

EN BUSCA DEL LORO MULTICOLOR
APROXIMACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA DE LOS
LOROS *Hapalopsittaca* EN COLOMBIA

NATALIA SILVA GARNICA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SANTAFE DE BOGOTÁ, D.C.
2003

EN BUSCA DEL LORO MULTICOLOR
APROXIMACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLOGICA DE LOS
LOROS *Hapalopsittaca* EN COLOMBIA

NATALIA SILVA GARNICA

Tesis para optar al título de
Bióloga

Director: PAUL SALAMAN, Ph.D.
Andes Center of Biodiversity Conservation
Conservation International, Quito, Ecuador

Codirector: ORLANDO MARTINEZ WILCHES. Ph.D
Departamento de Ciencias Biológicas
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SANTAFE DE BOGOTA, D.C.
2003

I. TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	5
2. METODOLOGÍA	8
2.1. DISTRIBUCIÓN CONOCIDA	8
2.2. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL	9
2.2.1. Caracterización del hábitat	9
2.2.2. Mapa de distribución potencial	12
2.3. ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN Y BÚSQUEDA DE POBLACIONES	13
3. RESULTADOS	15
3.1. DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA	15
3.2. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT	20
3.2.1. Elevación	20
3.2.2. Cobertura vegetal	22
3.2.3. Clima	25
3.2.4. Protección	27
3.3. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL	30
3.3.1. <i>H. fuertesi</i>	30
3.3.2. <i>H. amazonina</i>	31
3.4. AREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACION Y BÚSQUEDA DE POBLACIONES	34
3.4.1. Áreas prioritarias de conservación	34
3.4.2. Áreas prioritarias de búsqueda de poblaciones	35
4. DISCUSIÓN	37
4.1. HÁBITAT DE <i>Hapalopsittaca</i>	37
4.2. BIOGEOGRAFÍA	39
4.3. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL	42
5. CONCLUSIONES	45
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Estado actual de las especies <i>Hapalopsittaca fuertesi</i> y <i>H. amazonina</i> según el último reporte sobre las Aves Amenazadas del Mundo (Stattersfield & Capper 2000)	2
Tabla 2. Variables empleadas para la caracterización de las áreas donde se han registrado los loros <i>Hapalopsittaca</i> en Colombia.	10
Tabla 3. Lista de las áreas protegidas donde se han registrado los loros <i>Hapalopsittaca</i> .	29
Tabla 4. Modelos de relación especie-hábitat (WHRM) para <i>H. fuertesi</i> y <i>H. amazonina</i> .	32
Tabla 5. Índices de complementariedad para la familia Rubiaceae en diferentes bosques montanos de la cordillera oriental.	38

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Diagrama conceptual de la metodología empleada.	14
Figura.2. Mapa de distribución del género <i>Hapalopsittaca</i> en Colombia.	16
Figura 3. Número de localidades donde han sido registrados los loros <i>Hapalopsittaca</i> de acuerdo al año en el que fueron registrados por primera vez.	19
Figura 4. Localidades donde se han visto los loros <i>Hapalopsittaca</i> , clasificadas de acuerdo con el último año en que fueron vistos.	20
Figura 5. Valores altitudinales en las áreas donde habita <i>Hapalopsittaca</i> .	21
Figura 6. Numero de registros de cada taxa obtenidos para cada tipo de ecosistema y cobertura	23
Figura 7. Número de registros de <i>Hapalopsittaca</i> obtenidos para cada zona de vida de Holdridge.	25
Figura 8. Valores de temperatura promedio obtenidos para las áreas donde habita <i>Hapalopsittaca</i> .	26 28
Figura 9. Valores de precipitación promedio anual obtenidos para las áreas donde habita <i>Hapalopsittaca</i> .	27 28
Figura 10. Porcentaje protección de las áreas donde se han registrado los loros <i>Hapalopsittaca</i> .	28 31
Figura 11. Distribución de los loros <i>Hapalopsittaca</i> en relación con algunas áreas protegidas.	34
Figura 12. Distribución potencial predicha para <i>H. fuertesii</i> dada en probabilidad de presencia.	40
	42

Figura 13. Distribución potencial predicha para *H.amazonina* dada en probabilidad de presencia.

Figura 14. Posibles rutas de dispersión del género *Hapalopsittaca* en Sur América

Figura 15. Relaciones sistemáticas establecidas para el género *Hapalopsittaca* e ilustración de las aloespecies de *H. amazonina sensu lato*.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios y a los profesores y compañeros que he tenido a lo largo de mi vida quienes han ayudado a que hoy esté donde estoy, especialmente a mis papás y a mis hermanos por haber estado siempre a mi lado apoyándome en cada momento.

Igualmente agradezco a Fundación ProAves por darme la oportunidad de realizar este trabajo como parte del Proyecto Loros Amenazados, y en especial a Jorge Velásquez y Juanita Mora por su valiosa colaboración y constante apoyo. A Paul Salaman y Orlando Martínez por su colaboración para la realización de esta tesis. A Hernando Orozco, Armando Sarmiento e Iván Darío Valencia por su asesoría y orientación en cuanto a sistemas de información geográfica. Al IDEAM y a Conservación Internacional Colombia por facilitarme la información cartográfica base. Y a todos aquellos cuyo nombre no está explícito en estas frases pero que de una u otra manera pusieron su granito de arena para la realización de este trabajo.

INTRODUCCION

Entre los 27 géneros de loros que habitan en América se encuentra *Hapalopsittaca*. Estas aves viven al norte de la cordillera de los Andes, desde Venezuela hasta Bolivia, entre los 2000 y 3800 m de elevación. El género consta de cuatro especies: *H. melanotis*, *H. pyrrhops*, *H. fuertesi* y *H. amazonina*. La primera de estas especies habita en Perú y Bolivia, la segunda en Ecuador, la tercera en Colombia y la cuarta en Colombia y Venezuela. *H. amazonina* tiene además tres subespecies: *theresae*, *velezi* y *amazonina*, siendo la primera endémica para Venezuela, la segunda endémica para Colombia y la tercera de distribución binacional (Brockener 1998).

Desafortunadamente, y como sucede con muchas otras aves neotropicales, el estado de las especies *Hapalopsittaca* es preocupante debido a que la deforestación y fragmentación de los bosques montanos con diversos fines que prima en todos los países ha llevado a una fuerte disminución de las poblaciones (Snyder *et al.* 2000, Stattersfield & Capper 2000). En Colombia, la mayoría de las ciudades y pueblos y sus actividades agrícolas, ganaderas e industriales, están ubicadas en las cordilleras; y la destrucción de los ecosistemas montanos ha sido tal que hoy por hoy queda menos del 10% de la cobertura original (Orejuela 1985a, 1985b, Ortiz 1991).

De las tres cordilleras colombianas la central es la que ha sufrido mayor presión de deforestación, a causa de los inmensos cultivos de café y otros productos que caracterizan buena parte de sus municipios; y sin embargo, es en esta región donde se han registrado las únicas poblaciones de *H. fuertesi* y *H. a. velezi*. (Hilty

y Brown 1986, Graves & Uribe –Restrepo 1989, Collar *et al.* 1992, Snyder *et al.* 2000). Los registros de *H. a. amazonina* pertenecen en su totalidad a la cordillera oriental, pero en casos como la localidad El Roble (Cundinamarca) los bosques en los que se reportaron ya no existen y es necesario hacer nuevos estudios para confirmar su presencia (Hilty y Brown 1986, Collar *et al.* 1992, Snyder *et al.* 2000). BirdLife International en su último reporte sobre las Aves Amenazadas del Mundo (Stattersfield & Capper 2000) cataloga a *H. amazonina* y *H. fuertesii* como en peligro (EN) y riesgo crítico (CR) de extinción respectivamente (tabla 1)

Tabla 1. Estado actual de las especies *Hapalopsittaca fuertesii* y *H. amazonina* según el último reporte sobre las Aves Amenazadas del Mundo (Stattersfield & Capper 2000)

	<i>Hapalopsittaca fuertesii</i> (Loro de Fuertes)	<i>Hapalopsittaca amazonina</i> (Loro multicolor)
CATEGORÍA UICN	Crítica	Amenazada.
CRITERIO	CR: B1+2e, C2b; EN: D1; VU: D2	EN: C2a; VU: D1.
RANGO DE DISTRIBUCIÓN (APROXIMADO)	51 km ²	27000 km ²
TAMAÑO ESTIMADO DE LA POBLACIÓN	50-249 individuos	250-999 individuos.
TENDENCIA DE LA POBLACIÓN	Decreciendo	Decreciendo.
AMENAZAS	Destrucción de hábitat y posible desplazamiento por o hibridación con <i>H. amazonina</i> .	Destrucción de hábitat.
CONSERVACIÓN	Al parecer está protegido en las Reservas Naturales Acaime y Cañón del Quindío.	Protegido en varias Reservas Naturales.
OBJETIVOS	Investigar su presencia en otros sitios, estudiar sus requerimientos ecológicos.	Investigar y confirmar su presencia en otros sitios; estudiar su distribución, ecología y amenazas.

Al igual que para otras especies amenazadas, la información que sobre los loros *Hapalopsittaca* se tiene hasta la fecha es muy reducida. Estos loros son por lo general difíciles de detectar en campo (son considerados “raros” e inconspicuos), y la mayoría de registros existentes hasta ahora corresponden a observaciones casuales o esporádicas, y/o a inventarios de localidades específicas (Ridgely &

Gaulin 1980, Hilty & Brown 1986, Graves & Uribe-Restrepo 1989, Renjifo 1991). Esto, sumado a que en las cordilleras hay todavía muchas áreas sin explorar, en muchas regiones exploradas no se han seguido las metodologías adecuadas para identificar estos loros, y a que son especies muy móviles que aparentemente siguen patrones de migración regional señala que el rango de distribución espacial de ambas especies es aún poco conocido.

Conocer su distribución histórica, actual y potencial constituye una herramienta muy valiosa para el estudio y conservación de estos loros, pues permite evaluar el estado actual de las especies, determinar eficientemente áreas de búsqueda de nuevas poblaciones, analizar su historia evolutiva, e identificar variables que influyen en su distribución y medir su efecto. El objetivo de este trabajo era determinar a nivel nacional la distribución geográfica y ecológica de los loros *Hapalopsittaca amazonina* y *fuertesi* en Colombia, con el fin de entender más acerca de su biogeografía y de generar herramientas para su conservación y la de sus hábitats. De esta manera, los objetivos específicos del trabajo fueron:

- a. Recopilar todos los registros de los loros *Hapalopsittaca* obtenidos hasta la fecha en Colombia y producir un mapa de distribución conocida.
- b. Caracterizar a escala regional las áreas donde habitan los loros *Hapalopsittaca* en cuanto a elevación, vegetación, clima y protección; y determinar la relación entre la presencia de los loros y estas variables.
- c. Generar un mapa de distribución potencial de los loros *Hapalopsittaca* en el país.
- d. Identificar áreas prioritarias de conservación y de búsqueda de nuevas poblaciones de estos loros.

Este trabajo se realizó a partir de información secundaria (bibliografía, cartografía, consultas personales e imágenes de sensores remotos) y se emplearon herramientas de sistemas de información geográfica (SIG). El empleo de estos sistemas y sus herramientas ha tomado mucha fuerza en los campos de investigación científica y conservación, ya que no solo permiten almacenar, organizar, desplegar y analizar eficientemente la información geográfica relacionada con los organismos de interés, sino que hace posible generar modelos predictivos a partir de la relación entre variables y extrapolar datos para generar situaciones potenciales. Su aplicación es común en diferentes tipos de investigación y conservación (Davis *et al.* 1990), como lo son la generación de Atlas de fauna (Shaw & Atkinson 1990), estudios de vacíos y prioridades de conservación (Scott *et al.* 1993, Bojorquez-Tapia *et al.* 1995), análisis de avistamientos y seguimientos con telemetría (Stoms *et al.* 1993), y caracterización y predicción de hábitat (Shaw & Atkinson 1990, Dettmers & Bart 1999, Griffiths *et al.* 1993), entre otros.

La escala de este trabajo es regional (1: 500.000 - 1'500.000), la cual es apropiada para estudiar la distribución geográfica de los organismos a nivel de especies y subespecies y la distribución de sus poblaciones (Davis *et al.* 1990). La distribución predicha no ha sido verificada en campo y por lo tanto los resultados permanecen como hipótesis.

Este trabajo hace parte de las investigaciones realizadas por el Proyecto Hapalopsittaca de Fundación ProAves Colombia, el cual viene adelantando desde 2001 diferentes actividades orientadas al estudio y conservación de estos loros, y constituye el primer trabajo de investigación enfocado en estas especies. Para mayor información, visitar www.proaves.org.

1. ANTECEDENTES

En el momento de iniciar este proyecto se sabía que los loros *Hapalopsittaca* en Colombia habitan los bosques montanos húmedos altos de las cordilleras central y oriental, que sus mayores amenazas son la fragmentación y deforestación de los bosques, y que en las áreas donde se encuentran generalmente son difíciles de distinguir (Hilty 1986, Collar *et al.* 1992, Stattersfield & Capper 2000).

H. amazonina se había reportado en bosques nublados muy húmedos de ambas cordilleras, entre los 2000 y 3000 m de elevación. La subespecie *H. a. amazonina* sólo se había registrado en la cordillera oriental en los departamentos de Norte de Santander, Santander y Cundinamarca; con dos, uno y cuatro registros respectivamente (Collar *et al.* 1992). De estos sólo en Gramalote (Norte de Santander) fueron vistos en la ladera oriental. Sin embargo, los reportes de Norte de Santander, Santander y El Roble (Cundinamarca) fueron hechos antes de 1950 y no han sido confirmados recientemente. En Cundinamarca los loros se vieron sobrevolando y alimentándose en bosques secundarios, y S. Arango los observó consumiendo frutos de *Clusia sp.*, moras y muérdago (Collar *et al.* 1992). Ridgely (1981 en Collar *et al.* 1992) considera que en la cordillera oriental hay áreas sustanciales donde pueden haber poblaciones de estos loros, especialmente en los departamentos de Boyacá y Santander.

