizaciones. Si bien los aspectos relacionados con la ecología alimentaria de *A. seniculus* han sido estudiados, estos estudios presentan metodologías con pocos días de seguimiento (de Thoisy y Richard-Hansen, 1997; Palma et al., 2011; Stevenson et al., 2015). Este trabajo hace parte del “Estudio y Conservación de los primates neotropicales en San Juan del Carare” llevado a cabo por la Fundación Proyecto Primates que incorpora una metodología con un mayor número de días de seguimiento por mes. De esta forma, es posible poder evaluar la respuesta de las diferentes especies a la fragmentación y otras presiones selectivas, así como generar estrategias de conservación efectivas. Es necesario hacer estudios a largo plazo sobre poblaciones de primates en vida silvestre ya que estos presentan una nueva perspectiva para evaluar la ecología, comportamiento y respuesta a perturbaciones de las especies, y de esta forma dar

aproximaciones más acordes a las necesidades de las poblaciones naturales (Kappeler et al., 2012; Días et al., 2015).

Se realizó un estudio sobre el cambio del patrón de actividad y la fluctuación de la dieta y vocalizaciones de *A. seniculus*, debido a la productividad de frutos en un bosque fragmentado del Magdalena Medio colombiano. Esto con el fin de conocer la respuesta que estos organismos tienen a diferentes perturbaciones como los escasos recursos alimentarios, y si perturbaciones como los efectos de la fragmentación del hábitat sobre la productividad del bosque, afecta la dieta, la frecuencia de las vocalizaciones y el patrón de actividad de esta especie.

## **METODOLOGÍA**

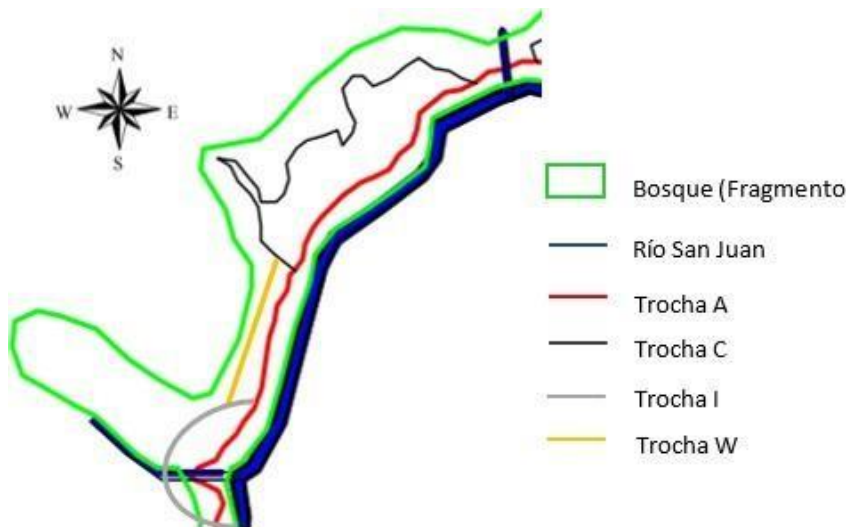
### **Área de estudio**

El estudio se llevó a cabo en el Valle del Magdalena Medio ubicado entre las cordilleras central y oriental, en la Hacienda San Juan del Carare, Santander, Colombia (06°43' N, 74°09' W), (Fig.1). La zona se compone de un mosaico de fragmentos inundables de bosque húmedo tropical, sabanas, praderas naturales y pastizales utilizados para ganadería (Marsh et al., 2016). La zona presenta una media de temperatura de 27.9°C además de dos períodos de lluvia anuales, el primero entre marzo y mayo y el segundo entre octubre y noviembre. Finalmente, el promedio anual de lluvias es de 2070 mm (Link et al., 2010).



**Figura 1:** Localización del área de estudio. Fuente: Gettyimages.

La hacienda San Juan del Carare cuenta con varios fragmentos de bosque húmedo tropical utilizados para la investigación. El fragmento estudiado fue el Fragmento 2 que tiene un área aproximada de 30 ha de bosque, limitando con el río San Juan al este y pastizales en el oeste. Este fragmento es atravesado por cuatro transectos y ha sido utilizado para investigación de *A. seniculus* desde 2007 (Fig. 2).



**Figura 2:** Sistema de trochas del Fragmento 2. Fuente: Fundación Proyecto Primates Colombia.

## **Toma de datos**

La toma de datos se realizó con ayuda de binoculares Nikon Monarch 10x42. El fragmento boscoso cuenta con al menos siete grupos de aulladores rojos de entre 4 a 8 individuos. Se hicieron seguimientos diarios a 7 grupos de monos aulladores rojos durante seis días a la semana (lunes-sábado) desde las 06:00 hasta las 18:00 entre los meses de junio y diciembre de 2015. Durante los seguimientos se tomaron datos ecológicos-comportamentales, agrupados en las siguientes 6 categorías de actividad:

- Alimentación: manipulación o ingestión de alimento.
- Movimiento: Movimiento que no involucra cambiarse de árbol (movimiento estacionario) desplazamiento a diferentes árboles (movimiento desplazamiento).
- Descanso: monos en posición estática o cuando no se tiene visión completa sobre el individuo, pero se conoce su ubicación y no se escuchan movimientos.
- Actividad social: interacciones entre dos o más individuos como juegos, disputas y otras.
- Otros no sociales: actividades poco frecuentes que no se encuentran en las categorías descritas previamente (e.g. Bostezos, defecación).
- Vocalizaciones: emisión de vocalizaciones de largo alcance o de alerta por parte de uno o más miembros del grupo.

Adicionalmente, se colectaron muestras fecales y muestras botánicas con el fin de tomar evidencias sobre la dieta de *A. seniculus*.

Los resultados aquí presentados no incluyen la fase de habituación realizada por investigaciones previas.

## **Productividad de frutos del fragmento**

La producción de frutos fue calculada mediante la metodología propuesta por Stevenson (2001). Se realizaron monitoreos quincenales de los transectos fenológicos mencionados previamente (Fig.2) durante el tiempo de muestreo. En los monitoreos, se buscaron frutos

o flores en el suelo, se identificó el árbol parental del recurso encontrado y se realizó una aproximación del número de frutos encontrado en dicho árbol. Las aproximaciones se realizaron por medio de conteos de los frutos avistados en la copa. Adicionalmente, se realizaron anotaciones sobre el estado de floración del árbol (i.e. En floración, sin flor, fructificación madura, fructificación inmadura, sin frutos).

Finalmente, como medida de la productividad se utilizó la siguiente ecuación:

$$NAF = dt * dpt$$

Dónde:

- NAF: Número de árboles en fructificación por hectárea.
- dt= distancia total de los transectos (4.1 km)
- dpt: Distancia promedio de los árboles en fructificación con respecto al mismo.

