

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Universidad Nacional de Costa Rica  
Universidad Nacional Estatal a Distancia



**Evaluación del estado de conservación y viabilidad poblacional de la lapa verde (*Ara ambiguus*) en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica - Nicaragua**



Trabajo sometido a consideración del Tribunal Evaluador como requisito para optar por el grado de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo con énfasis en Manejo de Recursos Naturales

**Estudiante**  
Guisselle Monge Arias

**Tutor**  
Luis Sierra, Ph.D

Diciembre 2010

## **DEDICATORIA**

A Olivier y Daniela por todo su apoyo incondicional y porque son mi razón de vivir.

A mis padres por darme el privilegio de estudiar y ser alguien hoy día.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a todas aquellas personas que de alguna u otra forma me ayudaron y me colaboraron con mi trabajo. A todos aquellos que hicieron posible la colecta de información, análisis, revisión, corrección del documento y sobre todo me motivaron a seguir adelante: Dr. Tomás de Jesús Guzmán, Instituto Tecnológico de Costa Rica; Luis Sierra, Universidad Nacional; Dr. Ricardo Jiménez, Universidad Nacional; Dr. Olivier Chassot, Universidad para la Cooperación Internacional; Lic. Alfredo Figueroa, Fundación del Río; M.Sc. Antonio Ruiz, Fundación del Río; Lic. Deyling Brenes, Fundación del Río; M.Sc. Oscar Ramírez, Universidad Nacional y M.Sc. Valdimir Jiménez, Centro Científico Tropical.

Agradezco el apoyo institucional del Centro Científico Tropical, Fundación del Río en Nicaragua, CECOS y el apoyo logístico del Departamento de Sistema de Información Geográfico del Centro Científico Tropical, así como también del Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde Costa Rica.

Agradezco por el apoyo logístico a: Mi Pedacito de Cielo Lodge, Laguna del Lagarto Lodge, Asociación de Mujeres de Quebrada Grande, Asociación de Productores de Santa Elena de Pital, Cuyito Lodge y José Luis Rodríguez.

Agradezco al equipo de trabajo del Proyecto Lapa Verde en Nicaragua: Alfredo Figueroa, Deyling Brenes, Lester Martínez, Yaniri Esquivel, Wilber Gómez, a los niños monitores de lapas y a todo su equipo de trabajo.

Agradezco a las siguientes personas de Costa Rica: Feliz Díaz, Trinidad Rodríguez, Ariana González, Hugo Ortega, Adolfo González y todas aquellas otras personas de las comunidades locales que contribuyeron a la colecta de datos de observación de campo.

Agradezco al equipo de CBSG-Costa Rica-EEUU: Yolanda Matamoros, Jorge Rodríguez y Kathy Traylor-Holzer. También al Dr. Gustavo Gutiérrez de la UCR.

Agradezco a los ornitólogos y biólogos Elidier Vargas, Leonardo Garrigues, Jonathan Cubero, Alex Gómez, Bruce Young, Israel Mesén, Allán Zuñiga, Gabriel Leiva y Carlos Gómez. Así como también agradezco a un sin número de estudiantes de la Universidad Nacional, ITCR, UNED, INA entre otros que colaboraron en la colecta de datos de observación.

Agradezco a Indalecio (Ulises) Alemán Zelaya por su ayuda incondicional, su humildad, valentía y su gran sabiduría en el campo.

Agradezco a Olivier y Daniela por su apoyo y acompañamiento en todo mi quehacer universitario y laboral.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
<b>CAPITULO I: Marco conceptual</b>	<b>6</b>
A. Biología de la conservación	6
B. Ópticas y beneficios de la conectividad	7
1. Historia natural de la especie	7
a. <i>Ara ambiguus</i>	8
b. <i>Dipteryx panamensis</i>	8
c. Estado de conservación de <i>Ara ambiguus</i>	10
d. Amenazas de <i>Ara ambiguus</i>	10
2. Teoría del equilibrio de la biogeografía de islas	11
3. Dinámica de poblaciones subdivididas	11
4. Metapoblación	12
C. Viabilidad poblacional de especies	13
<b>CAPÍTULO II: Materiales y métodos</b>	<b>14</b>
A. Descripción del área de estudio	15
B. Estimación poblacional	17
1. Transectos por línea y conteos diarios por puntos	17

a. Temporada de anidación:	18
b. Temporada de migración:	19
2. Censos	20
3. Entrevistas	23
C. Factores de amenaza	23
D. Viabilidad poblacional	23
E. Vacíos de conservación	24
<b>CAPÍTULO III: Estimación del tamaño de la población de <i>Ara ambiguus</i> en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica-Nicaragua</b>	<b>25</b>
Resumen	25
Introducción	26
Métodos	26
Resultados	31
Discusión y conclusión	35
<b>CAPÍTULO IV: Censo poblacional durante el periodo reproductivo 2009 de la sub-población de <i>Ara ambiguus</i> en el Sureste de Nicaragua y Norte de Costa Rica</b>	<b>37</b>
Resumen	37
Introducción	38
Métodos	38
Resultados	44
Discusión y conclusión	46
<b>CAPÍTULO V: Determinación de las amenazas para la lapa verde (<i>Ara ambiguus</i>), Costa Rica-Nicaragua</b>	<b>48</b>
Resumen	48
Introducción	49
Métodos	49
Resultados	50
Discusión y conclusión	54

<b>CAPÍTULO VI: Análisis de viabilidad poblacional y hábitat de la subpoblación de <i>Ara ambiguus</i> en el Sureste de Nicaragua y Norte de Costa Rica</b>	<b>56</b>
Resumen	56
Introducción	57
Métodos	58
Resultados	63
Discusión y conclusión	83
<b>CAPÍTULO VII: Plan binacional de conservación de <i>Ara ambiguus</i></b>	<b>85</b>
<b>CAPÍTULO VIII: Discusión y conclusiones</b>	<b>89</b>
<b>CAPÍTULO IX: Recomendaciones</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>100</b>
Anexo 1: Observaciones de lapa verde en conteos por puntos y censos en Nicaragua y Costa Rica	100
Anexo 2: Observaciones de lapa verde en transecto por línea en Nicaragua y Costa Rica	101
Anexo 3: Entrevista complementaria a los muestreos por línea y puntos Nicaragua-Costa Rica	102
Anexo 4: <i>Ara ambigua</i>	104
Anexo 5: Resultados de los diferentes escenarios analizados en el PHVA	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Ubicación del área de estudio	17
Figura 2:	Ubicación de los puntos diarios de conteo y transectos por línea	20
Figura 3:	Ubicación de los puntos de conteo para los censos	22

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Cronograma de realización de los transectos por línea y conteos diarios por puntos	19
Cuadro 2: Puntos de observación del conteo diario Costa Rica-Nicaragua	21
Cuadro 3: Puntos de observación de los censos en Costa Rica y Nicaragua	21



## RESUMEN EJECUTIVO

Muchos aspectos de la biodiversidad y de la biología de la conservación se comprenden mejor estudiando las aves, más que cualquier otro grupo de organismos. Probablemente, porque las aves inspiran más interés en los humanos que otros tipos de animales, debido a su espectacular belleza en muchos casos, además de que son fáciles de observar y estudiar. Las aves facilitan la identificación y documentación en muchos estudios científicos, además en algunos casos, funcionan como indicadores que permiten visualizar los cambios en la biodiversidad de la tierra producto de la interferencia humana (Marzluff & Sallabanks, 1998). Sin embargo, la fragmentación y destrucción del hábitat son los principales factores que ponen en amenaza de extinción a las aves, otros factores como la contaminación ambiental y la cacería, también pueden causar el decline de una población de aves (Fleischer, 1998 citado por Marzluff & Sallabank, 1998).

Por otra parte, porcentajes altos de especies a nivel mundial han sido extinguidas o se encuentran en peligro de extinción. Así mismo, la fragmentación del hábitat ha sido llamado por algunos autores (Walters, 1998 citado por Marzluff & Sallabanks, 1998) “quizás el más significativo cambio para el desarrollo de modelos aplicables al manejo de la vida silvestre, últimamente para la sobrevivencia en conjunto”. Una especie es considerada sensible a la fragmentación si la densidad o la aptitud de los individuos dentro de los parches remanentes de su hábitat cambia, mientras que la fragmentación del paisaje circundante cambia. Hace diez años, muchas de las especies más amenazadas de psitácidos no contaban todavía con los estudios de campo apropiados que permitieran conocer su estado de conservación, su viabilidad poblacional y de esta manera, poder elaborar estrategias de conservación a su favor (Snyder *et. al.* 2000). Los psitácidos de mayor tamaño como los del género *Ara* están siendo utilizados como especies “bandera” o “sombriilla” para definir estrategias de conservación para su protección y la de su hábitat, como es el caso en Costa Rica y Ecuador (Monge *et. al.* 2002, Berg & Horstman, 1996, Horstman & Berg, 2000, Boddiger, 2003). En el caso particular de Costa Rica, varios años de estudio permitieron a mediados de 1994, conocer aspectos importantes sobre la ecología de la especie lapa verde (*Ara ambiguus*), así como datos sobre el número de individuos y parejas reproductivas existentes, lo cual permitió el diseño de algunas estrategias de conservación.

Desde el año 1994 la población total de lapas verdes no ha sido estimada y no se conoce el estado actual de conservación de la especie. Razón por la cual se hace urgente el presente estudio, con el fin de conocer los éxitos en cuanto a la recuperación o estabilidad de la población de lapa verde ante la implementación de las iniciativas de conservación a favor de su protección y conservación.

En el Sureste de Nicaragua y la Zona Norte de Costa Rica la fragmentación de los parches de bosque remanente dentro de esta región amenaza seriamente la

conectividad ecológica, así como también, la calidad genética de la biodiversidad de esta región única de Mesoamérica (Chassot et. al. 2006). Muchas especies de flora y fauna dependen de las condiciones de estos remanentes de bosque, entre ellas la lapa verde (*Ara ambiguus*). Esta especie de ave, está reconocida en el ámbito binacional como una especie en peligro de extinción, a nivel mundial está incluida en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro – CITES–), también se encuentra en estado de amenaza (Arndt et. al. 2000). Es una especie que migra altitudinalmente en época no reproductiva en busca de alimento. Por otra parte, su área histórica de reproducción en Costa Rica ha sido reducida de tamaño en un 90% (Powell et. al. 1999, Chassot et. al. 2009), principalmente por la extracción forestal descontrolada y la deforestación para establecer pastizales para el ganado.

La tala legal e ilegal, la pérdida de hábitat y la caza son acciones del ser humano que ponen en peligro de extinción a muchas especies de animales, entre ellos la lapa verde (*Ara ambiguus*) para Costa Rica (Chassot et. al., 2001; Chassot et. al., 2002; Monge et. al. 2000), esta misma problemática se vive a nivel mundial y afecta a otras especies. De ahí que las aves pueden ser excelentes indicadores de los cambios ambientales producto de las acciones humanas. Furnes & Greenwood, (1993) poseen excelentes ejemplos del uso de las aves marinas y terrestres como indicadores de cambios ambientales.

Conociendo la historia natural de las especies que se desplazan entre diferentes hábitat en busca de los recursos necesarios para su sobrevivencia, permite conocer la necesidad de una conectividad adecuada del paisaje, pudiendo así satisfacer sus necesidades diarias y de esta forma sobrevivir en ambientes alterados o modificados por el ser humano (Benett, 2004). En el caso de la lapa verde, su distribución restringida y su dependencia a un sin número de recursos alimenticios dispersos en áreas extensas, implica que protegiendo su hábitat, se beneficiará una multitud de otras especies de los bosques húmedos de tierras bajas de las cuales se conoce muy poco (Powell et. al. 1999). Por otra parte, la lapa verde tiene la capacidad de ejercer el efecto sombrilla para la flora y la fauna del hábitat que ocupa, razón por la cual estudiarla hace que sea de gran importancia permitiendo establecer prioridades de conservación (Chassot et. al. 2002, Ziembecki, 2001, Wright et. al. 2000).

En el presente estudio, como complemento a todos los estudios ya realizados sobre la especie en Costa Rica y Nicaragua, se realizaron varios análisis entre ellos: una estimación de la población de lapa verde, un censo poblacional para la especie, un análisis sobre las principales amenazas que enfrenta la especie en la zona y un análisis de la viabilidad poblacional y de hábitat. El principal objetivo del estudio además de corroborar datos ya existentes para la especie, fue conocer que tan exitosas han sido las estrategias de conservación para la especie y que necesidades todavía están pendientes de llevar a cabo en el ámbito binacional con el fin de proteger y conservar a la especie. Lo más exitoso de los resultados fue obtener un valor actual del tamaño de la población para ambos países y comparar con datos de densidad de años atrás.

## INTRODUCCIÓN

Muchos aspectos de la biodiversidad y de la biología de la conservación se comprenden mejor estudiando las aves, más que cualquier otro grupo de organismos. Probablemente, porque las aves inspiran más interés en los humanos que otros tipos de animales, debido a su espectacular belleza. Las aves facilitan la identificación y documentación en muchos estudios científicos, además en algunos casos, funcionan como indicadores que permiten visualizar los cambios en la biodiversidad de la tierra producto de la interferencia humana (Marzluff & Sallabanks, 1998). Sin embargo, la fragmentación y destrucción del hábitat son los principales factores que ponen en amenaza de extinción a las aves, otros factores como la contaminación ambiental y la cacería, también pueden causar el decline de una población de aves (Fleischer, 1998 citado por Marzluff & Sallabanks, 1998).

La crisis actual de amenaza y extinción de especies, nace con la colonización y ocupación de las áreas por parte de los seres humanos, siendo la fragmentación del bosque una de las mayores amenazas. Porcentajes altos de especies a nivel mundial han sido extinguidas o se encuentran en peligro de extinción. Así mismo, la fragmentación del hábitat ha sido llamado por algunos autores (Walters, 1998 citado por Marzluff & Sallabanks, 1998) “quizás el más significativo cambio para el desarrollo de modelos aplicables al manejo de la vida silvestre, últimamente para la sobrevivencia en conjunto”.

Una especie es considerada sensible a la fragmentación si la densidad o la aptitud de los individuos dentro de los parches remanentes de su hábitat cambia, mientras que la fragmentación del paisaje circundante cambia. Desafortunadamente, muchas de las especies más amenazadas de psitácidos no cuentan todavía con los estudios de campo apropiados que permitan conocer su estado de conservación, su viabilidad poblacional y de esta manera, poder elaborar estrategias de conservación a su favor (Snyder *et. al.* 2000).

Los psitácidos de mayor tamaño como los del género *Ara* están siendo utilizados como especies “bandera” o “sombrija” para definir estrategias de conservación para su protección y la de su hábitat, como es el caso en Costa Rica y Ecuador (Monge *et. al.* 2002, Berg & Horstman, 1996, Horstman & Berg, 2000, Boddiger, 2003).

En el caso particular de Costa Rica, varios años de estudio permitieron a mediados de 1994, conocer aspectos importantes sobre la ecología de la especie lapa verde (*Ara ambiguus*), así como datos sobre el número de individuos y parejas reproductivas existentes, lo cual permitió el diseño de algunas estrategias de conservación. Desde entonces la población total no ha sido estimada y no se conoce el estado actual de conservación de la especie. Razón por la cual se hace urgente el presente estudio, con el fin de conocer los éxitos en cuanto a la

recuperación o estabilidad de la población de lapa verde ante la implementación de las iniciativas de conservación a favor de su protección y conservación.

En el Sureste de Nicaragua y la Zona Norte de Costa Rica la fragmentación de los parches de bosque remanente dentro de esta región amenaza seriamente la conectividad ecológica, así como también, la calidad genética de la biodiversidad de esta región única de Mesoamérica (Chassot et. al. 2006). Muchas especies de flora y fauna dependen de las condiciones de estos remanentes de bosque, entre ellas la lapa verde (*Ara ambiguus*). Esta especie de ave, está reconocida en el ámbito binacional como una especie en peligro de extinción (en Costa Rica está incluida en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro –CITES–) y a nivel mundial se encuentra en estado de amenaza (Arndt et. al. 2000). Es una especie que migra altitudinalmente en época no reproductiva en busca de alimento. Por otra parte, su área histórica de reproducción en Costa Rica ha sido reducida de tamaño en un 90% (Powell et. al. 1999, Chassot et. al. 2009), principalmente por la extracción forestal descontrolada y la deforestación para establecer pastizales para el ganado.

Otro de los aspectos relevantes en el ámbito del manejo y conservación de la vida silvestre es el concepto de “metapoblación”, en realidad el término no es nuevo, pero si ha ido creciendo y tomando relevancia conforme el ambiente cambia y las poblaciones humanas se expanden (McCullough, 1996). Una metapoblación por lo general esta distribuida de forma discontinua en los remanentes de hábitat, incluso puede estar compartida entre dos o más países, por eso la importancia de vigilar las acciones de conservación que se llevan a cabo en el país vecino, para de esa forma asegurarse que la metapoblación está protegida (Hedrick, 1996). Dependiendo de que tan segregada este esta población y de que tantos esfuerzos de conservación se estén realizando, así va a mantenerse la viabilidad poblacional de las especies. Parte del manejo de vida silvestre, de los conceptos utilizados, de la problemática de las especies y de las estrategias de conservación, se enmarcan en la biología de la conservación, la cual ha sido en los últimos años el mayor foco de investigación extensiva e interesante. Mucho de la razón por la cual en este énfasis esta la situación crítica de muchas especies amenazadas y un esfuerzo por entender los factores que las están llevando a su extinción.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Conocer el estado de conservación de la lapa verde (*Ara ambiguus*) y su viabilidad poblacional en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica - Nicaragua.