La subespecie *H. a. velezi* fue descubierta apenas en 1988 y son pocos los registros que se tienen de ella (Graves & Uribe-Restrepo 1989, Collar *et al.* 1992). Para 1992 sólo se conocían tres sitios cercanos entre sí en el municipio de Manizales: cuenca Río Blanco, Hacienda la Morena y cuenca Río Gallinazo. En

Río Blanco y Río Gallinazo los loros se observaron en plantaciones de *Alnus acuminata* y en remanentes de bosque nublado (Graves & Uribe-Restrepo 1989). Todos los registros se hicieron entre los 2250 y 2650 m de altitud. Existen dudas sobre observaciones de *Hapalopsittaca* hechas en 1980 en un pequeño remanente de bosque en cercanías del río Campoalegre, en el municipio de Santa Rosa de Cabal. Orejuela y Alberico (1980 en Collar *et al* 1992) reportaron un grupo de *H. fuertesi*, pero por esta época *H. a. velezi* no había sido descrito aún y *H. fuertesi* era la única especie que se reportaba para la cordillera central. Sin embargo, los loros fueron vistos rápidamente y a 3750 msnm, por lo que algunos autores consideran que posiblemente se tratara de *H. fuertesi* (Collar *et al.* 1992, Renjifo *et al.* 2002).

En la franja donde se unen las cordilleras central y oriental hay tres reportes de loros *Hapalopsittaca*: en los Parques Nacionales Naturales Puracé (Cauca) y Cueva de los Guácharos (Huila) y en Finca Meremberg (Huila) (Hilty & Brown 1986). En ésta última Ridgely & Gaulin (1980) reportaron loros *Hapalopsittaca* con considerable rojo en la cara, lo cual sugiere que la distribución de *H. amazonina* llega hasta la cabecera del valle del Magdalena; sin embargo se desconoce de que subespecie se trata.

H. fuertesi, considerada muy rara en las áreas donde habita, fue reportada entre los 2600 y 3800 m en bosque montano templado de la Cordillera Central (Collar *et al.* 1992). Todos los registros pertenecen a la ladera occidental de esta cordillera. Los especímenes tipo fueron colectados en 1911, en Laguneta (Quindío) y en Santa Isabel (Risaralda) y solo hasta 1989 fueron reportados nuevamente por L. M. Renjifo en las cercanas reservas Acaime y Cañón del Quindío (Quindío) (Collar *et al.* 1992). Según observaciones de Renjifo (1991) hay una preferencia estrecha de rango altitudinal entre los 2900 y 3150 msnm, pues el 80% de sus observaciones fueron realizadas en este rango. Sin embargo, exploraciones posteriores hechas en estas últimas áreas no confirmaron la presencia de estos

loros (López-Lanús *in litt.* 2000, Velásquez-Tibatá *et al.* 2003). En Laguneta, los loros fueron vistos en bosques abiertos, tal vez alterados, donde había árboles de roble, palmas pequeñas, helechos arbóreos, y abundaban las epifitas (Chapman 1917). Varios autores han sugerido un reemplazo altitudinal de *Hapalopsittaca* en la cordillera central (Collar *et al.* 1992, Rodríguez-Mahecha & Hernández-Camacho 2002), pero permanece incierto si *H. fuertesii* quedó restringido a las partes altas por destrucción de hábitat en los límites inferiores de su distribución (Graves y Uribe-Restrepo 1989).

Varios mapas de distribución de *H. amazonina* y *H. fuertesii* ya se han elaborado (Hilty & Brown 1986, Graves & Uribe Restrepo 1989, Snyder *et al.* 2000, Stattersfield & Capper 2000); sin embargo, estos han sido muy poco específicos (sobretudo para *H. fuertesii*), incluyen registros de hace varios años que no han sido confirmados recientemente, y no permiten formular planes de conservación efectivos. Además, en el último par de años algunos investigadores han obtenido nuevos registros de estas especies que no han sido incluidos en ningún mapa hecho hasta el momento (Velásquez-Tibatá *et al.* 2003).

2. METODOLOGÍA

2.1. DISTRIBUCIÓN CONOCIDA

Para la elaboración del mapa de distribución conocida se realizó una revisión bibliográfica sobre los loros *Hapalopsittaca* en Colombia, se consultó a personas que han obtenido registros de los mismos y se adicionaron los datos obtenidos por el Proyecto Hapalopsittaca. Con los datos recopilados se generó una base de datos en la que se consignó la siguiente información: localidad, coordenadas, municipio, departamento, fecha(s), altitud, tipo de registro (especimen, monitoreo, captura, observación, vocalización), descripción del registro (número de individuos, actividad realizada, ubicación), autor, datos sobre el hábitat, y fuente. La confiabilidad de los datos se determinó con la cantidad y calidad de información que acompañaba el registro. Los datos de especímenes, monitoreos y capturas tuvieron más peso que las observaciones, y estas que las vocalizaciones (diferente a grabaciones) a la hora de determinar la confiabilidad de los datos. El autor y la descripción del registro fueron importantes para discriminar la confiabilidad en los reportes por avistamientos y vocalizaciones.

Para las localidades encontradas en la bibliografía que no tenían coordenadas se tomaron las del Gazetteer ornitológico de Colombia (Paynter 1997), siempre y cuando no difirieran de los datos descritos. Los datos cuyas coordenadas se desviaban considerablemente del sitio descrito (ubicadas a más de 500 m de la elevación reportada, en la otra ladera de la cordillera, o por fuera de los predios) no se tuvieron en cuenta para la elaboración del mapa; pero si la demás información que acompañaba el registro se consideraba confiable se ingresaba en

la base de datos. El mapa se generó con el programa ArcView GIS 3.2, que permite hacer fácilmente actualizaciones y consultas directas sobre las áreas.

En este tipo de aproximaciones es inherente la existencia de errores externos incalculables, originados principalmente por diferencias en la captura de las coordenadas (Bolstad & Smith 1995). Debido a que hay datos desde 1911, diferentes formas de determinar las coordenadas han sido empleadas por diferentes personas usando diferentes datos base (teodolitos/sextantes, cartografía, GPS). La correcta localización de los registros más antiguos fue más difícil de verificar debido a que la información sobre ellos es escasa y los sitios donde se registraron los loros, o las personas que tomaron los datos, ya no existen. Además, pudieron haber ocurrido errores de escritura en la bibliografía. Esta fuente de error se trató de minimizar verificando siempre la confiabilidad de los datos y rectificando o eliminando los registros dudosos.

2.2. DISTRIBUCION POTENCIAL

2.2.1. Caracterización del hábitat

Las áreas donde se han reportado los loros se caracterizaron con el fin no sólo de determinar los ecosistemas en los cuales habitan y los valores para las variables climáticas de sus hábitats, sino para determinar si otras variables además de la cobertura vegetal y la elevación pueden predecir la distribución de los loros. Según Bibby *et al.* (2000), la altitud y la cobertura/estructura vegetal, además de factores antrópicos, son las variables más importantes para determinar la presencia de aves de dosel. En caso de que otra variable fuera importante, era necesario tener información continua a lo largo de todas las cordilleras (para poder extrapolar los datos), y la única información disponible en el momento para el área de interés está a escala nacional (1:1'500.000-1:500.000). Las variables

empleadas aparecen en la tabla 2, y fueron facilitadas por Conservación Internacional-Colombia y por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM.

Tabla 2. Variables empleadas para la caracterización de las áreas donde se han registrado los loros *Hapalopsittaca* en Colombia.

VARIABLE	ESCALA	FUENTE
Elevación	1:500.000	(C I)
Coberturas vegetales, uso y ocupación del territorio	1:500.000	IDEAM 1996
Ecosistemas de Colombia	1:1'500.000	Etter 1998
Zonas de vida de Holdridge	1:1'500.000	IGAC 1977
Temperatura media anual	1:1'500.000	IDEAM 2000
Humedad relativa media anual	1:1'500.000	IDEAM 2000
Precipitación media anual	1:1'500.000	IDEAM 2000
Evapotranspiración potencial media anual	1:1'500.000	IDEAM 2000

Para el caso de las variables climáticas, los mapas fueron generados a partir de extrapolaciones de los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas del país. Esto implica que los valores no son muy precisos ni específicos para cada punto geográfico; sin embargo, es la única información continua que se tiene para el área necesaria y permite una hacer aproximación (muy) general a las relaciones de los loros con el clima.

El mapa de Ecosistemas de Colombia (EC) fue elaborado a partir de diferentes mapas existentes tanto nacionales como regionales (escalas 1:100.000 – 1:1'500.000) y algunas imágenes satelitales (Etter 1998a). Las categorías de clasificación se basaron en el sistema Walter; y diferentes tipos de bosque montano y de agroecosistemas pueden diferenciarse (como por ejemplo bosque de roble y agroecosistema cafetero). Por su parte, el mapa de Cobertura, uso y ocupación del territorio (CUOT) se generó en su totalidad a partir de imágenes satelitales Landsat TM (IDEAM 1997), y las categorías de clasificación implementadas son más bien gruesas: no se discriminan tipos de bosque andino ni de agroecosistemas. Comparando los polígonos presentados en ambos mapas con una imagen satelital Landsat ETM de la cordillera central (escena 9/57) se

hizo evidente que el área de cobertura es más exacta en el mapa COUT. Sin embargo la clasificación del mapa EC da mayor información sobre el tipo de cobertura, de manera que ambos mapas se emplearon de manera complementaria. De esta forma, se trataron de disminuir los problemas de escala y los posibles errores de precisión que cada uno hubiera podido arrojar si se hubiera utilizado sólo uno.

Todos estos mapas fueron cruzados con el mapa de distribución histórica de *Hapalopsittaca* y para cada localidad se registró el valor de cada variable. Se trabajaron independientemente las dos subespecies de *H. amazonina* para determinar si entre ellas hay diferencias de preferencia de hábitat. Para los análisis de distribución altitudinal se trabajó con los datos reportados en la literatura o por los investigadores de campo (no con cartografía); en este caso el mapa de elevación se utilizó para verificar la precisión de las coordenadas. Para controlar posibles errores en la ubicación de las mismas, se tuvo en cuenta un círculo amortiguador de 100 m de radio para cada punto. Este radio se estableció tomando como referencia el error introducido por el gobierno de los Estados Unidos a los instrumentos de GPS antes de mayo de 2002, conocido como "selective availability" (Longley *et al.* 2001, p. 132), y en cartografía básica del IGAC corresponde a un error de 4 mm en los mapas de escala 1:100.000. En el caso de que dos o más valores distintos cayeran en el círculo, se tomaron en cuenta todos los valores.

Se hicieron análisis descriptivos y exploratorios para ver el comportamiento y la tendencia de cada variable en las áreas donde habita *Hapalopsittaca*. Todas las variables climáticas son variables ordinales (estaban clasificadas en rangos), de manera que se hicieron tablas de contingencia para detectar asociaciones entre estas y los taxa. Se utilizó la significancia de MonteCarlo con 10000 repeticiones debido a que varias celdas presentaban valores de cero. El estadístico usado fue el coeficiente de contingencia (CC). Todas las pruebas estadísticas se realizaron

con el programa SPSS 10.0.7 versión estandar. Como la cantidad de datos es muy pequeña los resultados estadísticos deben interpretarse cuidadosamente.

Debido a la gran escala de estos mapas los datos pierden precisión y excluyen detalles como, por ejemplo, parches medianos y pequeños de vegetación. Sin embargo, es la única información existente hasta el momento que abarca las cordilleras y es la información oficial que se suele manejar en el país. Además, este trabajo corresponde a una aproximación a la distribución general de los loros en Colombia, y las herramientas SIG permiten mejorar fácilmente la precisión con la aparición de cartografía más detallada.

2.2.2. Mapa de distribución potencial

Se generó un mapa de probabilidad de presencia por extrapolación de los valores de las variables asociados a cada taxa. Se emplearon únicamente las variables de elevación y vegetación (mapas EC, CVUOT, y Zonas de vida de Holdridge), a menos que otra variable climática resultara siendo por si sola importante para predecir la presencia de los loros. En todo caso, en el mapa de zonas de vida de Holdridge están implícitas algunas variables climáticas (temperatura, humedad, precipitación y Evapotranspiración). El mapa de probabilidad de presencia se generó con el programa ArcView GIS 3.2.

Se realizaron pruebas de bondad de ajuste para determinar el carácter de predicción de las variables, en donde la frecuencia esperada se calculó con el área ocupada por el valor de la variable en el rango altitudinal determinado para cada taxa. No se generó un modelo basado en estadísticos (Regresión Logística) porque los datos que se tienen sobre los loros no son de presencia/ausencia sino simplemente de presencia. En las cordilleras hay todavía muchas áreas sin explorar, en muchas regiones exploradas no se han seguido las metodologías adecuadas para identificar los loros, y además son especies muy móviles que

aparentemente siguen patrones de migración regional. Adicionalmente, el número de registros existentes al no ser muy grande disminuye el poder de las pruebas estadísticas.

Para cada especie se generó un modelo probabilístico de presencia tipo "scoring" (Lewis 1994). En éste, a cada variable se le asignó un valor a partir de los registros históricos y de su importancia para la especie, y posteriormente a cada rango de valores de cada variable se le dio un nuevo valor, con base en el porcentaje de registros obtenidos en cada uno y en el conocimiento de los requerimientos ecológicos de las especies.

2.3. ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN Y BÚSQUEDA DE POBLACIONES

Las áreas prioritarias de conservación de *Hapalopsittaca* se determinaron principalmente a partir de la información recopilada. Se definieron con alta prioridad las localidades en las que se han reportado recientemente poblaciones estables de los loros y que no están bajo ninguna figura de protección. Para el establecimiento de áreas de exploración de nuevas poblaciones se definen como prioritarias las regiones con: probabilidad de presencia alta, áreas protegidas y adyacentes, zonas con incertidumbres taxonómicas, localidades con registros antiguos o que permanecen por confirmar, y cercanas o dentro de remanentes grandes de vegetación apropiada.

El resumen de la metodología empleada se presenta en la figura. 1.