### **Presupuesto de actividad y vocalizaciones**

Para la toma de datos ecológicos-comportamentales de *A. seniculus*, se utilizó la metodología de animal focal (Altman, 1974). Se siguió cada grupo por al menos dos días consecutivos. Para los muestreos, se escogió un individuo adulto para realizar el seguimiento desde las 06:00 hasta las 18:00 horas y se registró cada cinco minutos el comportamiento del animal focal con base en las 6 categorías de actividad mencionadas previamente. Los seguimientos se realizaron por seis días a la semana, lunes a sábado. Cabe resaltar que los días sábado el seguimiento se realizó desde las 06:00 hasta las 12:00. Adicionalmente, se tomaron datos instantáneos (*ad libitum*) sobre el comportamiento social y vocalizaciones, incluyendo el tiempo de inicio y finalización de estos y tomando la distancia y coordenadas estimadas para las vocalizaciones. De igual forma, con el fin de tener un



registro de la duración de cada evento de alimentación, se registró la hora de inicio y finalización de cada evento.

La continuidad en la toma de datos se vio afectada en la segunda mitad de los meses de agosto y noviembre debido a que no se realizaron seguimientos durante estos períodos de tiempo.

El análisis del tiempo dedicado por *A. seniculus* a cada actividad, se realizó de la siguiente forma:

$$\% \text{ de la actividad} = \frac{n1*100}{N}$$

Dónde:

- *n* es el número de veces que se repitió cada actividad.
- *N* es la sumatoria de todas las actividades realizadas.

Se realizó análisis de varianzas (ANOVA) para determinar si *A. seniculus* dedicó la misma proporción de tiempo a cada actividad durante períodos quincenales con el fin de determinar si hubo cambios en el porcentaje de actividad durante estos periodos.

Adicionalmente, se realizó un análisis de normalidad, con base en esto, se decidió utilizar una correlación no paramétrica para establecer la relación entre el presupuesto de actividad y la disponibilidad de recursos. Para esto, se evaluaron los registros de actividad y se agruparon por períodos quincenales, se determinó el porcentaje de tiempo invertido en cada categoría de actividad y se calculó paralelamente la productividad del bosque cada 15 días.

Los análisis estadísticos se realizaron por medio de R versión 3.4.3 ©

## **Dieta**

La cuantificación de la dieta se realizó mediante el registro de la hora de inicio y finalización de cada evento de alimentación del individuo focal. Se registró entonces el evento en minutos, la especie de la cual se alimentó y el ítem dietario consumido (i.e. hojas, frutos, flores, madera). Se tomó una muestra botánica de las plantas que no pudieron ser identificadas en campo para su posterior identificación en la estación de investigación.

Se colectaron muestras fecales con el fin de identificar semillas de las especies botánicas que se encontraban en estas, esto con el fin de identificar especies botánicas incluidas en la dieta de *A. seniculus* que no hayan sido identificadas durante los seguimientos focales. La identificación de las semillas se realizó con ayuda de la guía de identificación de semillas realizada por el laboratorio de dendrología de la Universidad del Tolima.

Se estableció el patrón general de la actividad alimenticia de *A. seniculus* durante el tiempo de estudio agrupando los registros de alimentación tomados, posteriormente, se clasificaron según el ítem alimenticio y finalmente se calculó la frecuencia de ocurrencia y el porcentaje de tiempo invertido en cada ítem alimentario según las ecuaciones:

$$FO=(ni/N) *100$$

Dónde:

- FO es la frecuencia de ocurrencias.
- ni es el número de veces que se repitió el evento
- N es la sumatoria de todos los eventos de alimentación

$$\% ti=(ni/n) *100$$

Dónde:

- %ti es el porcentaje de tiempo invertido
- ni es el tiempo de consumo en minutos de cada ítem.
- N es el tiempo total en minutos invertido en alimentación.

Finalmente, la relación entre el comportamiento alimenticio y la disponibilidad de recursos se identificó por medio de un análisis de la frecuencia de ocurrencia y el porcentaje de tiempo invertido, agrupada en intervalos quincenales, y contrastada con la disponibilidad de recursos quincenal. Para determinar la influencia de la productividad de frutos del fragmento sobre el comportamiento alimenticio de *A. seniculus* se realizó un análisis de normalidad de datos, y con base en sus resultados, se decidió realizar un análisis de correlación no paramétrica entre la medida de productividad y las categorías de ítem alimentario (i.e. Frutos y hojas) para las quincenas del tiempo de muestreo. Puesto que se busca conocer la respuesta de la especie a la abundancia o escases de recursos, no se contempló un análisis de factores individuales y grupales.

### **Vocalizaciones**

La relación entre las vocalizaciones y la disponibilidad de recursos se evaluó por medio de un análisis de frecuencia de ocurrencia y el porcentaje de tiempo invertido agrupado en intervalos quincenales, contrastada con la disponibilidad de recursos quincenal. Para esto, se realizó una regresión lineal entre la medida de productividad y los eventos de vocalización para las quincenas del tiempo de muestreo.

### **Resultados**

#### **Patrón de actividad**

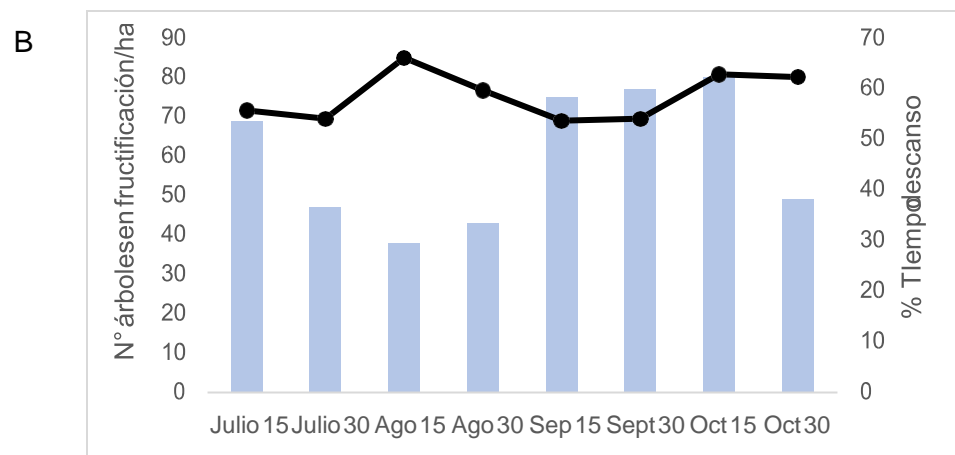
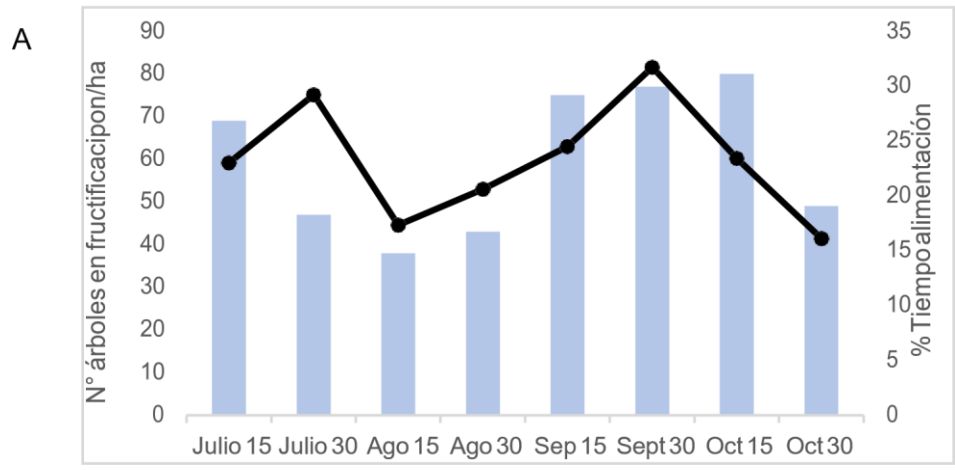
Para calcular el presupuesto de actividad general para el tiempo de estudio (junio – noviembre 2015) se analizó el tiempo de seguimiento de 731.63 horas dividido entre las 7 tropas de *A. seniculus* con un total de 7854 registros. Se encontró que las tropas de *A. seniculus* dedicaron más tiempo al descanso; un total de 62.9% (4943 registros), seguido de un 23.5% (1847 registros) dedicado a la alimentación de frutos, hojas y otros ítems. El

