

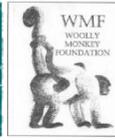


**DENSIDAD POBLACIONAL Y ESTRUCTURA DE GRUPO DE *Ateles hybridus*  
EN LA SERRANÍA DE SAN LUCAS (BOLÍVAR-COLOMBIA)**

***FREDY DE JESÚS QUINTERO SANDOVAL***

***KAREM JOHANNA GÓMEZ CADENAS***

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
BIOLOGIA  
MEDELLÍN  
2011**



**DENSIDAD POBLACIONAL Y ESTRUCTURA DE GRUPO DE *Ateles hybridus*  
EN LA SERRANÍA DE SAN LUCAS (BOLÍVAR-COLOMBIA)**

***FREDY DE JESÚS QUINTERO SANDOVAL***  
Universidad de Antioquia

***KAREM JOHANNA GÓMEZ CADENAS***  
Universidad del Magdalena

**Trabajo de grado requisito para optar por el título de  
BIÓLOGO**

**Director del Proyecto:**  
NESTOR JAVIER RONCANCIO DUQUE – *M. Sc.*  
Wildlife Conservation Society-Colombia

**Asesor enlace:**  
SERGIO ALCIDES SOLARI TORRES – *Ph. D.*  
Universidad de Antioquia

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**BIOLOGIA**  
**MEDELLÍN**  
**2011**

*“Se debe hacer todo tan sencillo como sea posible, pero no más sencillo”.*

*Albert Einstein.*

***A Dios por llenar mi vida de tantas bendiciones.***

***A mi mamá, por ser la mujer que me ha inspirado a salir adelante.***

***Y a Fredy, por ser un compañero inigualable.***

Karem.

*“A veces sentimos que lo que hacemos es tan solo una gota en el mar, pero el mar  
sería menos si le faltara una gota”*

*Teresa de Calcuta.*

***Al Creador, por permitirnos contemplar su obra maravillosa.***

***A mi Papá, por enseñarme a ser un hombre de principios.***

***A mi Mamá, por su ternura y calidez en todo momento.***

***A Karem, por estar a mi lado en esta aventura.***

***Y especialmente a J. E. S., por su legado inconmensurable.***

Fredy.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue posible gracias al apoyo económico y logístico del programa Colombia de la Wildlife Conservation Society-WCS, Woolly Monkey Foundation y Margot Marsh Biodiversity Foundation.

A Nestor Roncancio, nuestro director, por permitirnos hacer parte de este proyecto y transmitirnos de buen agrado su valioso conocimiento y experiencia durante todo el proceso.

A nuestros padres, hermanos y demás familiares quienes con su apoyo incondicional y motivación nos ayudaron a llegar a este punto de nuestras vidas: gracias.

Al profesor Sergio Solari por su asesoría durante el proceso de la investigación.

A Ana María Aldana y colaboradores, Felipe Alfonso Cortés, Lina García y Amilvia Acosta, por facilitarnos los datos de sus estudios y permitirnos compararlos con los nuestros.

A Jaime Cerro por permitirnos el acceso a la Serranía de San Lucas y poner a nuestra disposición la finca de su familia.

A la señora Lola, el señor Ismael, la señora Esperanza, al “Mañe” y demás habitantes de Juan Sobrino, quienes fueron una parte fundamental del trabajo en campo y sin los cuales nos habiéramos perdido de momentos muy agradables y amenos.

A la Universidad del Magdalena y a la Universidad de Antioquia, por haber sido los pilares de nuestra formación y nuestras segundas casas durante el recorrido de nuestras carreras.

A Rosana Londoño quien siempre nos colaboró con sus revisiones y favores durante el proceso.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN .....	10
2. INTRODUCCIÓN .....	11
3. HIPÓTESIS.....	15
4. OBJETIVOS .....	15
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
5. MÉTODOS.....	16
5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA .....	16
5.2 DENSIDAD POBLACIONAL .....	17
5.3 COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE <i>Ateles</i> <i>hybridus</i> EN“LA SERRANÍA DE SAN LUCAS” CON LA DE OTRAS LOCALIDADES ESTUDIADA.....	19
5.4 ESTRUCTURA DE GRUPO .....	19
5.5 ANÁLISIS DE DATOS.....	20
5.5.1 Densidad Poblacional .....	20
5.5.2 Comparación de las densidad poblacionales de <i>Ateles</i> <i>hybridus</i> .....	21
6. RESULTADOS.....	22
6.1 DENSIDAD POBLACIONAL.....	22

6.2 COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE <i>Ateles hybridus</i> EN LA SERRANÍA DE SAN LUCAS CON LA DE OTRAS LOCALIDADES .....	22
6.3 ESTRUCTURA DE GRUPO .....	23
7. DISCUSIÓN .....	24
8. CONCLUSIONES .....	30
9. RECOMENDACIONES.....	31
BIBLIOGRAFÍA .....	37

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
<b>FIGURA 1.</b> Área de distribución de <i>A. hybridus</i> en Colombia.....	32
<b>FIGURA 2.</b> Ubicación del área de estudio en la vereda Juan Sobrino, Departamento de Bolívar.....	33
<b>FIGURA 3.</b> Comparación de intervalos de confianza de densidad de <i>A. hybridus</i> .....	33

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>TABLA 1.</b> Esfuerzo de muestreo por transecto.....	34
<b>TABLA 2.</b> Comparación de densidades poblacionales de <i>A. hybridus</i> .....	35
<b>TABLA 3.</b> Proporciones sexuales por grupo.....	35
<b>TABLA 4.</b> Comparación de Densidades Poblacionales del Género <i>Ateles</i> utilizando transectos lineales.....	36

## 1. RESUMEN

La marimonda del magdalena, *Ateles hybridus*, es un primate casi endémico de Colombia, clasificado como especie en peligro crítico (CR) en la lista roja de la UICN y se encuentra entre las 25 especies de primates más amenazadas del mundo. Se conoce muy poco acerca del estado en la naturaleza, las tendencias poblacionales y la respuesta a la fragmentación de esta especie. El objetivo principal de este estudio fue estimar y comparar la densidad poblacional con otros estimados para la especie y determinar la estructura de grupo de *A. hybridus* en el frente de deforestación de un bosque continuo en la Serranía de San Lucas, al suroccidente del departamento de Bolívar, Colombia. Durante 5 meses (entre mayo y septiembre del 2010) se empleó el método de muestreo a distancia con transectos lineales para estimar la densidad poblacional. Posteriormente, los datos fueron analizados con el programa DISTANCE 6.0. Se obtuvo una densidad poblacional de 32 individuos/km<sup>2</sup> (IC95%=19.3-52.9) y 10.5 grupos/Km<sup>2</sup> (IC95%= 6.6-16.7). La densidad poblacional de *A. hybridus* en la Serranía de San Lucas no fue significativamente distinta a la de las otras localidades. La proporción entre machos y hembras adultas fue de 1:1.63, mientras que la proporción de hembras adultas e inmaduros fue de 1:0.45. El tamaño promedio de subgrupo de 3 individuos (IC95% = 2.4-3.7) es similar a lo registrado para la especie. Este tamaño corresponde al sistema de organización social fisión-fusión característico del género. El área de estudio es probablemente la zona más conservada donde se han realizado estudios sobre *A. hybridus* en los últimos 30 años.

**Palabras Clave:** Densidad Poblacional, Estructura de Grupo, Fragmentación, *Ateles hybridus*, Serranía de San Lucas, Muestreo a distancia con transectos lineales.

## 2. INTRODUCCIÓN

En la naturaleza, las poblaciones muestran variaciones temporales y espaciales de acuerdo a la disponibilidad de recursos o a factores ambientales (Davidson & Andrewartha, 1948; Turchin, 1995; Rudran & Fernández-Duque, 2003; Begon *et al.*, 2006). Estas variaciones se ven reflejadas principalmente en los cambios en las tasas de natalidad y supervivencia (Smith & Smith, 2006). Cuando una población se ve afectada negativamente por eventos que disminuyen su crecimiento, el tamaño de la población es un factor crucial en su destino (Miller & Lacy, 2003; Rockwood, 2006); las poblaciones grandes pueden recuperarse ante cualquier desastre más fácilmente que las poblaciones pequeñas (Shaffer, 1981, Rieman & Allendorf, 2001).

La pérdida de diversidad genética por deriva génica y/o endogamia, es una causa potencial de extinción en poblaciones pequeñas; reduciendo la habilidad de la población a adaptarse ante nuevas enfermedades, depredadores y cambios ambientales (Wright, 1929; Estrada & Coates-Estrada, 1996; Futuyma, 2006; Grativol *et al.*, 2001; Chapman *et al.*, 2005; Hartl & Clark, 2007; Kliman *et al.*, 2008). Además, la estructura social de especies con comportamientos complejos puede romperse, alterando el apareamiento, el forrajeo y la defensa contra depredadores (Storz, 1999; Dobson *et al.*, 2004). Al mismo tiempo, se espera que en condiciones de baja densidad se presente una declinación en la reproducción y la supervivencia de la población, debido al efecto Allee (Allee, 1931; Courchamp *et al.*, 2008; Somers *et al.*, 2008).