### Objetivos específicos

1. Estimar el tamaño de la población de lapa verde (*Ara ambiguus*) en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica - Nicaragua.
2. Determinar las amenazas para la especie lapa verde (*Ara ambiguus*) y su repercusión en la población en el área del Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica - Nicaragua.
3. Determinar la viabilidad poblacional de lapa verde (*Ara ambiguus*) en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica - Nicaragua.
4. Identificar nuevos puntos de observación y vacíos de conservación en cuanto a la presencia de la especie lapa verde (*Ara ambiguus*) en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica - Nicaragua.

## CAPITULO I

### Marco conceptual

Los principios adoptados a nivel regional y elaborados por la Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible (ALIDES, 2005), se enmarcan de manera general en el presente trabajo de doctorado, ya que se considera como principio fundamental para el desarrollo de cualquier investigación el respeto y aprovechamiento de la vitalidad y diversidad de la tierra de manera sostenible.

El desarrollo sostenible local, nacional y regional se sustentará en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales, y en la protección de la estructura, funciones y diversidad de los sistemas naturales, de los cuales depende la especie humana y otras especies existentes. Con esta finalidad, se encaminarán las acciones correspondientes para:

- Conservar los sistemas que sustentan la vida y los procesos ecológicos que modelan el clima y la calidad del aire y el agua, regulan el caudal de aguas, reciclan elementos esenciales, crean y generan suelos y permiten a los ecosistemas renovarse a sí mismos.
- Proteger y conservar todas las especies de plantas, animales y otros organismos; de las poblaciones genéticas dentro de cada especie y de la variedad de ecosistemas.
- Velar por la utilización sostenible de los recursos naturales, en particular el suelo, las especies silvestres y domesticadas, los bosques, las tierras cultivadas y los ecosistemas marinos y de agua dulce.

#### **A. Biología de la conservación**

La biología de la conservación es un concepto amplio que consta de los fundamentos técnicos y científicos necesarios para orientar las acciones de conservación de la biodiversidad. Es parte de algunos principios que orientan sus acciones, entre ellos (García, 2002):

- Los procesos evolutivos permiten la diferenciación y adaptación de las especies, razón por la cual permitir el libre desarrollo de estos procesos es un requisito para garantizar la conservación de las especies.
- La dinámica de la naturaleza implica un cambio constante, que puede abarcar una extensión relativamente pequeña o una muy amplia, lo cual implica que la naturaleza se encuentra en un proceso constante de cambio y renovación, más que una situación estable o de equilibrio.
- El ser humano forma parte del ecosistema y representa el más grande agente de cambio, ya sea desde el punto de vista de la conservación o de la destrucción de las demás especies. Independientemente de lo remoto y aislado que se

encuentre un lugar, éste sufre el impacto directo positivo o negativo de las acciones del ser humano, como por ejemplo: la tala, la caza y la protección de sus recursos; o indirecto, como el efecto producido por alteraciones en la composición de los gases atmosféricos u otras formas de contaminación por actividades humanas o bien por los efectos del desarrollo de modelos que no toman en cuenta la capacidad de carga de los ecosistemas y de la atmósfera en general.

La tala legal e ilegal, la pérdida de hábitat y la caza son acciones del ser humano que ponen en peligro de extinción a muchas especies de animales, entre ellos la lapa verde (*Ara ambiguus*) para Costa Rica (Chassot *et. al.*, 2001; Chassot *et. al.*, 2002; Monge *et. al.* 2000), esta misma problemática se vive a nivel mundial y afecta a otras especies. De ahí que las aves pueden ser excelentes monitores de los cambios ambientales producto de las acciones humanas. Furnes & Greenwood (1993) poseen excelentes ejemplos del uso de las aves marinas y terrestres como indicadores de cambios ambientales.

La biología de la conservación ha sido el mayor foco de investigación extensiva e interesante. Razón por la cual en este tema esta la situación crítica de muchas especies amenazadas y a su vez el esfuerzo por entender los factores que las están llevando a su extinción (Hedrick, 1996 citado por McCullough, 1994).

Como mucho del presente trabajo toma en cuenta el estudio de la biología de la conservación de una especie, es necesario tener en cuenta que la perspectiva teórica se basa en varios componentes, enfoques, métodos y ópticas que permitirán comprender los beneficios de la conectividad del paisaje en pro de su conservación (Benett, 2004, Beissinger & Zinder, 1992, Bjork & Powell, 1994, Snyder *et. al.* 1992), por lo que hay que basarse en:

- Historia natural de la especie
- Teoría del equilibrio de la biogeografía de islas
- Dinámica de poblaciones subdivididas
- Metapoblación
- Sistema de Información Geográfica

## **B. Ópticas y beneficio de la conectividad**

### **1. Historia natural de la especie**

Conociendo la historia natural de las especies que se desplazan entre diferentes hábitat en busca de los recursos necesarios para su sobrevivencia, permite conocer la necesidad de una conectividad adecuada del paisaje, pudiendo así satisfacer sus necesidades diarias y de esta forma sobrevivir en ambientes alterados o modificados por el ser humano (Benett , 2004).

En el caso de la lapa verde, su distribución restringida y su dependencia a un sin número de recursos alimenticios dispersos en áreas extensas, implica que protegiendo su hábitat, se beneficiará una multitud de otras especies de los bosques húmedos de tierras bajas de las cuales se conoce muy poco (Powell *et. al.* 1999). Por otra parte, la lapa verde tiene la capacidad de ejercer el efecto sombrilla para la flora y la fauna del hábitat que ocupa, razón por la cual estudiarla hace que sea de gran importancia permitiendo establecer prioridades de conservación (Chassot *et. al.* 2002, Ziembecki, 2001, Wright *et. al.* 2000).

#### **a. *Ara ambiguus***

La lapa verde, *Ara ambiguus*, es el segundo psitácido más grande del Nuevo Mundo, su distribución se limita a las tierras bajas húmedas, principalmente del lado del Atlántico, así como en los bosques al este de Honduras y al norte de Colombia, existiendo una población aislada de menos de dos docenas de individuos cerca de Guayaquil, Ecuador (Powell *et. al.* 1999, Bergman, 2000). Está reconocida en el ámbito internacional como una especie amenazada, en Costa Rica está incluida en la Lista 1 de la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro (CITES), la categoría de especies en más alto peligro. Quedando la lapa verde como una de las cuatro especies en esta categoría de amenaza a nivel mundial en Costa Rica. Su zona histórica de reproducción en Costa Rica ha sido reducida de tamaño en un 90%, principalmente por la extracción forestal descontrolada y la deforestación para establecer pastizales para el ganado. La lapa verde también enfrenta otras amenazas, incluyendo su venta como mascotas (sus pichones se venden localmente entre \$150 y \$300) y la presión de su caza por deporte y plumaje, a medida que los seres humanos se apropian de sus últimos santuarios.

En la zona norte de Costa Rica, la lapa anida de diciembre a junio, con la mayoría de las parejas poniendo el primer huevo a finales de enero. Los nidos poseen huevos de enero o febrero y crías entre febrero y abril, con la mayoría de las crías completamente emplumadas a finales de abril, y en raras ocasiones a mediados de junio (Powell *et. al.* 1999; Monge *et. al.* 2003; Sánchez, 1995). Numerosas observaciones de los nidos con adultos marcados en Costa Rica han revelado que uno de los adultos, posiblemente la hembra, incuba los huevos mientras que el otro adulto forrajea y regresa para alimentar al adulto que incuba. Ambos padres participan en la alimentación de las crías (Powell *et. al.* 1999; Chassot *et. al.* 2004). El monitoreo de la especie en Costa Rica ha permitido conocer también que las familias permanecen juntas hasta el comienzo de la siguiente temporada reproductiva, cuando los juveniles se separan paulatinamente de los adultos. En promedio, la familia cuenta con cuatro miembros, dos adultos y dos pichones (Powell *et. al.* 1999, Monge *et. al.* 2003).

#### **b. *Dipteryx panamensis***

El almendro de montaña (*Dipteryx panamensis*) es una Fabacea (Leguminosae), es un árbol endémico, cuya distribución no es limitada. Únicamente, se le localiza en las partes bajas del litoral Atlántico de Nicaragua (Sur), Costa Rica, Panamá y Colombia (Flores 1992).



Este es un árbol emergente del dosel, se le encuentra tanto en bosques húmedos como muy húmedos tropicales, donde la temperatura media anual varía entre 24° y 30° C y la precipitación media anual es mayor a los 3500mm., con elevaciones entre los 20 y 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm). Se considera como una especie abundante en la zona norte de Costa Rica.

A pesar de ser un árbol de lento crecimiento en el bosque natural, se ha observado que la respuesta en crecimiento es mayor en los claros, en los bordes del bosque y en potreros con incidencia de la luz solar. El almendro llega a alcanzar gran tamaño y siempre sobresale en el dosel superior, condición que es aprovechada especialmente por la lapa verde para anidar a salvo, en los huecos dejados por las ramas secas. Por otra parte, cabe mencionar que en diferentes plantaciones establecidas en la Zona Norte de Costa Rica, se ha reportado un crecimiento bastante satisfactorio para la especie con un promedio por año de 1.7 cm de diámetro y 1.8 m en altura para los 6 primeros años, de acuerdo a los informes del Proyecto COSEFORMA, por lo que se le considera como una especie prometedora para la reforestación (Barrantes, 1996).

El almendro es un árbol de porte alto que llega a medir hasta 60 m de altura y su diámetro puede oscilar entre 1 m y 1.6 m, encontrándose individuos que logran medir hasta 2 m de diámetro. Es un árbol con fuste cilíndrico y amplias raíces basales. Tiene ramas ascendentes que forman una copa semiesférica y presenta una floración muy atractiva de color rosado-violeta, en grandes panículas terminales o laterales que hacen que el bosque se cubra de este color vistoso, durante la época de floración de la especie, presente entre mayo y setiembre. Su periodo de fructificación coincide con la época reproductiva de la lapa verde de ahí la importancia del árbol para la dieta de la especie Arnaez & Moreira, 1995).

La madera del almendro es de una dureza extraordinaria y se reporta como una de las maderas más pesadas a nivel mundial; pero su utilización no fue muy atractiva hasta mediados de los años ochenta, debido al costoso trabajo y esfuerzo que requería la corta de estos árboles. Con la nueva tecnología de las sierras de acero con alto contenido de carbono, y con las sierras con punta de diamante, estos grandes árboles han ido desapareciendo poco a poco del paisaje, ya que la alta resistencia mecánica de su madera y el buen comportamiento de ésta, la han convertido en una especie muy apetecida por el sector industrial maderero. Es por estas razones y otras que el árbol constituye en un 90% los sitios de anidación de la lapa verde. De la misma forma constituye en un 80% la alimentación de la lapa demostrando una relación de dependencia de ambas especies almendro-lapa verde (Madríz, 2004).

Las semillas de los frutos del almendro de montaña (*Dipteryx panamensis*) son muy importantes en la dieta de la lapa verde. Mediante el monitoreo de aves marcadas, se confirmó su frecuente visita a los árboles de almendro de montaña, desde septiembre, cuando los frutos inmaduros de tamaño mediano están disponibles, hasta abril, cuando los frutos se vuelven escasos. Las lapas verdes han sido observadas incluso recogiendo los últimos frutos de un árbol, al final de

su ciclo de fructificación, cuando la disponibilidad de semillas disminuye. En ocasiones, estas aves vuelan grandes distancias para visitar árboles de almendro de montaña remanentes en potreros y sitios semiabiertos. Mientras se alimenta, la lapa verde es silenciosa, con excepción de algunas emisiones y graznidos.

Actualmente, la especie de almendro se encuentra en veda indefinida en Costa Rica restringiendo su aprovechamiento.

### **c. Estado de conservación de *Ara ambiguus***

El estado de conservación de una especie es una medida de la probabilidad de que la especie continúe existiendo en el futuro, en vista no sólo del tamaño de la población actual, sino también de las tendencias que ha mostrado a lo largo del tiempo, lo cual incluye por ejemplo, la existencia de depredadores u otras amenazas o bien las modificaciones de su hábitat.

Para analizar el estado de conservación de una especie debemos abordar entre otros, los siguientes aspectos:

1. La población existente que estamos considerando
2. La tendencia o evolución con el paso del tiempo de esa población
3. La distribución que nos indica de dónde se encuentra esa especie
4. Las principales amenazas

El estudio global de *Ara ambiguus* es limitado. Sin embargo, en Costa Rica se ha realizado un exhaustivo estudio sobre la especie. En este país, su rango reproductivo actual se restringe a un área de cerca de 1,120 kilómetros cuadrados en la zona norte, a lo largo de la frontera con Nicaragua (Powell *et. al.* 1999, Chassot *et. al.* 2004).

Diez años de estudio sobre la especie en Costa Rica muestran que la lapa verde se encuentra en peligro de extinción debido a la pérdida de su hábitat por la explotación irracional de los bosques. Los datos, además dan a conocer que la especie es migratoria altitudinal. Esta información ha hecho posible que actualmente se realicen acciones en pro de la conservación de la especie (Boddiger, 2003, Powell, 2000).

Datos importantes que arroja la investigación en Costa Rica: la probabilidad de que un nido sobreviva la incubación y la cría de pichones es 70%. El 65% de los juveniles que sobrevivieron la incubación, la cría y la edad de volantones, sobrevivieron también el primer año. Un promedio de 1.25 aves por nido exitoso sobrevive el año. La probabilidad de éxito para volantones por nido por año es 85%. El promedio de productividad por nido exitoso es de 1.83 juveniles por nido por año. El éxito reproductivo para la lapa verde es 60%.

### **d. Amenazas de *Ara ambiguus***

Los Psittaciformes son uno de los grupos más amenazados de aves en el mundo (Snyder *et. al.* 2000). Son aves muy apetecidas como mascotas por sus colores y facilidades de repetir palabras como los seres humanos. Otra de las principales

amenazas de los loros y pericos es la destrucción y fragmentación de hábitat, lo cual ha puesto a muchas especies, entre ellas la lapa verde, en peligro de extinción. En otros casos la cacería para comercio se vuelve una amenaza importante.

Sin embargo, una revisión exhaustiva de la literatura no indica información sobre las causas de mortalidad natural de individuos jóvenes y adultos de la población en su estado silvestre. Por experiencia personal en el campo se conocen datos sobre mortalidad de jóvenes que son depredados por termitas, por rapaces, por pizotes que los atacan directamente o bien porque son atacados por abejas asesinas. En el caso de los adultos no se le conocen depredadores naturales únicamente el ser humano.

## **2. Teoría del equilibrio de la biogeografía de islas**

Robert MacArthur & Edward O. Wilson (1963; 1967) desarrollaron la teoría del equilibrio, la cual se convirtió en el primer marco teórico para determinar la distribución y dinámica de la fauna en remanentes de hábitat, además explica las observaciones científicas que demostraban que las islas tenían índices de diversidad biológica inferiores a territorios continentales comparables.

De esta forma, la teoría biogeográfica de las islas establece que un mayor desplazamiento de animales entre fragmentos, mejorará la situación de conservación de áreas al mantener en equilibrio un nivel más elevado de riqueza de especies, lo cual se logra, por ejemplo, a través de la complementación de poblaciones en disminución para prevenir la extinción de especies (Benett, 2004).

MacArthur y Wilson (1963; 1967) propusieron que la cantidad de especies existentes en una isla tiende a estabilizarse en un nivel de equilibrio, este nivel está determinado por una proporción entre la tasa de colonización de especies nuevas y la tasa de extinción de especies nativas residentes en la misma.

La teoría del equilibrio de la biogeografía de islas, en términos de conservación de hábitat, ha permitido enfocar esfuerzos notables para disminuir el aislamiento de las especies mediante la promoción del mantenimiento o restauración de fragmentos de bosque constituidos por corredores continuos que facilitan el desplazamiento de las especies (Diamond, 1975).

## **3. Dinámica de poblaciones subdivididas**

Los impactos principales de la pérdida de hábitat sobre poblaciones de vida silvestre son la disminución en tamaños de las poblaciones y un creciente aislamiento respecto a otras poblaciones.

Por otra parte, los ambientes naturales son cambiantes, se componen de hábitats que cambian en el espacio y el tiempo en cuanto a su calidad y aptitud para las especies animales. En hábitats fragmentados, una especie puede estar presente como un conjunto de poblaciones locales en parcelas remanentes de hábitats

aislados por terreno circundante; el grupo de poblaciones locales forman una metapoblación. En el caso de las poblaciones muy pequeñas, estas son muy sensibles a los cambios ambientales y en consecuencia se vuelven vulnerables a la extinción (Benett, 2004).