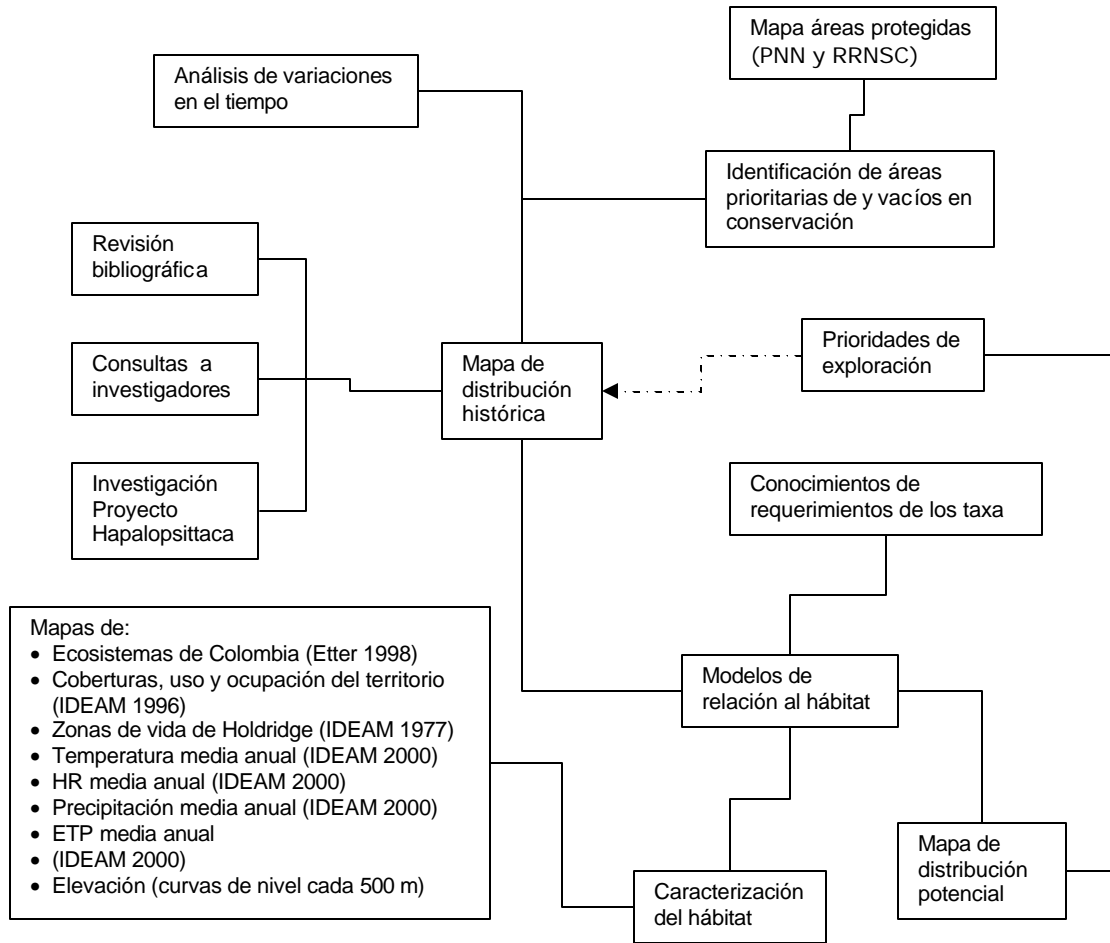


Figura. 1. Diagrama conceptual de la metodología empleada. PNN = Parques nacionales naturales; RRNSC = Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil

3. RESULTADOS

3.1 Distribución histórica

Al igual que la mayoría de las especies amenazadas y de rango restringido, son pocos los datos que de estos loros existen. Desde 1911 los loros *Hapalopsittaca* han sido registrados en 40 localidades de las cordilleras central y oriental, en los departamentos de Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander y Tolima (figura 2). De estos registros, 28 se obtuvieron de la literatura, 7 del Proyecto Hapalopsittaca, y 7 de otros investigadores (A. Quevedo, A. M. Lopez, F. Betancourt, F. Estela, J. Velásquez, P. Flores, y J. Avendaño). En comparación con otros dos trabajos publicados de manera paralela a este estudio (Renjifo *et al.* 2002, Rodríguez-Mahecha & Hernández-Camacho 2002) 16 localidades son nuevas y por lo tanto actualmente éste corresponde al compendio más actualizado y completo que existe sobre la distribución del género en Colombia. Para la elaboración del mapa sólo se incluyeron 38 registros debido a que para cinco localidades no se consiguieron las coordenadas.

En la cordillera oriental los loros *Hapalopsittaca* se han reportado a lo largo de toda su extensión, desde Norte de Santander hasta Huila, mientras que en la cordillera central no se han registrado más al norte de Caldas. De *H. a. amazonina* se tienen datos de 12 localidades diferentes desde 1913, pero en los últimos diez años sólo ha sido reportados en cuatro de ellas: en Encino, Santander; en Tona, Santander (dos localidades diferentes); y en Cucutilla, Norte de Santander. En Encino (Velásquez-Tibatá *et al.* 2003) y en Cucutilla (Córdoba

et al. 2002) las poblaciones son consideradas saludables y, al menos en la primera localidad, residentes. En el municipio de Tona *H. a. amazonina* fue visto en el páramo de Berlín en 1998. Desde la fecha no ha vuelo a registrarse en esa zona pero en 2003 fue visto en el mismo municipio a 2050 msnm (J. Avendaño com pers). Esto lleva a pensar que su rango de distribución poblacional es grande y a que, al menos en algunas localidades, presentan migraciones regionales.

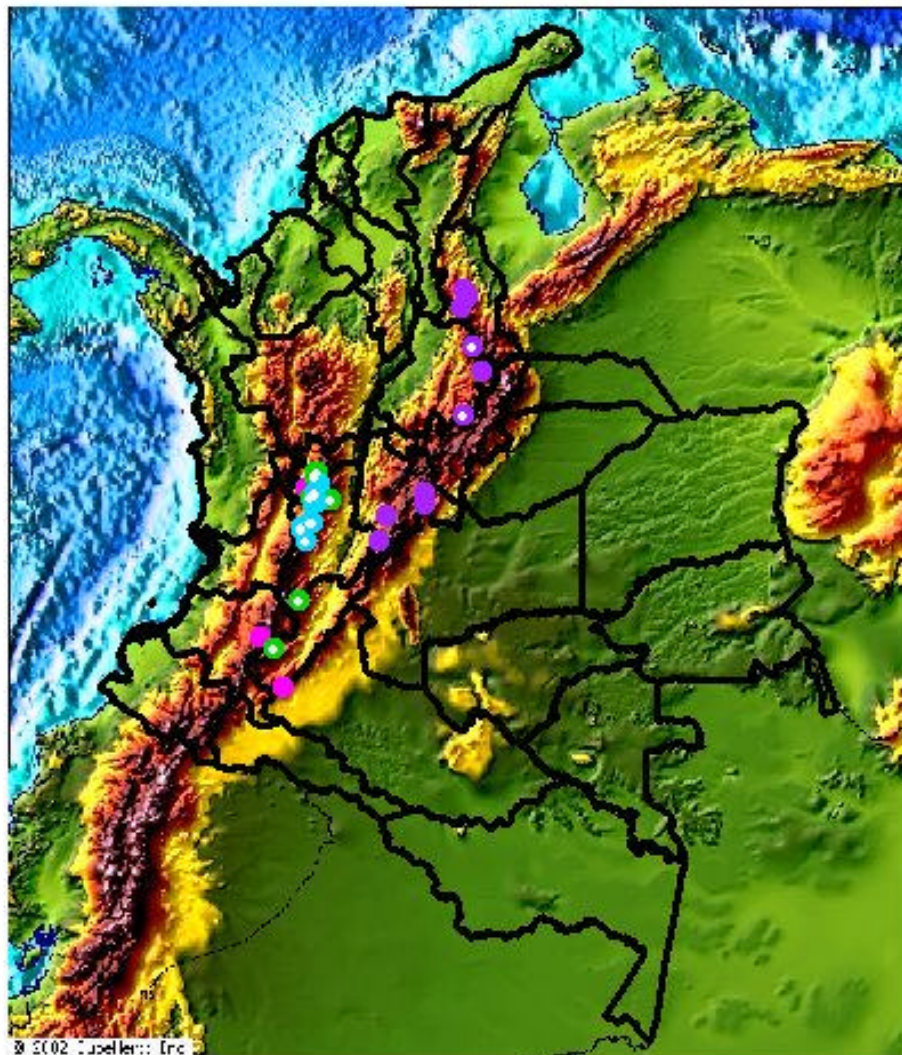


Figura.2. Mapa de distribución del género *Hapalopsittaca* en Colombia. • *H. a. amazonina*, • *H. a. velezi*, • *H. fuertesii* y • *H. sp.* Los puntos que tienen blanco corresponden a localidades donde los loros se han visto en los últimos 6 años.

H. amazonina está fuertemente asociado a los bosques de roble y su fructificación podría causar migraciones estacionales; sin embargo el muérdago, que está presente todo el año en los bosques andinos, suple sus necesidades alimenticias y por lo tanto estas migraciones podrían no ser considerables (Velásquez-Tibatá *et al.* 2003). El hecho de que en Cundinamarca, Santander y Norte de Santander fueran colectados 13 especímenes entre 1913 y 1946 hace pensar que hace 80 años la subespecie no era "rara", al menos en las áreas donde estaba presente.

H.a.velezi se ha reportado en 13 localidades en Caldas, Huila, Tolima y Quindío. En Caldas se han visto continuamente desde 1976 en un área discontinua no mayor de 4000 ha. al oriente de Manizales, lo que confirma la estabilidad de esta(s) población(es). En los últimos dos años surgieron cinco nuevos registros en Tolima, Quindío y Caldas (Velásquez-Tibatá 2002, A. Quevedo, A. M. López & F. Betancourt *com. pers.*) y se confirmó su presencia en Finca Meremberg (A. Quevedo *com. pers.*), lo que representa una expansión de rango de presencia de 225 km hacia el sur y 42 km al nororiente aproximadamente. Desde el norte de Caldas hasta el sur del macizo volcánico Ruiz-Tolima los loros han sido reportados en ambas laderas de la cordillera, pero desde este punto hacia el sur sólo se han visto en la ladera oriental. En este caso pueden estar actuando tres factores: deforestación en la vertiente occidental de la cordillera en esta área, especialmente en el departamento del Valle; desigualdades de muestreo; y falta de extensiones considerables de roble en la vertiente occidental. No obstante, en algunas regiones del sur de Quindío se han adelantado exploraciones de búsqueda de *H. a. velezi* en hábitats aparentemente adecuados para su existencia que no han arrojado resultados positivos, aún cuando otras especies de loros montanos como *H. fuertesi* y *Leptosittaca branickii* si se registraron en la zona (R. Espinosa *com. pers.*).

De *H. fuertesi* se recopilaron 14 registros, pertenecientes a los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío, Tolima y Huila. Seis de estos se obtuvieron en los

últimos dos años, los cuales no sólo confirman la presencia de esta especie en ambas laderas de la cordillera central sino que indican una expansión de rango confirmada de 65 km y probable de 266 km al sur. En octubre de 1998 P. Flórez observó en Finca Meremberg, Huila, un grupo de 6 individuos volando y luego posados en un árbol de roble (*Quercus humboldtii*) a unos 5 m de distancia, pudiendo observar claramente el azul en su cabeza (P. Flórez com pers.). Sin embargo, exploraciones hechas por miembros del Proyecto Hapalopsittaca en 2002 y 2003 no confirmaron sus observaciones. No obstante, debido a la corta duración de estas exploraciones, al movimiento e inconspicuidad de la especie, y al conocimiento previo de *H. a. velezi* por parte de Flores, la presencia de *H. fuertesii* en la reserva se considera probable, aunque por confirmar. Diferentes exploraciones de miembros del Proyecto Hapalopsittaca y otros investigadores a las reservas naturales Acaime y Cañón de Quindío con el objetivo de confirmar los avistamientos de L. M. Renjifo en 1989 (Renjifo 1991) no fueron productivas. Sin embargo, en un área del Parque Natural Nacional Los Nevados cercana a estas reservas (15 km aprox.) miembros del proyecto vieron varias veces individuos de *H. fuertesii* que podrían corresponder a la(s) misma(s) población(es).

Gracias a la confirmación de presencia de *H. a. velezi* en Finca Meremberg, realizada por miembros del Proyecto Hapalopsittaca, la situación taxonómica se ha escalecido un poco en la franja donde las cordilleras central y oriental se unen. Hasta ahora sólo habían tres registros en la zona, dos de ellos probables, que identificaban la presencia de *H. amazonina* pero no de que subespecie se trataba. Sin embargo aún es incierto si *H. a. amazonina* y *H. fuertesii* también están presentes. De confirmar la presencia de éste último, se trataría del segundo caso parapátría (o alopátría parapátrica *sensu* Amadon & Short 1992) de las dos especies de *Hapalopsittaca* en la cordillera central, pues en 2002, A. Borrero vio una bandada de 16 *H. fuertesii* volando a 3000 msnm en una localidad que se mantiene en secreto por el Proyecto Hapalopsittaca, y donde *H. a. velezi* se ha

monitoreado desde 2002. Sin embargo, desde la fecha no se han tenido nuevos registros de *H. fuertesi*.

En cuanto a la variación temporal de los registros de *Hapalopsittaca*, es importante resaltar que el conocimiento de estos loros, al menos sobre su distribución, ha aumentado considerablemente en los últimos cinco años (figura. 3). Este incremento en las investigaciones, sin embargo, no ha sido igual en ambas cordilleras (figura 4.). En la cordillera central se han adelantado más exploraciones e investigaciones que en la oriental, y a su vez estas ha sido mayores en los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima. De esta manera, la reducción en el rango de distribución de *H. a. amazonina* con el tiempo puede deberse en gran medida a la escasez de exploraciones y monitoreos realizados últimamente en las regiones altoandinas (por encima de los 2000 m) de la cordillera oriental, especialmente en los departamentos de Cundinamarca Boyacá y Huila. No obstante, la destrucción de hábitat natural causada por la expansión humana es constante (Armenteras *et al.* 2000).

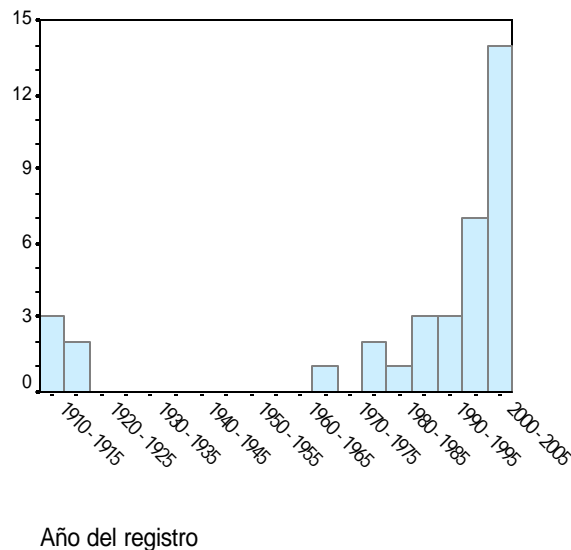


Figura 3. Número de localidades donde han sido registrados los loros *Hapalopsittaca*, de acuerdo al año en el que fueron registrados por primera vez.