Los primates son el orden de mamíferos más amenazado en el país, con 21 de sus 27 taxones, dentro de las categorías de amenaza de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Rodríguez-Mahecha *et al.*, 2006). *Ateles hybridus* (l. Geoffroy - St. Hilaire 1829), una especie casi endémica de Colombia (Defler, 2003), es uno de los 25 primates más amenazados del mundo según la

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN (Mittermeier *et al.*, 2009). Su distribución en Colombia va desde la región entre el bajo Río Cauca y el Río Magdalena hasta la cordillera oriental en la frontera con Venezuela (Defler, 2003; Hernández-Camacho & Cooper, 1976) (Figura 1) y su hábitat original se encuentra altamente fragmentado (Defler *et al.*, 2003).

En Colombia el 85% del área de bosques premontanos y montanos ha sido alterada en algún grado, la mayor parte de manera severa (Cavelier *et al.*, 2001; Orejuela, 1985). De los 164.463 km<sup>2</sup> de área de distribución potencial de la especie solo un 18.8% cuenta aún con remanentes de bosques y tan sólo la mitad de esta área, presenta bosque continuo. De esta área remanente, sólo el 0.67% hace parte de los Parques Nacionales Naturales (Morales, 2004).

Las amenazas más grandes para las poblaciones de *Ateles hybridus* son la fragmentación y degradación del bosque, el tráfico de animales y la caza ilegal (Defler *et al.*, 2003; Palacios *et al.*, 2009; Urbani *et al.*, 2008). Además de esto, *A. hybridus* al igual que las demás especies del género *Ateles*, posee características como masa corporal (de 7 a 9 kg, entre los primates más grandes del neotrópico), dieta (hasta el 85% de su dieta son frutas maduras), densidad poblacional (entre 9 a más de 30 individuos/Km<sup>2</sup>), reproducción (1 sola cría cada 3 o 4 años), patrones de actividad (entre 1.5 a 3.5 Km de recorrido diario) y área de dominio vital (desde 60 hasta 350ha) que los convierte en animales no solo extremadamente vulnerables a cualquier tipo de alteración de su hábitat, sino en especies clave para el funcionamiento del mismo (Chapman & Ordendonk, 1998; Stevenson *et al.*, 2002; Defler, 2003; Link y Di Fiore, 2006; Takahashi, 2008).

Para tomar decisiones acerca del manejo y conservación de *A. hybridus*, es necesario conocer el estado actual de las poblaciones aún existentes en los bosques. Para eso, hay que tener en cuenta que la fragmentación de los bosques trae consigo cambios en atributos a nivel poblacional tales como: densidad, distribución espacial, tasa de mortalidad, tasa reproductiva y probabilidad de

extinción (Tamayo, 1997). Por lo anterior es necesario obtener información sobre parámetros demográficos tales como la densidad poblacional, tamaño medio de los grupos, y la composición por edades y sexos para las poblaciones remanentes de la especie.

A pesar de que *A. hybridus* es una especie prioritaria para la conservación aún son escasos los estudios y no hay programas de conservación en Colombia para este primate (Defler, 2003). En la Serranía de San Lucas sólo se han realizado dos estudios (Green, 1978; Bernstein *et al.*, 1976) sobre densidad poblacional de esta especie, pero datan de hace más de 30 años. En esas investigaciones se encontró a *A. hybridus* sólo en bosques continuos no perturbados, haciendo evidente la vulnerabilidad de la especie a la fragmentación.

Posteriormente, no se realizaron investigaciones de la especie hasta comienzos de la última década. Estos trabajos en su mayoría fueron llevados a cabo en pequeñas reservas, haciendas o fragmentos de bosque muy pequeños, enfocándose en los efectos de la fragmentación sobre la especie y el mantenimiento de esta en parches aislados (Morales, 2004; Díaz-Cubillos, 2007; Guerrero, 2007; Aldana *et al.*, 2008; Ramírez, 2008; Alfonso, 2009; Arango, 2009; Roncancio *et al.*, 2010a, 2010b). Estos estudios revelaron que la situación de *A. hybridus* en su hábitat es aún más crítica que hace 30 años. Algunas de las poblaciones estudiadas están virtualmente condenadas a la extinción, porque viven en pequeños parches aislados sin posibilidad de intercambio genético y sus números de población son muy bajos.

Aunque en los últimos años se retomaron las investigaciones, aún hay un gran desconocimiento en nuestro país sobre la abundancia y otros aspectos ecológicos de *A. hybridus* en condiciones naturales. Todo esto sumado a la urgencia de consolidar las bases para un adecuado plan de manejo y conservación de este primate, hace necesario llevar a cabo más estudios que continúen y

complementen la línea de investigación que se ha empezado desde hace pocos años.

Este trabajo hace parte del programa de la Wildlife Conservation Society (WCS) para la conservación de primates en el Magdalena medio. En la presente investigación se calculó la densidad poblacional y se determinó la estructura de grupo de la especie en un frente de deforestación en la Serranía de San Lucas. Asimismo, se comparó la densidad con la de otros estudios de la misma especie en diferentes localidades. Esperamos que este estudio sirva para consolidar las bases para un adecuado plan de manejo y conservación de esta especie.

### **3. HIPÓTESIS**

La densidad poblacional de *A. hybridus* en el área de estudio es menor que las densidades estimadas de la misma especie en otras localidades.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Estimar la densidad y estructura poblacional de *Ateles hybridus* en el frente de deforestación de un bosque maduro continuo ubicado en la Serranía de San Lucas al sur de Bolívar.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar la densidad poblacional de *A. hybridus* en un frente de deforestación en el área de estudio y compararla con la registrada en otras localidades.
- Determinar la estructura de grupo (i.e., número de individuos, proporción de sexos y edades) de *A. hybridus* en el área de estudio.

## 5. MÉTODOS

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

La Serranía de San Lucas, es un macizo de aproximadamente 180 Km de extensión, cubierto completamente por bosque húmedo tropical premontano y montano (Holdridge, 1967; IGAC, 2002). Geográficamente comprende la región de montaña limitada al oriente por el cauce central del Río Magdalena, al occidente por el cauce central del Río Cauca, al sur del departamento de Antioquia y al norte del Brazo de Loba del Río Magdalena. El área evaluada comprende a 260 ha de bosque ubicado en el extremo noroeste de la serranía (8°20'N 74°07'W). Se encuentra en la vereda Juan Sobrino, corregimiento de Puerto Venecia, municipio de Achí, departamento de Bolívar (Figura 2). La altura está entre los 14 y los 800 m.s.n.m., la temperatura media anual es de 25.7°C, la humedad relativa promedio es del 80% y la precipitación anual promedia los 3116 mm con una media mensual de 259,9 mm (Hijmans *et al.*, 2005).

El bosque tiene una altura promedio de 13,64m ( $\sigma = 6,681\text{m}$ ) y un DAP promedio de 27,4 cm ( $\sigma = 19,52\text{cm}$ ). El bosque evaluado está dominado por plantas de las familias Urticaceae, Malvaceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae y Moraceae. Las especies más abundantes son *Boehmeria* sp., *Heliocarpus* sp., *Spondias mombin*, *Trichospermum mexicanum*, *Calatola costaricensis*, *Ficus* sp. y *Sapium* sp. También se registraron especies de especial interés como *Cryosophila kalbreyeri*, *Astrocaryum standleyanum*, *Eschweilera sclerophylla*, *Uribea tamarindoides* y *Compsonera* sp.

## 5.2 DENSIDAD POBLACIONAL

Para estimar la densidad poblacional de *A. hybridus* se empleó el método de muestreo por distancias con transectos lineales (Peres, 1999; Buckland *et al.*, 2001) el cual implica contar los animales vistos por un observador que camina a lo largo de una línea de transecto, midiendo la distancia perpendicular hasta el punto donde se observó el animal o hasta el centro geográfico del grupo observado (Peres, 1999). Esta metodología se llevó a cabo bajo los siguientes supuestos:

1. Los animales encontrados a cero metros de distancia perpendicular al transecto son siempre detectados, es decir, la probabilidad de detección es igual a 1.
2. Los datos de los animales detectados deberán ser registrados en la posición inicial en que fueron observados por primera vez, y evitar que los individuos sean contados dos o más veces.
3. Las distancias deberán ser medidas con exactitud.
4. Las observaciones deben ser eventos independientes.