Los ecosistemas naturales están compuestos de hábitats que cambian en el tiempo y en el espacio en cuanto a su calidad y adecuación para las especies de fauna. Estas obedecen a una dinámica propia que las vincula como una serie de poblaciones locales, independientemente de la fragmentación o integridad del hábitat, formando metapoblaciones a escala regional (Hanski, 1989, Hanski & Gilpin, 1991).

En el sentido anterior, las especies se desplazan desde un tramo significativo de hábitat hacia las poblaciones locales en pequeños fragmentos de hábitat (modelo “núcleo-satélite”), o se desplazan en forma permanente entre fragmentos de hábitat hasta que por deficiencia de la conectividad, las poblaciones locales se extinguen (modelo “población irregular”). El problema de la fragmentación de ecosistemas, el cual provoca la pérdida de hábitats importantes para la lapa verde en Costa Rica, requiere de una solución en términos de manejo de vida silvestre, parte de la cual es aportada por las aplicaciones de la teoría de las metapoblaciones (McCullough, 1996).

#### **4. Metapoblación**

En años recientes, la palabra “metapoblación” ha encontrado su papel relevante en el discurso sobre el manejo y conservación de la vida silvestre. El concepto de metapoblación no es nuevo, pero ha ido creciendo conforme el ambiente cambia producto de la expansión de la civilización. Los elementos esenciales de una metapoblación son el conjunto de poblaciones locales distintas que están en contacto gracias a patrones de desplazamiento. En el caso de metapoblaciones relevantes, existen modelos de metapoblación para la conservación de especies en paisajes fragmentados, como por ejemplo: el modelo “isla-tierra firme” o “núcleo-satélite” y el modelo “población irregular”, en el caso del primer modelo rara vez va a experimentar extinción y el segundo se basa en una serie de poblaciones locales aisladas que tienen cada una de ellas una probabilidad finita de extinción. En el caso específico de programas de conservación de loros, han sido usadas una variedad de técnicas, las cuales no todas son efectivas para cada especie o cada situación local. Idealmente, en la implementación de programas de conservación para cualquier especie, las técnicas seleccionadas han reunido los siguientes criterios (Snyder *et. al.* 2000):

- a. Serán apropiadas a la biología de la especie en estudio y serán efectivas en promover la sobrevivencia y recuperación;
- b. Serán económicas;
- c. Serán compatibles con el ser humano local, con lo político, económico y socio ambiental;

- d. Deberán ser beneficiosas a múltiples especies y promover la conservación de la biodiversidad en general.

Siguiendo la línea de las poblaciones y metapoblaciones, es importante contar con criterios que le permitan actuar en pro de la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de dichas poblaciones. Normalmente el aislamiento de una población en el medio natural y a través del tiempo, puede conducir a la evolución hacia diferentes especies. Cuando existe fragmentación y el aislamiento se da como producto con interferencia del ser humano, la probabilidad de que este aislamiento conduzca a la extinción, es mayor. Una de las consecuencias directas de la fragmentación de los hábitats en las aves y en la demás fauna silvestre es que en la fragmentación con intervención humana se propician condiciones artificiales de alimentación y abrigo, lo cual no es muy favorable para las especies que no se han acostumbrado a la influencia del ser humano (Norris & Pain, 2002). En cuanto a la priorización de las áreas y selección de reservas para la conservación de las aves, se usan varios criterios (Sutherland, 2000), entre ellos: diversidad, abundancia, rarez, estado de conservación e Índices de criterios múltiples.

### **C. Viabilidad poblacional de especies**

La población mínima viable (PMV) de una especie que ocupa un hábitat determinado es la menor población aislada que tenga la posibilidad del 99% de persistir durante 1000 años, a pesar de los cambios demográficos, ambientales y genéticos (Shaffer, 1981).

En cuanto a tamaño efectivo de la población la regla es 50/500, es decir que las poblaciones aisladas necesitan al menos 50 y preferiblemente 500 individuos reproductivos para mantener la variabilidad genética (Franklin 1980).

El análisis de viabilidad poblacional (AVP) permite averiguar la capacidad de una especie para persistir en un ambiente determinado. Estudia el conjunto de requerimientos de la especie y los recursos de que dispone en el medio. Además, es un juego de herramientas que permiten pronosticar el crecimiento de las poblaciones y su riesgo de extinción.

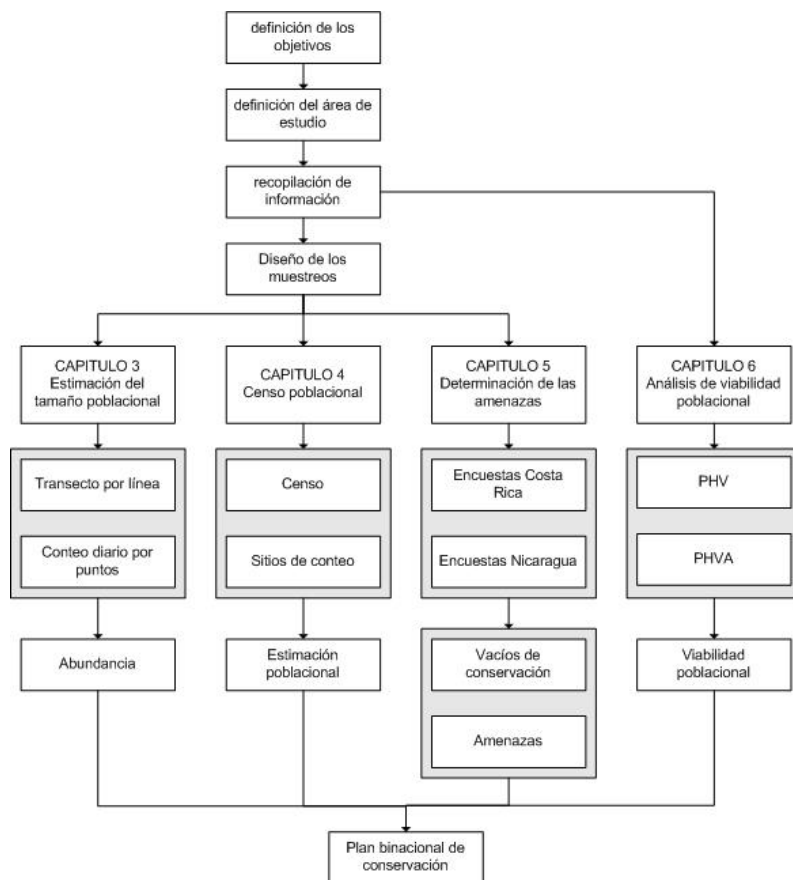
Para el AVP se utiliza Vortex, este un software de dinámica poblacional diseñado exclusivamente para ser usado en simulaciones estocásticas de pequeñas poblaciones y procesos de extinción. Este modelo simula fuerzas tanto determinantes como demográficas, y eventos ambientales y genéticos en relación a sus probabilidades. Con este modelo se puede a través de simulaciones, evaluar los riesgos de extinción poblacional actuales y futuros para una especie, analizados con base a las amenazas específicas de las poblaciones y sobre escenarios alternos de manejo. La ventaja es que este tipo de modelos integran los datos biológicos y sociales y sirven como una herramienta excelente para extraer información y especificar hipótesis, proporcionando un enfoque tangible para la evaluación cuantitativa de las alternativas de manejo y conservación.

## CAPÍTULO II Materiales y métodos

El presente estudio se realizó de julio 2006 a julio 2008 y una parte del 2009. Durante este periodo, se realizaron a lo largo del Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica - Nicaragua (Figura 1), muestreos en la temporada de anidación (enero-junio) y muestreos en la época de migración (julio-diciembre) de la especie lapa verde (*Ara ambiguus*) (Cuadro 1 y 2). También se realizó en abril-mayo 2009 cuatro censos, dos de ellos en Costa Rica y los otros dos en Nicaragua (Cuadro 3).

Los mapas de ubicación del área de estudio y los producidos durante la investigación se trabajaron en conjunto con especialistas del laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Centro Científico Tropical (CCT) en Costa Rica.

El siguiente esquema muestra el desarrollo de la metodología seguida en este estudio:



## A. Descripción del área de estudio

El área de estudio definida comprende las siguientes áreas protegidas de Nicaragua y Costa Rica para un total aproximado de 1.154. 294 ha:

NOMBRE DE ÁREA PROTEGIDA	PAÍS
Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque	Costa Rica
Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo	Costa Rica
Corredor Biológico San Juan-La Selva	Costa Rica
Refugio de Vida Silvestre Río San Juan	Nicaragua
Reserva Biológica Indio Maíz (no censada)	Nicaragua
Corredor Biológico El Castillo-San Juan	Nicaragua

La definición del área de estudio está basada en parte al rango de distribución conocido para la lapa verde en los últimos 15 años entre Nicaragua y Costa Rica. En el caso de la Reserva Biológica Indio Maíz, la cual figura dentro del área de estudio, pero en la cual no se hicieron muestreos por el difícil acceso, constituye un bosque primario más importante para la sobrevivencia de la metapoblación de lapas verdes compartida entre Costa Rica y Nicaragua, razón por la cual se incluye en este estudio (Figura 1). Además, el Sureste de Nicaragua y la Zona Norte de Costa Rica albergan el último hábitat potencial de conexión viable, que permite mantener la continuidad del bosque entre ambos países y a su vez permite el desplazamiento de la lapa verde de un país a otro. La fragmentación de los parches de bosque remanente dentro de esta región transfronteriza amenaza seriamente esa conectividad ecológica, así como también, la calidad genética de la biodiversidad de esta región única de Mesoamérica (Chassot *et. al.* 2006).

En ambos países, grandes extensiones de bosques vírgenes e intervenidos se encuentran amenazadas por la rápida extracción forestal que ocurre tanto en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Indio-Maíz (Municipio El Castillo, Departamento Río San Juan, Nicaragua) como en la zona norte de Costa Rica (cantones de San Carlos y Sarapiquí) (Chassot *et. al.* 2006). La mayoría de los bosques presentes en el área de estudio son tanto naturales como intervenidos, también se encuentran bosques secundarios y humedales presentes. Los bosques se caracterizan por una alta presencia de almendro de montaña (*Dipteryx panamensis*), el cual constituye una especie importante en la anidación y alimentación de la lapa verde.

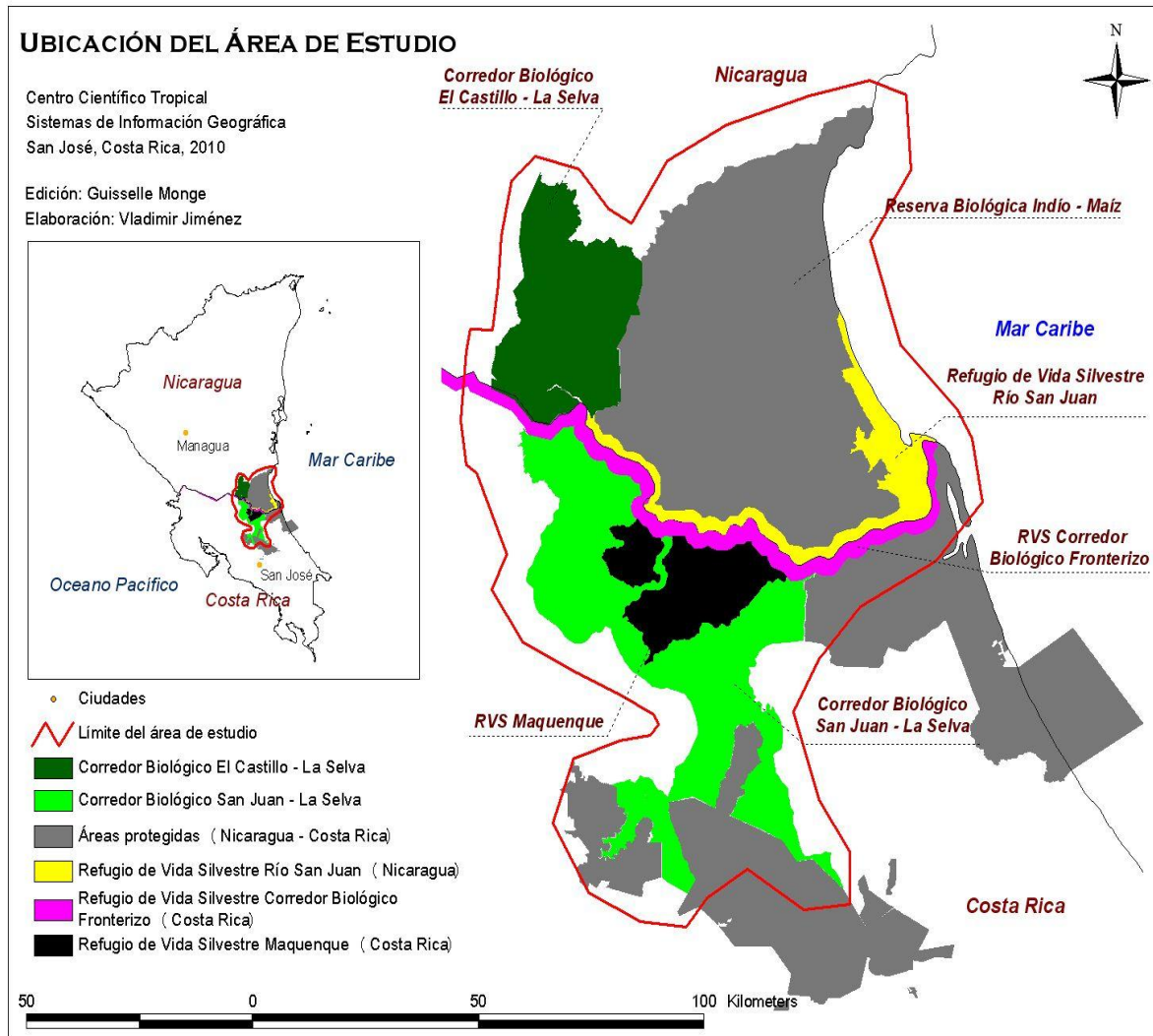
La mayoría de las áreas protegidas ubicadas en Costa Rica se encuentran en zonas costeras de menos de 50 metros de altura o en zonas montañosas superiores a los 1000 metros sobre el nivel del mar (Guindon *et. al.* 1996). Hábitats intermedios y bosques húmedos de tierras bajas, tienen menor representación en las áreas protegidas del país. El Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque, al sur de la Reserva Biológica Indio Maíz, conservará el área más grande de bosques de tierras bajas en la vertiente caribeña de Costa Rica. Florísticamente, la zona entre el sur de Nicaragua y el norte de Costa Rica, representa la frontera entre las floras Neotropical y Neártica.

En el área de estudio se encuentran varias zonas de vida, entre ellas: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo tropical y bosque pluvial, en todas ellas se encuentran precipitaciones anuales que oscilan entre 2.300 y 2.800 mm. Además hay un prolongado periodo lluvioso de 10 meses en promedio y una temperatura promedio de 27 °C con algunas variaciones entre abril y diciembre, dándose como máxima una temperatura de 29 °C. A ambos lados del Río San Juan. En la parte Sureste de Nicaragua, se encuentra totalmente dentro de la circunscripción del municipio El Castillo, en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Indio-Maíz, en el Departamento de Río San Juan. En la Zona Norte de Costa Rica, el área se ubica al norte de las provincias de Heredia y Alajuela, abarcando principalmente los cantones de Sarapiquí y San Carlos y una parte de los cantones de Grecia, Heredia, Pococí, Valverde Vega y Santa Barbara.

La flora y la fauna de Centroamérica reflejan, en su diversidad y riqueza de especies, su característica de interfase entre las biotas de la zona Neotropical de Suramérica y la Neártica de Norteamérica. La diversidad biológica presente en el área de estudio es excepcionalmente diversa, reflejo de la situación biogeográfica general de Centroamérica y consecuencia de diferencias altitudinales fuertes, entre 30 y 3.000 msnm (gradientes de temperatura); diferentes regímenes de precipitación y variaciones en los tipos de suelos. Florísticamente, la zona entre el sureste de Nicaragua y el norte de Costa Rica, representa la frontera entre las floras Neotropical y Neártica. Posiblemente, el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, con la Reserva Biológica Indio-Maíz sea el corredor con mayor diversidad biológica en centroamérica, con un número importante de especies vegetales endémicas. En las llanuras calientes del Corredor se encuentran los bosques húmedos y muy húmedos; con la elevación, las formaciones vegetales cambian hacia tipos de vegetación más templada hasta llegar a bosques nubosos y hasta cierto punto enanos, en las cimas de los volcanes. Su fauna también refleja la situación transicional entre las zonas Neotropical y Neártica, aunque el patrón de transición es complejo.

La fauna presente en el Corredor Binacional es típicamente neotropical, constituyendo una amalgama de grupos animales relativamente reciente en la escala geológica, producto de los intercambios faunísticos ocurridos en los últimos tres millones de años. La región desde el sur de Nicaragua hasta el norte de Colombia fue durante periodos un archipiélago cambiante. Durante el Plioceno, el clima cambió mucho dando lugar al desarrollo de una fauna única y variada. El carácter Neotropical de la fauna de Centroamérica no hizo su aparición sino hasta finales del Pleistoceno, cuando la región se volvió más húmeda y los bosques lluviosos se volvieron dominantes.