porcentaje de tiempo dedicado a la movilidad fue de 9.89% (77 registros), la categoría de vocalizaciones correspondió al 2.18% (172) registros, y las actividades con menor representatividad fueron Otros, dedicada a defecación principalmente, que presentó un 1.14% (90 registros) y las actividades sociales, principalmente juego e interacciones entre madre-hijo con un 0.31% (25 registros). Se evidenció diferencia entre los presupuestos de actividad quincenales durante el tiempo de estudio ( $p = 1.65e^{-13}$ ,  $p < 0.05$ ).

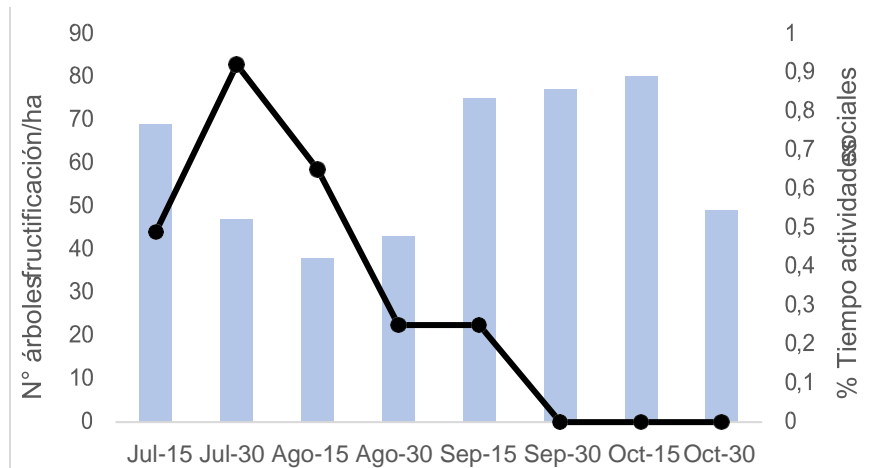
Se registró un único evento agonístico entre dos grupos diferentes en el cual el macho dominante de C2 acompañado de una hembra adulta, se abalanzaron sobre dos machos de I en una zona con abundante disponibilidad de frutos de *Spondias mombin*.

### **Productividad del bosque y su relación con el patrón de actividad**

Se evidenció un cambio en los presupuestos de actividad quincenales de *A. seniculus* ( $p = 1.65e^{-13}$ ,  $p < 0.05$ ) para cada una de las actividades (alimentación, descanso, interacciones sociales, otros y vocalizaciones) durante el tiempo de estudio (julio-noviembre). La productividad del bosque no presentó una correlación con el movimiento de *A. seniculus* ( $R = 0.08$ ,  $DF = 6$ ,  $P = 0.83$ ), ni con el tiempo dedicado a Otros ( $R = 0.37$ ,  $DF = 6$ ,  $P = 0.36$ ). Tampoco presentó una correlación positiva con el porcentaje de tiempo dedicado a vocalizaciones ( $R = 0.45$ ,  $DF = 6$ ,  $P = 0.53$ ), alimentación ( $R = 0.52$ ,  $DF = 6$ ,  $P = 0.17$ ) (Fig. 3 A), una correlación negativa media con el porcentaje invertido a descanso ( $R = -0.44$ ,  $DF = 6$ ,  $P = 0.26$ ) (Fig. 3 B), y el porcentaje invertido en actividades sociales ( $R = -0.53$ ,  $DF = 6$ ,  $P = 0.17$ ) (Fig. 3 C).



**C**



**Figura 3.** Variación quincenal de la producción de frutos del bosque y el porcentaje de tiempo invertido en A) Alimentación, B) Descanso, C) Actividades sociales.

### Vocalizaciones y productividad del bosque

En total se registraron 358 eventos de vocalización durante el tiempo de estudio, si bien la mayoría de las vocalizaciones no fueron producidas por el grupo focal, fue posible observar en al menos diez interacciones respuesta de vocalizaciones por parte de grupos focales, o entre diferentes grupos. Las vocalizaciones analizadas correspondieron a las realizadas por el grupo al cual pertenecía el animal focal que se estaba siguiendo.

Los resultados de la regresión lineal muestran que no existe una correlación significativa entre las vocalizaciones y la productividad de frutos del bosque ( $R = 0.07$ ,  $DF = 6$ ,  $P = 0.25$ )

### Dieta

Se recolectaron en total 8310 minutos de eventos de alimentación correspondientes a 471 registros. Los frutos y hojas fueron los principales componentes de la dieta de *A. seniculus* en el área de estudio. Los frutos fueron consumidos en mayor medida durante el tiempo de estudio con un total del 56% (232 registros) y las hojas con un 43% (232 registros). Cabe resaltar que si bien se encontró el mismo número de registros para ambas categorías, los monos aulladores dedicaron un mayor tiempo consumiendo frutos (4671 minutos) que hojas (3535 minutos). Otros ítems de la dieta como flores, madera en descomposición y corteza,