Antes del comienzo del estudio se realizó un pre-muestreo, en el cual se hizo un reconocimiento de la zona, se abrieron los transectos y se entrenaron los observadores. En total se abrieron 16 transectos con una longitud total de 8.5 Km y un promedio de 532,7 m ( $DS \pm 122,3$ ). Los transectos A, B, C, D, E, F, G y N se realizaron siguiendo un rumbo establecido con la ayuda de una brújula. Los transectos H, I, J, K, L1, L2, M1 y M2 se realizaron siguiendo caminos abiertos por los campesinos a través del bosque. El recorrido de los transectos se marcó con cintas marcadoras de colores cada 30 m. Los transectos fueron recorridos en promedio 15,7 veces, acumulando un esfuerzo de muestreo de 133,5 Km (Tabla 1).

En los muestreos sólo se incluyeron los registros visuales directos de la especie. Los recorridos se llevaron a cabo entre las 7:00 y las 12:00 horas y las 14:00 y las 18:00 según lo sugerido por Peres (1999), utilizando binóculos con aumento de 10x50. Cada transecto se recorrió silenciosamente, escrutando la vegetación a una velocidad promedio de 0.5 km/hora (Krebs, 1999; Estrada & Coates-Estrada, 1996). Cada vez que se localizó un individuo o grupo de la especie, se midió la distancia perpendicular al transecto (desde el centro geográfico del grupo) y se realizó el conteo de los individuos, se registró la clase de edad diferenciando entre adultos, subadultos, juveniles e infantes, y determinando el sexo para individuos adultos y subadultos (Peres, 1999; DeFler, 1981).

Los recorridos de los transectos fueron realizados por un observador a la vez la mayor parte de las veces. Aunque se supone que la probabilidad de detección es la misma entre los observadores, todos los transectos fueron recorridos por los observadores para eliminar posibles sesgos asociados a la repetición de los recorridos por un mismo observador (Roncancio *et al.*, 2008). Con el objetivo de mantener constante la probabilidad de detección a lo largo de los transectos, los investigadores permanecieron un máximo de 15 minutos por observación (Peres, 1999), para alterar lo menos posible la velocidad promedio de 0,5 km/h. Luego de terminar el recorrido se esperaba por lo menos una hora antes realizar el recorrido de vuelta por el mismo transecto. Esto se hizo asumiendo que este tiempo es suficiente para que los primates se distribuyan naturalmente en el bosque y que su ubicación no dependiera del encuentro previo con los observadores.

### **5.3 COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE *Ateles hybridus* EN “LA SERRANÍA DE SAN LUCAS” CON LA DE OTRAS LOCALIDADES ESTUDIADAS**

Se recopilaron los datos de las estimaciones de densidad poblacional de *A. hybridus* realizadas por Roncancio *et al.* (2010a, 2010b), Aldana *et al.* (2008) y Alfonso (2009). Estos autores suministraron los datos de los censos y dieron autorización para que estos se trataran de la misma manera que los datos recogidos en la Serranía de San Lucas, con el fin de que los resultados fueran comparables.

### **5.4 ESTRUCTURA DE GRUPO**

La estructura del grupo de *A. hybridus* se determinó por medio de los conteos completos de subgrupos realizados durante los censos. A los individuos observados se les registró la clase de edad diferenciando entre adultos, subadultos, juveniles e infantes, y el sexo para adultos y subadultos (Peres 1999). A los individuos que no fueron identificados se les asignó la categoría de indeterminados; para estos, la clase de edad se estableció mediante diferencias en el tamaño de los individuos. Esta especie no presenta caracteres evidentes de dimorfismo sexual y la determinación del sexo se realizó mediante el reconocimiento del clítoris, el cual es conspicuo en las hembras. (Varela, 2005)

## 5.5 ANÁLISIS DE DATOS

### 5.5.1 Densidad poblacional

La densidad poblacional se estimó con el programa DISTANCE 6.0 (Thomas *et al.*, 2010). El análisis se corrió con una base de datos que contenía los transectos, el esfuerzo total de muestreo para cada transecto (m), las medidas de distancia perpendicular (m) y el número de individuos contados en cada observación de los primates.

El objetivo del análisis del muestreo a distancia, es ajustar una función de detección de las distancias perpendiculares de las observaciones y usar esta función, para estimar la proporción de objetos que no se detectaron en el muestreo. De esta forma, se puede obtener el valor real de la densidad y la abundancia de objetos en el área muestreada (Thomas *et al.*, 2002).

Para hallar la función de detección que mejor se ajustaba, se comparó la distribución de frecuencias de las distancias perpendiculares con seis modelos: 1. *Half normal con serie de expansión Coseno*, 2. *Half normal con Hermite polynomial*, 3. *Uniforme con Coseno*, 4. *Uniforme con Simple polynomial*, 5. *Hazard-rate con Coseno* y 6. *Hazard-rate con Simple polynomial*. De los anteriores modelos se eligió el que presentó el menor valor en el criterio de información de Akaike (AIC). El AIC es un método cuantitativo para la selección del modelo que mejor se ajusta a los datos y que emplea menor número de parámetros (Buckland *et al.*, 2001).

La varianza muestral de la densidad poblacional fue calculada empíricamente cómo la suma de la varianza muestral de la tasa de encuentro, la varianza

muestral del estimado de la probabilidad de detección y la varianza muestral del tamaño de grupo (Buckland *et al.*, 2001).

### **5.5.2 Comparación de las densidades poblacionales de *Ateles hybridus***

La comparación de las densidades poblacionales entre localidades se hizo por medio de un gráfico de intervalos de confianza. Cuando los intervalos de confianza de dos sitios se solaparon más de un 25%, se consideró que no había evidencia en favor de que las densidades poblacionales en ambos fueran significativamente diferentes con un nivel de confianza del 95% (Cumming *et al.*, 2007).

## 6. RESULTADOS

### 6.1 DENSIDAD POBLACIONAL

Se obtuvieron 57 registros visuales de *Ateles hybridus* durante el estudio. La distribución de frecuencias de las distancias perpendiculares presentó un mejor ajuste al modelo Uniforme con serie de expansión Coseno.

La densidad poblacional estimada de *A. hybridus* en el área de estudio fue de 32 individuos/Km<sup>2</sup> (IC95%=19.3-52.9) y 10.5 grupos/Km<sup>2</sup> (IC95%= 6.6-16.7), con coeficientes de variación del 25.26% y 22.76% respectivamente. El componente que más aportó a la varianza de la densidad fue la tasa de encuentro en un 61.1%, seguido por la probabilidad de detección en un 20% y el tamaño de grupo en un 18.9%.

### 6.2 COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE *Ateles hybridus* EN LA SERRANÍA DE SAN LUCAS CON LA DE OTRAS LOCALIDADES

No se encontraron diferencias significativas, con un nivel de confianza del 95%, entre la densidad poblacional de *A. hybridus* en la Serranía de San Lucas con las estimadas en los otros estudios (Figura 3) (Tabla 2).

### **6.3 ESTRUCTURA DE GRUPO DE *Ateles hybridus***

El tamaño promedio de los grupos fue de tres individuos (IC95%=2.62-4.09). La relación hembras – machos fue de 1:1,63 y hembras – inmaduros (juveniles e infantes) fue de 1:0,45 (Tabla 3).

## 7. DISCUSIÓN

Las densidades poblacionales del género *Ateles* mayores a 25 ind/Km<sup>2</sup> han sido consideradas altas (Weghorst, 2007). Sin embargo, éstas muestran una gran variabilidad (Tabla 4). Factores como la disponibilidad de recursos, la depredación, las enfermedades, la competencia interespecífica, el grado de conservación del hábitat y eventos históricos, influyen en la variación de la densidad (Chiarello, 1999; Coulson *et al.*, 2001; Rudran & Fernández-Duque, 2003).

La mayor parte de estos estudios sobre densidades se realizaron con el método de transectos lineales sin tener en cuenta la probabilidad de detección, considerando por ende que la probabilidad de ver un primate es 1, a pesar de la distancia del transecto. (Buckland *et al.*, 2010). Esto conlleva a que los valores de densidad estén subestimados. Además, muchos de estos estudios ignoran dos principios básicos del diseño de estos métodos: la replicación y la aleatorización; por lo que se encuentran estudios con muy pocos transectos y distribuidos subjetivamente a lo largo de caminos. Por eso es difícil comparar la densidad poblacional de este estudio con datos anteriores del género *Ateles*.