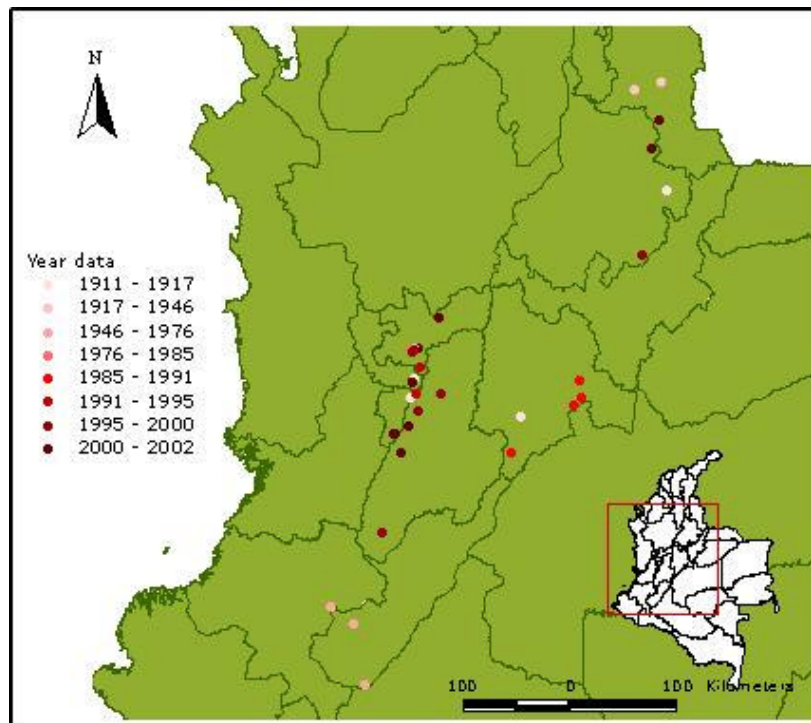


Figura 4. Localidades donde se han visto los loros *Hapalopsittaca*, clasificadas de acuerdo con el último año en que fueron vistos.

3.2 CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT

Para la caracterización de las áreas donde habita *Hapalopsittaca* en Colombia sólo se tuvieron en cuenta 33 de los 42 registros recopilados debido a que tres datos sólo reportaban el género, de cinco no se obtuvieron coordenadas y uno (El Roble) está totalmente deforestado desde hace años (Collar *et al.* 1992). Para el caso de la altitud se incluyeron todos los registros recopilados.

3.2.1. Elevación

El rango altitudinal en donde habitan los loros *Hapalopsittaca* va de los 2000 a los 3810 msnm (figura 5a). Se encontró una diferencia estadísticamente significativa para el rango de elevación entre las especies ($F=13.418$, $P<0.000$, $N=33$). *H.*

fuertesi se encuentra en la franja superior del rango altitudinal, entre los 2600 y 3810 m, mientras *H. amazonina* ocupa la franja inferior, entre los 2000 y los 3273 m ($T=5.215$, $P<0.000$, $N=33$). Entre las dos subespecies de *H. amazonina* no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($T= -0.572$, $P = 0.575$, $N=19$), aunque es evidente que el rango altitudinal de *H. a. amazonina* es más amplio que el de *H. a. velezi*, y su elevación promedio es superior (figura 5b).

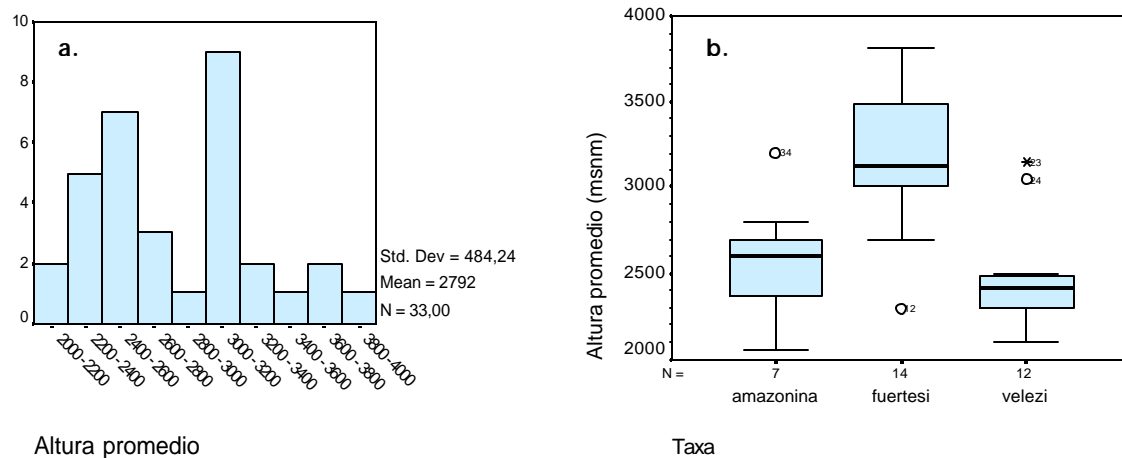


Figura 5. Valores altitudinales en las áreas donde habita Hapalopsittaca. **a.** Histograma de frecuencias por intervalos de 200 m de elevación, **b.** Boxplot de distribución de los rangos de elevación para cada taxa. Las cajas representan el 50% de los datos, las líneas gruesas representan la mediana y las líneas laterales representan los valores extremos

Estos datos demuestran que efectivamente hay una diferenciación altitudinal entre *H. a. velezi* y *H. fuertesi* y que ésta es causada no por la discontinuidad del paisaje, como algunos han considerado (Graves & Uribe-Restrepo 1989, Collar *et al.* 1992, Rodríguez-Mahecha & Hernández-Camacho 2002), sino por la ecología e historia evolutiva de las especies. En la única localidad donde se ha reportado parapatría de *H. a. velezi* y *H. fuertesi* el paisaje está compuesto de parches grandes de bosque desde los 2000 hasta los 3500 msnm que permiten el desplazamiento de ambas especies en todo el rango altitudinal. Sin embargo, *H. a. velezi* siempre se ha visto entre los 2816 y 3200 m y la observación de *H. fuertesi* ocurrió en los 3000 m de elevación. No obstante, ésta última sólo se

observó en una ocasión y podría tratarse de una población transeúnte. Adicionalmente, el hecho de que *H. a. amazonina* habite en un rango más amplio de elevación que *H. a. velezi*, y que *H. a. theresae* haya sido vista varias veces en bosques de páramo (Brockner 1998) hace pensar que en la cordillera central podría haber efectivamente un reemplazo altitudinal.

3.2.2.1. Cobertura vegetal

En campo, *H. fuertesi* se ha visto consumir muérdago (especies de las familias Loranthaceae y Eremolepidaceae) y guayabo de páramo (*Eugenia sp.*, Myrtaceae), que están presente en los bosques altoandinos y ecotono con páramo. *H. a. velezi* se alimenta en bosques montanos más bajos tanto de muérdago como de roble (Velásquez-Tibatá *et al.* 2003). *H. a. amazonina* se ha reportado consumiendo *Clusia sp.*, moras y muérdago (Collar *et al.* 1992, Renjifo *et al.* 2002), y también está estrechamente asociado a los robles (Chapman 1917, Velásquez-Tibatá *et al.* 2003). Sin embargo, su rango altitudinal tiende a ser mayor que el de su conespecífica, llegándose a reportar desde los 2050 hasta los 3800 m de elevación (Tona, Santander).

Con esta aproximación se encontró que en general los loros *Hapalopsittaca* habitan los bosques andinos de las cordilleras central y oriental, tanto continuos como fragmentados, incluyendo bosques de niebla, bosques de roble y bosques plantados; como también páramos y agroecosistemas andinos no identificados. Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre los taxa y el tipo de ecosistema (Coeficiente de Contingencia=0.585, P=0.014, N=33), mas no entre taxa y tipo de cobertura (CC=0.472, P=0.112, N=36). Esto puede deberse principalmente a que las unidades de clasificación del mapa de ecosistemas (EC) son más detalladas que el de coberturas (CUOT) haciendo posible diferenciar, por ejemplo, bosque de roble y bosques plantados de otros tipos de bosque, los cuales resultaron estar asociados diferencialmente con los taxa (figura 6).

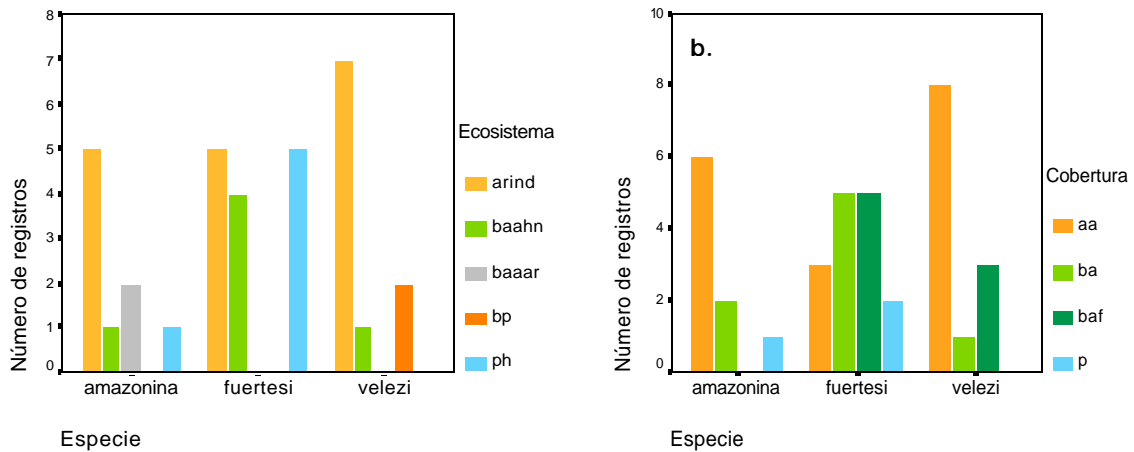


Figura 6. Numero de registros de cada taxa obtenidos para cada tipo de **a.** Ecosistema (Etter 1998b), **b.** Coberturas (IDEAM 1996). Arind=área rural intervenida no diferenciada (<20% de ecosistemas originales remanentes), baahn=bosques altoandinos húmedos y de niebla, baaar=bosques andinos y altoandinos de roble, bp=bosque plantado (pino, eucalipto, cipres), ph=páramo húmedo; aa=agroecosistema andino, ba=bosque andino, baf=bosque andino fragmentado, p=páramo.

H. fuertes es el taxón que se encontró más en hábitats naturales. Se ubicó en páramo, en bosque de niebla continuo y fragmentado, y en algunos agroecosistemas no diferenciados. *H. a. velezi*, por el contrario, se ubicó la gran mayoría de las veces en ecosistemas intervenidos por el hombre: agroecosistemas, bosque plantado y bosque fragmentado. *H. a. amazonina* también se reportó en páramo, en bosque de niebla, en algunos agroecosistemas y se vio asociado a bosques de Roble en Cundinamarca (PNN Chingaza) y Santander (Encino). No obstante, según esta aproximación *H. a. velezi* no parece estar asociado a bosques de roble cuando las investigaciones de campo en Tolima demuestran lo contrario (Velásquez-Tibatá 2003). Y de la misma manera, *H. a. amazonina* no se registró en bosque fragmentado en localidades que si corresponden a esta cobertura (Velásquez-Tibatá 2003). Esto muy probablemente se debe a que los parches de bosque son muy pequeños como para ser discriminados a esta escala, o muy grandes como para no considerarlos coberturas continuas.

Igualmente los loros de este género nunca se han visto forrajeando en cultivos, con excepción de plantaciones de *Alnus acuminata* en Río Blanco, Caldas (Graves & Uribe-Restrepo 1989, R. Espinosa *com. pers.*). Por lo tanto, los reportes de agroecosistemas deben corresponder a parches de hábitat pequeños o aislados que no alcanzaron a ser clasificados como bosque o bosque fragmentado (*sensu* IDEAM). Según el IDEAM (1997), los paisajes donde la cobertura vegetal ha sido removida en menos de un 50% son denominados bosques fragmentados, mientras las áreas donde la deforestación ha removido el 50-100% de la cobertura vegetal son catalogadas como agroecosistemas. Tampoco se tienen indicios de que utilicen el páramo como tal, e igualmente es de esperarse que estos registros correspondan a pequeños (para esta escala) parches de bosque altoandino incluidos en el ecosistema de páramo, o a variaciones regionales en el límite superior de los bosques.

En cuanto a las zonas de vida de Holdridge, los loros *Hapalopsittaca* se presentaron en una amplia variedad de categorías (figura 7). Hay datos de los cinturones premontano, montano bajo, montano y subalpino en zonas húmedas, muy húmedas y pluviales. Se encontraron asociaciones entre taxa y zonas de vida ($CC=0.660$, $P=0.007$, $N=33$) que coinciden con la distribución altitudinal de cada uno.

H. a. velezi habita principalmente los bosques montano bajo y montano húmedos y muy húmedos, y es el único taxón encontrado en bosque premontano. *H. fuertesi* también se encontró en bosque húmedo montano bajo pero la mayoría de los datos pertenecen a bosque montano húmedo y muy húmedo, y tiene los únicos registros de páramo pluvial subalpino. *H. a. amazonina* está presente en casi todas las zonas de vida identificadas para el género y es el único taxón con registros en bosque seco, correspondientes a Cundinamarca y Santander.

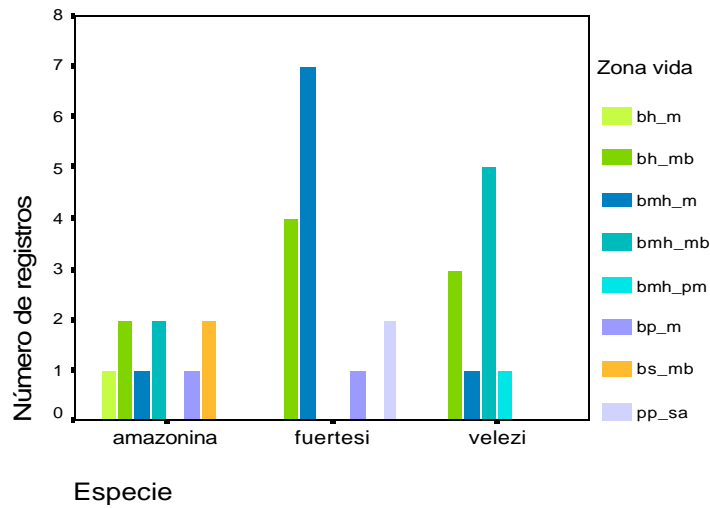


Figura 7. Número de registros de *Hapalopsittaca* obtenidos para cada zona de vida de Holdridge. Bh_m = bosque húmedo montano, bh_mb = bosque húmedo montano bajo, bmh_m = bosque muy húmedo montano, bmh_mb = bosque muy húmedo montano bajo, bmh_pm = bosque muy húmedo premontano, bp_m = bosque pluvial montano, bs_mb = bosque seco montano bajo, pp_sa = páramo pluvial subalpino.