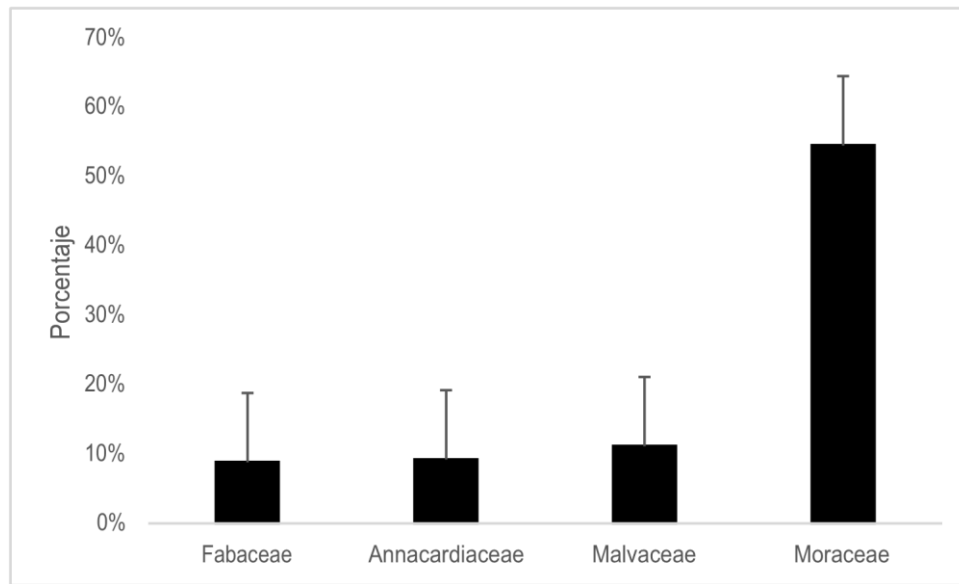
fueron consumidos en proporciones mucho menores; 0,12% para madera en descomposición y corteza y 0,012% para flores.

La dieta de *A. seniculus* durante el estudio estuvo compuesta por al menos 18 especies de plantas correspondientes a 12 familias (Tabla 1).

**Tabla 1.** Especies de plantas que contribuyen a la dieta de *A. seniculus* (en términos de tiempo de alimentación). Las abreviaciones corresponden a H (hojas), Fr (Frutos), FI (Flores)

Familia	Especie	Tiempo de alimentación (minutos)	Porcentaje de alimentación (%)	Ítem
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	770	9.2	H, FR
Annonaceae	<i>Xylopia amazónica</i>	32	0.38	H, FR
Annonaceae	<i>Duguetia antioquensis</i>	9	0.10	FR
Araceae	<i>Indeterminado</i>	2	0.02	H
Araceae	<i>Bactris pilosa</i>	9	0.10	H
Bignoniaceae	<i>Mf. sp1</i>	16	0.19	FL, H
Chrysobalanaceae	<i>Licania sp.</i>	40	0.48	H, FR
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i>	669	8.05	H
Fabaceae	<i>Mf.sp2</i>	64	0.77	H
Lecythidaceae	<i>Gustavia dubia</i>	17	0.20	H, FR, FL
Malvaceae	<i>Luehea sp.</i>	242	2.91	H
Malvaceae	<i>Vasivaea podocarpa</i>	682	8.20	H, FR
Moraceae	<i>Ficus dendrocida</i>	4025	48.43	H, FR
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	460	5.53	H, FR
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	50	0.60	H, FR
Polygonaceae	<i>Coccoloba lehmannii</i>	33	0.39	H, FR
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	56	0.67	H, FR
Rubiaceae	<i>Psycothria carthagenensis</i>	2	0.02	H
Urticaceae	<i>Cecropia membranaceae</i>	48	0.575	H
--	Lianas	301	3.62	H, FR
--	Indeterminado	783	9.42	H, FR

Las familias más consumidas (Fig. 4) fueron Moraceae (54%), Malvaceae (11%), Anacardiaceae (9%) y Fabaceae (8%). El resto de las familias presentaron una baja representatividad menor al 5%. Cabe resaltar qué durante el tiempo de estudio, el consumo de hojas de lianas fue del 9%, algunos representantes importantes de esta categoría fueron las familias Bignoniaceae, y Gnetaceae.



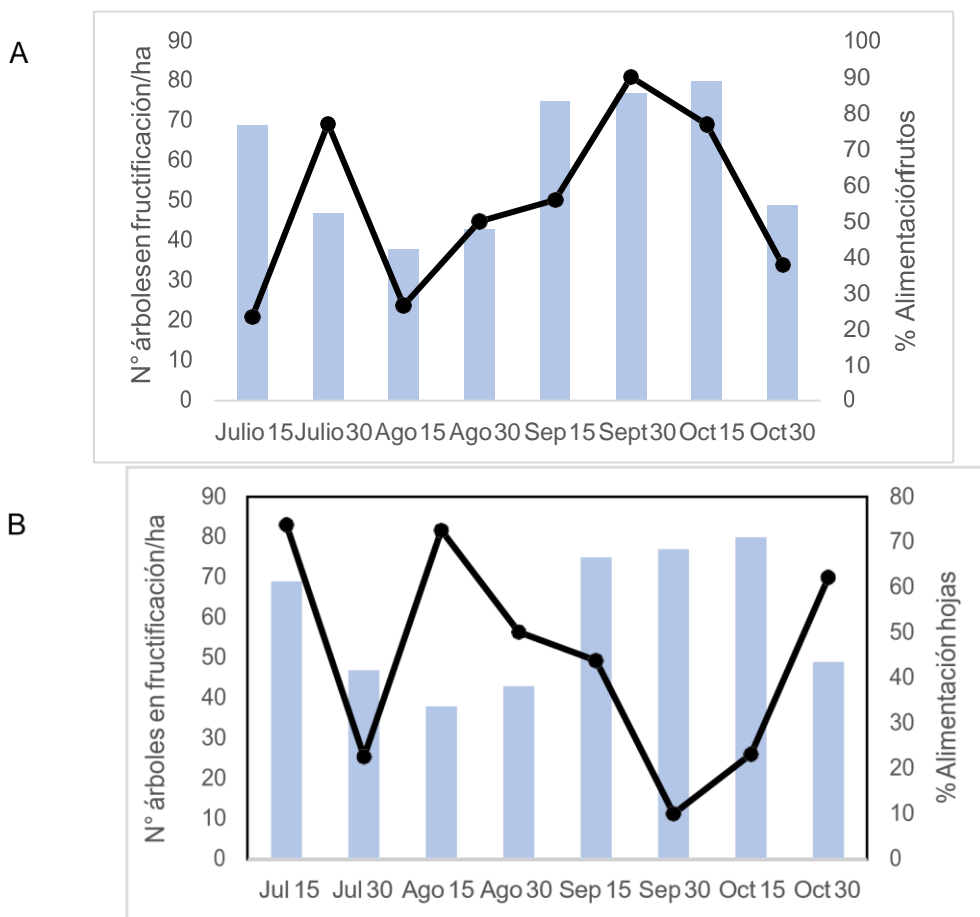
**Figura 4.** Familias de plantas que más contribuyeron a la dieta de *A. seniculus* (en términos de tiempo de alimentación).

Un total de cuatro especies de plantas correspondieron al 71% del tiempo total empleado a alimentación por parte de los monos aulladores, la más importante fue *Ficus dendrocida* (48%) seguida de *Spondias mombin* (9%), *Vasivaeae podocarpa* (8%) y *Ficus insipida* (5%). Si bien *A. seniculus* consumió hojas y frutos de las cuatro especies, se registró el consumo de madera en descomposición y corteza correspondiente a *F. dendrocida*. El resto de las especies presentaron una baja representatividad en el tiempo de consumo y el total de registros (< 5%), cabe resaltar que el único evento de alimentación de flores se registró para la especie *Gustavia dubia*.