**Figura 1. Ubicación del área de estudio.**

## **B. Estimación poblacional**

Para estimar la población de lapa verde (*Ara ambiguus*) en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica - Nicaragua, se hizo a través de los siguientes métodos:

### **1. Transectos por línea y conteos diarios por punto (Cuadro 1)**

Se realizaron visitas de campo durante los dos años del estudio. En estas visitas se realizaron los conteos por medio de los métodos tradicionales, entre ellos: el método de conteo por puntos y transecto por línea. Los muestreos se programaron para ambos países en época reproductiva y no reproductiva de la especie lapa verde, con el fin de poder comparar los resultados entre una época y otra. Los sitios específicos de trabajo estuvieron definidos por los siguientes transectos y puntos, según cada temporada y por año de estudio (Figura 2):

*a. Temporada de anidación:* incluye los meses de enero a junio. Los muestreos fueron en el mes de enero y junio cubriéndose los transectos por línea (en Nicaragua) y en los meses de enero a junio cubriéndose los conteos diarios por puntos (en Costa Rica y en Nicaragua). Se tomó el periodo completo de los seis meses para hacer los muestreos, independientemente del día.

*Transectos por línea:* comprende Río San Juan, Nicaragua

1. Transectos de todo un día, por el Río San Juan, desde Sábalo de Nicaragua hasta San Juan de Nicaragua.
2. Transectos de todo un día, por el Río San Juan, desde San Juan de Nicaragua hasta Sábalo.

*Conteos diarios por puntos:* comprende Costa Rica y Nicaragua

1. Conteos diarios en el sector de San Carlos y Sarapiquí de Costa Rica: los puntos de observación estuvieron ubicados en las siguientes 6 comunidades o en sus cercanías; Quebrada Grande, Boca Tapada, Santa Rita, Boca San Carlos, Laguna Lagarto y Chilamate.
2. Conteos diarios en el sector del Municipio de El Castillo, Río San Juan, Nicaragua: los puntos de observación estuvieron ubicados en las siguientes 9 comunidades o en sus cercanías; La Juana, Bartola, La Bijagua, La Quezada, Romerito, El Castillo, San Juan de Nicaragua, El Mónico y Brenes-El Quebracho.

*b. Temporada de migración:* incluye los meses de julio a diciembre. Los muestreos fueron en el mes de julio y diciembre cubriéndose los transectos por línea (en Nicaragua) y en los meses de julio a diciembre cubriéndose los conteos diarios por puntos (en Costa Rica y en Nicaragua). Se tomó el periodo completo del mes para hacer los muestreos independientemente de la fecha.

Se repitieron los mismos transectos por línea y conteos diarios por puntos que en la temporada de anidación, así como también las mismas localidades.

En los transectos por línea, se muestreó durante todo el día iniciando a las 7:00 AM, cuando las aves están más activas y finalizando a las 5:00 PM cuando oscurece. La distancia de observación alcanzable fue entre 500-1000 metros y para cada observación obtenida se tomó las coordenadas geográficas del punto el cual posteriormente fue transcrito a un mapa. La información obtenida se anotó en una boleta elaborada para tal efecto (ver anexo 2).

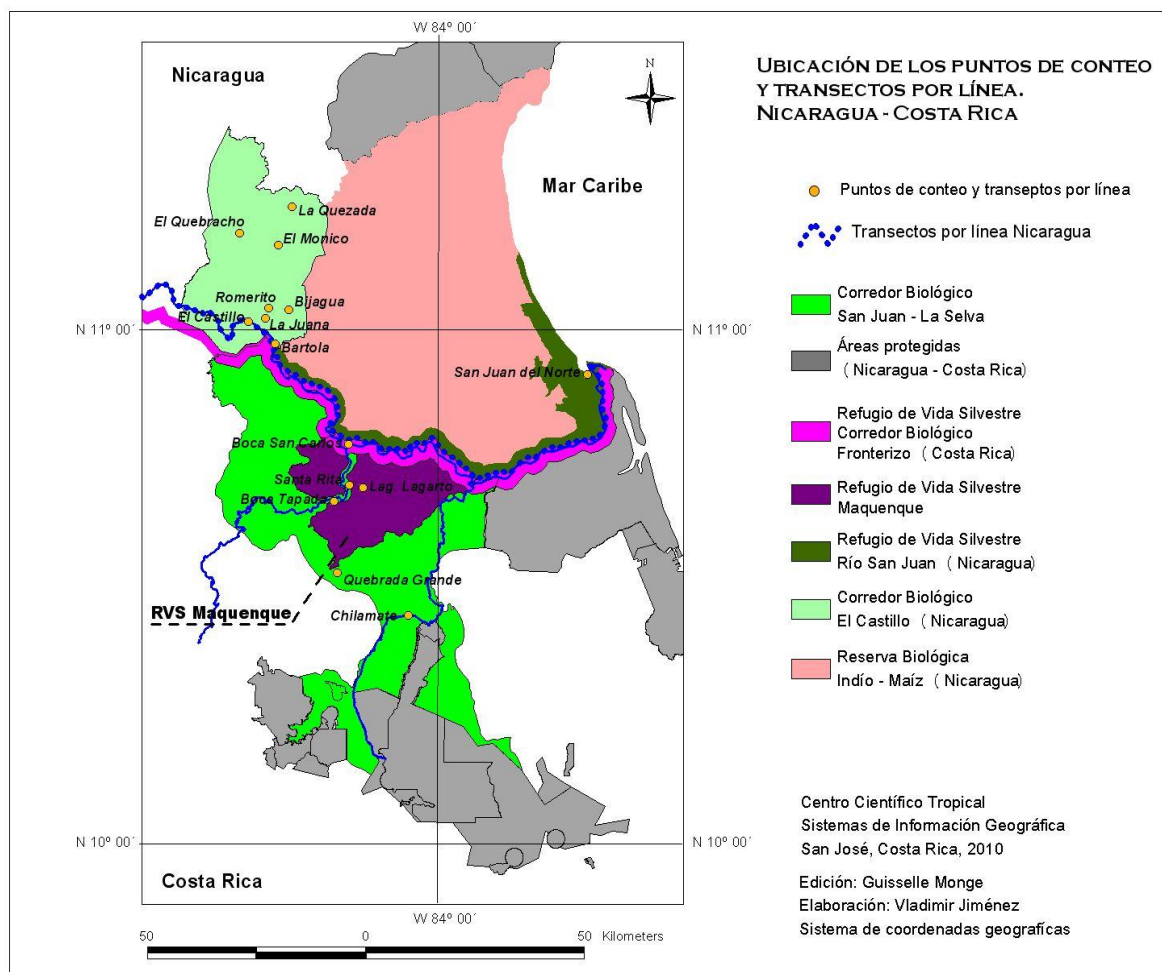
En cada conteo diario por puntos, se muestreó durante todo el día, iniciando a las 7:00 AM y finalizando a las 5:00 PM. Para la colecta de los datos se utilizó una boleta de observación (ver anexo 1).

De acuerdo con otros estudios de conteos y censos de poblaciones de aves, los tratamientos estadísticos más indicados para el análisis de los datos son:

Para comparaciones entre puntos de observación, meses y temporadas se usó un análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis. La prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon-Man. Whitney permite determinar si la distribución de la probabilidad del número y composición de la población fue igual en ambos periodo o épocas. Para la tendencia del tamaño poblacional se recomienda hacer una prueba de t-student. Sin embargo, tomando en cuenta de que también se pueden usar pruebas estadísticas de índoles paramétricas, como por ejemplo el Coeficiente de Correlación de Pearson, que nos permite correlacionar dos variables entre si, se espera afinar más en el transcurso del estudio y de la colecta de los datos, aquellas pruebas estadísticas que al final del estudio se emplearán (Fowler & Cohen, 1999).

**Cuadro 1. Cronograma de realización de los transectos por línea y conteos diarios por puntos.**

Mes	Año 2006		Año 2007		Año 2008	
	Temporada anidación	Temporada migración	Temporada anidación	Temporada migración	Temporada anidación	Temporada migración
	<i>Enero-junio</i>	<i>Julio-Diciembre</i>	<i>Enero-junio</i>	<i>Julio-Diciembre</i>	<i>Enero-junio</i>	<i>Julio-Diciembre</i>
<b>Enero</b>			Transectos por línea (2)		Transectos Por línea (2)	
<b>Enero-Junio</b>			Conteos diarios por puntos		Conteos diarios por puntos	
<b>Junio</b>			Transectos por línea (2)		Transectos Por línea (2)	
<b>Julio</b>		Transectos po línea (2)		Transectos por línea (2) Agosto		
<b>Julio-Diciembre</b>		Conteos diarios por puntos		Conteos diarios por puntos		
<b>Diciembre</b>		Transectos po línea (2)		Transectos por línea (2)		
<b>Total transectos por línea</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>



**Figura 2. Ubicación de los puntos diarios de conteo y transectos por línea.**

## 2. Censos

En abril-mayo 2009, se realizaron cuatro censos, dos en Costa Rica y dos en Nicaragua, el objetivo fue llevar a cabo un conteo de lapas por observación (Cuadro 3). Las observaciones se hicieron desde 28 diferentes puntos, 16 en Costa Rica y 12 en Nicaragua (Figura 3).

**Cuadro 2. Puntos de observación del conteo diario Costa Rica-Nicaragua.**

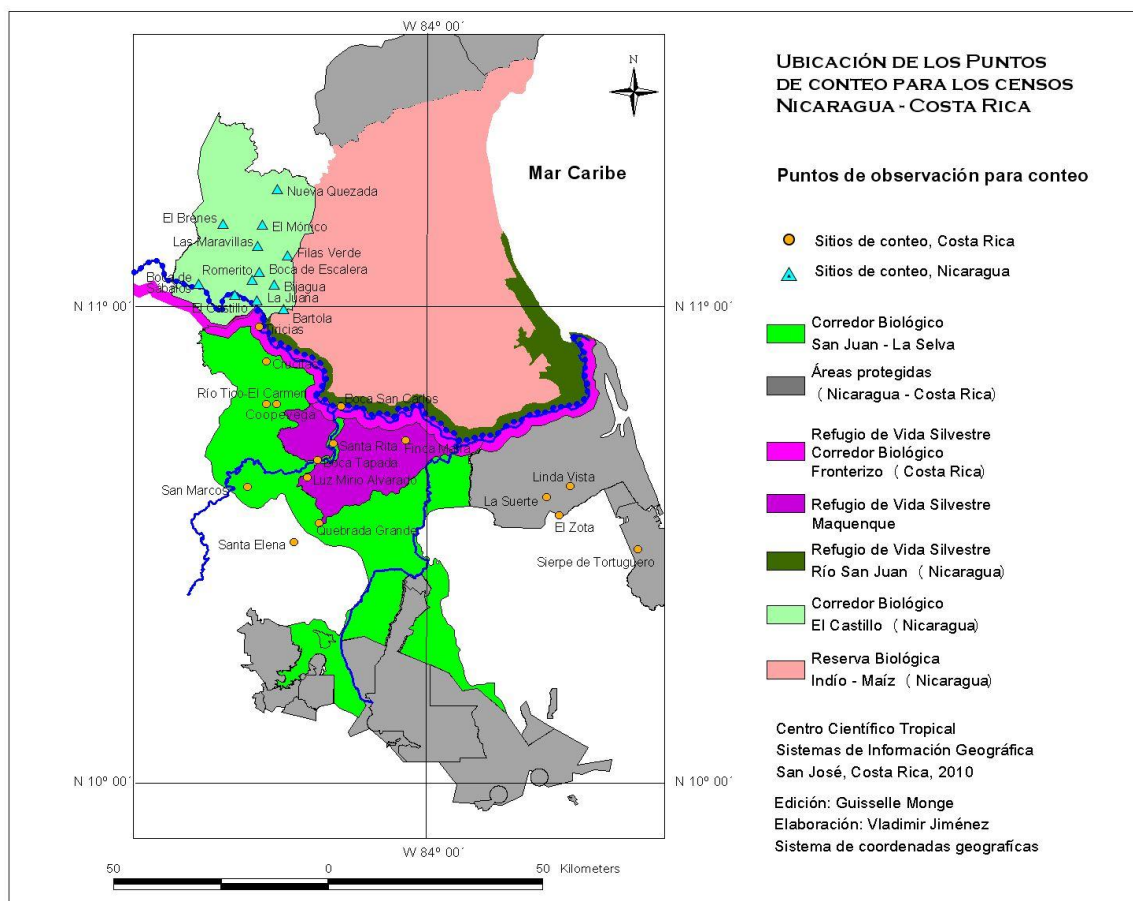
<b>PUNTO</b>	<b>LUGAR / PAÍS</b>	<b>ÁREA</b>
Boca Tapada	San Carlos / Costa Rica	Área de reproducción
Santa Rita	San Carlos / Costa Rica	Área de reproducción
Laguna Lagarto	San Carlos / Costa Rica	Área de reproducción
Boca San Carlos	San Carlos / Costa Rica	Área de reproducción
Quebrada Grande	San Carlos / Costa Rica	Área de reproducción
Chilamate	Sarapiquí / Costa Rica	Área de migración
La Juana	El Castillo / Nicaragua	Área no definida
Bartola	El Castillo / Nicaragua	Área no definida
La Bijagua	El Castillo / Nicaragua	Área no definida
La Quezada	El Castillo / Nicaragua	Área no definida
Romerito	El Castillo / Nicaragua	Área no definida
El Castillo	El Castillo / Nicaragua	Área no definida
San Juan de Nicaragua	El Castillo / Nicaragua	Área no definida
El Mónico	El Castillo / Nicaragua	Área no definida
Brenes- El Quebracho	El Castillo / Nicaragua	Área no definida

**Cuadro 3. Puntos de observación de los censos en Costa Rica-Nicaragua.**

<b>Nicaragua</b>			
<b>Nº</b>	<b>Sitio/Comunidad</b>	<b>n / # muestreos</b>	<b>Coordenadas</b>
1	Las Maravillas	48 / 3	0789445, 1230588
2	Nueva Quezada	37 / 4	793877, 1243804
3	Filas Verde	29 / 4	0796398, 1228511
4	El Mónico	43 / 2	790479, 1235470
5	Bijagua	54 / 4	0793357, 1221597
6	Romerito	78 / 4	0788336, 1222709
7	El Castillo	13 / 2	0784297, 1219123
8	Bartola	73 / 4	0795612, 1215935
9	Boca de sábalos	0 / 0	0775929, 1221680
10	El Brenes	0 / 0	0781434, 1235582
11	La Juana	40 / 4	0789319, 1217948
12	Boca de Escalera	14 / 4	0789877, 1224525
<b>Total</b>			

<b>Costa Rica</b>			
<b>Nº</b>	<b>Sitio/Comunidad</b>	<b>n / # muestreos</b>	<b>Coordenadas</b>
1	Tiricias	42 / 4	0498256, 0325397
2	Crucitas	2 / 1	0499966, 0317225
3	Río Tico-El Carmen	0 / 2	0499943, 0307497
4	Coopevega	0 / 2	0499943, 0307497
5	Boca San Carlos	4 / 3	10° 47'. 02", 84° 10'. 61"
6	Santa Rita	12 / 4	10° 42'. 36", 84° 11'. 58"
7	San Marcos	2 / 4	10° 37'. 00", 84° 22'. 42"
8	Santa Elena	19 / 2	10° 54'. 18", 84° 32'. 41"

9	Luz Mirio Alvarado	35 / 4	10° 38'. 17'', 84° 14'. 84''
10	Quebrada Grande	0 / 2	10° 32'.38'', 84° 13'. 40''
11	Finca Matra	2 / 3	10° 42'. 38'', 84° 33'. 44''
12	Boca Tapada	19 / 4	10° 40'. 32'', 84° 13', 56''
13	La Suerte	4 / 3	10° 44'. 86'', 83° 78'.89''
14	El Zota	6 / 4	10° 33'. 36'', 83° 43'.24''
15	Linda Vista	4 / 3	10° 37'. 09'', 83° 41'.82''
16	Sierpe de Tortuguero	13 / 3	10° 29'.14'', 83° 33'. 33''
<b>Total</b>			



**Figura 3. Ubicación de los puntos de censo para los censos.**

Se trabajó para el levantamiento de las observaciones durante los censos con la colaboración de: ornitólogos, aficionados de las aves, guías de turismo, jóvenes, estudiantes y gente de la comunidad de ambos países.

### **3. Entrevistas**

Durante los periodos de los muestreos, se aplicó una entrevista (ver anexo 3) complementaria. Esta entrevista recopiló información sobre la ecología de la especie y otras variables como:

- Avistamientos u observaciones
- Distribución
- Tipo de hábitat utilizado
- Fuentes de alimentación
- Factores de amenaza
- Disminución de la población con los años

Algunas de las variables anteriores fueron usadas en el análisis de viabilidad poblacional.

