

DENSIDAD POBLACIONAL Y COMPOSICIÓN DE GRUPOS DE *AOTUS NANCYMAAE* EN ÁREAS DE APROVECHAMIENTO DE LA ESPECIE PARA EXPERIMENTACIÓN BIOMÉDICA EN EL TRAPECIO AMAZÓNICO COLOMBIANO

Néstor Roncancio-Duque¹, Mariela Osorno¹, Liza M. Calderón-Espitia¹, Amilvia Acosta-Castañeda¹, Lina M. García-Loaiza¹, Natalia Gómez-Melendro¹ and Beatriz E. Henao¹

¹Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi, E-mail: <nroncanciod@gmail.com>

Resumen

El uso de fauna, así como de otros recursos naturales, es fundamental para el desarrollo y bienestar humano. No obstante, garantizar su conservación depende de un manejo basado en información confiable, es decir, rigurosamente colectada y analizada, y adecuados esquemas de regulación; de lo contrario se pueden sobreexplotar dichos recursos. La sobreexplotación es uno de los cinco motores de pérdida de diversidad y ha sido identificada como una amenaza directa para algunos primates. Las poblaciones de las especies del género *Aotus* en el sur de la Amazonía colombiana han sido usadas para experimentación biomédica desde hace aproximadamente 30 años, no obstante, el impacto de este proceso no ha sido suficientemente evaluado. Ante la reciente confirmación de un nuevo taxón para Colombia, *Aotus nancymae*, el adecuado diagnóstico del estado de conservación de sus poblaciones, la revisión de los planes de manejo y monitoreo, incluidos los procedimientos de aprovechamiento, cobran mayor importancia, dada su restringida área de distribución y aprovechamiento inespecífico, que determinan como Vulnerable a la especie en Colombia. Se presentan resultados preliminares de algunos parámetros poblacionales, como paso inicial para determinar la salud de estas poblaciones. Los resultados y la comparación con otros estudios permiten concluir que existe una alta carga de incertidumbre sobre información básica para poder hacer un manejo sostenible de las especies en este paisaje.

Palabras clave: Especies amenazadas, experimentación biomédica, manejo de vida silvestre.

Abstract

The use of wildlife as a natural resource is fundamental to human welfare and development. However, to guarantee wildlife conservation, wildlife management needs to be based on reliable information, in other words, data that are rigorously collected and analyzed, and an accurate regulatory system; otherwise wildlife overexploitation can occur. Overexploitation is one of the five drivers of biodiversity loss and has been identified as a direct threat to some primate species. Captured animals from the wild populations of *Aotus* species in the southern Colombian Amazon have been used for biomedical experimentation since approximately 30 years ago; however, the impact of this process needs to be evaluated further. Since the recent confirmation of a new taxon to Colombia, *Aotus nancymae*, it has become even more important to accurately assess the conservation status of owl monkey populations in this region, as well as to review the management and monitoring plan, including protocols for use. Due to its restricted distribution and its human use, this species is considered Vulnerable in Colombia. Here we show preliminary results of some population parameters as an initial step to determine the health of this population. The results and the comparison with other studies allow us to conclude that there is a very high uncertainty about basic information needed to plan sustainable management of these species in this landscape.

Keywords: Threatened species, biomedical experimentation, wildlife management.

Introducción

Los seres humanos siempre han cazado y explotado recursos naturales para sobrevivir. La explotación, a diferencia de la cosecha, implica la extracción de individuos o partes de individuos de poblaciones silvestres y no de plantaciones o producciones animales (Sutherland, 2000). Se estima que la sobreexplotación amenaza cerca de un tercio de las especies de vertebrados raros, vulnerables o amenazados (Groombridge, 1992). En gran parte del mundo los recursos son explotados lo más rápido posible. Si existe un mercado para un producto, los habitantes locales lo buscarán y

lo venderán usando cualquier método disponible para obtener el recurso. La sobreexplotación de una especie se da rápidamente cuando se empieza su aprovechamiento en un lugar donde anteriormente no era usada y tanto el comercio legal como ilegal son responsables de la reducción de algunas especies. La sobreexplotación de un recurso ocurre, entre otras razones, por falta de conocimiento del sistema de aprovechamiento (Primack, 2010).