3.2.2.2. Clima

Los loros *Hapalopsittaca* viven en regiones frías donde la temperatura media es 8°C. El rango de temperatura general está entre los 4 y 20°C (figura 8a) aunque se detectó que, como es de esperarse debido a su distribución altitudinal, los valores del rango específico de *H. fuertesí* son menores que los de *H. amazonina*. (CC=-0.528, P=0.003, N=33) (figura 8b). En los bosques montaños tropicales, la temperatura es probablemente la variable sobre la cual la elevación tiene mayor efecto, debido a la disminución de la presión atmosférica y de la densidad del aire que resultan al incrementarse la altitud (Barry 1981 en Cavelier 1998).

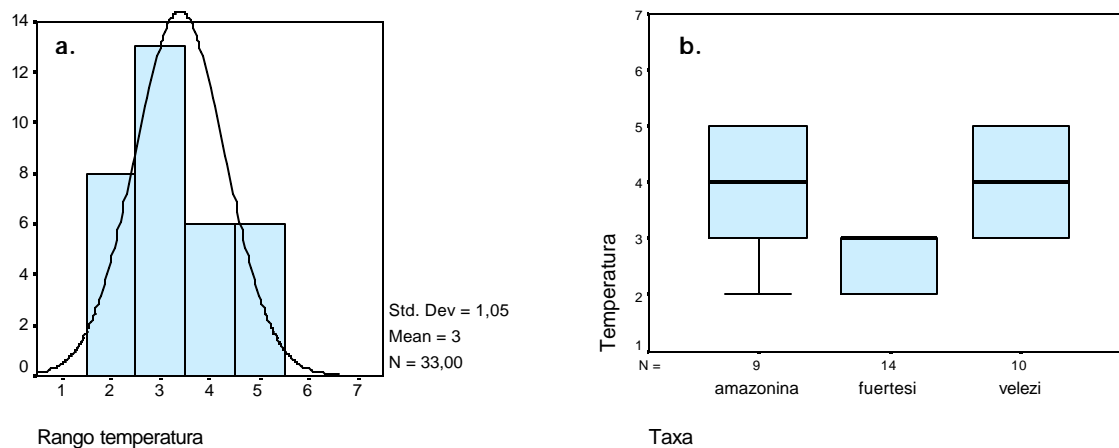


Figura 8. Valores de temperatura promedio obtenidos para las áreas donde habita *Hapalopsittaca*. **a.** Histograma de frecuencias, **b.** Boxplot de distribución de los rangos de temperatura para cada taxón. La temperatura está dada en intervalos de 4°C, donde 1 = <4°C y 7 = >24°C.

La precipitación media anual está entre los 1000 y 3000 mm (figura 9a), la cual puede considerarse propia de las montañas. Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre esta variable y el taxa (CC = 0.554, P = 0.021, N=33), dada principalmente por diferencias entre las subespecies de *H. amazonina* (CC=0.602, P=0.006, N=19). La precipitación tiende a ser menor en las áreas donde habita *H. a. amazonina* (figura 9b) y esto se debe a que la cordillera oriental tiende a ser más seca que la central (Mapa de índice de humedad en el suelo IDEAM 2000).

La pérdida de humedad de los hábitats de *Hapalopsittaca* debida a evapotranspiración (ETP) está entre los 600 y 1400 mm/año y no hay diferencias entre taxa (CC=0.399, P=0.413, N=33). Los valores máximo y mínimo de esta variable para Colombia están entre 400 y 1800 mm respectivamente, de manera que el rango para los hábitats de *Hapalopsittaca* es amplio. La humedad relativa del ambiente (HR) para los hábitats de estos loros es de 75-80%; y no se encontró asociación con los taxa (Cc=0.337, P=0.372, N=33). En este rango de valores está más del 80% del país.

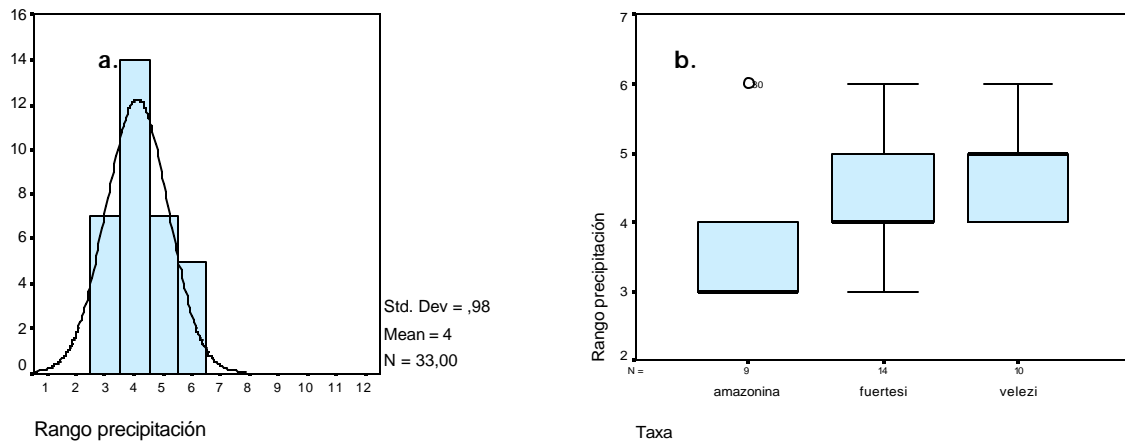


Figura 9. Valores de precipitación promedio anual obtenidos para las áreas donde habita *Hapalopsittaca*. **a.** Histograma de frecuencias, **b.** Boxplot de distribución de los rangos de precipitación para cada taxón. Los rangos corresponden a intervalos desiguales, donde 1=0-500, 2=500-1000, 3=1000-1500, 4=1500-2000, 5=2000-2500, 6=2500-3000, 7=3000-4000, 8=4000-5000, 9=5000-7000, 10=7000-9000, 11=9000-11000, 12=>11000 mm.

3.2.4.1. Protección

El 35% de las localidades donde se han reportado los loros *Hapalopsittaca* está bajo alguna figura de protección. Entre estas están el 50% de las localidades donde se ha registrado a *H. fuertesi* y tan solo el 25% de las áreas de *H. a. velezi* (figura 10). Entre taxa no hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto a protección de áreas ($P = 0.428$, $CC = 0.228$, $N = 33$), aunque *H. amazonina* está menos protegida que *H. fuertesi*. Los PNN corresponden al 27% de las áreas protegidas aunque no se conoce con exactitud el papel que juegan en la protección de las poblaciones de *Hapalopsittaca*. La distribución de los loros *Hapalopsittaca* en relación con los PNN y las reservas de la Red de Reservas de la Sociedad Civil se muestran en la figura 11. El listado de reservas y PNN donde se han reportado los loros se presentan en la tabla 3.

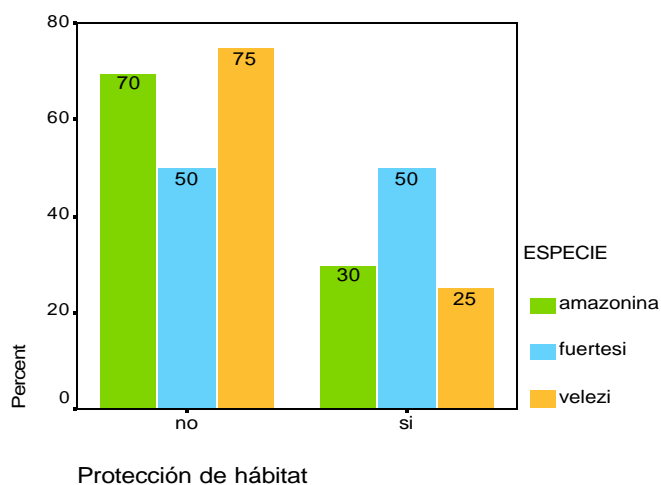


Figura 10. Porcentaje protección de las áreas donde se han registrado los loros *Hapalopsittaca*. Incluye reservas privadas y Parques Nacionales Naturales (PNN).

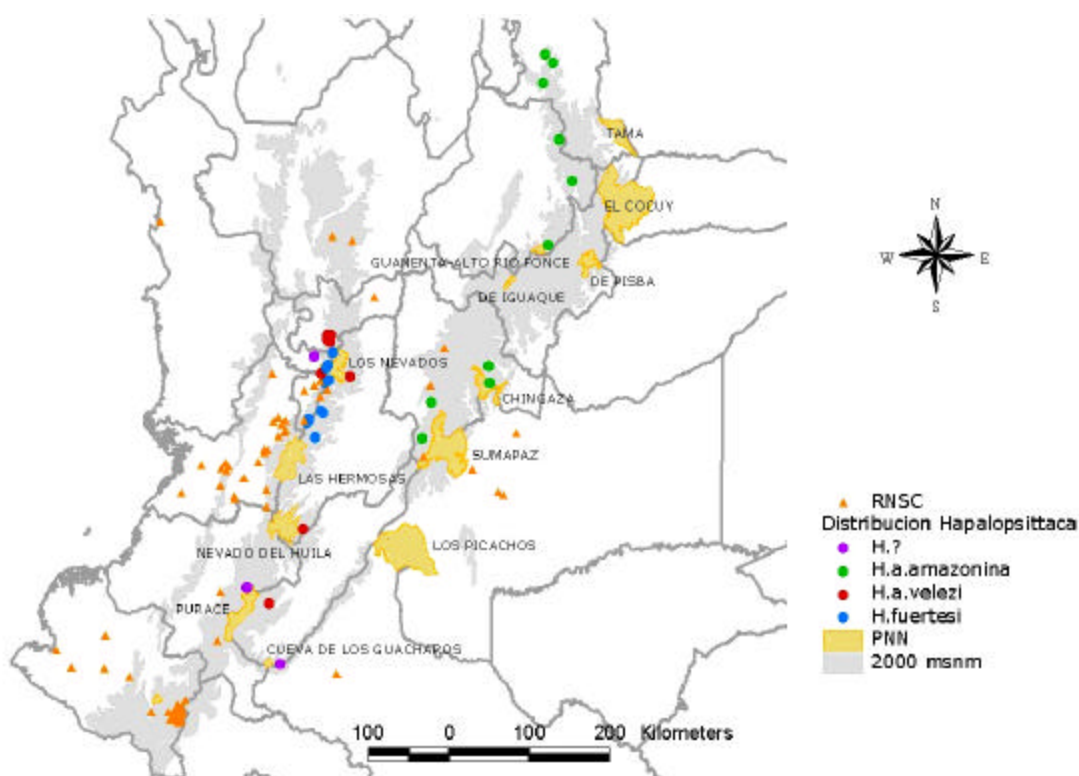


Figura 11. Distribución de los loros *Hapalopsittaca* en relación con algunas áreas protegidas. Sólo se muestran los Parques Nacionales Naturales (PNN) que intersectan con el rango de distribución potencial de los loros. RNSC = Reservas Naturales de la Sociedad Civil

Tabla 3. Lista de las áreas protegidas donde se han registrado los loros *Hapalopsittaca*.

	<i>H. fuertesii</i>	<i>H. a. velezi</i>	<i>H. a. amazonina</i>	<i>H.?</i>
PARQUES NATURALES NACIONALES	<ul style="list-style-type: none"> • Los Nevados 		<ul style="list-style-type: none"> • Chingaza 	<ul style="list-style-type: none"> • Puracé • Cueva de los Guácharos
RESERVAS PRIVADAS	<ul style="list-style-type: none"> • Acaime, Quindío • Cañón del Quindío, Quindío • Aguas Claras, Quindío • La Rusia, Quindío 	<ul style="list-style-type: none"> • Río Blanco, Caldas • La Patasola, Quindío • Finca Meremberg, Huila 	<ul style="list-style-type: none"> • Suma Paz, Cundinamarca • Carpanta; Cundinamarca • Reserva hídrica del acueducto metropolitano de Bucaramanga, Santander • Cachalú, Santander 	

Históricamente *H. a. amazonina* se ha reportado en diferentes PNN y reservas naturales, especialmente en Cundinamarca; pero en la actualidad la mayoría de las poblaciones conocidas en la cordillera oriental habitan áreas sin protección. Recientemente algunos individuos han sido vistos es en la reserva hídrica del acueducto de Bucaramanga (J. Avendaño *com pers*) y en la reserva natural Cachalú (Encino, Santander). Sin embargo estos registros no han sido confirmados y, al menos en la segunda localidad, es probable que se trate poblaciones vagabundas (Velásquez-Tibatá sin publicar). Recientemente *H. a. velezi* sólo se ha registrado en dos reservas naturales y no está presente en ningún PNN. En Río Blanco los loros se han visto desde 1976 y por lo tanto es un área importante para la conservación de la subespecie.

Aunque *H. fuertesii* ha sido registrado en siete reservas naturales, incluyendo un PNN, en la mayoría los reportes fueron considerados raros y/o escasos. En algunas de estas localidades (ej. Acaime y Cañón del Quindío) es posible que no hayan poblaciones residentes sino que sean importantes zonas de forrajeo, percha o simplemente de tránsito. En el PNN Los Nevados *H. fuertesii* se avistó frecuentemente el año pasado, pero en esta reserva reside desde antes de la

creación del parque una comunidad humana que constantemente corta árboles para combustible y despeja zonas para sembrar papa (Velásquez-Tibatá *et al.* 2003).

Para el género, y para muchas otras especies que habitan estos ecosistemas, la mayor amenaza a la que están expuestos es la destrucción, fragmentación y transformación de los bosques por el hombre, para el establecimiento de cultivos y viviendas, la extracción de recursos maderables y la cría extensiva de ganado (Orejuela 1985a, Ortiz 1991, Collar *et al.* 1992, Stattersfield & Capper 2000). El caso más dramático reportado para estos loros es el de la localidad El Roble, Cundinamarca, donde en 1913 F. M. Chapman consideró que *H. a. amazonina* era "común", y hoy en día está totalmente deforestada (Collar *et al.* 1992). Adicionalmente, el relativamente reciente incremento en el cultivo de amapola y las fumigaciones que se hacen para controlarla han agudizado este problema (Rodríguez-Mahecha & Hernández-Camacho 2002). Según el Libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo *et al.* 2002) aproximadamente *H. amazonina* y *H. fuertesi* han perdido respectivamente el 63% y el 44% de su hábitat original.

3.3 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

3.3.1 *H. fuertesi*

Con esta aproximación, y sin tener en cuenta otras variables bióticas que pueden estar afectando la distribución de los loros como son la presencia de depredadores o de competidores, se predicen 10225,9 km² con alta probabilidad de contener a *H. fuertesi*, 10790,3 km² con probabilidad de presencia media y 3204,1 km² con probabilidad baja. El mapa de distribución potencial obtenido se presenta en la figura 11.