### **C. Factores de amenaza**

La identificación de las amenazas para la especie lapa verde en el área de estudio, se hizo mediante la aplicación de la entrevista complementaria descrita en el punto anterior. Posteriormente, se categorizarán las amenazas según el grado de mayor amenaza y el país.

### **D. Viabilidad poblacional**

La determinación de la viabilidad poblacional en términos de disponibilidad de recursos forestales y de población total de la especie, se realizó mediante la aplicación de la herramienta VORTEX. La definición de las variables ecológicas que se evaluaron con el programa VORTEX, se hará en el transcurso del estudio y usando la información sobre algunas de las variables colectadas en la entrevista complementaria que se aplicó en el punto 3 del componente de estimación poblacional. Para complementar el Análisis de Viabilidad Poblacional y de Hábitat (PHVA), se realizó un taller de expertos con el fin de realizar un análisis de la población y del hábitat de la Lapa Verde en todo su ámbito de distribución para así establecer una estrategia de conservación global. Se contó con la colaboración de 36 representantes de los países en donde se distribuye la especie (Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador) de acuerdo a la metodología propuesta por el CBSG. Se revisó, sistematizó y discutió de forma participativa y de acuerdo a la metodología propuesta por el CBSG, toda la información disponible sobre la guacamaya verde (en especial sus parámetros demográficos; tasa de mortalidad y nacimiento, estructura de edades, dispersión, distribución, hábitat disponible y amenazas en su ámbito de distribución). Se definieron cuatro temas principales para conformar la estrategia global de conservación de la Lapa Verde: hábitat, investigación, educación e incidencia.

Este componente fue importante en el sentido de que permitió saber a mediano plazo si los esfuerzos de conservación realizados hasta la fecha en Nicaragua y Costa Rica han sido efectivos. El programa mismo también valoró los datos obtenidos en el aspecto estadístico.

### **E. Vacíos de conservación**

La identificación de vacíos de conservación en cuanto a la presencia de la especie, se hizo a través de los mismos conteos y censos de individuos, pudiéndose conocer en que lugares la especie se encuentra y que lugares no. Posteriormente, se compararon los resultados obtenidos con los reportes ya descritos en la literatura para la especie y con ayuda del Sistema de Información Geográfico se hizo un análisis y mapeo de la información levantada con respecto al ámbito de distribución en ambos países.



## CAPÍTULO III

### **Estimación del tamaño de la población de *Ara ambiguus* en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Costa Rica-Nicaragua**

#### **Resumen**

Realizamos en el área de estudio una investigación para intentar estimar el tamaño de la población de lapa verde en Costa Rica y Nicaragua. Para ello se hizo un conteo por un periodo de dos años con las técnicas de conteo por puntos fijos y por transecto lineal. Los muestreos se programaron para ambos países en época reproductiva y no reproductiva de la especie lapa verde, con el fin de poder comparar los resultados entre una época y otra. En el caso de los conteos por puntos fijos se establecieron 6 puntos de conteo en Costa Rica y 9 puntos de conteo en Nicaragua, en cada uno de ellos hubo un observador permanente que hacía conteo de todas las lapas avistadas durante cada día. Se hizo un procesamiento de las bases de datos de observaciones de lapa verde en ambos países, éstas fueron ordenadas según cada sitio de conteo por puntos. Los datos figuran para los periodos de anidación y migración de la especie. Los datos fueron clasificados para facilitar su manejo en tres periodos de toma de datos: 6-9, 10-13 y de 14-16. Según el análisis preliminar de los datos de observaciones de lapas en ambos países, existe un error de diseño de muestreo que no permite realizar un análisis de estimación de la población de esta especie. Es debido al poco esfuerzo de muestreo y a errores en el diseño de la investigación que únicamente se permite estimar abundancia relativa para los sitios de conteos. En los transectos por línea que fueron sobre el Río San Juan desde Boca de Sábalo hasta San Juan del Norte, se muestreó consecutivamente durante todo el día de recorrido, iniciando a las 7:00 AM, cuando las aves están más activas y finalizando a las 5:00 PM cuando oscurece. La distancia de observación alcanzable del punto base (bote) de observación fue entre 500-1000 metros y para cada observación hecha se tomó un punto de GPS que posteriormente fue transcrito a un mapa. El principal resultado obtenido en el recorrido Boca Sábalo-San Juan del Norte fue sobre abundancia, o sea en cuanto a cantidad de lapas observadas respecto a las horas del día a las cuales se hicieron observaciones. Además, se obtuvieron las rutas de paso de las lapas en ambos lados del Río San Juan. Las mejores horas de observación fueron de 6-9 y en donde menos se avistó lapas fue de las 16-18.

#### **Palabras claves**

*Ara ambiguus*, conteo por puntos, conteo lineal, estimación poblacional, binacional.

## Introducción

La lapa verde, *Ara ambiguus*, es el segundo psitácido más grande del Nuevo Mundo; su distribución se limita a las tierras bajas húmedas, principalmente del lado del Atlántico, así como en los bosques al este de Honduras y al norte de Colombia, con una población aislada de menos de dos docenas de individuos cerca de Guayaquil, Ecuador (Powell *et al.*, 1999; Bergman, 2000; Chassot *et al.*, 2007). Está reconocida en el ámbito internacional como una especie en peligro; en Costa Rica está incluida en la Lista 1 de la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro (CITES), como una de las cuatro especies de aves en esta categoría de amenaza a nivel mundial en Costa Rica. Su zona histórica de reproducción en Costa Rica ha sido reducida en un 90%, principalmente por la extracción forestal y la deforestación para establecer pastizales para el ganado (Chassot *et al.*, 2001). Muchas especies de flora y fauna dependen de las condiciones de estos remanentes de bosque, entre ellas la lapa verde (*Ara ambiguus*) (Chassot *et al.*, 2001). Así mismo, estas especies son por sus características especies sombrillas o banderas de los ecosistemas que habitan.

En Costa Rica, para el año 1994, se estimó una población de lapa verde de 210 individuos. Así mismo, se contabilizaron entre 25-35 parejas reproductivas (Powell *et al.* 1999). Para Nicaragua no fue hasta el año 2008 que se estimó el tamaño de la población de lapa verde por medio de un análisis de viabilidad poblacional que arrojó 661 individuos. Durante este mismo año, se analizó la población de ambos países en conjunto, obteniéndose un estimado de la meta población compartida entre ambos países de 871 individuos (Monge *et al.* 2009).

## Métodos

### *Área de estudio*

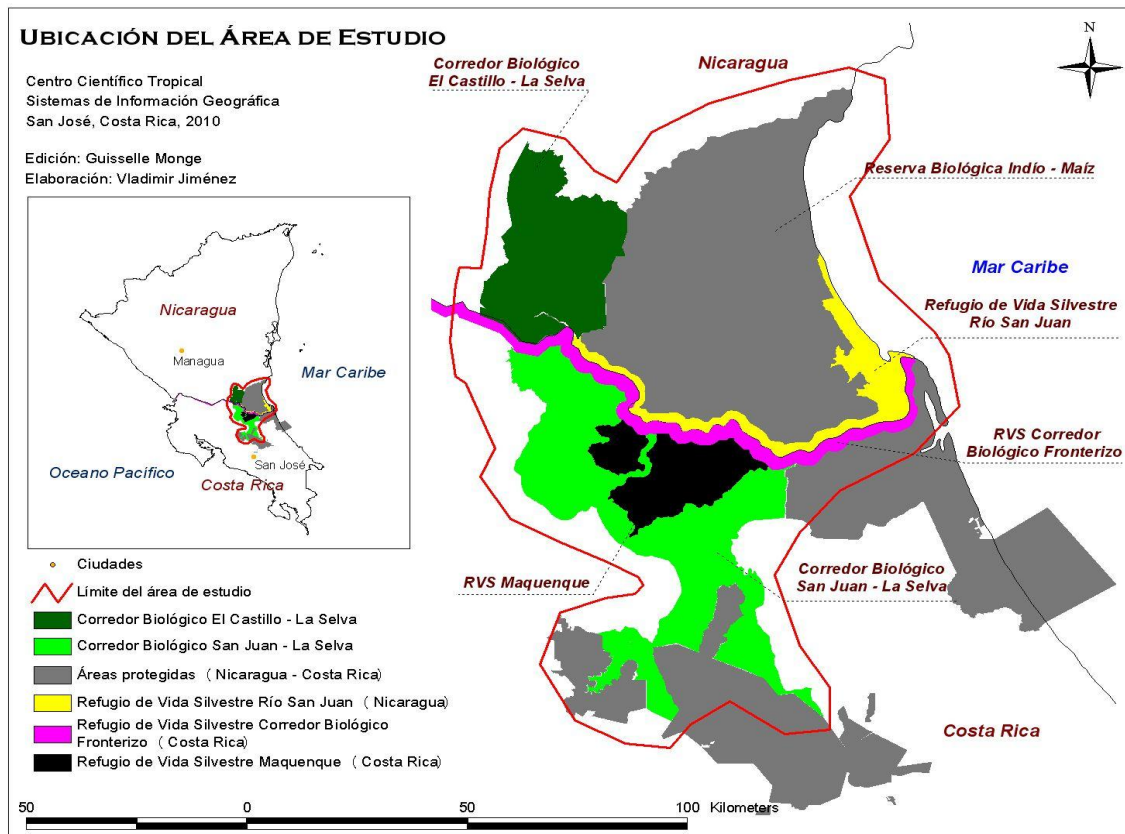
El área de estudio comprende el Sureste de Nicaragua y la Zona Norte de Costa Rica (Figura 1).

La definición del área de estudio está basada en parte al rango de distribución conocido para la lapa verde en los últimos 15 años entre Nicaragua y Costa Rica. En el caso de la Reserva Biológica Indio Maíz, la cual figura dentro del área de estudio, pero en la cual no se hicieron muestreos por el difícil acceso, constituye un bosque primario muy importante para la sobrevivencia de la metapoblación de lapas verdes compartida entre Costa Rica y Nicaragua, razón por la cual se incluye en este estudio.

Las zonas de vida más importantes en el área de estudio son: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo tropical y bosque pluvial, en todas ellas con precipitaciones anuales que oscilan entre 2.300 y 2.800 mm. Además, hay un prolongado periodo lluvioso de 10 meses en promedio y una temperatura promedio de 27 °C con algunas variaciones entre abril y diciembre (Holdridge, 1967). La zona de estudio en el Sureste de Nicaragua se encuentra

totalmente dentro de la circunscripción del municipio El Castillo, en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Indio-Maíz, Departamento de Río San Juan. En la Zona Norte de Costa Rica, el área se ubica al norte de las provincias de Heredia y Alajuela, abarcando principalmente los cantones de Sarapiquí y San Carlos (Figura 1).

La diversidad biológica presente en el área de estudio es excepcionalmente diversa, reflejo de la situación biogeográfica general de Centroamérica y consecuencia de diferencias altitudinales fuertes, entre 30 y 3.000 msnm (gradientes de temperatura); diferentes regímenes de precipitación y variaciones en los tipos de suelos. Florísticamente, la zona entre el sureste de Nicaragua y el norte de Costa Rica, representa la frontera entre las floras Neotropical y Neártica (Janzen, 1983; Mittermeier *et al.*, 1999). Posiblemente, el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, con la Reserva Biológica Indio-Maíz sea el corredor con mayor diversidad biológica en centroamérica, con un número importante de especies vegetales endémicas.



**Figura 1. Ubicación del área de estudio.**

Una vez seleccionados los sitios fijos de conteo y el recorrido lineal (Figura 2), elaboramos una boleta de toma de datos de observación en el campo (Anexos 1 y 2). Los participantes en los conteos fueron capacitados en el uso de la boleta y en la toma de datos.

Se realizaron para los dos años de estudio (Cuadro 1) transectos por línea y conteos diarios por puntos. En el caso de los conteos por puntos se establecieron 6 puntos de conteo en Costa Rica y 9 puntos de conteo en Nicaragua en cada uno de ellos hubo un observador permanente que hacía conteo de todas las lapas avistadas durante cada día. Durante las visitas de campo diarias se realizaron muestreos por medio de los métodos tradicionales de conteo de aves, entre ellos: el método de conteo por puntos y transecto por línea. Los muestreos se programaron para ambos países en época reproductiva y no reproductiva de la especie lapa verde, con el fin de poder comparar los resultados entre una época y otra, así como entre un país y otro. Los sitios específicos de muestreo (Figura 2) estuvieron definidos por los siguientes transectos y puntos, según cada temporada y por año de estudio:

*Temporada de anidación:* incluye los meses de enero a junio. Los muestreos fueron en el mes de enero y junio cubriéndose los transectos por línea (en Nicaragua) y en los meses de enero a junio cubriéndose los conteos diarios por puntos (en Costa Rica y en Nicaragua). Se tomó el periodo completo de los seis meses para hacer los muestreos, independientemente del día.

*Transectos por línea:* comprende Río San Juan, Nicaragua

- Transectos de todo un día, por el Río San Juan, desde Sábalo de Nicaragua hasta San Juan de Nicaragua.
- Transectos de todo un día, por el Río San Juan, desde San Juan de Nicaragua hasta Sábalo.

*Conteos diarios por puntos:* comprende Costa Rica y Nicaragua

- Conteos diarios en el sector de San Carlos y Sarapiquí de Costa Rica: los puntos de observación estuvieron ubicados en las siguientes 6 comunidades o en sus cercanías; Quebrada Grande, Boca Tapada, Santa Rita, Boca San Carlos, Laguna Lagarto y Chilamate.
- Conteos diarios en el sector del Municipio de El Castillo, Río San Juan, Nicaragua: los puntos de observación estuvieron ubicados en las siguientes 9 comunidades o en sus cercanías; La Juana, Bartola, La Bijagua, La Quezada, Romerito, El Castillo, San Juan de Nicaragua, El Mónico y Brenes-El Quebracho.

*Temporada de migración:* incluye los meses de julio a diciembre. Los muestreos fueron en el mes de julio y diciembre cubriéndose los transectos por línea (en Nicaragua) y en los meses de julio a diciembre cubriéndose los conteos diarios por puntos (en Costa Rica y en Nicaragua). Se tomó el periodo completo del mes para hacer los muestreos independientemente de la fecha.

*Transectos por línea:* comprende Nicaragua

- Transectos de todo un día, por el Río San Juan, desde Sábalo de Nicaragua hasta San Juan de Nicaragua.
- Transectos de todo un día, por el Río San Juan, desde San Juan de Nicaragua hasta Sábalo.

*Conteos diarios por puntos:* comprende Costa Rica y Nicaragua

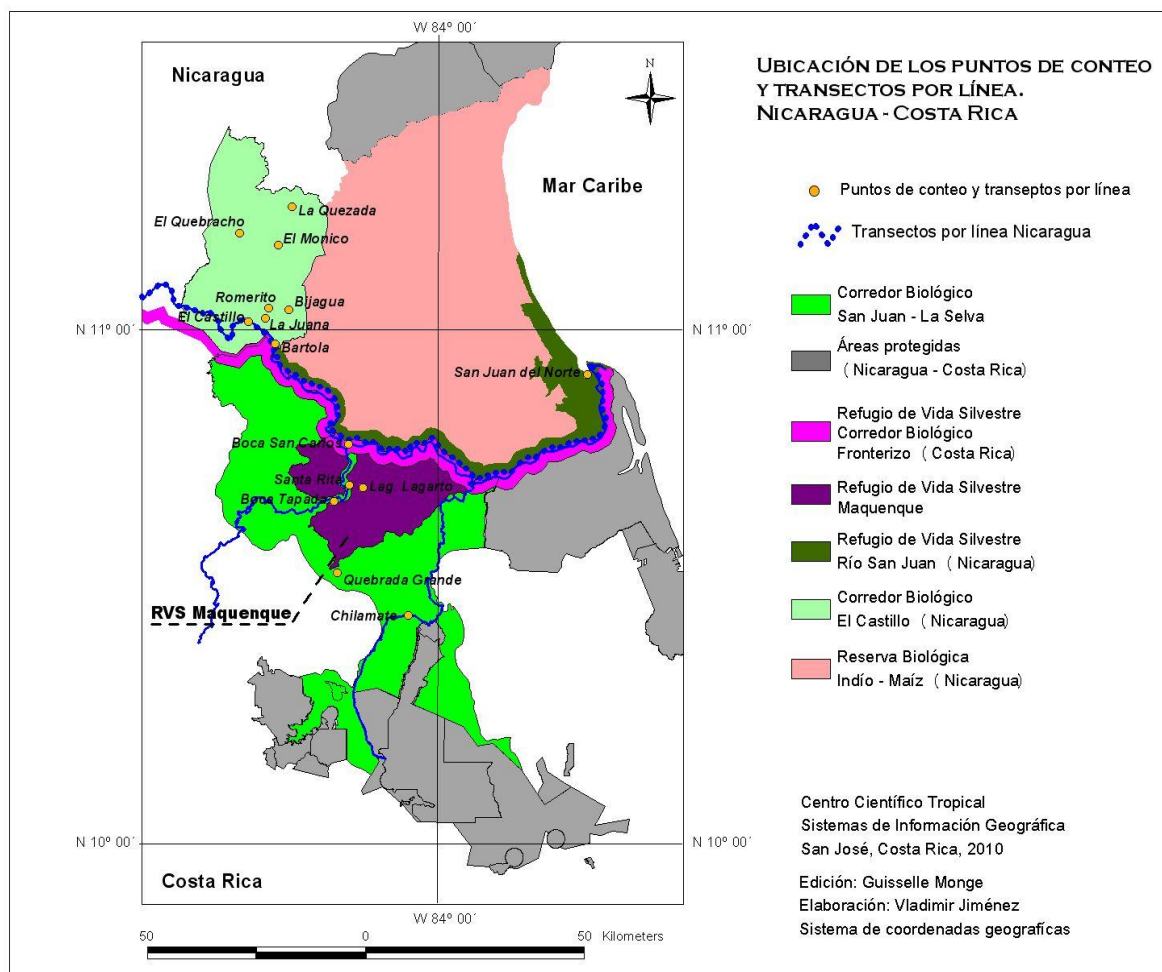
- Conteos diarios en el sector de San Carlos y Sarapiquí de Costa Rica: los puntos de observación estuvieron ubicados en las siguientes 6 comunidades o en sus cercanías; Quebrada Grande, Boca Tapada, Santa Rita, Boca San Carlos, Laguna Lagarto y Chilamate.
- Conteos diarios en el sector del Municipio de El Castillo, Río San Juan, Nicaragua: los puntos de observación estuvieron ubicados en las siguientes 9 comunidades o en sus cercanías; La Juana, Bartola, La Bijagua, La Quezada, Romerito, El Castillo, San Juan de Nicaragua, El Mónico y Brenes-El Quebracho.