Actualmente los primates son el orden más amenazado de mamíferos en Colombia, con 26 de sus 46 taxones incluidos en las categorías de amenaza de la Unión Internacional

para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2017). Para algunos primates, como por ejemplo, *Saguinus oedipus* y *S. leucopus*, además de la destrucción del hábitat, la extracción de individuos para experimentación biomédica o para comercio como mascota se ha definido como una amenaza para su conservación (Defler, 2010). Las especies del género *Aotus* en el sur de la Amazonia colombiana, de quienes hasta ahora no hay conclusiones definitivas acerca de su distribución (Bloor et al., 2014) y abundancias, han sido usadas durante los últimos 30 años como modelos biológicos para experimentación biomédica. Desde octubre de 2005 hasta junio de 2012 se extrajeron de las poblaciones silvestres a orillas del río Amazonas en Colombia, poco más de 4,500 individuos (Registros Corpoamazonia). Estas extracciones no necesariamente pueden considerarse mortalidades, dado que como parte del proceso de la experimentación biomédica se contempla la reincorporación de los individuos aprovechados al medio natural. Así, entre octubre de 2006 y septiembre de 2012 fueron liberados 4,041 individuos en la región (Registros Corpoamazonia). Sin embargo, el impacto de los diferentes procedimientos del proceso de aprovechamiento sobre las especies del género en esta zona (Fidic, 2007; Hernández y Díaz, 2010; Maldonado, 2011), no puede determinarse adecuadamente, ya que el estado de conservación de sus poblaciones no ha sido determinado con suficiencia.

Un paso inicial para conocer el estado de una población es hacer una estimación empírica de su abundancia, no obstante una estimación de la densidad poblacional de una especie es preferible dado que este parámetro refleja la relación que hay entre la población y el área que ocupa (Begon et al., 2009). La densidad poblacional es un parámetro dinámico espacial y temporalmente, por tanto, la estimación inicial de la densidad es útil mientras se asuma

como base de un programa de seguimiento, que permita determinar sus tendencias. De esta forma se pueden estimar tasas de crecimiento poblacional y evaluar el comportamiento de este parámetro en poblaciones sometidas a diferentes niveles de aprovechamiento (Anzures-Dadda y Manson, 2007; Arroyo-Rodríguez et al., 2008). Siguiendo estas consideraciones, se estimó la densidad poblacional de *Aotus nancymae* en un área en la cual se extrajeron 184 individuos entre febrero de 2011 y abril de 2012 (Registros Corpoamazonia). Adicionalmente se presentan estimaciones de composición de grupo de esta especie a una escala espacial más amplia, como primer paso en la evaluación de la población de esta recién confirmada especie para Colombia (Bloor et al., 2014) y que se encuentra categorizada como vulnerable (VU) (Maldonado et al., 2017).

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio está ubicada en el Resguardo Ticoya, jurisdicción del municipio de Puerto Nariño, departamento de Amazonas, Colombia. Para la determinación de la composición de grupos los muestreos se hicieron específicamente en sitios cercanos a las comunidades: San Pedro de Tipisca ($-70^{\circ}35'36''\text{W}$, $-3^{\circ}41'12''\text{S}$), Doce de Octubre ($-70^{\circ}30'15''$, $-3^{\circ}44'10''$), Naranjales ($-70^{\circ}31'47''$, $-3^{\circ}52'18''$), San Juan de Atacuari ($-70^{\circ}39'34''\text{W}$, $-3^{\circ}49'26''$) y Santa Clara de Tarapoto ($-70^{\circ}24'51''$, $-3^{\circ}48'02''$). El muestreo para estimar la densidad poblacional de la especie se llevó a cabo en los alrededores de la comunidad Naranjales, en aproximadamente 19 km^2 de área inferencial, es decir, de donde se puede asumir que el muestreo es representativo, conformados por un mosaico de humedales permanentes y zonas altas inundables conocidas localmente como “restingas” (Fig. 1).

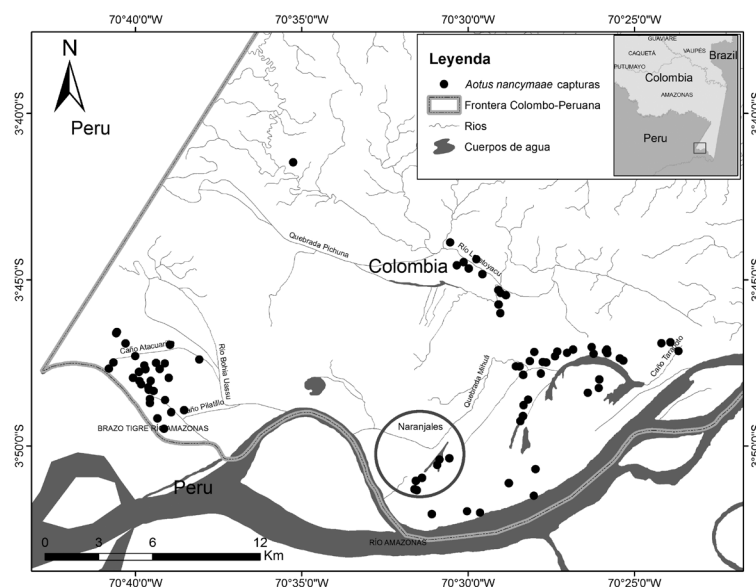


Figura 1. Área de estudio. El círculo en la comunidad de Naranjales corresponde a la zona en donde se establecieron los transectos para la estimación de la densidad poblacional. Los puntos negros son los sitios de capturas de individuos o grupos de *Aotus nancymae*.