Los estudios realizados sobre densidad poblacional del género *Ateles* con el programa DISTANCE, son muy pocos y muy recientes (Tabla 4) (Wallace *et al.*, 1998; Aldana *et al.*, 2008; Alfonso, 2009; Roncancio, *et al.*, 2010a, 2010b). Con esta metodología se asume que la probabilidad de detectar un animal es 1, a distancia 0 del transecto, y esta disminuye al aumentar la distancia del transecto en que se realiza la detección (Thomas *et al.*, 2010). Además, con este programa se puede saber qué factor es el que está contribuyendo más a la varianza (Probabilidad de detección, Tasa de encuentro y tamaño de grupo) y por ende se puede tener un mejor control de esta; a diferencia de otras metodologías.

La densidad poblacional de *Ateles hybridus* en la Serranía de San Lucas no fue significativamente distinta a la de las otras localidades (Figura 3). Este resultado puede deberse a que los coeficientes de variación de densidad poblacional son altos para todos los sitios (>10%) (Roncancio, 2009), especialmente en el bosque no perturbado de La Serranía de las Quinchas (Tabla 2). El componente que más aportó a la variación de la densidad poblacional fue la tasa de encuentro un 60%, es decir, la tasa de encuentro variaba mucho entre los transectos.

La tasa de encuentro puede variar por muchas razones, especialmente en un área de gran tamaño como la evaluada. La zona presenta una topografía muy accidentada, con muchas pendientes y riscos, que hacen que el área sea aún más heterogénea de lo que sería un lugar plano. Además, la cobertura vegetal es variada, por lo que la oferta de alimento es diferente para las marimondas a través de toda la zona. Estos primates se distribuyen de distintas maneras en el área. Las marimondas son animales de comportamiento muy complejo, sus hábitos no se ajustan a tendencias que los hagan fácilmente predecibles y la conducta de los grupos puede ser diversa (Defler, 2003; Takahashi, 2008); por eso, frecuentan más unos lugares que otros y los avistamientos van a ser más altos en determinados transectos.

Para disminuir la variación en la tasa de encuentro sería necesario aumentar el número de muestras (Transectos) dentro de la misma área (Roncancio, 2009; Buckland *et al.*, 2001; Morris & Doak, 2002; Thompson, 2002). Sin embargo, esto es muy difícil llevarlo a la práctica, porque se necesitaría aumentar de 16 a aproximadamente 25 transectos (Buckland *et al.*, 2001; Buckland *et al.*, 2010; Roncancio pers. com.) para disminuir la variabilidad de la tasa de encuentro.

A diferencia de los demás estudios (Aldana *et al.*, 2008; Alfonso, 2009; Roncancio *et al.*, 2010a, 2010b), aquí se evaluó más de un grupo de *Ateles* en un área que difiere mucho en topografía, morfología y en características físicas, en el grado de perturbación y oferta de frutos. El área de estudio estaba conectada con el bosque

continuo de la Serranía de San Lucas que comprende más de 180km de extensión. Aunque es un frente de deforestación, la zona es en su mayoría bosque maduro.

La proporción entre machos y hembras adultas es de 1:1.63, la cual, es similar a las proporciones de machos y hembras adultas de *A. hybridus* 1:2.57 (Guerrero, 2007) y 1:1.14 (Alfonso, 2009), pero si es mayor de 1:0.67 (Roncancio, 2010a). Sin embargo, Symington (1990) y Chapman (1990) mencionan que la proporción normal de sexos del género *Ateles* es de aproximadamente tres hembras por cada macho, por lo que a excepción de Guerrero (2007), estas proporciones de hembras son muy bajas. Por otro lado, la proporción de hembras adultas e inmaduros (juveniles e infantiles) es de 1:0.45. Según Heltne *et al.* (1976), esta población no se estaría expandiendo. De todas maneras, sólo con estudios a largo plazo se puede determinar la dirección del crecimiento de una población, porque pueden existir fluctuaciones a lo largo del año, debido a las variaciones en la natalidad o supervivencia de los juveniles (Struhsaker, 2000).

El tamaño promedio de subgrupo fue de 3 individuos (IC95% = 2.4-3.7), el cual es similar a los registrados para la especie (Bernstein *et al.*, 1976; Green, 1978; Guerrero, 2007; Alfonso, 2009; Arango, 2009) y el género (Klein, 1972; Izawa, 1976) en otros estudios. Este tamaño corresponde al sistema de organización social fisión-fusión característico del género, en el cual, el grupo se reúne y se divide en pequeños subgrupos, que cambian constantemente en tamaño y composición (Symington, 1990).

Los bosques comparados difieren en varias características al bosque evaluado en la Serranía de San Lucas. La forma del bosque de San Juan del Carare es muy angosta, por lo que los primates se encuentran muy expuestos en la mayor parte de las 65 ha de este. En el bosque no perturbado (Aldana *et al.*, 2008) las actividades humanas no son controladas y se encontraron sitios de caza. Por otro lado, el bosque de tala selectiva (Aldana *et al.*, 2008), el bosque de la hacienda

“Monterrey” y el bosque de la hacienda “El Pajuil” (Roncancio *et al.*, 2010a, 2010b), mantienen altas densidades poblacionales de *Ateles* a pesar de ser muy pequeños y estar aislados. El hecho de estar en propiedades privadas puede haber influido positivamente en la persistencia de los primates en los fragmentos con altas densidades. Sin embargo, son muchos los factores que influyen en la dinámica poblacional de estos primates. Con tan pocos estudios sobre densidad poblacional de estos animales, es difícil detectar tendencias que se puedan asociar a las diversas características del hábitat.

Es evidente que la respuesta de las marimondas a la fragmentación es diversa; encontramos bosques de áreas grandes y pequeñas con altas y bajas densidades de estos primates. Como se puede observar en el bosque de la hacienda “San Juan de Carare” y el bosque “no perturbado”, las consecuencias de la pérdida de hábitat pueden verse acentuadas por la calidad del hábitat perturbado. Sin embargo, como se evidenció en los estudios de Roncancio *et al.* (2010a, 2010b) y Aldana *et al.* (2008), a pesar de que la reducción del hábitat sea muy grande, los primates pueden sobrevivir si las actividades humanas no tocan el parche remanente y éste tiene buenas condiciones para la supervivencia de los micos; en cuanto a oferta alimenticia y forma del parche. El bosque de la hacienda el Pajuil constituye un caso notable, ya que es el área más pequeña donde se han estimado altas densidades para el género *Ateles* (Acosta & García, 2009). No obstante, es necesario realizar más estudios de este tipo en bosques maduros, ya que la fragmentación crea parches con características diversas, que los hacen difícilmente comparables.

Debido a la fragmentación del bosque, los primates quedan confinados a parches de bosque pequeños, observándose altas concentraciones de estos en los remanentes del bosque. A este suceso se le conoce como “fenómeno de apiñamiento” (Defler, 1981). Así, los primates pueden verse muy perjudicados debido a la alteración de la estructura demográfica, la vulnerabilidad a enfermedades y depredadores, la endogamia, la competencia por recursos

reducidos, etc. (Crockett, 1998; Laurance *et al.*, 2002; Frankham *et al.*, 2002; Grativol *et al.*, 2001; Marsh, 2003). Las características de los parches de bosque fragmentado pueden ser muy diversas; así como también el tratamiento que reciban éstos posteriormente a la perturbación inicial. Por esto, es difícil predecir lo que sucede luego de la fragmentación.

No obstante, por más de que un parche con un área muy pequeña sea cuidadosamente protegido, se espera que en la mayoría de estos fragmentos, los primates se extingan debido a la pérdida de variabilidad genética por ausencia de flujo genético y al efecto Allee (Wright, 1929; Allee, 1931; Estrada & Coates-Estrada, 1996; Storz, 1999; Dobson *et al.*, 2004; Futuyma, 2006; Grativol *et al.*, 2001; Chapman *et al.*, 2005; Hartl & Clark, 2007; Courchamp *et al.*, 2008; Kliman *et al.*, 2008; Somers *et al.*, 2008). Se puede esperar que sin intervención humana, entre más grandes y de forma regular sean los bosques, hay mayor probabilidad de que los primates sobrevivan por más tiempo. Sin embargo, el plazo de extinción de los primates es difícil de predecir, ya que depende de las condiciones del hábitat, y estas varían mucho en todos los fragmentos.

Además, la mayoría de los primates son animales complejos que incluso dentro de una misma especie pueden responder de manera distinta a las perturbaciones de su hábitat (Jurmain *et al.*, 2009). También, es difícil medir los parámetros de la población que permiten obtener las tasas de crecimiento poblacional de los primates en la naturaleza. Tampoco existen estudios que documenten la extinción de primates en fragmentos bien cuidados a lo largo de varias décadas.