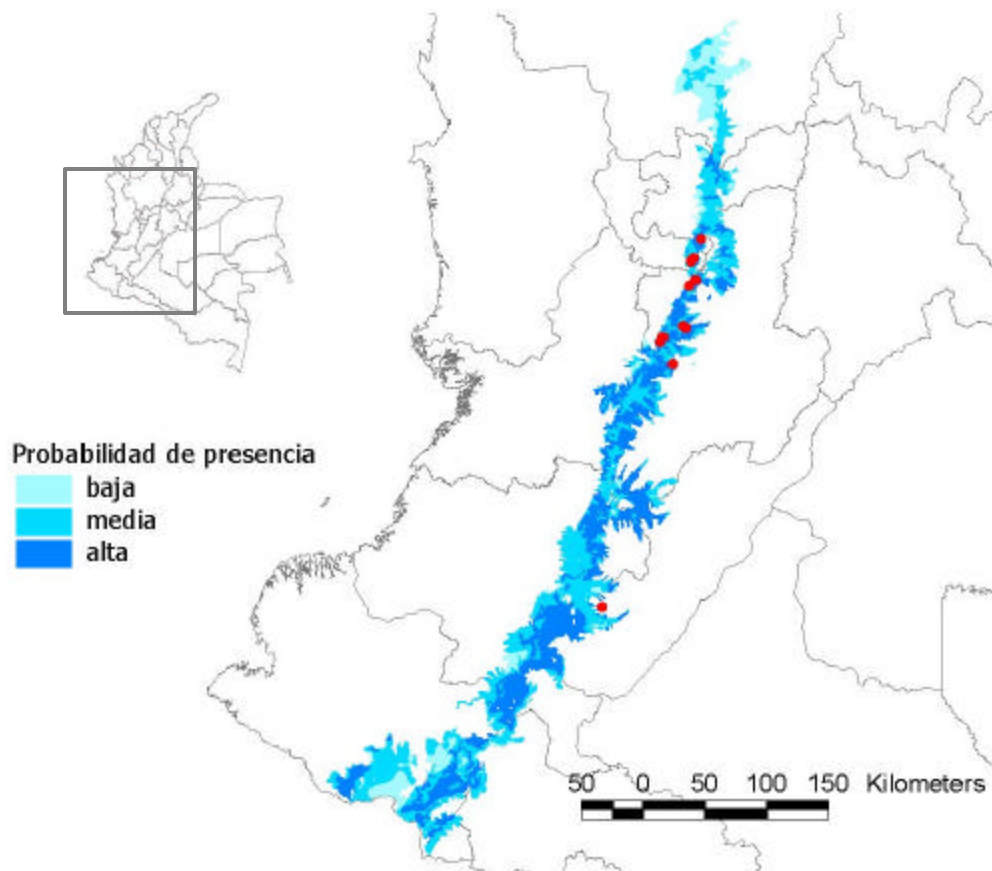


Figura 12. Distribución potencial predicha para *H. fuertesii* dada en probabilidad de presencia. Los puntos rojos representan la distribución histórica de la especie. El punto localizado más al sur corresponde a un registro probable.

Además de la vegetación y la elevación ninguna otra variable resultó ser significativa para predecir su presencia. La variable limitante fue la altitud, con un rango entre los 2500 y 4000 msnm. A la información obtenida con los mapas EC, CUOT y Zonas de vida se les asignó el mismo valor, es decir, se les dio el mismo peso. Para el mapa de coberturas a las clases agroecosistema andino y páramo se les dio un menor valor que a bosque andino y bosque andino fragmentado porque, como se comentó anteriormente, los registros encontrados para estas coberturas han de corresponder a parches de vegetación pequeños o aislados y no representan uso de estos como tal. En el mapa de ecosistemas, a bosque de niebla se le dio un mayor valor que a los demás. Los bosques de roble y bosques plantados no están asociados a la presencia de los loros y por lo tanto se les dio

un valor de 0 (para el caso de los robles, su rango de distribución es menor al observado para *H. fuertesii* y las plantas parásitas de las que ellos se alimentan no se han observado sobre estos árboles). Los valores asignados a las zonas de vida se basaron principalmente en la frecuencia de observaciones en cada una, teniendo en cuenta la frecuencia esperada. El modelo de asociación al hábitat se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Modelos de relación especie-hábitat (WHRM) para *H. fuertesii* y *H. amazonina*.

	VALORES ASIGNADOS	
	<i>H. fuertesii</i>	<i>H. amazonina</i>
COBERTURAS		
bosque andino	2	2
bosque andino fragmentado	2	2
agroecosistema andino	1	1
páramo	1	1
otro	0	0
ECOSISTEMAS		
BMD andino y altoandino de roble	0	3
BBD altoandino húmedo y de niebla	2	2
páramo húmedo	1	0,5
área rural intervenida no diferenciada	1	1
bosque plantado (Pino, Eucalipto, Ciprés)	0	1
otro	0	0
ZONAS DE VIDA		
bp_m	1	0,5
bmh_m	2	1
bh_m	0	0,5
bmh_mb	0	1
bh_mb	2	1
bs_mb	0	1
pp_sa	2	0
otro	0	0
PROBABILIDAD		
alta	6-5	6-4,5
media	4-3	4-3,5
baja	2-1	3-2

Se delimitó la distribución potencial a toda la cordillera central porque se estaba trabajando a nivel nacional (no hay razones para pensar que *H. fuertesii* este por fuera de la cordillera central).

Hasta la fecha se creía que *H. fuertesi* estaba confinado al macizo volcánico Ruiz-Tolima, pero ahora es claro que también está presente en los bosques altoandinos del sur del Quindío y centro-occidente del Tolima. Además, hay un dato probable al suroccidente de Huila. Teniendo en cuenta únicamente las variables consideradas en este trabajo, no hay razones para pensar que no se encuentre más al sur, especialmente por la continuidad de bosque y páramo que hay hasta Huila e inclusive hasta Ecuador. Por el contrario, el límite norte de su distribución sí podría ser este macizo pues en Caldas y Antioquia los bosques altoandinos han sido considerablemente reducidos y fragmentados (González 1985).

3.3.2. *H. amazonina*

Se generó un mapa de distribución potencial para toda la especie (figura 12) porque no se encontraron diferencias significativas de rango altitudinal ($t = -1.652$, $P=125$, $N=14$), ecosistemas ($CC=0.503$, $P=0.510$, $N=19$), coberturas ($CC=0.411$, $P=0.262$, $N=21$) ni zonas de vida ($CC=0.467$, $P=0.336$, $N=19$) entre las subespecies. Además, los datos existentes no definen con exactitud la situación taxonómica donde las dos cordilleras se unen.

El rango altitudinal limitante fue 2000-3500 msnm y no hubo otras variables además de elevación y vegetación asociadas significativamente a la presencia de esta especie. A las zonas de vida se les asignó un menor valor (la mitad) que a coberturas y ecosistemas debido a que tendieron a aumentar la probabilidad de presencia en zonas deforestadas y alejadas de remanentes de bosque, aumentando los errores de comisión (predicción de presencia cuando hay ausencia). Para el mapa de coberturas a las clases agroecosistema andino y páramo también se les dio un menor valor. Para el de ecosistemas, a bosque de roble se le dio mayor valor que a bosque andino y bosque andino fragmentado por la asociación que presentan estos loros, y a bosque plantado (ubicado en su gran mayoría en la cordillera central) se le dio un menor valor debido a que no hay una

asociación directa ni marcada. Los valores asignados a las zonas de vida también se basaron principalmente en la frecuencia de observaciones en cada una, teniendo en cuenta la frecuencia esperada. El modelo de asociación al hábitat se presenta en la tabla 4.

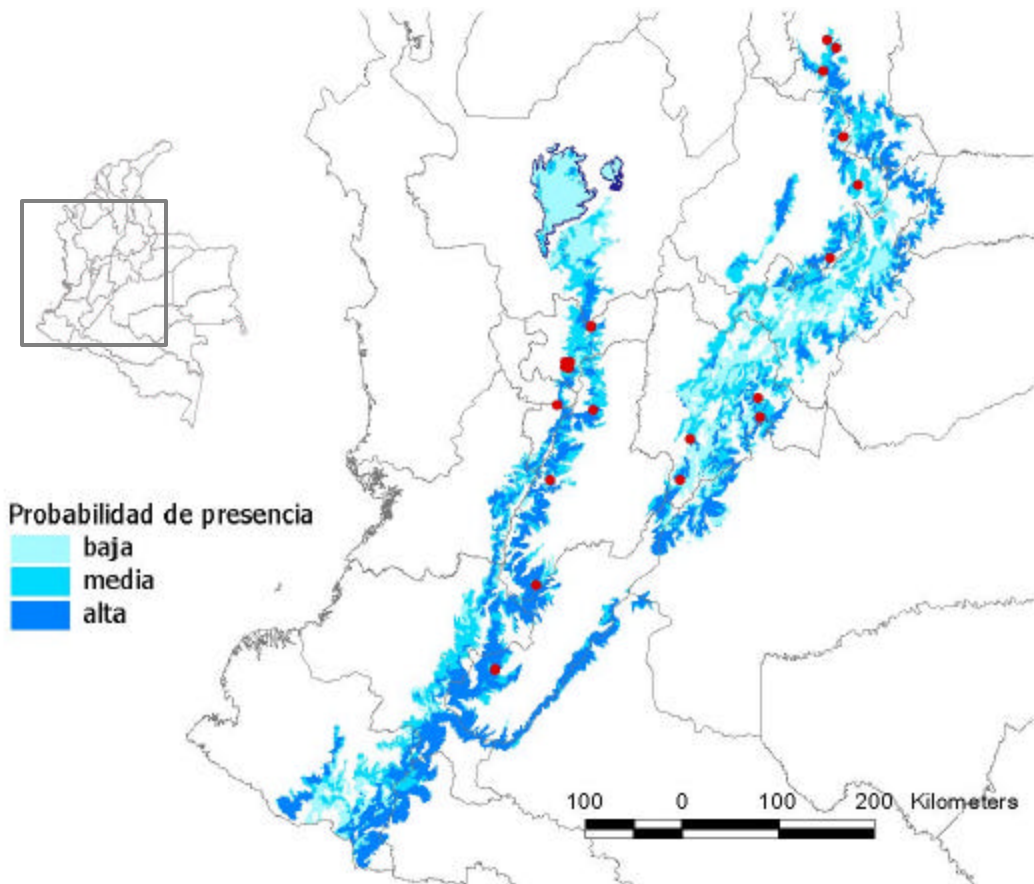


Figura 13. Distribución potencial predicha para *H. amazonina* dada en probabilidad de presencia. Los puntos rojos representan la distribución histórica de la especie. La línea azul señala un área donde la probabilidad de presencia es casi nula por la ausencia de bosques (ver texto).

Se delimitó la distribución potencial a la totalidad de las cordilleras central y oriental que estuvieran en el rango altitudinal dado. Se predicen 16168,5 km² con alta probabilidad de contener a *H. amazonina*, 13692,4 km² con probabilidad de presencia media y 43438,3 km² con probabilidad baja. Sin embargo, en la porción norte de la cordillera central (área bordeada de azul en la Figura. 12) las áreas

boscosas remanentes en la cordillera central son mínimas (González 1985) y la probabilidad de encontrar loros *Hapalopsittaca* en esta zona es casi nula. De manera que se estarían hablando de 16102,2 km² con probabilidad alta, 13334,4 km² con probabilidad media y 40338,5 km² con probabilidad baja.

3.4. ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN Y DE BÚSQUEDA DE POBLACIONES

3.4.1. Áreas prioritarias de conservación

En general, se considera que es fundamental adelantar acciones urgentes de conservación en los municipios de Encino (Santander), Cajamarca (Tolima) y Roncesvalles (Tolima), en donde en el último año se han identificado poblaciones estables y residentes de loros *Hapalopsittaca*. En Tona (Santander) y en Cucutilla (Norte de Santander) también se encuentran poblaciones aparentemente estables y hábitats bien preservados (Córdoba *et al.* 2002, C. Roa *com pers*) que deben tratar de conservarse una vez se evalúe el estado de las poblaciones. En vista de que estas localidades corresponden a las únicas áreas donde se tienen registros actuales de poblaciones de *H. a. amazonina*, este sería el taxón con mayor urgencia de protección.

En la cordillera central la mayoría de los registros nuevos se concentraron entre los PNN Los Nevados y Las Hermosas (figura. 13). En esta franja hay establecidas algunas Reservas Naturales de la Sociedad Civil en algunas de las cuales se han registrado los loros *H. fuertesii* (tabla 1). Sin embargo, sería importante trabajar por el establecimiento de un corredor entre estos parques, en especial porque aún persisten buenos remanentes de bosque montano y por la presencia de otras especies de aves endémicas y/o amenazadas.

Los loros *Hapalopsittaca* habitan tres Áreas de Aves Endémicas (Stattersfield *et al.* 1997) y siete Áreas Claves para las Aves Amenazadas en el Neotrópico (Wege & Long 1995), de manera que su conservación y la de sus hábitats favorecería al menos a 15 especies adicionales de interés para la conservación. Entre estas se encuentran *Ognorhynchus icterotis* (CR), *Odontophorus strophium* (CR), *Macroagelaius subalaris* (CR), *Hypopyrrhus pyrohypogaster* (EN), *Grallaria milleri* (EN), *G. alleni* (EN), *G. rufocinerea* (VU), *Leptosittaca branickii* (VU) (Stattersfield & Capper 2000, Renjifo *et al.* 2002).

3.4.2. Áreas de búsqueda de poblaciones

Además de explorar las zonas adyacentes a donde se han registrado los loros, es importante buscar nuevas poblaciones en las siguientes regiones:

Para la cordillera oriental se sugiere adelantar exploraciones a lo largo de la vertiente oriental, principalmente hacia los alrededores del PNN Cocuy y oriente de Boyacá, donde existen buenos remanentes de bosque pero no se tienen registros de los loros (básicamente a causa de escasez de investigación). En Cundinamarca es importante reexplorar las zonas boscosas adyacentes e incluidas en los PNN Sumapáz y Chingaza para buscar nuevas poblaciones y, sobre todo, para confirmar la presencia actual de los loros. La zona limítrofe de Huila y Caquetá resulta importante no solo por tener bosques continuos en buen estado de conservación, sino porque podría aportar información valiosa sobre la historia evolutiva de los loros.

La serranía de los Cobardes (Las Quinchas) es igualmente de interés porque presenta las condiciones apropiadas para la presencia de *H. a. amazonina* pero podría haber una barrera geográfica para la distribución de los loros. Su altura máxima no alcanza los 3000 msnm, y está unida a la cordillera por un estrecho tramo de menos de 4 km de ancho a una altura de 2000 msnm. Aunque en estudios adelantados en la zona por miembros del Grupo de Ornitología de la

Universidad Nacional de Colombia, GOUN (sin publicar) no se han registrado los loros, existen reportes de roble de las regiones norte y sur de la serranía (Pulido 1996).