Para la ejecución del proyecto, se elevó la consulta previa reglamentaria ante el Ministerio del Interior y se obtuvo respuesta aclarando que no se requería la consulta debido a que el proyecto de investigación no generaba ninguna afectación a los grupos étnicos. No obstante, se socializó el proyecto en las 22 comunidades del resguardo Ticoya. Entre julio y noviembre de 2012 se desarrolló el trabajo de campo.

Toma de datos

Densidad poblacional

Para estimar la densidad de *A. nancymae* alrededor de la comunidad de Naranjales, se empleó el método de muestreo por distancias con transectos lineales, mediante el cual se registra el número de animales vistos por un observador que camina a lo largo de un transecto, y la distancia perpendicular hasta el punto donde se observaron los animales o hasta el centro geográfico del grupo observado (Buckland et al., 2007; Buckland et al., 2015; Thomas et al., 2010). Los transectos se ubicaron de acuerdo a la configuración del área, dado que existen humedales permanentes que impiden el acceso. Se establecieron 18 transectos con una longitud total de 29.6 km y un promedio de 1,644.4 m ($DS \pm 407.6$ m); algunos correspondieron a caminos ya existentes, mientras se pudieran satisfacer los supuestos de que a 0 metros de distancia perpendicular la probabilidad de detección sería del 100% y de la independencia de las observaciones, es decir, que no hubiera probabilidad de contar los mismos animales más de una vez en un mismo recorrido (rectitud del transecto) y, de que no se contara el mismo grupo en dos transectos distintos en recorridos simultáneos por las acciones evasivas del grupo ante una primera detección. Cada transecto fue recorrido en promedio 2.89 veces, con una distancia promedio de 4.9 km por transecto, acumulando un esfuerzo de muestreo de 88.6 km. Los transectos fueron recorridos silenciosamente escrutando la vegetación, a una velocidad promedio de 1.03 km/h. Se realizaron conteos simultáneos con un observador por transecto. Los transectos fueron recorridos desde las 3:30 hasta las 5:30 horas, y desde las 17:35 hasta las 19:35 horas. En los muestreos sólo se incluyeron los registros visuales. El recorrido de los transectos y la hora en que éste se efectuó, se distribuyó proporcionalmente entre los observadores, para eliminar posibles sesgos asociados a un mismo observador recorriendo repetidamente un mismo transecto y/o haciéndolo a la misma hora (Roncancio et al., 2009). Con el objetivo de mantener constante la probabilidad de detección a lo largo de un transecto, se procuró tener la misma velocidad durante el recorrido; por tal motivo, una vez ubicado un grupo, el observador permaneció máximo hasta 15 minutos con el grupo para intentar su conteo completo (Peres, 1999). Cada vez que fue localizado un grupo, se registró la hora, el número de individuos, se midió la distancia perpendicular al transecto, se registró la coordenada y la actividad que los animales desarrollaban.