El área de estudio es probablemente la zona más conservada donde se han realizado estudios sobre *A. hybridus* en los últimos 30 años. A pesar de la variabilidad de los datos de todos los estudios, no se encontró diferencia entre densidades. Teniendo en cuenta que el tamaño de los parches en los otros estudios comparados está entre 21 y 65ha, que la mayoría se encontraban aislados, y que han tenido una historia de perturbación importante, se esperaría

que la densidad poblacional de *A. hybridus* en la Serranía de San Lucas fuera un poco más baja; ya que en teoría, debe haber menos apiñamiento en un sitio menos fragmentado. No obstante, en diversos estudios se han encontrado valores altos de densidad en bosques continuos para el género *Ateles* (Tabla 4). La densidad de 32 ind/km<sup>2</sup> de este estudio puede atribuirse a la diversidad de hábitats y la composición vegetal del área (Wallace *et al.*, 1998). Este valor de densidad es congruente con los 33,3 ind/km<sup>2</sup> que estimó Green (1978) para *A. hybridus* en el cerro Bran, en la parte Norte de la Serranía de San Lucas. También es similar a los 32,1 ind/km<sup>2</sup> que estimaron Wallace *et al.* (1998) para *A. paniscus* en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado en Santa Cruz, Bolivia.

La densidad poblacional es un parámetro dinámico, que varía en el tiempo y en el espacio (Coulson *et al.* 2001; Rudran & Fernández-Duque, 2003) y con una evaluación hecha en pocos sitios en un momento en el tiempo, no se puede ser concluyente acerca de la tendencia de estas poblaciones (Roncancio, 2009). Los valores de densidad de este estudio y el de Green (1978), no permiten hacer inferencias para toda la Serranía. Sin embargo, esta región posee buenas proporciones de bosque nativo y tiene un área de aproximadamente 12.000 km<sup>2</sup>, por lo que, si se asumen densidades similares para toda la serranía, esta zona albergaría las poblaciones más importantes de *A. hybridus*, en toda su área de distribución. Por esta razón, es necesario realizar más estudios de este tipo sobre el género *Ateles* en la Serranía y el resto del país, para poder estimar su estado poblacional en los bosques y tomar medidas al respecto.

## 8. CONCLUSIONES

La densidad poblacional de *A. hybridus* en la Serranía de San Lucas es considerada alta de acuerdo a los antecedentes del género, y es similar a densidades estimadas por Green (1978), en el Norte de la Serranía de San Lucas, y Wallace *et al.*(1998), en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia.

La densidad poblacional de *A. hybridus* no es significativamente diferente a las densidades de los otros estudios comparados (Aldana *et al.*, 2008; Acosta & García, 2009; Alfonso, 2009; Roncancio, *et al.*, 2010).

El tamaño promedio de subgrupo es similar a los registrados históricamente para la especie. Este tamaño corresponde al sistema de organización social fisión-fusión característico del género.

Se encontró una mayor proporción de hembras con respecto a machos, lo cual es típico en la mayoría de investigaciones del género. La proporción de infantes fue menor a la de hembras.

Este es el primer estudio realizado en la Serranía de San Lucas en más de 30 años, y es uno de los pocos estudios realizados sobre densidad poblacional en un bosque maduro continuo en Colombia.

## 9. RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar estudios sobre densidad poblacional de las especies de primates presentes en otras zonas de la Serranía, para conocer el comportamiento de este parámetro en el tiempo y evaluar las tendencias de estas poblaciones en bosques maduros y en proceso de deforestación.
- Es importante la realización de investigaciones orientadas al conocimiento de la oferta de frutos, los patrones fenológicos del bosque, la dieta de *A. hybridus* y su efectividad en la dispersión de semillas, para comprender su relación con la dinámica de los bosques.
- Se recomienda realizar procesos de sensibilización e integración con los habitantes de la zona para evitar el deterioro del bosque.
- Es preciso dar a conocer la importancia de la Serranía de San Lucas, como bastión de la biodiversidad colombiana y del mundo, para que se puedan llevar a cabo los procesos de protección y manejo adecuados.

## GRÁFICAS

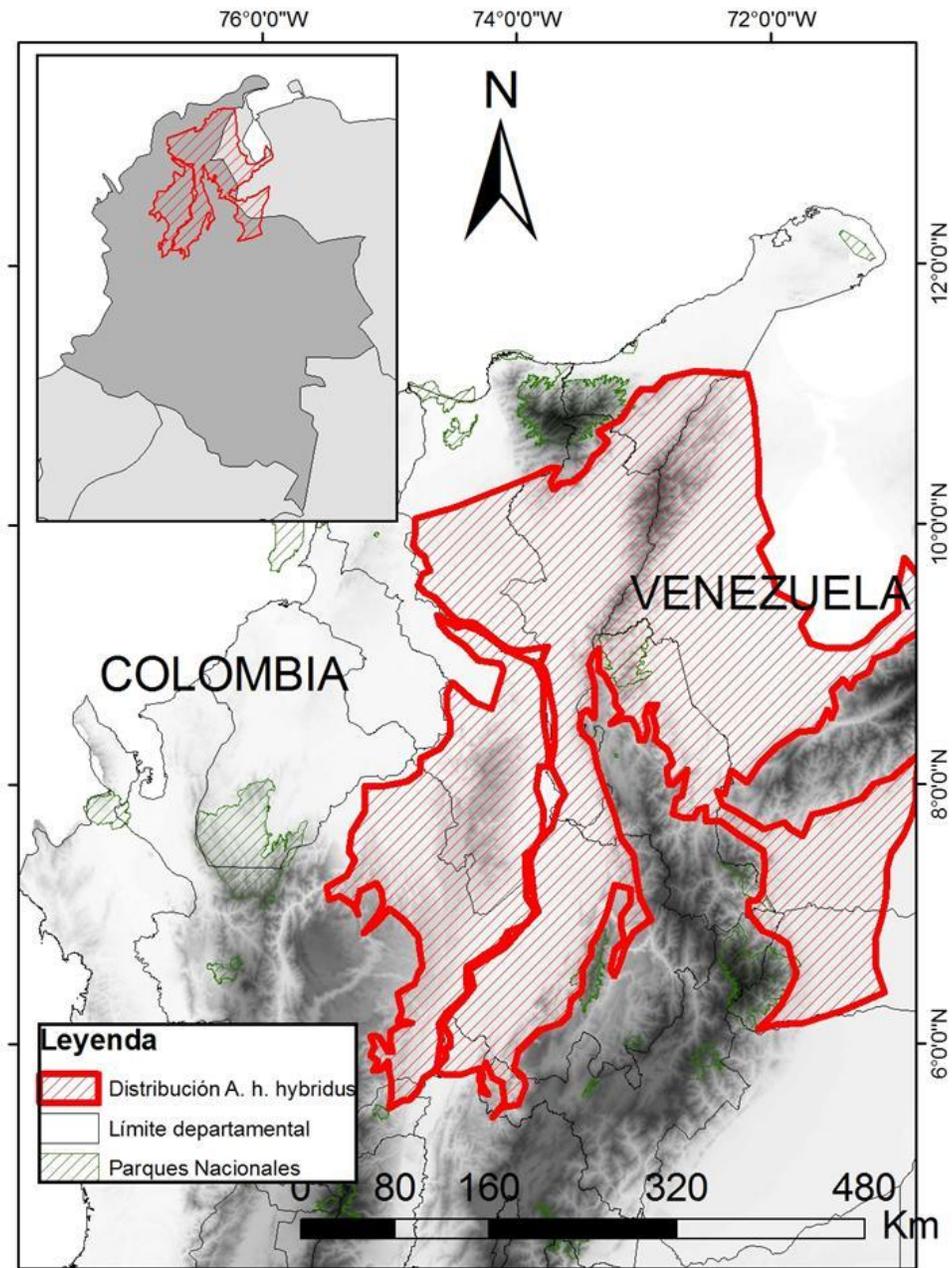
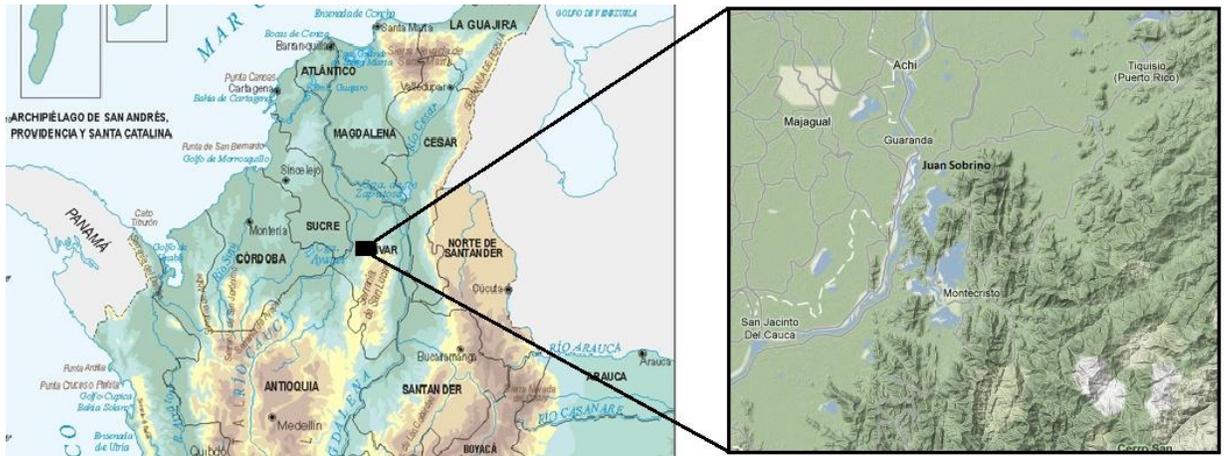
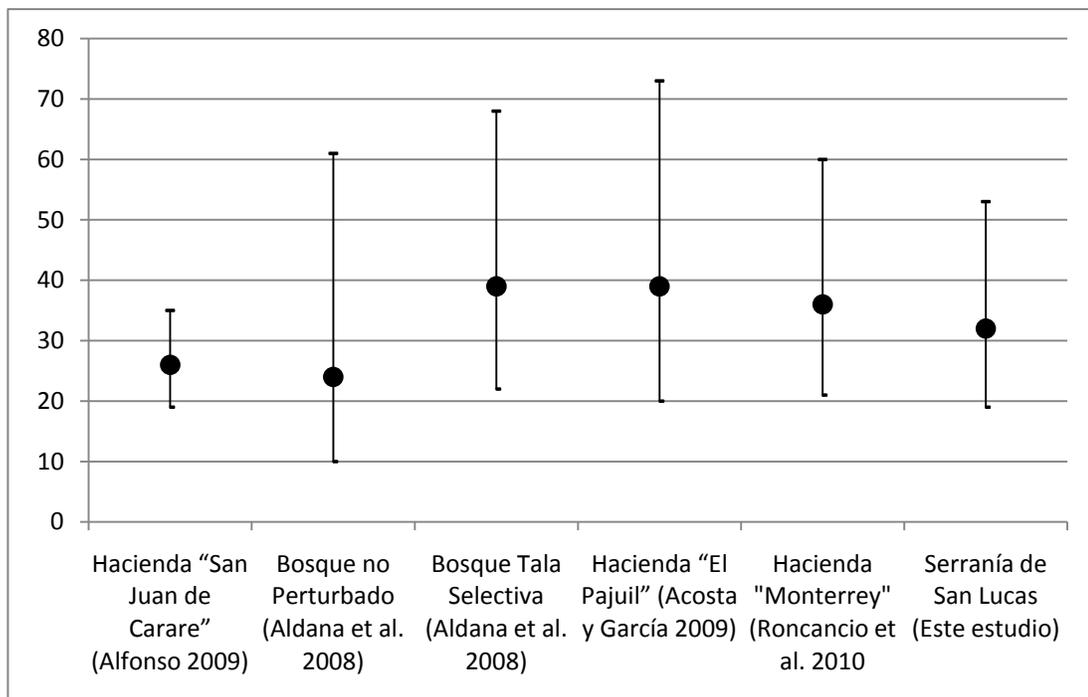