En los transectos por línea, se muestreó consecutivamente durante todo el día de recorrido, iniciando a las 7:00 AM, cuando las aves están más activas y finalizando a las 5:00 PM cuando oscurece. La distancia de observación alcanzable del punto base (bote) de observación es entre 500-1000 metros y para cada observación hecha se tomó un punto de GPS que posteriormente fue transcrito a un mapa. Para la colecta de los datos se utilizó una boleta de observación (ver anexo 2).

En cada conteo diario por puntos, se muestreó durante todo el día, iniciando a las 7:00 AM y finalizando a las 5:00 PM. Para la colecta de los datos se utilizó una boleta de observación (ver anexo 1).

**Cuadro 1. Cronograma de realización de los transectos por línea y conteos diarios por puntos.**

Mes	Año 2006		Año 2007		Año 2008	
	Temporada anidación	Temporada migración	Temporada anidación	Temporada migración	Temporada anidación	Temporada migración
	<i>Enero-junio</i>	<i>Julio-Diciembre</i>	<i>Enero-junio</i>	<i>Julio-Diciembre</i>	<i>Enero-junio</i>	<i>Julio-Diciembre</i>
<b>Enero</b>			Transectos por línea (2)		Transectos Por línea (2)	
<b>Enero-Junio</b>			Conteos diarios por puntos		Conteos diarios por puntos	
<b>Junio</b>			Transectos por línea (2) <b>No</b>		Transectos Por línea (2)	
<b>Julio</b>		Transectos por línea (2)		Transectos por línea (2) <b>Agosto</b>		
<b>Julio-Diciembre</b>		Conteos diarios por puntos		Conteos diarios por puntos		
<b>Diciembre</b>		Transectos por línea (2)		Transectos por línea (2)		
<b>Total transectos por línea</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>



**Figura 2. Ubicación de los puntos diarios de conteo y transectos por línea.**

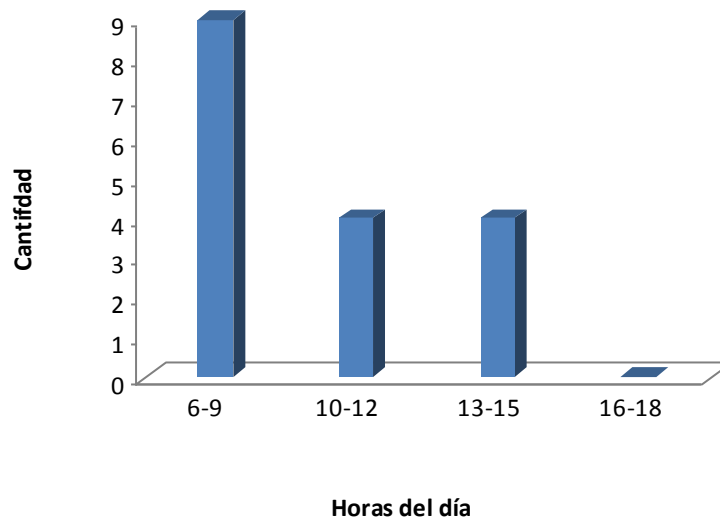
## Resultados

### *Transectos por línea*

1. Trayecto Boca Sábalos-San Juan del Norte: el trayecto recorrido fue de aproximadamente 160 km y se hizo en un bote público que recorre dos veces por semana el Río San Juan desde San Carlos de Nicaragua hasta San Juan de Nicaragua (o del Norte). El tramo donde se hicieron los avistamientos corresponde a la sección recorrida desde Boca de Sábalos a San Juan del Norte. Muchos factores negativos influyeron en el estudio, entre ellos: sonido del motor del bote, muchas paradas del bote para bajar gente, no tener puntos de conteo o estaciones fijas de conteo, condiciones climáticas drásticas, etc.

El principal resultado que nos arroja el recorrido Boca Sábalos-San Juan del Norte es sobre abundancia, o sea en cuanto a cantidad de lapas observadas respecto a las horas del día a las cuales se hicieron observaciones (Figura 3). Además, nos

indica las rutas de paso de las lapas en ambos lados del Río San Juan. Las mejores horas de observación fueron de 6-9 y en donde menos se avistó lapas fue de las 16-18.



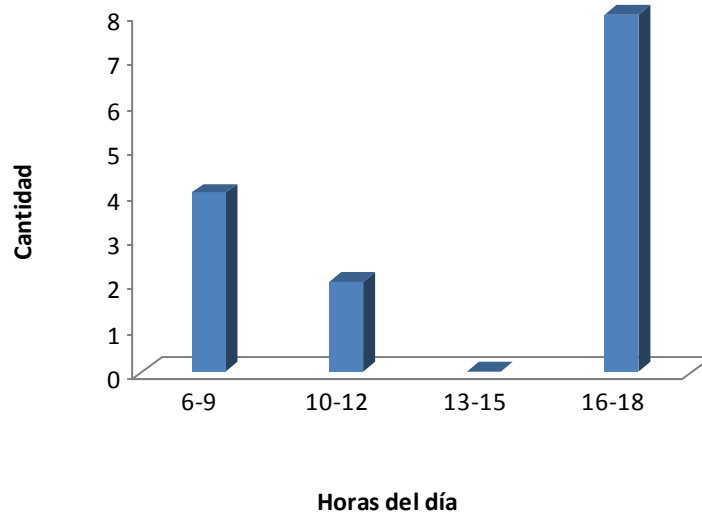
**Figura 3. Cantidad de lapas observadas por hora del día en el recorrido Boca Sábalos-San Juan del Norte.**

2. Trayecto San Juan del Norte-Boca Sábalos: al igual que en el caso anterior, el trayecto recorrido fue de aproximadamente 160 km y se hizo en el bote público que recorre dos veces por semana el Río San Juan desde San Carlos de Nicaragua hasta San Juan de Nicaragua (o del Norte). El tramo donde se hicieron los avistamientos corresponde a la sección que va desde San Juan del Norte-Boca Sábalos.

El principal resultado que nos arroja el recorrido San Juan del Norte-Boca Sábalos es en cuanto a cantidad de lapas observadas respecto a las horas del día a las cuales se hicieron observaciones (Figura 4).

En conclusión en ambas figuras se muestra como el mejor sitio de observación de lapas es el tramo entre Boca Sábalos-Bartola (Figura 1, horas del día entre 6-9 y Figura 2, entre las horas 16-18).

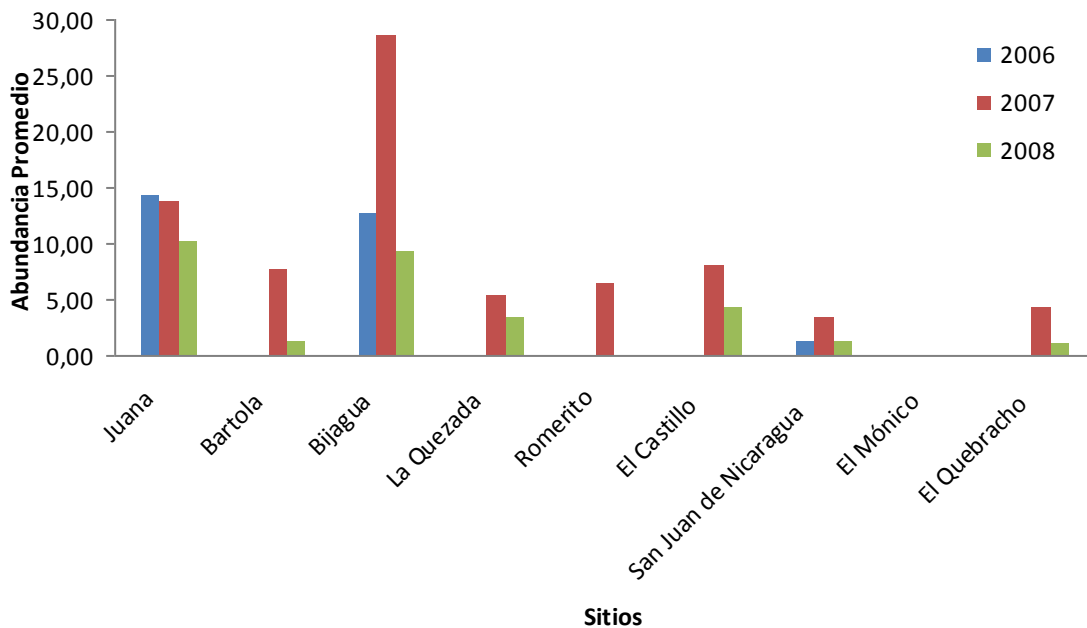




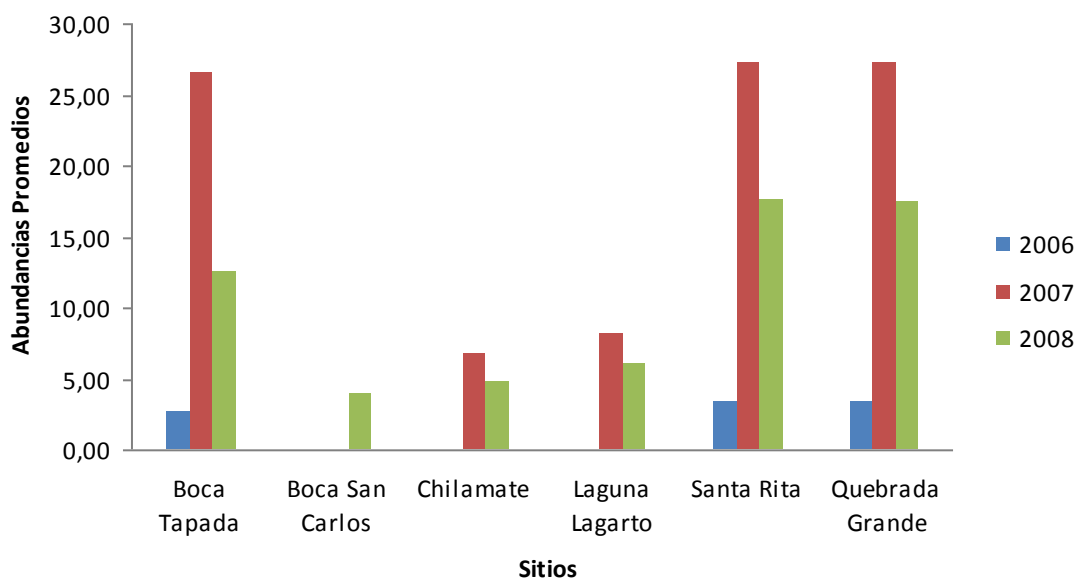
**Figura 4. Cantidad de lapas observadas por hora del día en el recorrido San Juan del Norte-Boca Sábalos.**

*Conteos diarios por puntos*

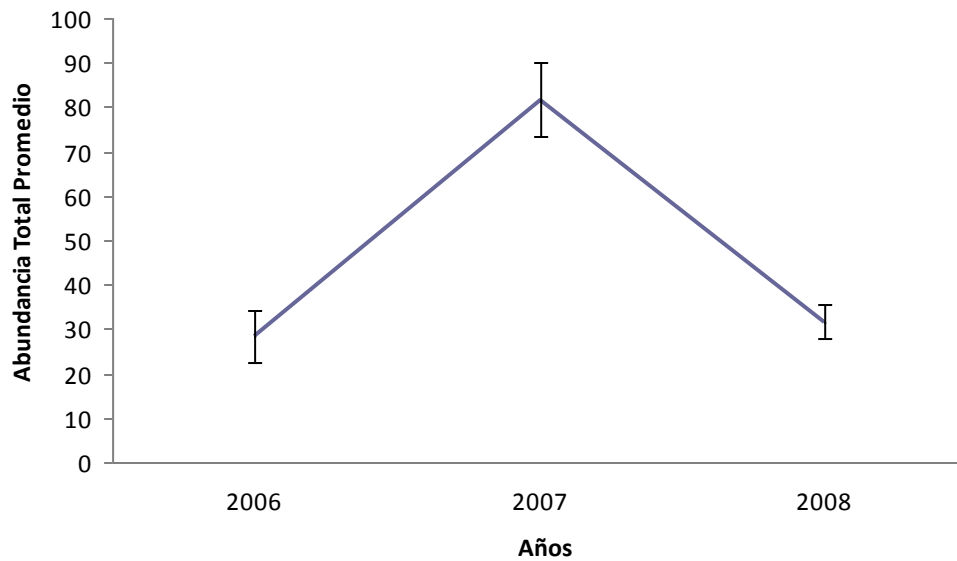
Se hizo un procesamiento de las bases de datos de observaciones de lapa verde en ambos países, éstas fueron ordenadas según cada sitio de conteo por puntos. Los datos figuran para los periodos de anidación y migración de la especie. Los datos fueron clasificados para facilitar su manejo en tres periodos de toma de datos: 6-9, 10-13 y de 14-16. Según el análisis preliminar de los datos de observaciones de lapas en ambos países, existe un error de diseño de muestreo que no permite realizar un análisis de estimación de la población de esta especie. El muestro solo permite estimar abundancia relativa para los sitios de conteos y no densidad como se planeó originalmente.



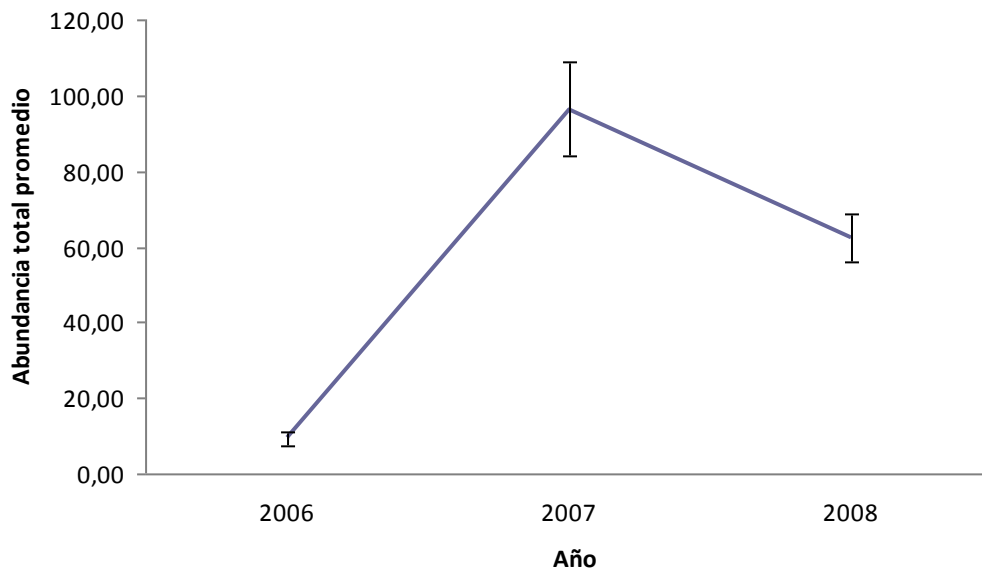
**Abundancia promedio de lapas observadas según cada sitio en Nicaragua y cada año de estudio.**



**Abundancia promedio de lapas observadas según cada sitio en Costa Rica y cada año de estudio.**



**Abundancia total promedio de lapas observadas según cada año de estudio en Costa Rica (2007 / 12 meses de muestreo).**



**Abundancia total promedio de lapas observadas según cada año de estudio en Nicaragua (2007 / 12 meses de muestreo).**

### **Discusión y conclusión**

En Costa Rica y Nicaragua se están desarrollando estrategias de conservación de esta especie de Ara en peligro de extinción. Es para determinar que tan eficientes han sido esas estrategias de conservación que hemos intentado estimar una vez más la población de lapa verde para ambos países. Esta información es

fundamental para poder medir los impactos de las estrategias de conservación y enfocar esfuerzos futuros.