Estructura y composición de grupos

Los datos para estos análisis se colectaron en el marco de la investigación para determinar la identidad de las especies del género *Aotus* que habitan en el trapecio amazónico colombiano (cinco localidades evaluadas en el resguardo Ticoya) y algunos de sus parámetros demográficos, lo cual implicaba la captura de individuos libres. Estas capturas fueron hechas por un equipo conformado por un biólogo, un veterinario y expertos locales. Todo el proceso de captura, toma de muestras y marcaje de los animales se ejecutó bajo tres principios: 1. garantizar la integridad física de las personas que participaban en el proceso, 2. garantizar la integridad física de los animales y 3. garantizar la calidad de las muestras y los datos. El procedimiento se desarrolló de la siguiente forma: inicialmente los expertos locales hacían jornadas de búsqueda y seguimiento a partir de la 3:00 y hasta la 6:30 horas, en las cuales intentaban ubicar un grupo de *Aotus* y seguirlo hasta su nido. Una vez el grupo entraba al nido, los colectores permanecían hasta aproximadamente las 6:30 horas verificando que el grupo no se desplazará a otro lugar. Posteriormente, los colectores regresaban al sitio de reunión con el resto del equipo e informaban las características del nido y la viabilidad de la captura conforme a los tres principios de seguridad y calidad. Las capturas se realizaron a partir de las 9:30 y las 10:00 y hasta las 15:00 horas, periodo en el que los individuos de la especie de este género se encuentran menos alerta. En esta zona los nidos de *Aotus* son básicamente de dos clases. Los primeros están ubicados en vegetación densa en la parte alta de un árbol "Chamiceras", mientras los otros están ubicados en huecos de árboles. El primer tipo de nido solo se puede alcanzar por medio de tala de entre 300 y 500 m² alrededor del árbol y poda del árbol en el que se encuentra el nido, por tanto, los grupos que se encontraron en este tipo de nido no se intentaron capturar. Por otro lado, los primates que se encontraron en huecos de árboles se capturaron de dos formas dependiendo de la altura y la cantidad de huecos de salida que tenía el nido. La primera fue por medio de un acceso sigiloso, respetando la distancia mínima de fuga a los huecos o hueco del nido, con el objetivo de taparlos con tela plástica usando varas de palma "marona", si la distancia de acceso lo demandaba. La segunda técnica implicó la intimidación de los animales para que no se fugaran del nido, utilizando varas de alrededor de 40 cm de longitud, lanzadas desde el suelo mientras uno o dos integrantes del equipo asciende a tapar el nido con tela plástica o mallas. Luego de que el nido estaba asegurado, se verificaba la profundidad del mismo y se procedía a la extracción de los animales obligando su desplazamiento hasta el fondo del nido, la boca del agujero del mismo o, hasta una abertura hecha para su extracción. Para esta actividad se contó con equipo certificado de ascenso a dosel el cual incluía cuerda, arneses, cascots, cordinos, cintas tubulares, mosquetones, ascendedores, descendedores (Ocho y ATC) y guantes. Cada integrante del equipo recibió previamente entre seis y 12 horas de instrucción en el manejo de los equipos y en técnicas de ascenso a dosel.

Una vez capturados los individuos, estos fueron ubicados individualmente en bolsas de tela negra; en el suelo, cada animal fue tranquilizado con Ketamina vía intramuscular en la parte posterior del muslo, con dosis de entre 5 y 15 mg/kg de peso (los individuos eran pesados previa inoculación del medicamento). Este proceso fue monitoreado a través de la lectura continua de la temperatura, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria. A los animales capturados se les tomaron los siguientes datos: peso, longitud total, longitud oreja, longitud de pie, longitud de cola, longitud corporal, circunferencia, sexo, estado reproductivo (gestante, lactante, presencia de testículos escrotales), se hicieron registros fotográficos de diferentes planos, de los dientes y de un tatuaje que se le hacía en la cara ventral de muslo (para identificar recapturas). Para la estructura de la población se definieron preliminarmente cuatro categorías de desarrollo, adultos, subadultos, juveniles e infantes con base en los criterios utilizados por Castaño et al. (2010).

Análisis de datos

Densidad poblacional

La densidad poblacional de *A. nancymaae* en Naranjales se estimó con el programa DISTANCE 7.1 (Thomas et al., 2010). 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 (Buckland et al., 2001; Buckland et al., 2015). Para la estimación de la densidad de individuos se usó el tamaño de grupo estimado $E(s)$, a partir de la regresión entre la probabilidad de detección y el tamaño de grupo, de tal forma que se evite el sesgo generado por la reducción en la detectabilidad de los grupos más pequeños registrados durante los muestreos en los transectos. 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 de AIC (Criterio de Información de Akaike). El AIC es un método cuantitativo para la selección del modelo que mejor se ajusta a los datos y que emplea el menor número de parámetros (Burnham y Anderson, 2002).

Tamaño y composición de grupos

Para determinar el tamaño medio de grupo en esta zona del trapezio amazónico (cinco localidades del resguardo Ticoya) se tuvo en cuenta la información de todos los grupos (capturados y no capturados) para los cuales se logró su conteo completo. Para determinar la composición de los grupos se tuvieron en cuenta aquellos grupos que fueron capturados en su totalidad; para la composición se evaluó la proporción de cada categoría de edad y de los géneros. Se evaluó además la relación entre machos adultos y hembras adultas y entre hembras adultas e inmaduros (juveniles más infantes).

Resultados

Densidad poblacional

Se obtuvieron 24 registros visuales de *A. nancymaae*. La distribución de frecuencias de las distancias perpendiculares presentó un mejor ajuste al modelo *Uniforme* con serie de expansión coseno. La densidad poblacional de *A. nancymaae* en la localidad de Naranjales fue de 23.9 individuos/km² (IC95 % = 13,6–42,3) y 8.8 grupos/km² (IC95 % = 5,1–15,2), con coeficientes de variación del 28,8% y 27,2% respectivamente. La varianza de la densidad fue influenciada por la probabilidad de detección (59,6%), la tasa de encuentro (29,1%) y el tamaño de grupo (11,3%).

Tamaño y composición de grupos

Se capturaron 150 individuos de *A. nancymaae* en las cinco localidades. Cincuenta y ocho por ciento de los individuos capturados fueron adultos (37% hembras y 21% machos), 5% subadultos y 29% inmaduros (Tabla 3).