Figura 1. Área de distribución de *Ateles hybridus* en Colombia.



**Figura 2.** Ubicación del área de estudio en la vereda Juan Sobrino, Departamento de Bolívar (©IGAC 2005, ©Google maps 2010).



**Figura 3.** Comparación de intervalos de confianza de densidad de *A. hybridus*

## TABLAS

<b>TRANSECTO</b>	<b>NÚMERO DE RECORRIDOS</b>	<b>ESFUERZO (Km)</b>
<b>A</b>	20	92
<b>B</b>	15	93
<b>C</b>	14	95,2
<b>D</b>	15	94,8
<b>E</b>	17	97,2
<b>F</b>	21	93,45
<b>G</b>	16	96
<b>H</b>	19	97,8
<b>I</b>	20	94,2
<b>J</b>	13	93,21
<b>K</b>	18	95,22
<b>L1</b>	11	72,05
<b>L2</b>	11	33,60
<b>M1</b>	12	40,20
<b>M2</b>	12	55,20
<b>N</b>	18	91,80
<b>TOTAL</b>	252	133,49

**Tabla 1.** Esfuerzo de muestreo por transecto.

Lugar	D	D IC95%	%CV
Monterrey <sup>1</sup>	36	21 - 60	-
El Pajuil <sup>2</sup>	39	21 - 73	31,2
San Juan de Carare <sup>3</sup>	26	19 - 35	16
B. No perturbado <sup>4</sup>	24	9 - 61	46,39
B. Tala Selectiva <sup>4</sup>	39	22 - 67	28,4
Serranía S. Lucas	32	19 - 53	25,26

**Tabla 2.** Comparación de densidades poblacionales de *A. hybridus*. <sup>1</sup>Roncancio *et al.* (2010b), <sup>2</sup>Roncancio *et al.* (2010a), <sup>3</sup>Alfonso (2009), <sup>4</sup>Aldana *et al.* (2008).

Sexo-Edad	%
Machos	29,6
Hembras	48,4
Juveniles	10
Infantes	12
<b>Total</b>	<b>100</b>

**Tabla 3.** Proporciones sexuales por grupo.

Especie	Localidad	Área (Km <sup>2</sup> )	Densidad (Ind/Km <sup>2</sup> )	Tamaño Promedio Subgrupo	Proporción H:M	Método	Referencias
<i>A. geoffroyi</i>	Santuario Otoch Ma'ax Yetel Kooh, México.	53,67	89,5 (TI)	-	-	Distancia perpendicular transecto-animal (Método no especificado)	Ramos-Fernández & Ayala-Orozco (2003)
<i>A. geoffroyi</i>	Parque Nacional Corcovado, Costa Rica.	418	68,45 (TI); 62,6	4,73 (TI); 4,35 (IMI)	1,57:1	Distancia efectiva observador-animal	Weghorst (2007)
<i>A. geoffroyi</i>	Tikal, Guatemala.	576	56,4 (TI)	4,7 (TI)	1,61:1	Distancia observador-animal (Método no especificado)	Estrada <i>et al.</i> (2004)
<i>A. geoffroyi</i>	Tikal, Guatemala.	576	45 (TI)	-	2,23:1	Método no especificado	Coelho <i>et al.</i> (1976)
<i>A. geoffroyi</i>	Tikal, Guatemala.	576	27,8 (TI)	4,3 (TI)	1,76:1	Distancia perpendicular efectiva transecto-Animal	Cant (1978)
<i>A. geoffroyi</i>	Bosque Muchukux, Quintana Roo, México.	-	27,11 (TI)	4,55 (TI)	2,6:1	Distancia observador-animal (Método no especificado)	Gonzalez-Kirchner (1999)
<i>A. belzebuth</i>	Cerro Bran, Bolívar, Colombia.	0,83	33,3 (TI)	3,34 (TI)	-	Ancho de transecto de 100m	Green (1978)
<i>A. paniscus</i>	Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Santa Cruz, Bolivia.	15.000	32,1 (TI); 23 (IMI)	6,2 (TI); 4,5 (IMI)	-	Distancia perpendicular transecto-animal; Ancho estimado por DISTANCE	Wallace <i>et al.</i> (1998)
<i>A. paniscus</i>	Cocha Cashu, Parque Nacional Manu, Perú.	15.328	31 (IMI)	3,15 (IMI)	2,53:1	Distancia perpendicular efectiva transecto-animal	White (1986)
<i>A. hybridus</i>	Hacienda Monterrey, Puerto Triunfo, Antioquia, Colombia.	0,4	36 (TI)	2,1 (TI)	-	Distancia perpendicular transecto-animal; DISTANCE 5	Roncancio <i>et al.</i> (2010b)
<i>A. hybridus</i>	Hacienda "El Pajuil", Puerto Triunfo, Antioquia, Colombia.	0,21	39 (TI)	4,06 (TI)	0,67:1	Distancia perpendicular transecto-animal; DISTANCE 5	Roncancio <i>et al.</i> (2010a)
<i>A. hybridus</i>	Hacienda "San Juan de Carare", Cimitarra, Santander, Colombia.	0,65	26 (TI)	3,34 (TI)	1,14:1	Distancia perpendicular transecto-animal; DISTANCE 5	Alfonso (2009)
<i>A. hybridus</i>	Bosque No Perturbado, Serranía de las Quinchas, Santander, Colombia	-	24 (TI)	3,71 (TI)	-	Distancia perpendicular transecto-animal; DISTANCE 5	Aldana <i>et al.</i> (2008)
<i>A. hybridus</i>	Bosque Tala Selectiva, Serranía de las Quinchas, Santander, Colombia	-	39 (TI)	4,06 (TI)	-	Distancia perpendicular transecto-animal; DISTANCE 5	Aldana <i>et al.</i> (2008)
<i>A. hybridus</i>	Serranía de San Lucas, Bolívar, Colombia	>12000	32 (TI)	3,2 (TI)	1,63:1	Distancia perpendicular transecto-animal; DISTANCE 6	Este estudio

**Tabla 4.** Comparación de Densidades Poblacionales del Género *Ateles* utilizando transectos lineales. Fuentes: Weghorst (2007), Acosta & García (2009), Roncancio *et al.* (2010b). TI = Todos los individuos; IMI = Individuos moviéndose Independientemente.