En este ejercicio se estudió y analizó dos sistemas de muestreo eficientes en el conteo de aves (Casagrande, 2007): el conteo por puntos fijos y el conteo por transecto. Con ambos sistemas se buscaba poder estimar el tamaño de la población de la lapa verde en Costa Rica y Nicaragua con el fin de comparar los resultados con estimaciones previas y de esta forma poder darnos cuenta de que tan exitosas han sido las estrategias de protección y conservación de la especie.

Hoy día existe una mayor conciencia del público acerca de la importancia de proteger y conservar los recursos naturales. La lapa verde se ha identificado como una especie bandera en el Norte de Costa Rica y en el Sureste de Nicaragua.

La población de lapa verde se encuentra bastante protegida y conservada en ambos países, lo que garantiza su existencia y recuperación. Es responsabilidad de la sociedad civil y del Estado de mantener y consolidar cada uno de los programas de investigación, de monitoreo de la especie y, sobre todo, darle seguimiento y continuidad a las iniciativas de conservación.

## CAPÍTULO IV

### **Censo poblacional durante el periodo reproductivo 2009 de la sub-población de *Ara ambiguus* en el Sureste de Nicaragua y Norte de Costa Rica**

#### **Resumen**

Realizamos censos de la población de *Ara ambiguus* en Nicaragua y en Costa Rica. Seleccionamos 12 sitios de conteo en Nicaragua y 16 sitios en Costa Rica, de acuerdo a algunos criterios como accesibilidad, condiciones geográficas, distancias. Realizamos cuatro repeticiones de conteo en los diferentes sitios por periodos de 12 horas. Los conteos fueron en temporada de reproducción (abril-mayo 2009) debido a la facilidad de conteo, concentración en el rango reproductivo, mayor acceso a la fuente principal de alimentación y clima más propicio a los movimientos de las aves. Un total de 432 individuos fueron observados en el área de estudio de Nicaragua y 173 individuos fueron reportados para el sector de Costa Rica. Los mayores picos de avistamiento ocurrieron entre las 0600 y 0700 h, y 1300 y 1400 h para la zona de Nicaragua, mientras que en Costa Rica se reportó un mayor número de individuos entre las 0600 h y 1400 h. En todos los periodos de muestreo, siempre se observaron mayor número de individuos en la zona de Nicaragua respecto a la zona de Costa Rica, de manera significativa (Wilcoxon=152; gl=11;  $P<0.05$ ). En Costa Rica, los sitios de Luz Mirio Alvarado, Tiricias y Santa Elena fueron los sitios donde la abundancia estimada fue mayor (52.05, 45.55, 41.21). Para Nicaragua, la zona de Mónico, Romerito y Bartola fueron los sitios donde se estimó la mayor cantidad de individuos (93.26, 87.84, 79.16 respectivamente). La población promedio de lapas verdes para Costa Rica es de 302 y la población para Nicaragua es de 532.

#### **Palabras claves**

*Ara ambiguus*, censo, población, bi-nacional.

## Introducción

La lapa verde, *Ara ambiguus*, es el segundo psitácido más grande del Nuevo Mundo; su distribución se limita a las tierras bajas húmedas, principalmente del lado del Atlántico, así como en los bosques al este de Honduras y al norte de Colombia, con una población aislada de menos de dos docenas de individuos cerca de Guayaquil, Ecuador (Powell *et. al.* 1999, Bergman 2000, Chassot *et. al.* 2007). Está reconocida en el ámbito internacional como una especie en peligro; en Costa Rica está incluida en la Lista 1 de la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro (CITES), como una de las cuatro especies de aves en esta categoría de amenaza a nivel mundial en Costa Rica. Su zona histórica de reproducción en Costa Rica ha sido reducida en un 90%, principalmente por la extracción forestal y la deforestación para establecer pastizales para el ganado (Chassot *et. al.* 2001). La fragmentación de los parches de bosque remanente dentro de esta región amenaza seriamente la conectividad ecológica, así como también, la calidad genética de la biodiversidad de esta región única de Mesoamérica (Chassot *et. al.* 2006). Muchas especies de flora y fauna dependen de las condiciones de estos remanentes de bosque, entre ellas la lapa verde (*Ara ambiguus*) (Chassot *et. al.* 2001). Así mismo, estas especies son por sus características especies sombrillas o banderas de los ecosistemas que habitan.

En el marco de la Campaña Binacional para la Protección y Conservación de la Lapa Verde (*Ara ambiguus*) que Fundación del Río y el Centro Científico Tropical implementan en el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva desde el año 2002, realizamos censos poblacionales de lapa verde en las comunidades del Sureste de Nicaragua y Norte de Costa Rica (Chassot *et. al.* 2006; Chassot *et. al.* 2008) con el apoyo financiero de la Fundación Loro Parque. El objetivo principal de los censos fue conocer el estado actual de conservación de la lapa verde en Costa Rica y Nicaragua.

## Métodos

### *Área de estudio*

El área de estudio comprende el Sureste de Nicaragua y la Zona Norte de Costa Rica (Figura 1).

La definición del área de estudio está basada en parte en el rango de distribución entre Nicaragua y Costa Rica conocido para la lapa verde en los últimos 15 años. El Sureste de Nicaragua y la Zona Norte de Costa Rica albergan el último hábitat potencial de conexión viable, que permite mantener la continuidad de los ecosistemas naturales entre ambos países y a su vez permite el desplazamiento de la lapa verde de un país a otro.

Las zonas de vida más importantes en el área de estudio son: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo tropical y bosque pluvial, en todas ellas con precipitaciones anuales que oscilan entre 2.300 y 2.800

mm. Además, hay un prolongado periodo lluvioso de 10 meses en promedio y una temperatura promedio de 27 °C con algunas variaciones entre abril y diciembre (Holdridge, 1967). La zona de estudio en el Sureste de Nicaragua se encuentra totalmente dentro de la circunscripción del municipio El Castillo, en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Indio-Maíz, Departamento de Río San Juan. En la Zona Norte de Costa Rica, el área se ubica al norte de las provincias de Heredia y Alajuela, abarcando principalmente los cantones de Sarapiquí y San Carlos (Figura 1).

La flora y la fauna de Centroamérica reflejan, en su diversidad y riqueza de especies, características de interfase entre las biotas de la zona Neotropical de Suramérica y la Neártica de Norteamérica. La diversidad biológica presente en el área de estudio es excepcionalmente diversa, reflejo de la situación biogeográfica general de Centroamérica y consecuencia de diferencias altitudinales fuertes, entre 30 y 3.000 msnm (gradientes de temperatura); diferentes regímenes de precipitación y variaciones en los tipos de suelos. Florísticamente, la zona entre el sureste de Nicaragua y el norte de Costa Rica, representa la frontera entre las floras Neotropical y Neártica (Janzen, 1983, Mittermeier *et. al.* 1999). Posiblemente, el Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, con la Reserva Biológica Indio-Maíz sea el corredor con mayor diversidad biológica en centroamérica, con un número importante de especies vegetales endémicas. La fauna también refleja la situación transicional entre las zonas Neotropical y Neártica, aunque el patrón de transición es complejo.

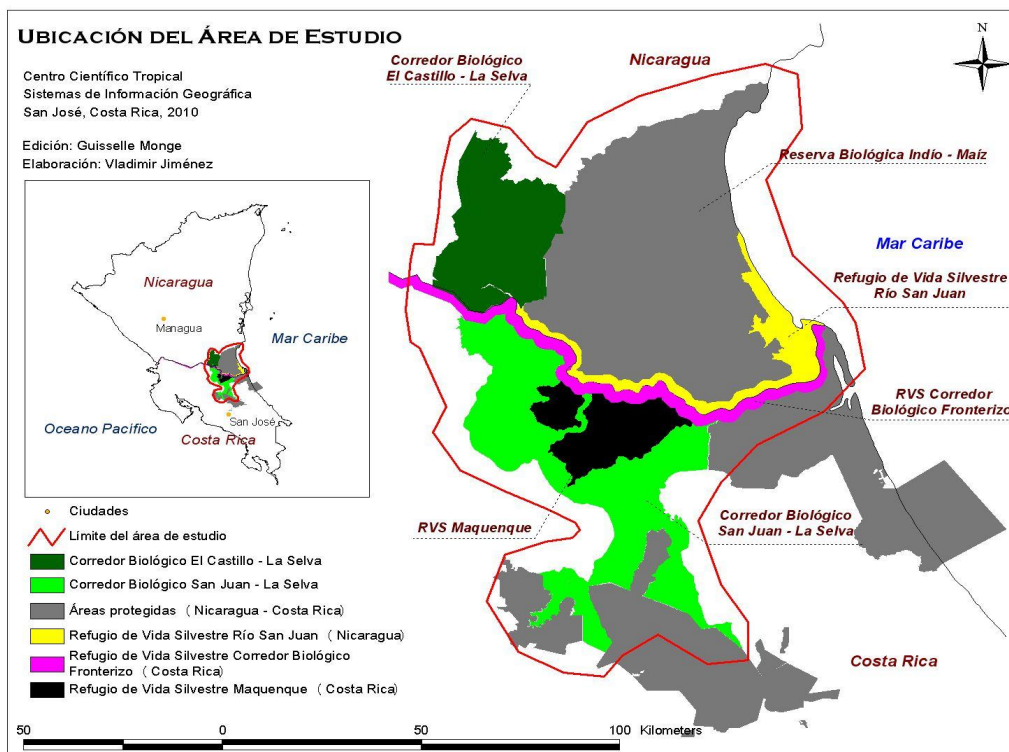


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Nos reunimos con investigadores costarricenses de la Escuela de Biología (ECB) de la Universidad Nacional (UNA), de la Asociación Ornitológica (AOCR) y con investigadores nicaragüenses de la Fundación del Río (FdR), coordinados por el Centro Científico Tropical (CCT), y seleccionamos sitios de conteo para ambos países, incluyendo 12 sitios en Nicaragua y 16 sitios en Costa Rica (Cuadro 1 y 2).

**Cuadro 1. Sitios de conteo en Nicaragua.**

Nº	Sitio/Comunidad	n / # muestreos	Coordenadas geográficas UTM
1	Las Maravillas	48 / 3	0789445, 1230588
2	Nueva Quezada	37 / 4	793877, 1243804
3	Filas Verde	29 / 4	0796398, 1228511
4	El Mónico	43 / 2	790479, 1235470
5	Bijagua	54 / 4	0793357, 1221597
6	Romerito	78 / 4	0788336, 1222709
7	El Castillo	13 / 2	0784297, 1219123
8	Bartola	73 / 4	0795612, 1215935
9	Boca de sábalos	0 / 0	0775929, 1221680
10	El Brenes	0 / 0	0781434, 1235582
11	La Juana	40 / 4	0789319, 1217948
12	Boca de Escalera	14 / 4	0789877, 1224525
<b>Total</b>			

**Cuadro 2. Sitios de conteo en Costa Rica.**

Nº	Sitio/Comunidad	n / # muestreos	Coordenadas geográficas UTM
1	Tiricias	42 / 4	498256, 325397
2	Crucitas	2 / 1	499966, 317225
3	Río Tico-El Carmen	0 / 2	499943, 307497
4	Coopevega	0 / 2	499943, 307497
5	Boca San Carlos	4 / 3	517115, 306884
6	Santa Rita	12 / 4	515351, 298293
7	San Marcos	2 / 4	495587, 288410
8	Santa Elena	19 / 2	477389, 320086
9	Luz Mirio Alvarado	35 / 4	509410, 290568
10	Quebrada Grande	0 / 2	512039, 279896
11	Finca Matra	2 / 3	475497, 298335
12	Boca Tapada	19 / 4	511742, 294532
13	La Suerte	4 / 3	611398, 303073
14	El Zota	6 / 4	567050, 281764
15	Linda Vista	4 / 3	569627, 288644
16	Sierpe de Tortuguero	13 / 3	585145, 274024
<b>Total</b>			

La selección de sitios se hizo con base en lo establecido en la sección siguiente sobre los criterios de selección de sitios.



### *Crterios de conteo y sitios*

Previo al establecimiento de los sitios de conteo se analizaron una serie de criterios de seleccin de los sitios:

- Accesibilidad a los sitios de conteo
- Estaciones fijas de monitoreo en proyectos anteriores
- Personal experimentado en conteo de psitcidos
- Mayor alcance probable en radio de las rutas de vuelo
- Condiciones geofisicas adecuadas para la localizacin de individuos
- Distancia entre sitios igual o mayor a 5 Km

Una vez seleccionados los sitios fijos de conteo (Figura 2), elaboramos una boleta de toma de datos de observacin en el campo (Cuadro 3). Los participantes en los conteos fueron capacitados en el uso de la boleta y en la toma de datos.

**Cuadro 3. Boleta de toma de datos.**

Observaciones de lapa verde en conteos por puntos y censos en Nicaragua y Costa Rica						
OBSERVACIONES DE LAPA VERDE				COMPORTAMIENTO	HABITAT	LIMITANTES
Nombre observador:				1. Comiendo 2. Descansando 3. Anidando 4. Tomando agua 5. Volando	a. Bosque primario o secundario	1. Lluvia 2. Nubosidad / Neblina 3. Otras (describa)
Lugar / Comunidad:					b. Potrero	
#Tel:					c. Borde de bosque	
Correo-e:					d. Plantacin / reforestacin (de qu?)	
					e. Otro (describa)	
Fecha	Hora	Lugar	#Lapas	Comportamiento	Tipo Hbitat	rbol

Para la realizacin de los censos definimos cuatro fechas o repeticiones de conteo: sbado 4 de abril y sbado 18 de abril, sbado 2 de mayo y sbado 16 de mayo 2009.

El protocolo utilizado consisti en:

- Hacer 4 repeticiones, un conteo cada semana (abril-mayo 2009)
- Utilizar el mismo número de contadores por sitio de conteo (2 por punto)
- Usar estaciones fijas de conteo
- Utilizar un mismo periodo de conteo (5:00 hasta 17:00 h)
- Reportar los avistamientos con binoculares y brújula

Los materiales utilizados fueron:

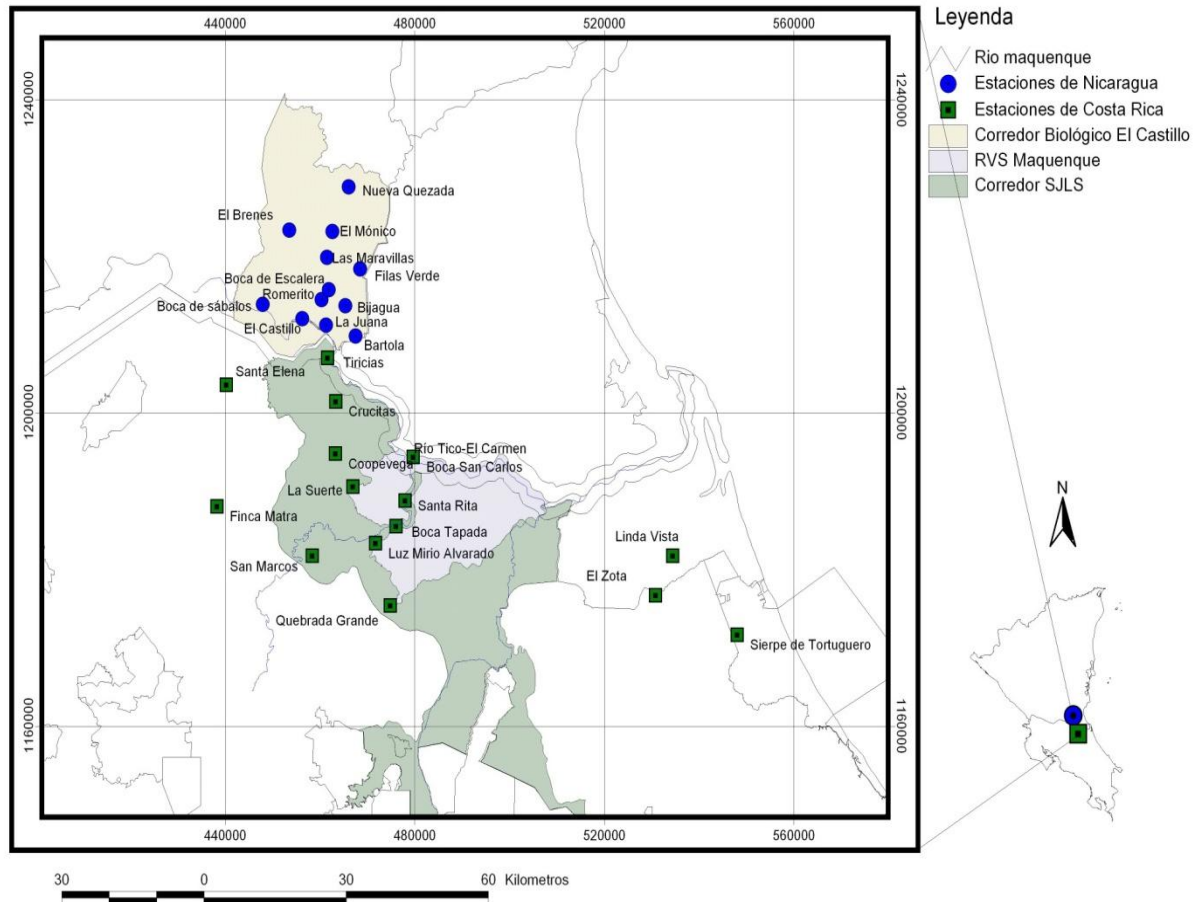
- Brújula
- GPS
- Binocular
- Plantilla con la matriz de apuntes
- Libreta y lápiz

*Justificación de la época para la realización de los censos:*

Los censos se realizaron en temporada de reproducción debido a la facilidad de conteo, concentración de aves en el rango reproductivo mejor documentado, mayor acceso a la fuente principal de alimentación y clima más propicio a los movimientos de las aves.