## Productividad del bosque y su relación con el porcentaje de consumo de ítems alimentarios

Se observaron diferencias entre el porcentaje de consumo de los diferentes ítems alimentarios (hojas y frutos) por parte de *A. seniculus* durante el tiempo del estudio (Fig. 5). El porcentaje de alimentación de hojas fue inferior al porcentaje de consumo de frutos durante el tiempo de estudio. Se realizó una comparación entre la variación quincenal del porcentaje de tiempo destinado al consumo de frutos y hojas vs. la productividad del fragmento, y se encontró una correlación positiva sobre el consumo de frutos ( $R = 0.46$ ,  $DF = 6$ ,  $P = 0.25$ ) (Fig. 4 A) y una correlación negativa de la productividad sobre el consumo de hojas ( $R = -0.47$ ,  $DF = 6$ ,  $P = 0.23$ ) (Fig. 4 B).



**Figura 5.** Variación quincenal de la producción de frutos del bosque y el porcentaje de tiempo de alimentación invertido en A) Alimentación de frutos B) Alimentación de hojas.

## DISCUSIÓN

El patrón de actividad general para el período de junio a noviembre de 2015 fue similar a lo reportado por otros autores para bosques fragmentados (Tabla 2). A pesar de que existen diferencias entre los porcentajes de tiempo dedicados a las diferentes categorías de actividad de *A. seniculus* en diferentes ambientes y bajo diferentes estados de perturbación, el impacto de la productividad de frutos sobre las dinámicas poblacionales y el comportamiento del género *Alouatta* no se entienden del todo (Behie y Pavelka, 2015). Se ha registrado sin embargo que, en períodos de baja productividad de frutos y alto consumo de hojas, los tiempos de descanso aumentan y los desplazamientos se reducen (Pavelka y Knopff, 2004; Palma et al., 2011). Sin embargo, no todas las especies del género *Alouatta* reducen los comportamientos demandantes de energía, incluso este comportamiento puede diferir entre grupos que comparten una misma área de distribución (Julliot y Sabatier, 1993). Cabe resaltar que se considera que los monos aulladores rojos presentan una estrategia de minimización de energía, en parte por su dieta folívora que requiere mayor tiempo para ser digerida (Milton, 1980), sin embargo, el presente estudio no reportó una correlación significativa entre el porcentaje de tiempo dedicado a la alimentación de hojas y los períodos de descanso. Esto había sido reportado previamente por Palma y colaboradores (2011).

**Tabla 2.** Porcentaje de tiempo invertido en el consumo de frutos y hojas por diferentes poblaciones de *A. seniculus*. El estudio Palma *et al.*, 2011, presenta datos para dos grupos distintos de aulladores.

Fuente	Frutos (%)	Hojas (%)	Descanso (%)	Alimentación (%)	Movimiento (%)
Gaulin & Gaulin, 1982	42,30	44,50	--	--	--
Neves & Rylands, 1991	13,50	56	67	22	11
Palacios & Rodríguez, 2001	52,30	35,30	--	--	--
Martínez-Gómez et al., 2010	45,10	49,20	58,30	21,10	14,80
Palma et al., 2011 (A0)	7,3	67	59,70	22,1	10,90
Palma et al., 2011 (A9)	13,30	76,70	63,90	23,1	9,80
Alvis, 2012	24,45	62	62,65	19,59	14,07

Stevenson et al., 2015 (Continuo)	44	--	58	23	15
Stevenson et al., 2015 (Fragmento)	32	--	59	31	9
Presente estudio	56.84	43.02	62.9	22.5	9.89

Al igual que en otros estudios (Defler, 2010; Stevenson, 2010; Stevenson *et al.*, 2015), se encontró que *A. seniculus* dedica una poca proporción de su tiempo a las actividades sociales. Durante el tiempo de estudio sólo se evidenciaron dos eventos de grooming, tres cópulas y una interacción agonística entre dos grupos. El mayor porcentaje de actividades sociales estaba relacionado con juegos entre individuos juveniles e infantes, juegos solitarios de juveniles y crías amamantándose de sus madres. Los porcentajes de tiempo dedicados a la alimentación fueron similares a los encontrados en otros estudios, en general no se encontraron diferencias marcadas en el patrón general de *A. seniculus* para lo reportado previamente en otros estudios. Cabe resaltar que según lo reportado por Stevenson y colaboradores (2015) y Julliot y Sabatier (1993), los aulladores pasan más tiempo desplazándose en bosques continuos donde las limitaciones espaciales no son tan marcadas como en fragmentos boscosos. Previo a este estudio, la zona de estudio presentó una inundación y división del bosque, por lo que las diferencias entre el porcentaje de tiempo dedicado al movimiento por *A. seniculus* en el estudio de Alvis (2012) y el presente estudio, parecen apoyar la hipótesis de que los monos aulladores invierten un mayor porcentaje de su tiempo en desplazamiento en bosques continuos que en bosques fragmentados, sin embargo, es necesario realizar estudios que permitan entender la relación entre el desplazamiento de *A. seniculus* y el tamaño de los bosques.

Tras realizar los análisis estadísticos, no se presentaron correlaciones significativas entre las categorías de actividad de *A. seniculus* y la productividad del bosque. Esto parece estar relacionado con el hecho de que el tiempo dedicado a descanso fue menor en los períodos en los cuales el consumo de frutos fue mayor, y esto pudo generar un aumento en los porcentajes dedicados a alimentación. Estrada y colaboradores (1999) reportaron una disminución en el porcentaje de tiempo invertido en alimentación cuando el componente principal de la dieta son las hojas, lo que parece ser explicado por el tiempo de fermentación y digestión requerido para procesar este ítem dietario (Milton, 1980; Righini et al., 2015). En general, *A. seniculus* presentó largos períodos de alimentación (> 60 minutos) en eventos relacionados con el consumo de frutos principalmente del género *Ficus*, factor que puede estar explicado por la cosecha constante de este género a lo largo del tiempo de estudio, a

que el bosque estudiado presenta más que todo vegetación secundaria, donde las plantas de la familia Moraceae son comunes (Julliot y Sabatier, 1993), y por el hecho de que las zonas de distribución de los diferentes grupos dentro del bosque contenían por lo general uno o más parches de alimentación de este género.