## BIBLIOGRAFIA

Acosta A., García L. M. 2009. Densidad poblacional y estructura de grupo de *Ateles hybridus* (Primates: Atelidae) en un fragmento de bosque aislado en el suroriente de Antioquia, Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Bióloga. Universidad De Caldas Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Manizales.

Aldana, A. M., Beltrán, M., Torres-N., J., Stevenson, P. R. 2008. Habitat characterization and population density of brown spider monkeys (*Ateles hybridus*) in Magdalena Valley, Colombia. *Neotropical Primates*, 15(2): 46-50.

Alfonso, F. A. 2009. Descripción de la densidad poblacional y caracterización preliminar de las estrategias ecológicas de *Ateles hybridus* en dos fragmentos de bosque en San Juan, Departamento de Santander, Colombia. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al Título de Biólogo. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C.

Allee, W. C. 1931. *Animal Aggregations: a Study in General Sociology*. University of Chicago Press, Chicago, IL.

Arango, G. R. 2009. Comportamiento social y patrones de agrupamiento en los monos araña café (*Ateles hybridus*), en la Serranía de las Quinchas, Boyacá-Colombia. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al Título de Biólogo. Universidad de Caldas Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Programa de Biología. Manizales.

Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Fourth Edition. Blackwell Publishing.

Bernstein, I. S., Balcaen, P., Dresdale, L., Gouzoules, H., Kavanagh, M., Patterson, T. and Newman-Warner, P. 1976. Differential effects of forest degradation on primate populations. *Primates* 17: 401–411.

Buckland, S., Anderson, D., Burnham, K., Laake, J., Borchers, D., Thomas, L. 2001. Introduction to the distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Oxford.

Buckland, S. T., Plumptre, A. J., Thomas, L., Rexstad, E. A. 2010. Design and Analysis of Line Transect Surveys for Primates. *Int. J. Primatol.* 31:833–847

Cant, J. G. H. 1978. Population survey of the spider monkey *Ateles geoffroyi* at Tikal, Guatemala. *Primates* 19:525–535.

Cavelier, J., Lizcano D., Pulido. 2001, M. T. Colombia. Pp. 443-496. In: M. Kappelle & A. Brown (eds.). *Bosques nublados del neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia.

Chapman, C. 1990. Association patterns of spider monkeys: the influence of ecology and sex on social organization. *Behavioral Ecology Sociobiology*, 26: 409-414.

Chapman C., Gillespie, T. R., Goldberg, T. L. 2005. Primates and the ecology of their infectious diseases: how will anthropogenic change affect host-parasite interactions?. *Evolutionary Anthropology* 14: 134–144.

Chapman, C. & D. Onderdonk. 1998. Forests without primates: Primate/Plant codependency. *American Journal of Primatology*, 45: 127-141.

Chiarello, A.G. 1999. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biol. Cons.* 87: 71–82.

Coelho, A. M. Jr., Bramblett, C. A., Quick, L. A., Bramblett, S. S. 1976. Resource availability and population density in primates: a socio-bioenergetic analysis of the energy budgets of Guatemalan howler and spider monkeys. *Primates* 17:63–80.

Courchamp, F., Berec, L., Gascoigne, J. 2008. *Allee Effects in Ecology and Conservation*. Oxford: Oxford University Press. Oxford Scholarship Online.

Coulson, T., Catchpole, E. A., Albon, S. D., Morgan, B. J. T., Pemberton, J. M., Clutton-Brock, T. H., Crawley, M. J., Grenfell, B. T. 2001. Age, sex, density, winter weather, and population crashes in Soay Sheep. *Science* 292: 1528-1531.

Crockett, C. 1998. Conservation biology of the genus *Alouatta*. *International Journal Primatology* 9 (3): 549-578.

Cumming, G., Fidler, F. & Vaux, D. 2007. Error bars in experimental biology. *The Journal of Cell Biology*, 177(1): 7–11.

Davidson, J. & Andrewartha, H.G. 1948. The influence of rainfall, evaporation and atmospheric temperature on fluctuations in the size of a natural population of *Thrips imaginis* (Thysanoptera). *Journal of Animal Ecology*, 17, 200–222.

Defler, T. R. 1981. The Density of *Alouatta seniculus* in the Eastern Llanos of Colombia. *Primates*, 22(4): 564—569

Defler, T. R. 2003. *Primates de Colombia. Conservación Internacional. Serie de Guías Tropicales de Colombia 4*. Bogotá, Colombia.

Defler, T. R., Rodríguez-M, J. V., Hernández-Camacho, J. I. 2003. Conservation priorities for Colombian primates. *Primate Conservation* 19:10-18.

Díaz-Cubillos, L. J. 2007. Caracterización de la dieta de un grupo de choibos *Ateles hybridus hybridus* (Atelidae-primate) y evaluación de la diversidad florística de un fragmento de bosque en la Serranía de las Quinchas (Boyacá - Colombia). Tesis de Grado. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

Dobson, F. S., Chesser, R. K., Hoogland, J. L., Sugg, D. W., Foltz, D. W. 2004. The influence of social breeding groups on effective population size. *Journal of Mammalogy* 85:146–154.

Estrada, A. & Coates-Estrada, R. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas, Mexico. *International Journal of Primatology*. 17 (5): 759-781.

Estrada, A., Luecke, L., Van Belle, S., Barruate, E., Rosales-Meda, M. 2004. Survey of black howler (*Alouatta pigra*) and spider (*Ateles geoffroyi*) monkeys in the Mayan sites of Calakmul and Yaxchilán, México and Tikal, Guatemala. *Primates* 45:33–39.

Frankham, R., J., Ballou, D. Briscoe. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, New York.

Futuyma, D. 2006. *Evolution*. 3rd Edition. Sinauer Associates Inc., Sunderland, USA.

Grativol, A. D., Ballou, J. D., Fleischer, R. C. 2001. Microsatellite variation within and among recently fragmented populations of the golden lion tamarin (*Leontopithecus rosalia*). *Conservation Genetics* 2: 1–9.

Gonzalez-Kirchner, J. P. 1999. Habitat use, population density and subgrouping pattern of the Yucatan spider monkey (*Ateles geoffroyi yucatanensis*) in Quintana Roo, Mexico. *Folia Primatol.* 70:55–60.

Green, K. M. 1978. Primate censusing in northern Colombia: A comparison of two techniques. *Primates* 19: 537–550.

Guerrero, J. D. 2007. Descripción de algunos aspectos de la ecología y composición social de un grupo de *Ateles hybridus* (*A. Geoffroyi*- St. Hilaire, 1829) en la Serranía de las Quinchas, Colombia. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el Título de Ecóloga. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá, D.C.

Hartl, D. L. & Clark, A. G. 2007. *Principles of Population Genetics*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, USA.

Heltne, P., Turner, D., Scott, N. 1976. Comparison of census on *Alouatta palliata* from Costa Rica and Panama. In: Thorington, R. W & Heltne, P. G. (Eds.). *Neotropical Primates: Field Studies and Conservation*. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 10-19 pp.

Hernández-Camacho J. y Cooper R. 1976. The Nonhuman primates of Colombia. *Neotropical Primates: Field Studies and Conservation*, 1: 35-69.

Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P.G., Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.

Holdridge, 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

Izawa, K. 1976. Group sizes and compositions of monkeys in the upper Amazon basin. *Primates*, 17: 503-512.

IGAC, 2002. *Atlas de Colombia*. Quinta Edición. Bogotá, D.C.