En la cordillera central, todo el occidente de Tolima es clave para adelantar exploraciones debido a que existen considerables remanentes de bosque montano y páramo adecuados para la presencia de ambas especies; la vertiente occidental en esta franja de la cordillera ha estado más expuesta a presiones de deforestación en especial el Valle del Cauca. Donde limitan Huila y Cauca también se conserva hábitat adecuado y corresponde al límite inferior conocido de la especie. Sin embargo hacen falta exploraciones en Nariño, donde hay un gran vacío de información y cuyos resultados darían información muy valiosa sobre la biogeografía del género (King 1989).

En el rango de distribución de *Hapalopsittaca* se encuentran 13 PNN (figura. 13). Entre estos, es importante confirmar su presencia y el estado de las poblaciones en Los Nevados, Puracé, Cueva de los Guácharos y Chingaza; y en un primer paso buscar nuevas poblaciones en Las Hermosas, Nevado del Huila, Sumapaz, El Cocuy, Tama, PNN de Pisba y Santuario de Fauna y Flora de Guanentá–Alto Río Fonce.

4. DISCUSIÓN

4.1. Hábitat de *Hapalopsittaca*

Los loros parecen no ser especialistas de hábitat dentro de su rango altitudinal, ya que los bosques en los que se encuentran corresponden al 85 - 98 % de los ecosistemas naturales existentes en este rango. Además viven en diferentes cordilleras y departamentos, y la composición vegetal de los bosques montanos puede variar considerablemente entre regiones o entre diferentes zonas de un mismo bosque, a causa de la variedad de endemismos generados por especiación alopátrica (Gentry 1991, Cavalier 1998). En la cordillera oriental, por ejemplo, un estudio reveló que la complementariedad (diferencia) de especies de Rubiaceae en bosques montanos era de 68% en áreas distanciadas tan sólo 20 km, y que esta aumentaba con la distancia (Fundación Natura sin publicar) (Tabla 5). Adicionalmente el muérdago, que es abundante en los bosques montanos y ha sido identificado como una importante fuente de alimento de estos loros, parece no tener preferencias (al menos como grupo) de substrato ni macroclimáticas (J. Mora *com pers*).

Tabla 5. Índices de complementariedad para la familia Rubiaceae en diferentes bosques montanos de la cordillera oriental. IC=1 indica que todas las especies son diferentes.

LOCALIDAD	IC COMPARADO CON CAHALÚ, SANTANDER
A. Virolín (Santander)	0.68
B. Cusiana (Boyacá)	0.86
C. Cañón del río Pómeca (Boyacá)	0.79
D. Farallones de medina (Cundinamarca)	0.87
E. Picachos (Caquetá)	0.84
F. Sucumbios-El Mirador (Putumayo)	0.92

Es importante resaltar que el hábitat de *H. a. velezi* es el más fragmentado de todos y la mayoría de sus registros caen en agroecosistemas y bosques fragmentados. La fuerte y constante presión a la que están sometidos los ecosistemas naturales de las regiones montañosas se debe principalmente a la productividad del suelo, a la abundancia de recursos y a que el clima es agradable para vivir (Leyva 1998). En el rango altitudinal superior del género las condiciones se vuelven difíciles para la vida humana, especialmente porque es más frío y húmedo. Entonces, en la parte baja del rango altitudinal de *Hapalopsittaca* se espera que las tasas de deforestación sean mayores, y el hábitat sea más fragmentado.

4.2. BIOGEOGRAFÍA

En Colombia, la regionalización de los taxa de *Hapalopsittaca* es evidente: la cordillera oriental sólo es habitada por *H. a. amazonina*, y en la central *H. fuertesii* y *H. a. velezi* habitan elevaciones complementarias.

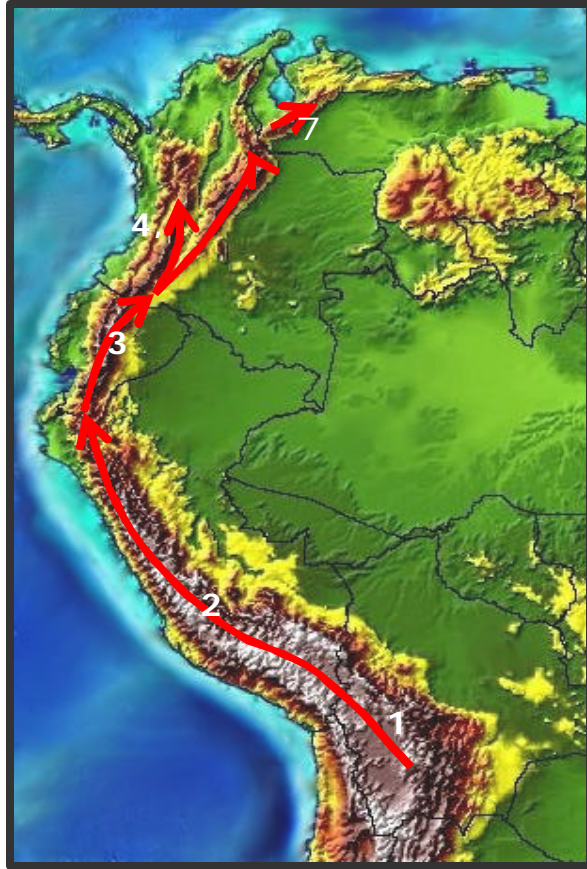
En la cordillera oriental hay una depresión altitudinal donde Huila y Meta limitan, y donde la elevación máxima está por debajo de los 1500 msnm. Hacia el nororiente de esta depresión habita *H. a. amazonina*, desde Cundinamarca hasta Norte de Santander. Por su parte, *H. a. velezi* se conocía sólo del macizo volcánico Ruiz-Tolima, pero se ha venido encontrando más al sur, en Tolima y Huila, y por continuidad de elevación y vegetación no hay razones para pensar que no pueda habitar el ramal base de la cordillera oriental. De manera que esta depresión pudo haber servido como barrera geográfica para el intercambio genético entre las especies, permitiendo una especiación alopátrica. La separación de poblaciones se pudo haber dado bien porque algunos individuos de *H. amazonina* pasaron esta barrera geográfica, o bien porque en algún momento de la última glaciación, cuando el límite altitudinal de los bosques montanos y

páramos era menor que el actual (Cavelier 1998), la barrera no existía y pudieron transitar fácilmente. Este mismo fenómeno ocurre al noroccidente de la cordillera oriental, donde la depresión de Táchira no sólo separa el macizo de Tama (cordillera oriental colombiana) de la Sierra de Mérida (Venezuela), sino a *H. a. amazonina* de *H. a. theresae* (Brockner 1998). En cuanto a *H. fuertesii*, el registro probable en finca Meremberg, su expansión de rango identificada y las diferencias ecológicas con *H. a. velezi* demuestran una clara diferenciación de *H. amazonina*. *H. fuertesii* pudo haberse originado de ésta última, o de sus ancestros, en Colombia antes de entrar a la cordillera central, o bien, antes de ingresar al país.

Teniendo en cuenta la distribución de los demás miembros del género (ver introducción), lo más probable es que los loros *Hapalopsittaca* se hayan originado más al sur de Colombia, tal vez en Perú o Bolivia, y luego de irse expandiendo hacia el norte entraron a Colombia por Ecuador (figura 14). Individuos de *H. amazonina* llegarían hasta Huila, y desde allí unos continuarían por la cordillera central mientras otros se irían por la cordillera oriental, llegando algunos hasta Venezuela. Los individuos de *H. fuertesii* habrían seguido solamente por la cordillera central, a no ser que también hayan avanzado por la oriental y posteriormente se hayan extinguido. La separación de la cordillera occidental de las demás muy probablemente constituyó una barrera geográfica para su colonización.

De ser cierta esta hipótesis, la adaptación de *H. amazonina* al roble sería secundaria, pues *Quercus humboldtii* es el representante más austral del género estando su límite inferior en Pasto, Nariño (Pulido 1996, Cavelier *et al.* 2001). Debido a que tanto *H. a. velezi* y *H. a. amazonina* están muy asociados a este recurso la adaptación pudo haber tenido lugar en Nariño antes del punto de separación de las cordilleras. Como *Q. humboldtii* se encuentra entre los 1100 y 3200 msnm (Pulido 1996), *H. a. velezi* pudo reducir su rango altitudinal al encontrarse con *H. fuertesii*. Sin embargo, *H. a. theresae* no se alimenta de roble

(en Venezuela no hay *Quercus*), así que la adaptación de las subespecies colombianas a esta planta pudo haberse dado también por convergencia.



A nivel de género han existido algunas dudas taxonómicas, que podrían estar evidenciando un menor tiempo de especiación entre los miembros más boreales del género, y por lo tanto, reforzando esta hipótesis de dispersión. Durante varios años la especie *H. amazonina* incluía los individuos de *H. fuertesi* y *H. pyrrops* como subespecies, luego de que Meyer de Schauensee uniera las tres especies en una sola (Graves & Uribe-Restrepo 1989). Sin embargo, investigaciones taxonómicas posteriores concluyeron que *H. amazonina* estaba conformada por no menos de tres especies, de manera que *H. pyrrops* y *H. fuertesi* retomaron su categoría inicial (Brockner 1998). Como entre ellas se encuentran mayores afinidades que entre cualquiera de estas especies y *H. melanosis*, actualmente se considera que el género está formado por una especie, *H. melanotis*, y una

superespecie, *H. amazonina*, formada por las aloespecies *H. pyrrhops*, *H. fuertesii* y *H. amazonina* (figura 15 b.) (Graves & Uribe-Restrepo 1989, Brockner 1998). En la figura 15a se muestran las relaciones filogenéticas propuestas para el género.

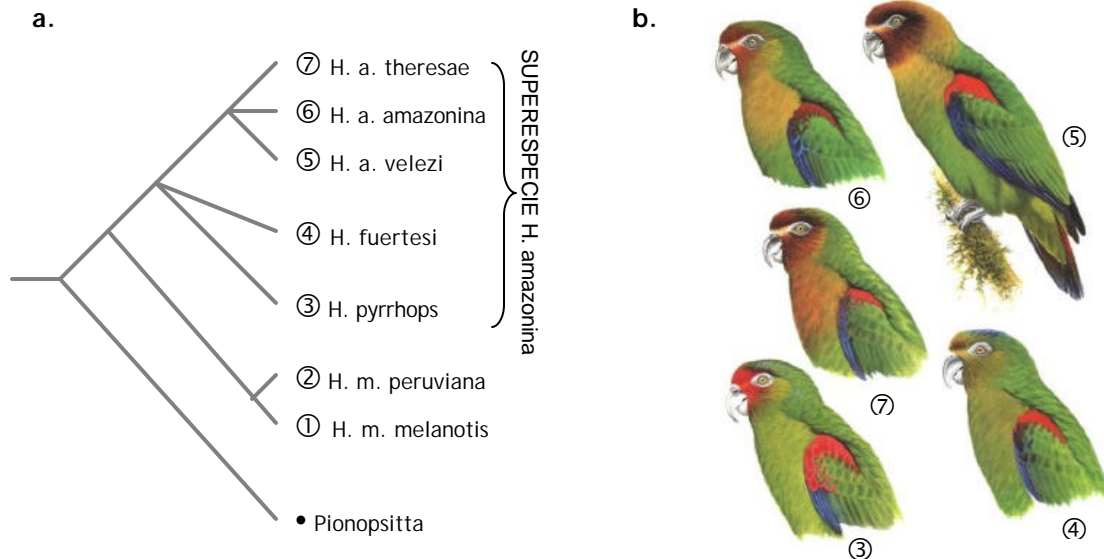


Figura 15. a. Relaciones sistemáticas establecidas para el género *Hapalopsittaca*. **b.** Ilustración de las aloespecies de *H. amazonina sensu lato*. El número corresponde al presentado en el cladograma. (Fuente: Graves & Uribe-Restrepo 1989)

No obstante, los planteamientos aquí presentados deben manejarse cuidadosamente. Esta hipótesis de dispersión de los loros *Hapalopsittaca* en Colombia y en Sur América es apenas una primera idea que necesita ser respaldada por otros taxa altoandinos o por mayores investigaciones del género (ej. estudios de genética de poblaciones).

4.3.1. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

La distribución potencial predicha con este trabajo para las especies de *Hapalopsittaca*, en especial para *H. fuertesii*, es más optimista que la obtenida con otras aproximaciones recientes, como son la del Libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo *et al.* 2002) y la del libro Loros de Colombia (Rodríguez-Mahecha &

Hernández-Camacho. 2002). L. M. Renjifo estima que la distribución del hábitat potencial para *H. fuertesii* es de 134 km² y para *H. amazonina* es de 13890 km², comparados con los 24220,3 y 73299,3 km² obtenidos con este estudio respectivamente.

Esto se debe básicamente a cinco factores. Primero, se recopilaron más registros que implican expansión de rango de las especies. Segundo, el mapa aquí realizado contempla diferentes probabilidades de presencia (alta, media y baja). Tercero, se trabajó a una escala nacional (1:1.500.000) que no permite hacer predicciones muy detalladas, como tampoco utilizar ciegamente la información base (hay muchos parches de bosque importantes para los loros que pudieron no haber sido mapeados, o áreas discontinuas pudieron haberse considerado como parches grandes, lo que es menos grave para estas especies). Cuarto, la dificultad de registrar estos loros y sus posibles migraciones aumentan el rango posible de presencia. Y quinto, no se incluyeron otras variables bióticas que pueden tener un gran efecto sobre la distribución de los loros, como competidores y depredadores, debido a que las relaciones interespecíficas de los loros hasta ahora se están estudiando. Además, Renjifo expone que el rango de presencia de *H. fuertesii* es 1,22 km², es decir que estarían en un área menor que un círculo de 1 km de radio!, el cual es demasiado pequeño (tomando en cuenta sólo las localidades que él presenta en el libro, ésta área ni siquiera abarca la mitad).

Para aumentar la precisión de las extensiones de rango probables es importante repetir este ejercicio en la medida en que información cartográfica más detallada se vaya generando y difundiendo. Este estudio demuestra que la información cartográfica base existente en el momento es muy gruesa para este tipo de estudios y/o taxa y por lo tanto los resultados generados presentan deficiencias. Como se mencionó en la sección de Métodos, en el momento de realizar este trabajo la cartografía empleada fue la única accesible para el área de estudio de interés. Sin embargo, en los últimos años, tanto entidades gubernamentales como

instituciones privadas han tomado conciencia de la necesidad de actualizar y generar información cartográfica precisa y estandarizada en el país, y están comenzando a trabajar por su realización (IGAC 2001, Armenteras *et al.* 2002). La actualización del mapa de distribución potencial puede realizarse fácilmente con las herramientas SIG.