### **Vocalización**

Si bien no se encontró una correlación significativa entre las vocalizaciones y la productividad del bosque, es posible que esto se relacione al hecho de que no se tuvieron en cuenta las vocalizaciones *ad libitum* para los análisis estadísticos, se notó una tendencia de aumento de la frecuencia y duración de las vocalizaciones en períodos de mayor fructificación. Se ha descrito que *A. seniculus* es uno de los primates con menor número de encuentros agonísticos presentados intra e interespecíficos (Cristóbal-Azkarate et al. 2007, Stevenson et al., 2015), esto parece estar relacionado con la delimitación de rangos de hogar que se lleva a cabo por las vocalizaciones territoriales en horas de la mañana, medio día y tarde (Briseño-Jaramillo, Estrada y Lemasson, 2015; Bergman et al., 2016). Es importante anotar que, durante el período de estudio, se presentó un encuentro con vocalizaciones territoriales por parte de tres grupos de *A. seniculus* en un parche de alimentación rodeado por el rango de hogar de estos tres grupos. Estos encuentros se prolongaron por al menos una semana en horas de la mañana principalmente. Con el fin de entender este tipo de comportamientos, es necesario llevar a cabo estudios con metodologías estandarizadas que permitan conocer mejor la función de las vocalizaciones y vocalizaciones de los aulladores, pues si bien, se cree que estos están relacionados con la delimitación de rangos de hogar y parches de alimentación, parecen estar relacionados adicionalmente con la competencia por hembras (Kitchen et al., 2015).

### **Dieta**

Si bien no se encontró una significancia estadística entre a relación de la productividad de frutos del bosque y su relación con el porcentaje de tiempo invertido en el consumo de frutos, se pudo evidenciar una tendencia biológica que indica que parece existir una relación entre estas variables. Stevenson y colaboradores (2015) reportaron que la productividad de frutos del bosque es un buen predictor del consumo de frutos por parte de *A. seniculus* tanto

en bosques fragmentados como en continuos. Resultados similares fueron encontrados por Palma y colaboradores (2011) aunque la productividad de frutos tampoco se vio relacionada con un aumento en los porcentajes de descanso de la especie.

Los resultados sobre el patrón alimentario de *A. seniculus*, muestran una preferencia de frutos sobre hojas. Si bien en la mayoría de los estudios el porcentaje de alimentación de frutos tiende a ser inferior al porcentaje de alimentación de hojas (Neves y Rylands, 1991; Julliot y Sabatier, 1993; Martínez-Gómez et al., 2010; Palma et al., 2011; Alvis, 2012; Stevenson et al., 2015), Gaulin y Gaulin en 1982, encontraron una proporción similar entre el consumo de frutos y hojas (42.30% y 44.50%), adicionalmente, Palacios y Rodríguez (2001) registraron un consumo de frutos mucho mayor al consumo de hojas (52% y 35% respectivamente) en una población de aulladores del bajo río Apaporis (Tabla 2) . Sin embargo, estos últimos dos reportes, fueron realizados en bosques con un estado de menor fragmentación. Se ha reportado que las especies amazónicas del género *Alouatta* y poblaciones del género presentes en ambientes continuos con una mayor oferta de recursos, pueden presentar picos de alimentación de frutos debido a la mayor oferta de estos. Este es el primer reporte de un mayor porcentaje de tiempo invertido en la alimentación de frutos que de hojas en la dieta de *A. seniculus* en un bosque fragmentado.

Este tipo de comportamiento se acopla a la descripción de la especie como folívoros facultativos (Milton, 1980), que propone que los aulladores dedican un mayor porcentaje del tiempo en la alimentación de frutos cuando estos son abundantes, pero que pueden pasar a una dieta estrictamente folívora en temporadas de escasos frutos (Garber et al., 2015). Otros ítems fueron registrados en la dieta de *A. seniculus* como flores, madera en descomposición y corteza de diferentes especies. Cabe resaltar que los eventos de consumo de flores fueron escasos (0.012%), si bien Alvis (2012) obtuvo un porcentaje de 4% en la zona de estudio, durante el presente estudio, no se evidenciaron eventos de

floración masiva, factor que probablemente limitó el consumo de este ítem. El consumo de madera en descomposición y corteza ha sido descrito para otras especies de aulladores en períodos de limitación de recursos para complementar la dieta (Defler, 2010), aunque otros autores han establecido que este es un comportamiento más común en períodos de poca disponibilidad de fruta madura, y que el consumo de estos minerales ayuda a contrarrestar la gran cantidad de taninos consumida en los frutos inmaduras y hojas casi dehiscentes (Izawa, 1993; Julliot y Sabatier, 1993; Garber et al., 2015). El bajo porcentaje de alimentación de este tipo de recursos es coherente con lo encontrado en otros estudios y se asume que son eventos difíciles de observar (Izawa, 1993).

El género más importante en la dieta de *A. seniculus* fue *Ficus* con un 54% de la composición de la dieta de *A. seniculus* en la zona de estudio. Shanahan y colaboradores (2001), plantearon que el género *Ficus* es uno de los más importantes para los frugívoros vertebrados, debido a sus contenidos nutricionales, fenología y la diversidad del género. Leighton (1993) plantea que factores como el tamaño del parche alimentario, el contenido de taninos y el contenido energético esperado de un evento de alimentación, son variables que influyen la selectividad alimentaria de los orangutanes, y que estas variables se encuentran también en distintas especies del género *Ficus*, factores que pueden explicar por qué el alto porcentaje de *Ficus* en la dieta de *A. seniculus* durante el tiempo de estudio. Otros estudios han corroborado que el contenido de energía total de diferentes frutos se encuentra correlacionado con la preferencia de frutos por parte de monos araña (*Ateles geoffroyi*) y gibones de manos blancas (*Hylobates lar*) (Laska et al., 2000; Jildmalm et al., 2008). Sin embargo, estudios recientes llevados a cabo en monos aulladores negros mexicanos (*Alouatta pigra*), sugieren que ésta especie no presenta preferencias alimentarias relacionadas con la composición fitoquímica de los ítems que vaya a consumir, y que la elección puede estar relacionada a una nutrición balanceada u otras variables no contempladas en este estudio (Righini et al., 2015). El hecho de que *F. dendrocida* sea la

especie de planta más consumida por *A. seniculus*, parece estar relacionado con la producción abundante de frutos durante gran parte del tiempo de estudio, su alta densidad y la constante oferta de recursos (Shanahan et al., 2001; Serio-Silva et al., 2002). Otro factor importante es que si bien no se obtuvieron registros de consumo de especies animales en la dieta de *A. seniculus* la ingesta de proteína animal por la presencia de larvas de avispas de la familia Agaonidae puede ayudar a suplir la carencia nutricional del género *Ficus* si se contrasta con otras especies (Alvis, 2012).