- Jurmain, R., Kilgore, L., Trevathan, W., Ciochon, R. L. 2009. Introduction to Physical Anthropology. 12th edition. Thomson/Wadsworth.
- Kliman, R., Sheehy, B., Schultz, J. 2008. Genetic Drift and Effective Population Size. Nature Education 1(3).
- Klein, L. L. 1972. The ecology and social organization of the spider monkey *Ateles belzebuth*. PhD Dissertation. University of California, Berkeley. En: Izawa, K., Kimura, K. & Samper, A. 1979. Grouping of the wild spider monkey. Primates, 20(4): 503-512.
- Krebs, J. 1999. Ecological Methodology. Segunda edición. Addison Wesley Longman, California.
- Laurance, W.; Lovejoy, T.; Vasconcelos, H.; Bruna, E.; Didham, R.; Stouffer, P.; Gascon, C.; Bierregaard, R.; Laurance, S., Sampaio, E. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. Conservation Biology, 16: 605-618.
- Link, A. & A. Di Fiore. 2006. Seed dispersal by spider monkeys and its importance in the maintenance of Neotropical rain-forest diversity. Journal of Tropical Ecology. 22: 1-13.
- Marsh, L. K. 2003. The Nature of fragmentation. In: Marsh, L. K. (Ed.). Primates in Fragments. Ecology in Conservation. Kluwer Academic. Plenum Publishers. New York. 1-10 pp.
- Miller, P. S., & R. C. Lacy. 2003. Appendix I: an overview of population viability analysis using VORTEX: a Stochastic Simulation of the Extinction Process. Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN), Apple Valley, MN.
- Mittermeier, R. A., Wallis, J., Rylands, A. B., Ganzhorn, J. U., Oates, J. F., Williamson, E. A., Palacios, E., Heymann, E. W., Kierulff, M. C. M., Long Yongcheng, Supriatna, J., Roos, C., Walker, S., Cortés-Ortiz, L. and Schwitzer, C.

(eds.). 2009. Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2008–2010. IUCN/SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), and Conservation International (CI), Arlington, VA. 84pp.

Morales, A. L. 2004. Modeling Distributions for Colombian Spider Monkeys (*Ateles* sp.) using GARP and GIS to Find priority Areas for Conservation. Master's thesis, Social Sciences and Law, Oxford Brookes University, Oxford, UK.

Morris W. F. & D. F. Doak 2002. Quantitative Conservation Biology. Theory and practice of population viability analysis. Sinauer Associates Inc. Sunderland, MA-USA.

Orejuela, J. 1985. Tropical forest birds of Colombia: a survey of problems and a plan for their conservation. Pp. 95-115. *In*: A. W. Diamond & T. E. Lovejoy (eds.). Conservation of tropical forest birds. ICBP Technical Publication No. 4. Paston Press. Norwich, UK.

Palacios, E., Morales-Jiménez, A. L, Urbani, B. 2009. Variegated or Brown Spider Monkey, *Ateles hybridus* I. Geoffroy, 1829. *In*: Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2008–2010, R. A. Mittermeier et al. (compilers), pp.72-73. IUCN/SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), and Conservation International (CI), Arlington, VA.

Peres, C. A. 1999. General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates* 7: 1-16.

Ramírez, M. A. 2008. Efectos de la abundancia de frutos sobre algunos aspectos ecológicos de *Ateles hybridus* en la Serranía de Las Quinchas, Colombia. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al Título de Bióloga. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Programa de Biología. Manizales.

Ramos-Fernández, G. & Ayala-Orozco, B. 2003. Population size and habitat use of spider monkeys at Punta Laguna, Mexico. En: Marsh, L.K. (ed) Primates in fragments: ecology and conservation. Kluwer/Plenum, New York, pp 191–209

Rieman, B. E. & Allendorf, F. W. 2001. Effective population size and genetic conservation criteria for bull trout. North American Journal of Fisheries Management, 21: 756-764.

Rockwood, L. L. 2006. An Introduction to Population Ecology. Blackwell. Oxford, UK. 339 pp.

Rodríguez-Mahecha, J. V., Alberico, A., Trujillo, F. y Jorgenson, J. 2006. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente. Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.

Roncancio, N. 2009. Densidad Poblacional de *Saguinus leucopus* en Áreas Alteradas con Diferentes Características Físicas y Biológicas en el Departamento de Caldas. Trabajo presentado para optar por el título de Magíster en Ciencias - Biología. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Maestría en Biología. Línea en Manejo y Conservación de Vida Silvestre. Bogotá

Roncancio, N., Rojas W. y Estévez J. V. 2008. Densidad Poblacional y Tamaño de Grupo de *Saguinus leucopus* en Parches de Bosque en El Departamento de Caldas, Colombia. Neotropical Primates 15(2), 63-67

Roncancio, N. J., García, L. M., Acosta, A. 2010a. Densidad Poblacional y Estructura de Grupo de *Ateles hybridus brunneus* (Primates: Atelidae) en un Fragmento de Bosque Aislado en el Suroriente de Antioquia, Colombia. Mastozoología Neotropical, 17(2):385-389.

Roncancio, N. J., García, L. M., Acosta A., Quiroga J., Buitrago C., Gómez K., Quintero F., 2010b. Densidad Poblacional y Estructura de grupo de *Ateles hybridus* (Primates – Atelidae) en la Serranía de San Lucas y el Suroriente de Antioquia. III Congreso Colombiano de Zoología. Medellín, Colombia. Presentación Oral. Libro de resúmenes pág. 137.

Rudran, R. & E. Fernández-Duque. 2003. Demographic changes over thirty years in a red howler population in Venezuela. *International Journal of Primatology* 24: 925-947.

Shaffer M. L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *Bioscience* 31: 131–134.

Smith, T. M., & R. L. Smith. 2006. *Elements of Ecology*. Sixth edition. Benjamin Cummings, San Francisco, CA.

Somers, M. J., Graf J. A., Szykman, M., Slotow, R., Gusset, M. 2008. Dynamics of small re-introduced population of wild dogs over 25 years: Allee effects and the implications of sociality for endangered species recovery. *Oecologia*, 158: 239-247.

Stevenson, P. R., Castellanos, M. C., Pizarro, J. C. y Garavito, M. 2002. Effects of Seed Dispersal by Three Ateline Monkey Species on Seed Germination at Tinigua National Park, Colombia. *International Journal of Primatology*, Vol. 23, No. 6: 1187-1204.

Storz, J. F. 1999. Genetic consequences of mammalian social structure. *J. Mammal*, 80: 553-569.

Struhsaker, T. T. 2000. Variation in adult sex ratios of red colobus monkey social groups: implications for interspecific comparisons. In: Kappeler, P. M. (Ed.). *Primates males*. Cambridge, UK. Cambridge University Press. 108–119 pp.

Symington, M. M. 1990. Fission-fusion social organization in *Ateles* and *Pan*. *International Journal of Primatology*, 11: 47–61.

Tamayo, M. 1997. Efecto de la perturbación de los bosques fragmentados sobre el comportamiento y tamaño de una comunidad de primates en el Piedemonte Llanero Villavicencio–Meta. Tesis de Grado. Biología. Pontificia Universidad Javeriana.

Takahashi, J. 2008. "A literature review of the spider monkey, *Ateles sp.*, with special focus on risk for extinction" (On-line pdf). Accessed July 2, 2010 at [http://ex-epsilon.slu.se/archive/00002758/01/EXJOB\\_B\\_TRYCK.pdf](http://ex-epsilon.slu.se/archive/00002758/01/EXJOB_B_TRYCK.pdf).

Thomas, L., Bucklans, S., Burnham, K., Anderson, D., Laake, J., Borchers, D., Strindberg, S. 2002. Distance sampling. El-Shaarawi, A., Piegorisch, W. (eds.). *Encyclopedia of environmetrics*. Vol 1. John Wiley & Sons, Chichester; p: 544-552.

Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. F., Strindberg, S., Hedley, S. L., Bishop, J., Marques, T. A., Burnham, K. P. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47, 5–14.

Thompson W. L. 2002. Towards reliable bird surveys: accounting for Individuals present but not detected. *The Auk* 119(1): 18–25.

Turchin, P. 1995. Population regulation: old arguments and a new synthesis. Pages 19-40 en N. Capuccino and P.W. Price, editors, *Population Dynamics: New approaches and Synthesis*. Academic Press, San Diego, CA.

Urbani, B., Morales, A. L., Link, A. & Stevenson, P. 2008. *Ateles hybridus*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Varela, N. 2005. Consideraciones Anatómicas de Importancia clínica en los Primates Neotropicales. Revista de la Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre. Vol 1 No. 1.

Wallace, R. B., Painter, R. L. E., Taber, A. B. 1998. Primate diversity, habitat preferences, and population density estimates in Noel Kempff Mercado National Park, Santa Cruz Department, Bolivia. *Am J Primatol* 46:197–211.

Weghorst, J. A. 2007. High population density of black-handed spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in Costa Rican lowland wet forest. *Primates*, 48: 108–116.

White, F. 1986. Census and preliminary observations on the ecology of the black-faced spider monkey (*Ateles paniscus chamek*) in Manu National Park, Peru. *Am J Primatol* 11:125–132

Wright, S. 1929. The evolution of dominance. *The American Naturalist*, 63, (689): 556–661.