Como se mencionó anteriormente, este modelo de distribución no ha sido verificado en campo. Sin embargo, comparando los datos recopilados con la distribución predicha, el 62.5% de las localidades de *H. amazonina* caen en probabilidad alta y el 37.5% en probabilidad media; ninguno en probabilidad baja. Para *H. fuertesii* el 71.4% de los registros se ubicó en probabilidad alta y el 28.6% restante en probabilidad media. Tampoco hubo registros en probabilidad baja. Además, un dato de avistamiento de *H. a. velezi* en Caldas (A. M. López & F. Betancourt *com pers*), del cual se obtuvieron las coordenadas luego de haber hecho el modelo, se ubicó en un área de probabilidad de presencia alta.

4. CONCLUSIONES

Los loros *Hapalopsittaca* habitan los bosques andinos y altoandinos tanto continuos como fragmentados de las cordilleras central y oriental de Colombia, entre los 2000 y 3800 m de elevación donde las condiciones de alta humedad y bajas temperaturas son predominantes. Al parecer son especies generalistas que encuentran en el muérdago una fuente importante de alimento, aunque ambas subespecies de *H. amazonina* están asociadas a bosques de roble.

La elevación es definitivamente la variable con mayor poder de predicción de la presencia de los loros, seguida por el tipo de cobertura y vegetación. Las variables climáticas por si solas a esta escala resultaron no tener valor predictivo. Sin embargo, para estas últimas debe estudiarse su relación con los loros a niveles más detallados pues en los ecosistemas montanos la elevación y la topografía suelen tener gran efecto sobre las demás variables ambientales (Cavelier 1998). Además, las variables climáticas pueden ser decisivas para determinar áreas o épocas de reproducción y/o alimentación (Cody 1985, Collar 1997).

Desde 1911 estos loros han sido registrados en 40 localidades en los departamentos de Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander y Tolima. *H. a. amazonina* sólo se encuentra en la cordillera oriental, y en la central *H. a. velezi* y *H. fuertesi* ocupan rangos altitudinales diferentes, debido más a la ecología e historia evolutiva de las especies que a discontinuidad del paisaje.

En Encino (Santander), Cajamarca (Tolima) y Roncesvalles (Tolima) existen actualmente poblaciones estables y residentes de *Hapalopsittaca* en localidades sin protección y por lo tanto es necesario adelantar allí acciones urgentes de conservación. *H. a. amazonina* es el taxón más desprotegido por lo que las localidades donde actualmente se han registrado poblaciones se consideran con alta prioridad de conservación. La región comprendida entre los PNN Los Nevados y Las Hermosas es importante para la preservación de *H. a. velezi* y *H. fuertesi*.

Para la realización de acciones efectivas de conservación es necesario adelantar estudios sobre el rango de acción de las poblaciones y el área mínima necesaria para asegurar la supervivencia de poblaciones viables de estos loros. Igualmente debe verificarse el estado de las poblaciones en las áreas protegidas donde se han registrado para evaluar el uso que los loros hacen de ellas y su papel en su conservación.

Con esta aproximación se predicen 10225,9 km² con alta probabilidad de contener a *H. fuertesi*, 10790,3 km² con probabilidad de presencia media y 3204,1 km² con probabilidad baja. Para *H. amazonina* se predicen 16168,5 km²; 13692,4 km² y 43438,3 km² con probabilidad alta, media y baja respectivamente. Estas áreas son más optimistas que las obtenidas con otras aproximaciones principalmente a causa de las expansiones de rango de presencia identificadas y del detalle de la información base empleada.

Aunque pueden haber varios errores de omisión y/o comisión en el modelo predictivo, para la verificación en campo es necesario hacer búsquedas intensivas y extensivas (durante varios meses o años) de los loros a causa de su inconspicuidad y posible estacionalidad. El modelo podría ser fácilmente rechazado sólo por no haber aplicado la metodología adecuada o no haber estado en el momento indicado. Igualmente se recomienda ir actualizando el modelo de

distribución potencial conforme nueva y más detallada información vaya surgiendo, y el conocimiento de la distribución actual y los requerimientos ecológicos de las especies se vaya incrementando.

Las áreas con mayor interés para adelantar exploraciones son: la vertiente oriental de la cordillera oriental hacia los alrededores del PNN Cocuy y oriente de Boyacá, las zonas boscosas adyacentes e incluidas en los PNN Sumapáz y Chingaza, las zonas limítrofes oriental y occidental de Huila, la serranía de los Cobardes, los bosques del occidente de Tolima, los bosques montanos de Nariño, y los PNN Los Nevados, Puracé, Cueva de los Guácharos Las Hermosas, Nevado del Huila, y PNN de Pisba.

En cuanto a la biogeografía del género y de los taxa presentes en Colombia es necesario adelantar investigaciones de los loros o estudiar otros taxa altoandinos que refuercen la hipótesis sugerida en este trabajo, en la cual los loros *Hapalopsittaca* habrían entrado a Colombia por Ecuador, individuos de *H. amazonina* llegarían hasta Huila, y desde allí unos continuarían por la cordillera central mientras otros se irían por la cordillera oriental, llegando algunos hasta Venezuela. Las depresiones montañosas de Táchira y Huila-Meta habrían servido como barreras geográficas, permitiendo la especiación alopátrica de las subespecies de *H. amazonina*. *H. fuertesii* se habría diferenciado de *H. amazonina* antes de entrar a Colombia, o antes de entrar a la cordillera central.

Finalmente, no sobra mencionar la importancia de la toma de datos de campo (en este caso, avistamientos de aves) precisos y completos, en especial ahora que el empleo de sistemas de información (no sólo geográfica) es cada vez mayor. Información sobre número de individuos observados, actividad realizada, vegetación y estrato asociados, y sobre todo localización geográfica (en lo posible coordenadas) son datos fundamentales que se deben tomar y no sólo para especies amenazadas o con algún tipo de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amadon D. & L. L. Short. 1992. Taxonomy of lower categories – suggested guidelines. En: Monk J.F. (ed.) *Avian Systematics and taxonomy*. Bulletin of the British Ornithologists' Club, centenary volume. 112A:11-38
- Armenteras D., H. Villareal & C. A. Franco. 2000. *Identificación de áreas prioritarias para la conservación en los bosques montanos de la cordillera oriental colombiana*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Armenteras, D., Rudas, G., Rodríguez, N., Romero, M.H., Sua, S., Franco, C. 2002. *Construcción de una Línea de Base sobre el Estado de la Biodiversidad en Colombia. Informe de Resultados*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá
- Bibby C., S. Marsden & A. Fielding. 2000. Bird-habitat studies. En: C. Bibby, M. Jones & S. Marsden (eds.) *Expedition Field Techniques – Bird Surveys*. BirdLife International. Cambridge, UK.
- Bojórquez-Tapia L. A., I. Azuara & E. Ezcurra. 1995. Identifying conservation priorities in Mexico through geographic information systems and modeling. *Ecological Applications*. 5(1):215-231
- Bolstad P.V. & J.L. Smith. 1995. Errors in GIS: Assessing Spatia Data Accuracy. En: Lyon J. G. & J. McCarthy (eds.). *Wetland and environmental applications of GIS*. CRC Press. Boca Raton, CA.

- Brockner, A. 1998. The rusty-faced parrot (*Hapalopsittaca amazonina*) - first field study results. En: Loro Parque (ed.) *IV International Parrot Convention - Parrot conservation into 21st century: uniting excellence in captivity and field*. Loro Parque, S. A. Puerto de la Cruz, España.
- Cavelier J. 1998. Selvas y bosques montanos. En: M.E. Chavez & N. Arango (eds). *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997 – Colombia*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Cavelier J., D. Lizcano & M. Y. Pulido. 2001. Colombia. En: M. Kapelle & A. D. Brown (eds). *Bosques nublados del neotrópico*. INBio,
- Chapman F. M. 1917. The distribution of birdlife in Colombia: a contribution to a biological survey of South America. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 36, New York
- Cody M. L. 1985. An introduction to habitat selection in birds. En: Cody M. L. (ed.). *Habitat selection in birds*. Academic press. London, UK
- Collar, N. J., L. P. Gonzaga, N. Krabbe, A. Madroño-Nieto, L.G. Naranjo, T. A. Parker III y D. C. Wege. 1992. *Threatened birds of the Americas: The ICBP/IUCN Red Data Book*. 3^a edición (parte b2). Pp: 353-357. International Council for Bird Preservation, Cambridge, U.K.
- Collar, N. J. 1997. Order Psittaciformes. En: del Hoyo J., A. Elliott & J. Sargatal (eds.) *Handbook of the birds of the world. Volume 4*. pp: 280-339. BirdLife International & Lynx editions. Cambridge, U.K.
- Córdoba S., F.A. Estela, M. Alvarez & A.M. Umaña. 2002. *Caracterización de la avifauna de los bosques de Sisavita, Norte de la Cordillera Oriental de Colombia*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.

- Davis F. W., D. M. Stoms, J.E. Estes, J. Scepan & M. Scott. 1990. An information systems approach to the preservation of biological diversity. *International Journal of Geographical Information Systems* 4(1): 55-78
- Dettmers R. & J. Bart. 1999. A GIS modeling applied to predicting forest songbird habitat. *Ecological Applications*. 9(1):152-163
- Etter, A. 1998a. Diversidad de ecosistemas - Introducción general. En: M.E. Chavez & N. Arango (eds). *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997 - Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia
- _____. 1998b. Mapa General de Ecosistemas de Colombia (1:1.500.000). En: Chaves, M. E, y Arango, N (eds). *Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad 1997 - Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia
- Gentry A. 1991, Vegetación de bosque de niebla. En: Uribe, C. (ed.), *Bosques de niebla de Colombia*. Banco de Occidente. Bogotá, Colombia
- Gonzalez G. 1985. *Antioquia y sus bosques*. Inderena. Colombia
- Graves, G & D. Uribe-Restrepo. 1989. A new allopatric taxon in the *Hapalopsittaca amazonina* (Psittacidae) supersecies from Colombia. *Wilson Bulletin* 101(3): 369-376
- Griffiths G.H., J.M. Smith, N. Veitch & R. Aspinall. 1993. The ecological interpretation of satellite imagery with special reference to bird habitats. En: Haines-Young R. , D.R. Green & S.H. Cousins (eds.). *Landscape Ecology and GIS*. Taylor & Francis. London, UK.

- Hilty, S. & W. L. Brown. 1986. *A guide to the birds of Colombia*. Princenton University Press.
- IDEAM. 1997. *Memoria técnica Mapa de Coberturas Vegetales Uso y Ocupación del Territorio escala 1:1'500.000*. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Bogotá, Colombia.
- IGAC. 2001. Infraestructura colombiana de datos espaciales. Informe institucional. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia
- King J. R. 1989. Notes on the birds of the Rio Mazan Valley, Azuay Province, Ecuador, with special reference to *Leptosittaca branickii*, *Hapalosittaca amazonina pyrrhops* and *Metallura baroni*. *Bull. B.O.C.* 109(3):140-146
- Leyva P. (Ed). 1998. *Medio Ambiente en Colombia*. Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM. Bogotá, Colombia
- Lewis E. M. 1994. An introduction to credit scoring. The Athena press. California, USA
- Longley P.A., M.F. Goodchild, D.J. Maguire & D.W. Rhind. 2001. *Geographic information. Systems and science*. John & Wiley sons, Ltd. England
- Orejuela, J.E. 1985a. Major environmental problems in Colombia. *ICBP Technical Publication No 4*: 273-275.
- Orejuela, J.E. 1985b. Tropical forest birds of Colombia: a survey of problems and a plan for their conservation. *ICBP Technical Publication No 4*: 95-114.
- Ortiz B. 1991. Fauna de los bosques montanos. pp 119-149 en: Uribe, C. (ed.), *Bosques de niebla de Colombia*. Banco de Occidente, Uribe Hurtado editores, Santafé de Bogotá, Colombia
- Paynter R.A.Jr. 1997. *Ornithological gazetteer of Colombia*. 2d edition

- Pulido, M. T. 1996. *Variaciones morfológicas y biogeografía del género Quercus en Colombia*. Tesis de grado Biología. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.
- Renjifo, L. M. 1991. *Evaluación del estatus de la avifauna amenazada del alto Quindío. Informe final*. Bogotá, Colombia
- Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan & B. López-Lanus (Eds.). 2002. *Libro rojo de aves de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Ridgely, R. S. & S. J. Gaulin. 1980. The birds of finca Merenberg, Huila Department, Colombia. *Condor* 82: 379-391
- Rodríguez-Mahecha, J. V. y J. I. Hernández-Camacho. 2002. *Loros de Colombia*. Conservación Internacional. Bogotá, Colombia
- Scott M. J., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'erchia, T. C. Edwards jr., J. Ulliman & R. G. Wright. 1993. Gap Analysis: a geographical approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123:1-41
- Stattersfield A. J., M. J. Crosby, A. J. Long & D. C. Wege. 1997. *Endemic bird areas of the world. Priorities for biodiversity conservation*. Pp: 182-209. BirdLife Conservation Series No. 7. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Stattersfield A. J., & D. R. Capper (eds.). 2000. *Threatened birds of the world*. BirdLife International. Cambridge, UK.
- Shaw D.M. & S.F. Atkinson. 1990. An introduction to the use of Geographic Information Systems for ornithological research. *The Condor* 92: 564-570.

Snyder N., McGowan P., Gilardi J. & Grajal A. (eds.). 2000. *Parrots. Status Survey and Conservation Action Plan 2000–2004*. pp: 98-151. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Stoms D. M., F. W. Davis, C. B. Cogan, M. O. Painho, B. W. Duncan, J. Scepan & J. M. Scott. 1993. Geographic analysis of California condor sighting data. *Conservation Biology* 7(1):148-159

Velásquez-Tibatá J. 2002. *Proyecto Hapalopsittaca, the study and conservation of two endangered parrots in the oak forests of Colombian Andes. Project Proposal for the BP Conservation Award*. Fundación ProAves, Colombia.

Velásquez-Tibatá J., R. Espinosa, A. Mayorquín, J. Mora, N. Osorno, M.A. Quimbayo, A. Quevedo & N. Silva. 2003. *Proyecto Hapalopsittaca – The study and conservation of two endangered parrots in the oak forest of Colombian Andes. Confidential Progress Report I: research activities and results, june 2002 - january 2003*. Fundación ProAves, Colombia

Wege & Long. 1995. *Key areas for threatened birds in the neotropics*. Pp: 126-153. BirdLife Conservation Series No 5. BirdLife International, Cambridge, UK.