Tabla 3. Estado de desarrollo y género por localidad de los individuos capturados del género *Aotus*.

Estado de desarrollo	Adulto		Infante		Juvenil		Subadulto		Total
	H	M	H	M	H	M	H	M	
Doce de Octubre	8	7			4	3		1	23
Naranjales	11	2			2	6	4	1	26
San Juan de Atacuari	23	13		1	6	3	2	2	50
Santa Clara de Tarapoto	13	10			10	10	4	4	51
Sub-total	55	32	1	1	22	22	10	9	150
Total	87		2		44		8		

De las 55 hembras adultas capturadas 62% estaban reproductivamente activas (19 gestantes y 15 lactantes). Se capturó un infante, aparentemente nacido durante la primera

quincena de noviembre. El tamaño promedio de grupo fue de 3.06 individuos (IC 95 % = 2.89–3.22, n = 138) con un rango de dos a cinco individuos; 36 con dos individuos, 51

con tres, 34 con cuatro y 11 con cinco. Se registraron seis individuos solitarios. Se capturaron 17 grupos completos: la relación hembras: machos fue 1: 0.94 y, de hembras: inmaduros 1: 0.52.

Discusión

Para la localidad de Naranjales se estimó una densidad poblacional de alrededor de 24 ind/km² y para las cinco localidades evaluadas un tamaño promedio de grupo de tres individuos. Comparando los intervalos de confianza (Cumming et al., 2007), la densidad encontrada no presenta diferencia significativa con otras estimaciones hechas para la especie o al menos para especies gemelas en la cuenca del Amazonas en Perú (Aquino y Encarnación, 1986; Aquino y Encarnación, 1988), y en áreas cercanas a esta localidad en Colombia (Fidic, 2007; corregido de Hernández y Díaz 2010; Maldonado, 2011) (Fig. 2). No obstante, un resultado publicado por Maldonado (2011) el cual indica una densidad de cerca de 7 ind/km² en Perú, podría ser significativamente menor, pero este no fue tenido en cuenta, dado que presenta un coeficiente de variación de entre 3.3 y 4.1 ind/km², el cual deja por fuera el estimador puntual, reflejando un error en el análisis o en la presentación de los resultados.

La ausencia de diferencias significativas entre estos resultados puede deberse a que los coeficientes de variación de la densidad poblacional para todas las localidades fueron altos (>10% para los que presentan medidas de dispersión). Esta imprecisión en la estimación de la densidad está influenciada usualmente, en mayor proporción, por la variación en la tasa de encuentro, producto del bajo número de transectos dispuestos para los muestreos (Hernández y Díaz

2010). El método de muestreo por distancia con transectos lineales, apegado al principio de replicación de inferencia estadística, está propuesto para ser implementado con un tamaño de muestra de entre 25 y 30 transectos (Buckland et al., 2001; Buckland et al., 2007; Buckland et al., 2010a; Thomas et al., 2010). No obstante, los estudios citados usan entre seis y ocho transectos y el presente 18. Es necesario diseñar muestreos con un mayor tamaño muestral para aumentar la precisión de los estimados y de esta forma poder detectar diferencias espaciales y temporales si las hay (evitar cometer error tipo II al no detectar diferencias cuando las hay), y de esta forma poder tomar las decisiones de manejo correspondientes (Elzinga, 2001; Janson, 2011). A pesar de la imprecisión señalada, en general los resultados previos a este estudio indican que la densidad de esta especie está usualmente entre los 20 y 40 ind/km², valor que puede ser considerado como línea de base y umbral para definir objetivos de manejo, es decir, para determinar si es necesario aumentar o se puede mantener la densidad poblacional de la especie en las localidades evaluadas.

Con relación al tamaño de grupo, tres de seis estimaciones hechas recientemente (Maldonado, 2011; Hernández y Díaz, 2010) fueron significativamente menores (2.0 ± 0.22 en Chineria & Yahuma-Perú; 1.88 ± 0.16 en Vista Alegre-Perú y 2.05 ± 0.13 en Calderón, Maldonado, 2011). Las estimaciones de Mocagua (3.3 ± 1.4 , Maldonado, 2011), Reservas Privadas-Colombia (3.5 ± 0.11 Maldonado, 2011) y San Juan de Atacuari-Siete de Agosto (2.74 ± 0.96 Hernández y Díaz, 2010) no resultaron significativamente diferentes. La estimación del tamaño de grupo en este estudio se hizo con base en grupos para los cuales se asumió conteo completo. Las estimaciones de los otros estudios se hicieron durante los muestreos para estimar la densidad.