Finalmente, se observó que *A. seniculus* aprovechó los períodos de fructificación de las diferentes especies incluidas en su dieta. Esto se refleja en el hecho de que 3 de las 4 especies en la dieta de *A. seniculus* presentaron picos de fructificación durante el tiempo de estudio. Este estudio presentó una baja diversidad en la dieta de *A. seniculus* como ha sido reportado por Stevenson y colaboradores (2015) y Palma y colaboradores (2011). Esto se debe en parte a que la diversidad de los ecosistemas fragmentados es menor a la diversidad en los ecosistemas continuos, (Chapman et al., 1992; Julliot y Sabtier, 1993) y a que se cree que los primates neotropicales tienden a preferir parches alimentarios con base en el tamaño de las cosechas (Leighton, 1993), por lo que la amplia oferta de recursos brindada por las especies de *Ficus*, y por *S. mombin* y *V. podocarpa*. La maximización en la explotación de estos parches de recursos puede estar relacionada con la baja diversidad de plantas encontradas en la dieta de *A. seniculus*, sin embargo, es necesario resaltar que cerca del 18% de las especies consumidas por *A. seniculus* en la zona no pudieron ser determinadas.

## **Conclusiones**

El comportamiento de *A. seniculus* parece estar influenciado por la oferta de frutos, sin embargo, esta variable no explica satisfactoriamente los cambios encontrados en el comportamiento de la especie durante los períodos de tiempo quincenales. Es por esto por

lo que se sugiere realizar estudios multidimensionales que incluyan distintas variables como morfológicas de los frutos (e.g. relación pulpa vs. Semillas, coloración de los frutos, tamaño de los frutos), variables químicas (e.g. porcentaje de taninos, carbohidratos, proteínas) o variables ecológicas como variación entre individuos y grupos, ayudarían a comprender mejor qué variables pueden influenciar el comportamiento y el cambio en el patrón de actividad de *A. seniculus*. La dieta de *A. seniculus* presentó fluctuaciones que también se vieron influenciadas por la productividad de frutos del bosque, cabe resaltar que este es el primer estudio en el que se encuentra un mayor porcentaje de tiempo invertido en el consumo de frutos que en el consumo de hojas, por lo que se mantiene la hipótesis de que *A. seniculus* es un folívoro facultativo que prefiere el consumo de frutos cuando estos se encuentran en abundancia.

Finalmente, sería necesario realizar estudios que busquen cuantificar efectivamente las vocalizaciones de *A. seniculus* con el fin de determinar si estas son mayores en períodos con mayor productividad de frutos. Si bien no se conocen bien las interacciones y funciones de estas vocalizaciones entre poblaciones simpátricas de *A. seniculus*, parece ser que la evitación de eventos agonísticos y la delimitación de rangos de hogar son posibles explicaciones a el auge de estos eventos durante el tiempo de estudio.

## REFERENCIAS

- Altman, J. (1974). Observational study of behavior: Sampling methods. *Behavior* 49: 227- 267.
- Alvis, N. (2012). *Patrón de actividad, dieta, área de actividad y dispersión de semillas de Alouatta seniculus en un fragmento de bosque en San Juan del Carare (Santander)* (Tesis de pregrado) Facultad de ciencias, Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima. 88 pp.
- Armenteras, D., Gast, F. y Villareal, H. (2003). Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* 113: 245-256.



Arroyo-Rodríguez, V, y Mandujano, S. (2006). Forest fragmentation modifies habitat quality for *Alouatta palliata*. *International Journal of Primatology*, 27(4):1079-1096.

Arroyo-Rodríguez, V., Cuesta-del Moral., E., Mandujano, S., Chapman, C.A., Reyna-Hurtado, R, y Fahrig, L. (2013). Assessing habitat fragmentation effects on primates: The importance of evaluating questions at the correct scale. En L.K. Marsh, y C.A. Chapman. (Eds.), *Primates in fragments* (pp. 13-25). New York, United States of America: Springer.

Behie, A.M. y Pavelka, S.M. (2015). Fruit as a key factor in howler monkey population density: Conservation implications. En M.M. Kowalewski, P.A. Garber, Cortés-Ortiz, L, Urbani, B y D, Youlatos. (Eds.), *Howler monkeys, behavior, ecology and conservation* (pp. 357-382). New York, United States of America: Springer

Bergman, T.J., Cortés-Ortiz, L., Dias, P.A., Ho, L., Adams, D., Canales-Espinosa, D., Kitchen, D.M. (2016). Striking differences in the louf calls of howler monkey sister species (*Alouatta pigra* and *A. palliata*). *American Journal of Primatology* 78 (7): 755-766.

Briseño-Jaramillo, M., Estrada, A., Lemasson, A. (2015). Behavioural innovation and cultural transmission of communication signal in black howler monkeys. *Scientific Reports* 5, article 13400.

Chapman C, A., Wrangham, R., Hunt, K., Gardner, L. (1992). Estimators of fruit abundance of tropical trees. *Biotropica* 24: 527-531

Chapman, C.A., y Russo, S.E. (2006). Primate seed dispersal: Linking behavioral ecology with forest community structure. En C.J. Campbell., A.F. Fuentes., K.C. MacKinnon., M. Panger., y S. Bearder. (Eds.), *Primates in Perspective*. (pp. 510 - 519). USA: Oxford University Press.

Cristóbal-Azkarate, J, y Arroyo-Rodríguez, V. (2007). Diet and activity pattern of howler monkeys (*Alouatta palliata*) in Los Tuxtlas, Mexico: Effects of habitat fragmentation and implications for conservation. *American Journal of Primatology* 69: 1013-1029.

Defler, T. (2010). *Historia Natural de los Primates Colombianos*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

De Thoisy, B, y Richard-Hansen, C. (1997). Diet and social behaviour changes in a red howler monkey (*Alouatta seniculus*) troop in a highly degraded forest. *Folia primatologica* 68: 357-361.

Días, P.A.D., Coyohua-Fuentes, A., Canales-Espinosa, D, y Rangel-Negrín, A. (2015). Group structure and dynamics in black howlers (*Alouatta pigra*): A 7-year perspective. *International Journal of Primatology* 36: 311-331.

Estrada, A., Solano, J., Ortíz-Martínez, T., Coates-Estrada, R. (1999). Feeding and general activity patterns of a howler monkey (*Alouatta palliata*) troop living in a forest fragment at Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology* 48 (3): 167-183.

Etter, A., McAlpine, C., Pullar, D, y Possingham, H. (2006). Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drives, patterns and rates. *Journal of environmental Management* 79: 74-87.

Etter, A., Sarmiento, A, y Romero, M. (2011). Land use changes (1970-2020) and the carbon emissions in the Colombian Llanos. En M, Hill, y N.P. Hanan. (Eds.). *Ecosystem function in savannas: measurement and modeling at landscape to global scales* (pp. 383-402). Boca Ratón, Estados Unidos: CRC Press.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 487-515.

Garner, P.A., Righini, N., Kowalewski, M.M (2015). Evidence of alternative dietary syndromes and nutritional goals in the genus *Alouatta*. En M.M. Kowalewski, P.A. Garber,

Cortés-Ortiz, L, Urbani, B y D, Youlatos. (Eds.), *Howler monkeys, behavior, ecology and conservation* (pp. 85-109). New York, United States of America: Springer.

Gaulin, S. y Gaulin, C. (1982). Behavioral ecology of *Alouatta seniculus* in Andean cloud forest. *International Journal of Primatology* 3: 53-90.

Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds.). (2016). Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

Gómez-Posada, C., Martínez, J., Giraldo, P, y Kattan, G.H. (2007). Density, habitat use, and ranging patterns of Red Howler Monkeys in a Colombian Andean forest. *Neotropical Primates* 14 (1): 2-10.

Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., Davies, K.F., Gonzales, A., Holt, R.D. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science advances* 1 (2).

Herrera, J.M, y García, D. (2010). Effects of forest fragmentation on seed dispersal and seedling establishment in Ornithochorous Trees. *Conservation Biology* 24: 1089-1098.

Izawa, K. (1993). Soil-eating by *Alouatta* and *Ateles*. *International Journal of Primatology* 14: 229-242.

Jildmalm, R., Amundin, M., Laska. M. (2008). Food preferences and nutrient composition in captive White-handed Gibbons, *Hylobates lar*. *International Journal of Primatology* 29: 1535-1547.

Julliot, C, y Sabatier, D. (1993). Diet of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*) in French Guiana. *International Journal of Primatology* 14(4): 527-550).

Kappeler, P.M. y Watts, D.P. (Eds.) (2012). Long-term field studies of primates. Springer, Berlin, Germany.

- Koné, I., Lambert, J.E., Refisch, J, y Bakayoko, A. (2008). Primate seed dispersal and its potential role in maintaining useful tree species in the Taï region, Côte-d'Ivoire: implications for the conservation of forest fragments. *Tropical Conservation Science* 1 (3): 293-306.
- Laska, M., Hernández-Salazar, L.T., Rodríguez-Luna, E. (2000). Food preferences and nutrient composition in captive spider monkeys, *Ateles geoffroyi*. *International Journal of Primatology*, 21(4): 671-683.
- Leighton, M. (1992). Modeling dietary selectivity by Bornean orangutans: Evidence for integration of multiple criteria in fruit selection. *International Journal of Primatology*, 14(2): 257-313.
- Link, A., De Luna, A.G., Alfonso, F., Giraldo-Beltrán, P., Ramírez, F. (2010). Initial effects of fragmentation on the density of three neotropical primate species in two lowland forests of Colombia. *Endangered Species Research*, 13: 41-50.
- Magrath, A., Laurance, W.F., Larrinaga, A.R, y Santamaria, L. (2014). Meta-Analysis of the effects of forest fragmentation on interspecific interactions. *Conservation Biology* 28 (5): 1342-1348.
- Martínez-Gómez, J., Gómez-Posada, C., Giraldo, P., Kattan, G. (2010). Patrón de actividad y dieta del mono aullador rojo en un bosque andino (57-67). En V. Pereira-Bengoa, P.R. Stevenson, M.L Bueno, y F. Nassar-Montoya. *Primatología en Colombia: Avances al principio del milenio*. Fundación Universitaria San martin, Bogotá, Colombia.
- Marsh, C., Link, A., King-Bailey, G, y Donati, G. (2016). Effects of fragment and vegetation structure on the population abundance of *Ateles hybridus*, *Alouatta seniculus* and *Cebus albifrons* in Magdalena Valley, Colombia. *Folia Primatologica* 87: 17-30.
- Milton, K. (1989). The foraging strategy of howler monkeys. A study in primate economics. New York: Columbia University Press.

Neves, A.M.S y Rylands, A.B. (1991). Diet of a group of howling monkeys *Alouatta seniculus* in an isolated forest patch in central Amazonia. *A Primatologia no Brasil* 1, 263-274.

Palacios, E. y Rodríguez, A. (2001). Ranging pattern and use of space in a group of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a southeastern colombian rainforest. *American Journal of Primatology* 55 (4): 233-251.

Palma, A.C., Vélez, A., Gómez-Posada, C., López, H., Zárate, D.A, y Stevenson, P.R. (2011). Use of space, activity patterns, and foraging behavior of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in an Andean forest fragment in Colombia. *American Journal of Primatology* 73: 1062-1071.

Parra, A., Moreno, R, y Claro, R. (2015). Estrategia Nacional de Polinizadores: una apuesta de país. En M.F. Gómez., L.A. Moreno., G.I. Andrade, Y C. Rueda. (Eds.), *Biodiversidad 2015: Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Ficha 301. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto Alexander von Humboldt.

Pavelka, M.S. y Knopff, K.H. (2004). Diet and activity in black howler monkeys (*Alouatta pigra*) in southern Belize does degree of frugivory influence activity level? *Primates* 45(2): epub 2004 Jan 21.

Prugh, L.R., Hodges, K.E., Sinclair A.R.E, y Brashares, J.S. (2008). Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations. *PNAS* 105(52): 20770-20775.

Rimbach, R., Link, A., Heistermann, M., Gómez-Posada, C., Galvis, N, y Heymann, E.W. (2013). Effects of logging, hunting, and forest fragment size on physiological stress levels of two sympatric ateline primates in Colombia. *Conservation Physiology* 1: 1-11. doi: 10.1093/conphys/cot031.

Righini, N., Garber, P., Rothman, J. (2015). The effects of plan nutritional chemistry on food selection of Mexican black howler monkeys (*Alouatta pigra*): The role of lipids. *American Journal of Primatology* December, 2015: 1-15.

Rondón, S., Ortiz, M., León, C., Galvis, N., Link, A, y González, C. (2017). Seasonality, richness and prevalence of intestinal parasites of three neotropical primates (*Alouatta seniculus*, *Ateles hybridus* and *Cebus versicolor*) in a fragmented forest in Colombia. *International Journal of Parasitology: Parasites and Wildlife* 6: 202-208.

Shanahan, M., So, S., Compton, S.G., Corlett, R. (2001). Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. *Biological Review* 76: 529-572.

Stevenson, P.R. (2000). Seed dispersal by Woolly Monkeys (*Lagothrix lagotricha*) at Tinigua National Park, Colombia: Dispersal Distance, Germination Rates, and Dispersal Quantity.

Stevenson, P.R. (2001). The relationship between fruit production and primate abundance in Neotropical communities. *Biological Journal of the Linnean Society* 72: 161-178.

Stevenson, P.R, y Aldana, A.M. (2008). Potential effects of ateline extinction and forest fragmentation on plant diversity and composition in the Western Orinoco Basin, Colombia. *International Journal of Primatology* 29: 365-377.

Stevenson, P.R., Guzmán, D.C., Defler, T. (2015). Conservation of Colombian promates: an analysis of published research. *Tropical Conservation Science* Vol. 3(1): 45-62.

Stevenson, P.R., Beltrán, M.L., Quiñones, M.J, y Ahumada, J.A. (2015). Differences in

home range, activity patterns and diet of red howler monkeys in a continuous forest and a forest fragment in Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 39 (153): 503-513.

Wenny, D., Sekercioglu, C., Whelan, C.J, y Cordeiro, N. (2012). Ecosystem services: Seed dispersal by terrestrial avian frugivores. Conference paper: *Ecological Society of America*.

Wunderle, J. (1997). The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99: 223-235.