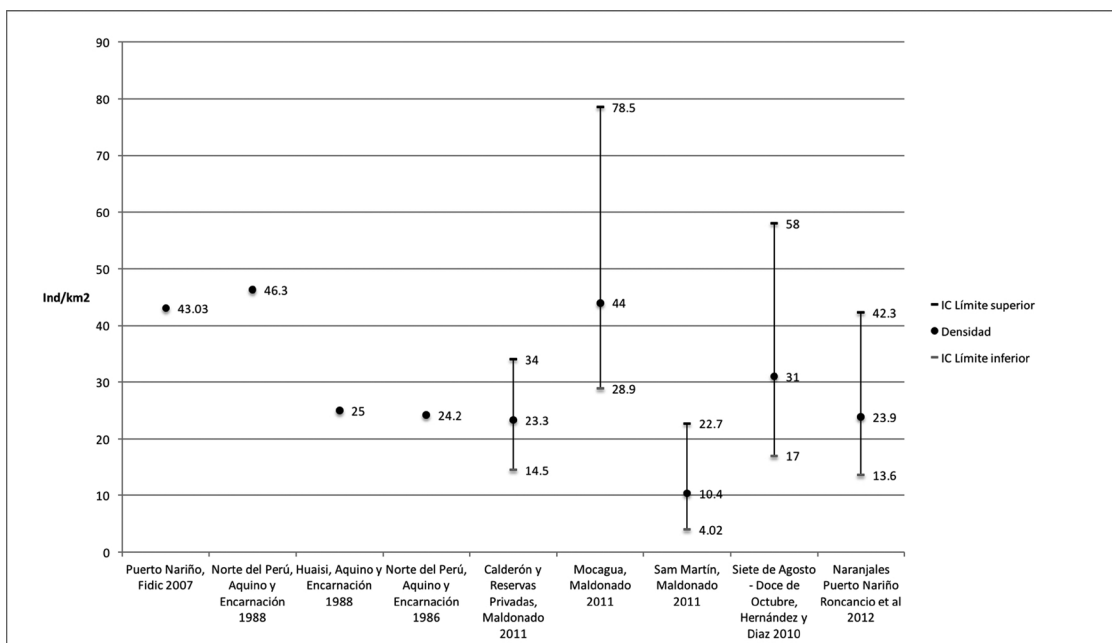


Figura 2. Comparación de densidades poblacionales de *Aotus* sp. en la cuenca del Río Amazonas.; Calderón, Mocagua, San Martín.

Cuando se estiman densidades poblacionales con el método de muestreo por distancias con transectos lineales, hacer el conteo completo de los grupos es usualmente difícil y esto se ve reflejado en relaciones encontradas entre el tamaño de grupo y la probabilidad de detección o entre la distancia perpendicular y el tamaño de grupo (cuando el grupo es más grande, mayor probabilidad de detección o, a mayor distancia perpendicular la estimación del tamaño de grupo tiende a ser menor, porque es más difícil contarlos); en este sentido, si se usa el tamaño medio de grupo, las densidades tienden a subestimarse; por tanto, la densidad debe ser calculada con el tamaño estimado de grupo dada la regresión (Buckland et al., 2007). Los estimados de tamaño de grupo presentados por Maldonado (2011) no especifican si son los estimados con base en la regresión o son el tamaño medio. Si son el tamaño medio de grupo contado durante los muestreos de densidad, probablemente estén subestimados, más aún, tratándose de una especie con hábitos nocturnos (Buckland et al., 2010a; Buckland et al., 2010b). Por otro lado, las diferencias encontradas, pueden estar reflejando cambios ecológicos reales y en este sentido habría que plantear hipótesis para dilucidar qué factores están determinando estas diferencias (Janson, 2011).

La relación machos adultos-hembras adultas es típica para las especies de esta familia, en donde los grupos están conformados por la pareja reproductiva y sus crías (Wright, 1978; Aquino y Encarnación, 1986; Aquino y Encarnación, 1988; Fernandez-Duque et al., 2001; Castaño et al., 2010; Hernández y Díaz, 2010). La población de *A. nancymae* evaluada presentó una baja proporción de individuos inmaduros, con una relación hembras adultas: inmaduros (1: 0,5). Esta situación, de ser generalizada, podría llevar a un incorrecto remplazamiento de los individuos adultos (Defler, 1981). La relación entre el número de hembras adultas: inmaduros (juveniles más infantes), puede ser un indicativo del “estado de salud” de una población; donde relaciones menores a 1: 0,75 sugieren poblaciones en dificultades o en disminución (Heltne et al., 1976; Estrada et al., 2002). No obstante, sólo con estudios a largo plazo, se puede determinar si una población está aumentando o disminuyendo, o si simplemente existen fluctuaciones intra e interanuales en el número de individuos, debido a la variación intrínseca en la natalidad o supervivencia de los juveniles (Struhsaker., 1981). En este sentido, no se puede concluir acerca del impacto que generan los diferentes procedimientos (captura, extracción y liberación) del proceso de experimentación, a la población. Esta incertidumbre se asocia en primer lugar, con la falta de robustez de los diseños de muestreo y consecuentemente una baja potencia estadística que no permite comparar las densidades entre zonas con y sin intervención y, segundo, con la falta de trazabilidad de los animales capturados; integrantes de la comunidad local manifestaron que algunos de los individuos ingresados a la FIDIC como provenientes de Naranjales fueron extraídos realmente de la zona de Caballococha en el Perú. Adicionalmente las liberaciones pueden estar cumpliendo

el papel de refuerzos o suplementos como estrategia de conservación basada en el desplazamiento de organismos vivos (UICN 2013). De los 150 individuos capturados, 19 eran individuos que estuvieron en la FIDIC y fueron liberados (basados en el hallazgo de los tatuajes de la FIDIC). Los animales encontrados tenían un tiempo de sobrevivencia de entre siete meses y tres años-nueve meses (según registros de Corpoamazonia). Todos los individuos capturados que estaban marcados pertenecían a grupos conformados por dos o tres individuos.

Con base en estos resultados consideramos que, todo el procedimiento de manejo de la especie y en general de las especies del género *Aotus* aprovechadas con fines biomédicos, debe ser revisado y ajustado muy conservadoramente considerando 1) la falta de conocimiento básico, especialmente de parámetros poblacionales, 2) que para *A. nancymae* no había permiso de aprovechamiento dado que su presencia en Colombia no había sido confirmada, 3) que su área de distribución podría ser muy reducida (aproximadamente 652 km²) (Maldonado et al., 2017) y, 4) que los protocolos de los diferentes procedimientos no garantizan trazabilidad de los sitios de extracción de los individuos para su posterior liberación (Roncancio, 2012) y por lo tanto no se puede evaluar el impacto de todo el proceso de aprovechamiento, ni planificar su manejo adaptativamente (CMP, 2007).

Agradecimientos

Esta investigación fue hecha con el apoyo técnico y financiero del Instituto Sinchi, el Instituto de Genética de la Universidad Nacional de Colombia, la Corporación Autónoma Regional de la Amazonia y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El trabajo de campo se logró gracias a la participación de las comunidades del resguardo Ticoya (Ticuna, Cocama y Yagua) y sus expertos locales.

Referencias

- Anzures-Dadda, A. y Manson, R. H. 2007. Patch-and Landscape-scale Effects on Howler Monkey distribution and abundance in rainforest fragments. *Anim. Conserv.* 10(1): 69–76.
- Aquino, R. y Encarnación, F. 1986. Population structure of *Aotus nancymai* (Cebidae: Primates) in Peruvian Amazon lowland forest. *Am. J. Primatol.* 11(1): 1–7.
- Aquino, R. y Encarnación, F. 1988. Population densities and geographic distribution of Night Monkeys (*Aotus nancymai* and *Aotus vociferans*) (Cebidae: Primates) in northeastern Peru. *Am. J. Primatol.* 14(4): 375–381.
- Arroyo-Rodríguez, V., Asensio, N. y Cristóbal-Azkarate, J. 2008. Demography, life History and migrations in a Mexican Mantled Howler group in a rainforest fragment. *Am. J. Primatol.* 70(2): 114–118.
- Begon, M., Townsend, C. R. y Harper, J. L. 2009. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. John Wiley & Sons, Oxford, UK.

- Bloor, P., Ibañez, C., Arciniegas, S., Hoyas, M. y Hernández, S. 2014. Estudio genético del género *Aotus* al sur de la Amazonia de Colombia. Asociación Colombiana de Zoología. 2015. La biodiversidad sensible: patrimonio natural irremplazable. IV Congreso Colombiano de Zoología. Libro de resúmenes. Asociación Colombiana de Zoología. Disponible en línea: www.congresocolombianodezoologia.org/ www.aczcolombia.org.
- Buckland, S., Anderson, D., Burnham, K., Laake, J., Borchers, D. y Thomas, L. 2001. *Introduction to the Distance sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P. y Thomas, L. 2007. *Advanced Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Buckland, S.T., Rexstad, E.A., Marques, T.A. y Oedekoven, C.S. 2015. *Distance Sampling: Methods and Applications*. Springer, Switzerland.
- Buckland, S. T., Plumptre, A. J. Thomas, L. y Rexstad, E. A. 2010. Line transect sampling of Primates: can animal-to-observer distance methods work?. *Int. J. Primatol.* 31(3): 485–499.
- 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(5): 833–847.
- Burnham, K. P., Anderson, D. R. 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: a Practical Information-theoretic Approach*. 2nd ed. Springer, New York.
- Castaño, J., Cardona, D. y Botero, J. 2010. Ecología del mono nocturno andino (*Aotus lemurinus*) en fragmentos de bosque subandinos de Colombia. En: *Primatología en Colombia: avances al principio del milenio*, V. Pereira-Ben-goa, P. R. Stevenson, M. L. Bueno y F. Nassar-Montoya (eds.), pp.69-90. Fundación Universitaria San Martín, Bogotá, Colombia.
- CMP-The Conservation Measures Partnership. 2007. *The Open Standards for the Practice of Conservation, Release 2.0*. USAID.
- Cumming, G., Fidler, F. y Vaux, D. L. 2007. Error Bars in Experimental biology. *J. Cell Biol.* 177(1): 7–11.
- Deffler, T. R. 2010. *Historia Natural de Los Primates Colombianos*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Deffler, T. R. 1981. The Density of *Alouatta seniculus* in the Eastern Llanos of Colombia. *Primates* 22(4): 564–569.
- Elzinga, C. L. 2001. *Monitoring Plant and Animal Populations*. Blackwell Science, Malden, Mass.
- Estrada, A., Castellanos, L., García Y., Franco, B., Muñoz, D., Ibarra A., Rivera, A., Fuentes E., Jiménez, C. 2002. Survey of the black howler monkey, *Alouatta pigra*, population at the Mayan site of Palenque, Chiapas, Mexico. *Primates* 43(1): 51–58.
- Fernandez-Duque, E., Rotundo, M. y Sloan, C. 2001. Density and population structure of Owl Monkeys (*Aotus azarae*) in the Argentinean Chaco. *Am. J. Primatol.* 53(3): 99–108.
- Fundación Instituto de Inmunología de Colombia-FIDIC. 2007. Estimación del estatus actual de las poblaciones naturales de micos del género *Aotus* en San Juan de Atacuari en el trapecio amazónico colombiano. Leticia, Amazonas.
- Groombridge, B. 1992. *Global Biodiversity. Status of the Earth's Living Resources: a Report*. Chapman & Hall, London-New York.
- Heltne, P. G., Turner, D. C. y Scott, N. J. 1976. Comparison of census data on *Alouatta villosa* (= *palliata*) from Costa Rica and Panama. En: *Neotropical Primates: Field Studies and Conservation*, R.J. Thorington and P.G. Heltne (eds.), pp.10-19. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Hernández, A. y Díaz, A. 2010. Estado preliminar poblacional del mono nocturno (*Aotus* sp. Humboldt 1812) en las comunidades indígenas siete de agosto y San Juan de Atacuari - Puerto Nariño, departamento de Amazonas, Colombia. Ibagué, Tolima: Universidad del Tolima.
- IUCN/SSC. 2013. *Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations*. Version 1.0. IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland
- IUCN 2017. The IUCN *Red List of Threatened Species*. Version 2017–2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 14 September 2017.
- Janson, C. H. 2011. Reconciling rigor and range: observations, experiments, and quasi-experiments in field Primatology. *Int. J. Primatol.* 33(3): 520–541.
- Maldonado Rodríguez, Á. M. 2011. Tráfico de monos nocturnos *Aotus* spp. en la frontera entre Colombia, Perú y Brasil: efectos sobre sus poblaciones silvestres y violación de las regulaciones internacionales de comercio de fauna estipuladas por CITES. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fis. Nat.* 35(135): 225–242.
- Maldonado, A., Shanee, S., Deffler, T.R. y Roncancio, N. 2017. *Aotus nancymae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T41540A17923258. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T41540A17923258.en>. Downloaded on 14 November 2017.
- Peres, C. A. 1999. General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotrop. Primates* 7: 1–16.
- Primack, R. B. 2010. *Essentials of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Sunderland, Mass., USA.
- Roncancio, N., Rojas, W. & Estevez, J. 2009. Densidad poblacional y tamaño de grupo de *Saguinus leucopus* en Parches de Bosque en el Departamento de Caldas, Colombia. *Neotrop. Primates* 15 (2): 63–67.
- Roncancio, N. 2012. Producto No. 4. Informe de avance con la revisión inicial de los protocolos de reincorporación de ejemplares del género *Aotus* a la vida silvestre. Informe no publicado, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Leticia, Amazonas, Colombia.
- Struhsaker, T. T. 1981. Forest and primate conservation in East Africa. *Afr. J. Ecol.* 19(1-2): 99–114.
- Sutherland, W. J. 2000. *The Conservation Handbook: Research, Management and Policy*. Wiley, Norwich, UK.

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

Wright, P. C. 1978. Home range, activity pattern, and agonistic encounters of a group of Night Monkeys (*Aotus trivirgatus*) in Peru. *Folia Primatol.* 29(1): 43–55.