Los conteos fueron realizados durante los meses de abril-mayo 2009, de forma simultánea cuando fue posible en todos los sitios de muestreo.

Los conteos se iniciaron desde las 05:00 h hasta las 17:00 h, contando de forma continua. Se anotó el número de individuos, grupos o parejas que se observaron (en vuelo, perchadas o escuchadas). Además, se anotó la dirección de vuelo con el uso de una brújula para poder discernir si durante los conteos simultáneos se detectaban los mismos individuos varias veces, contrastando a posteriori la dirección de vuelo tomada.



**Figura 2. Ubicación de los sitios de conteo, Costa Rica-Nicaragua, 2009.**

Se estimó el tamaño de la población para el área de estudio utilizando la siguiente ecuación.

Estimador de la abundancia

$$\widehat{N}_s = \sum_{i=1}^s \frac{\bar{y}_i}{\bar{a}_i(A_i)}$$

Estimador de la varianza de  $\widehat{N}_s$

$$var(\widehat{N}_s) = \sum_{i=1}^s \frac{M_i^2 \left( \frac{1 - m_i}{M_i} \right)}{m_i} (s_{yi}^2 + D_i^2 s_{ai}^2 - 2D_i^2 s_{ayi}^2)$$

Donde:

m = área de parcela

M = potencial área de muestreo

A = A/M

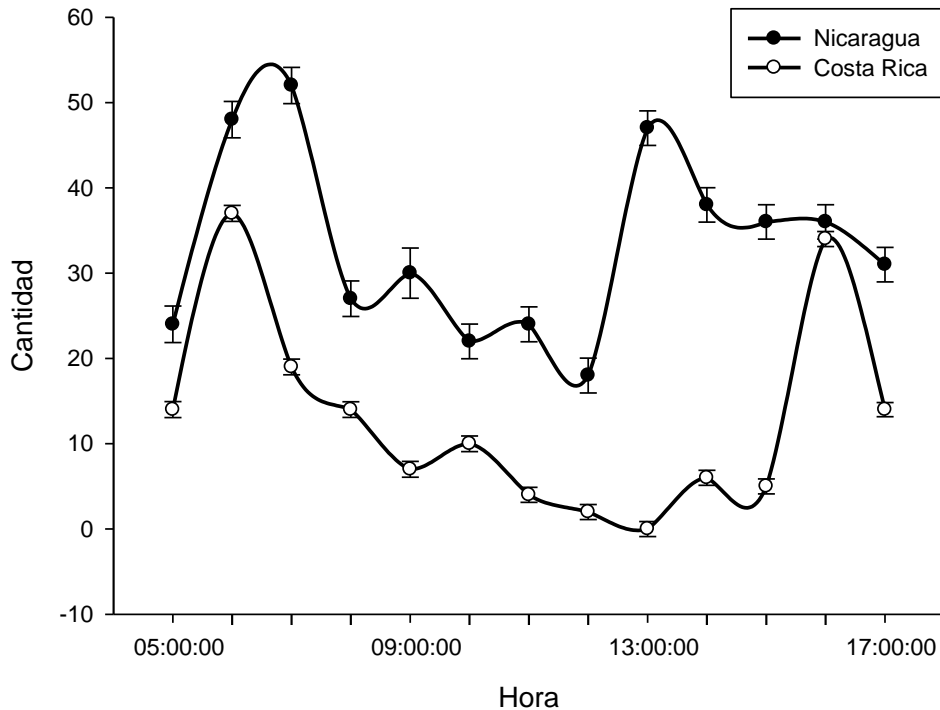
yi = animales detectados

A = área de estudio

Se utilizó una prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar las abundancias detectadas entre Nicaragua y Costa Rica.

## Resultados

Un total de 432 individuos fueron observados en la zona de Nicaragua y 173 individuos reportados para el sector de Costa Rica. Los mayores picos de avistamiento ocurrieron de las 0600 a 0700 h y 1300 a 1400 h para la zona de Nicaragua, mientras que en Costa Rica se reportó un mayor número de individuos entre las 0600 h y 1400 h. En todos los periodos de muestreo siempre se observaron mayor número de individuos en la zona de Nicaragua respecto a la zona de Costa Rica, de manera significativa (Wilcoxon=152; gl=11; P<0.05). (Figura 3).



**Fig. 3. Número de individuos detectados en Costa Rica y Nicaragua durante los muestreos realizados entre abril-mayo del 2009.**

En Costa Rica, los sitios de Luz Mirio Alvarado, Tiricias y Santa Elena fueron los sitios donde la abundancia estimada fue mayor (52.05, 40.12, 27.47) (Cuadro 4) al igual que el número de avistamientos. Para Nicaragua, Mónico, Romerito y Bartola fueron los sitios en los cuales se estimó la mayor cantidad de individuos (93.26, 87.84, 82.42 respectivamente) (Cuadro 3).

Se estima un total de  $302.93 \pm 513.78$  individuos de lapas verdes para el área de estudio de Costa Rica. Sin embargo, existe una gran variabilidad dada por el número de muestreos aplicados y al número de individuos detectados (Cuadro 4).

Esta variabilidad aumenta el tamaño del número de individuos (abundancia) y resultó porque la totalidad de los muestreos no pudo ser completada. Los sitios Luz Mirio, Santa Elena, Tiricias, Santa Rita y Boca Tapada presentaron varianzas estimadas que superaron la media estimada, a pesar de que en Tiricias ocurrieron 4 muestreos. La cantidad de muestreos no fue suficiente para la estimación del sector de Costa Rica.

Para el sector de Nicaragua, las estimaciones presentaron estimados de la varianza considerablemente altos respecto a la media estimada. Sitios con una alta variabilidad que excedió la media estimada fueron reportados en Bartola, Mónico y Jarquín (Cuadro 5). El estimado de la abundancia para Nicaragua fue de  $532.45 \pm 251.33$  individuos.

**Cuadro 4. Estimación de la abundancia de lapas verdes, durante los periodos de abril-mayo del 2009, sector Costa Rica.**

CR	# muestreos	n	mean	var	my	Nhat	VarNhat
Tiricias	4	42	10.5	36.3	42	45.55	0
Boca San Carlos	2	4	2	0	8	8.68	0
Santa Rita	3	18	6	28	24	26.03	37.33
Luz Mirio Alvarado	3	38	12	156	48	52.05	208
San Marcos	1	2	2	0	8	8.68	0
Finca MATRA	1	2	2	0	8	8.68	0
Boca Tapada	3	19	6.33	12.3	25.33	27.47	16.44
Crucitas	1	2	2	0	8	8.68	0
El Zota	2	6	3	2	12	13.01	8.00
Linda Vista	1	4	4	0	16	17.35	0
Sierpe de Tortuguero	2	13	6.5	0.5	26	28.19	2.00
Santa Elena	2	19	9.5	60.5	38	41.21	242
La Suerte	1	4	4	0	16	17.35	0
<b>Total</b>		<b>173</b>				<b>302.93</b>	<b>513.77</b>

**Cuadro 5. Estimación de la abundancia de lapas verdes, durante los periodos de abril-mayo del 2009, sector Nicaragua.**

Nicaragua	# muestreros	n	mean	var	my	Nhat	VarNhat
Bartola	4	73	19.25	128.25	73	79.16	0
Romerito	4	81	20.25	16.92	81	87.84	0
Las Maravillas	3	48	16	7	64	69.40	9.33
Juana	4	40	10	3.33	40	43.38	0
Nueva Quesada	4	37	9.25	24.92	37	40.12	0
Boca de Escalera	4	14	3.5	3.67	14	15.18	0
Monico	2	43	21.5	60.5	86	93.26	242
Bijagua	4	54	13.5	6.33	54	58.56	0
Filas verdes	4	29	7.25	16.25	29	31.45	0
El Castillo	4	13	3.25	14.25	13	14.10	0
<b>Total</b>		<b>432</b>				<b>532.45</b>	<b>251.33</b>

### Discusión y conclusión

Estudios sobre el monitoreo de la población de lapa verde se han llevado a cabo por varios años en el Norte de Costa Rica reproductivas (Powell *et. al.* 1999). Últimamente, se han iniciado estudios de monitoreo de esta especie en el Sureste de Nicaragua. El fin último de estos esfuerzos consiste en conocer el estado de la población y su tamaño en ambos países.

En Costa Rica, para el año 1994, se estimó una población de lapa verde de 210 individuos. Así mismo, se contabilizaron entre 25-35 parejas reproductivas (Powell *et. al.* 1999). Para Nicaragua no fue hasta el año 2008 que se estimó el tamaño de la población de lapa verde por medio de un análisis de viabilidad poblacional que arrojó 661 individuos, objetivo 4 de este estudio (Monge *et. al.* 2009). Durante este mismo año, se analizó la población de ambos países en conjunto, obteniéndose un estimado de la meta población compartida entre ambos países de 871 individuos (Monge *et. al.* 2009).

En Costa Rica y Nicaragua se están desarrollando estrategias de conservación de esta especie en peligro de extinción. Es para determinar que tan eficientes han sido esas estrategias de conservación que hemos estimado una vez más la población de lapa verde para ambos países. Esta información es fundamental para poder medir los impactos de las estrategias de conservación y enfocar esfuerzos futuros.

El censo poblacional realizado en este estudio es solo un primer ejercicio de monitoreo de la población de lapa verde en el ámbito binacional. El estudio se realizó durante el periodo reproductivo porque permite reducir el margen de error de conteo doble de los individuos. En esta ocasión la población promedio de lapas

verdes obtenido para Costa Rica es de 302 y la población para Nicaragua es de 532. Estas estimaciones de la población en comparación con estudios previos presentan resultados favorables con un aumento de la población en los últimos años.

Hoy día existe una mayor conciencia del público acerca de la importancia de proteger y conservar los recursos naturales. La lapa verde se ha identificado como una especie bandera en el Norte de Costa Rica y en el Sureste de Nicaragua.

La población de lapa verde se encuentra bastante protegida y conservada en ambos países, lo que garantiza su existencia y recuperación. Es responsabilidad de la sociedad civil y del Estado de mantener y consolidar cada uno de los programas de investigación, de monitoreo de la especie y, sobre todo, darle seguimiento y continuidad a las iniciativas de conservación.

## CAPÍTULO V

### Determinación de las amenazas para *Ara ambiguus*, Costa Rica-Nicaragua

#### Resumen

Desarrollamos y aplicamos entrevistas en algunos poblados de la Zona Norte de Costa Rica (25): Boca Tapada, Boca San Carlos, Santa Rita, Chilamate y Santa Elena de Pital. Y en algunos poblados del Sureste de Nicaragua (25): Bartola, Las Maravillas, La Quezada, El Castillo y el Mónico. También sobre el Río San Juan (58). N=108. La entrevista fue semi estructurada de 8 preguntas que recopila información sobre la percepción local acerca de tema: conocimiento, amenazas, uso de hábitat, alimentación y nidos, basado en una especie clave, la lapa verde (*A. ambiguus*). El periodo de aplicación fue en el periodo de julio 2006 a julio 2008. El criterio de selección para los entrevistados fue de forma aleatoria. Todas las respuestas fueron categorizadas y editadas en el programa SPSS v11.5.0 (SPSS 2002). El análisis de las entrevistas fue dividido en tres componentes: sociodemográficos, conocimiento y amenazas. En la información de datos sobre conocimientos, el 95.3% menciona haber visto lapas alguna vez y concuerdan con una disminución de la población en lapas de manera significativa ( $\chi^2=24.88$ ;  $gl=12$ ;  $P<0.05$ ), para las tres zonas de estudio. Sin embargo, hay algunas personas, sobre todo en el Río San Juan ( $n=8$ ) y Nicaragua ( $n=5$ ), que consideran que la población no ha disminuido. El alimento que más se observó que la lapa verde come corresponde principalmente al almendro (63.55%), un 14.95% no ha visto el tipo de alimentación de las lapas y el resto (21.5%) ha observado alimentarse de otro tipo de árbol. En cuanto a la percepción de amenazas, el 44.86% considera que la pérdida de hábitat y cacería (22.43%) son los dos factores identificados como amenazas. De las amenazas evaluadas, la pérdida de hábitat es la mas relevante (44.86%). Estudios previos han demostrado también como la principal amenaza es la pérdida de hábitat. En Costa Rica el rango de distribución de la especie lapa verde se ha reducido en un 90%. La segunda amenaza en importancia es la cacería (22.43%), en Costa Rica no ocurre tanto esto, pero en Nicaragua la cacería y comercio de especies es muy común.

#### Palabras claves

*Ara ambiguus*, lapa verde, amenazas, pérdida de hábitat, cacería, comercio, quemas



## Introducción

La lapa verde, *Ara ambiguus*, es el segundo psitácido más grande del Nuevo Mundo; su distribución se limita a las tierras bajas húmedas, principalmente del lado del Atlántico, así como en los bosques al este de Honduras y al norte de Colombia, también existe en Guayaquil, Ecuador (Powell *et. al.* 1999, Bergman, 2000, Chassot *et. al.* 2007).

Esta especie es reconocida en el ámbito internacional como una especie en peligro; y está incluida en la Lista 1 de la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro (CITES). Su zona histórica de reproducción en Costa Rica ha sido reducida en un 90%, principalmente por la extracción forestal y la deforestación para establecer pastizales para el ganado (Chassot *et. al.* 2001). La fragmentación de los parches de bosque remanente dentro de esta región amenaza seriamente la conectividad ecológica, así como también, la calidad genética de la biodiversidad de esta región única de Mesoamérica (Chassot *et. al.* 2006). Muchas especies de flora y fauna dependen de las condiciones de estos remanentes de bosque, entre ellas la lapa verde (*Ara ambiguus*) (Chassot *et. al.* 2001). Así mismo, estas especies son por sus características especies sombrillas o banderas de los ecosistemas que habitan.

Aunque las estrategias de conservación de especies amenazadas o en peligro de extinción como la lapa verde son herramientas de manejo ampliamente usadas hoy día en el medio ambiental, son pocos los esfuerzos que se hacen en la región por implementar esas estrategias de conservación para la vida silvestre amenazada. Cada día el grado de degradación de los bosques es tanto que es la pérdida de hábitat la principal amenaza para cualquier especie en el mundo.

## Método

### *Áreas de estudio*

El estudio fue desarrollado en las zonas Norte de Costa Rica (población estimada 4000), circunscritas a los poblados de Boca Tapada ( $n=5$ ), Boca San Carlos ( $n=5$ ), Santa Rita ( $n=5$ ), Chilamate ( $n=5$ ) y Santa Elena ( $n=5$ ). En la parte Sureste de Nicaragua (población estimada 3000) se incluyó a los poblados Bartola ( $n=5$ ), Las Maravillas ( $n=5$ ), La Quezada ( $n=5$ ), El Castillo ( $n=5$ ) y el Mónico ( $n=5$ ). Y sobre el Río San Juan (población estimada 2000) también se aplicaron entrevistas y solo se incluyó a personas que utilizaron el servicio del transporte del bote, que viajó desde Sábalo hasta San Juan del Norte ( $n=58$ ).

Se aplicó una entrevista semi estructurada de 8 preguntas que recopila información sobre la percepción local acerca de tema: conocimiento, amenazas, uso de hábitat, alimentación y nidos de tres comunidades que serían Norte de Costa Rica, Sureste de Nicaragua y Río San Juan; basado en una especie clave, la lapa verde (*A. ambiguus*).

La entrevista fue aplicada durante el periodo de julio 2006 a julio 2008. El criterio de selección para los entrevistados fue de forma aleatoria, y se aplicó a todas las personas que se encontraban en la calle, en las casas por donde se pasaba o viajando en el bote. A cada persona se le aplicó el mismo tipo de pregunta en las tres zonas escogidas. Las zonas fueron seleccionadas debido a que en la zona: constituyen el área de anidamiento y migración de la especie lapa verde en ambos países.

Todas las respuestas fueron categorizadas y editadas en el programa SPSS v11.5.0 (SPSS, 2002). Se corrieron análisis descriptivos para cada una de las respuestas categóricas para obtener el porcentaje o frecuencia absoluta y analizar el comportamiento por sector de muestreo. Además, se corrieron análisis cruzados, utilizando tablas de contingencia con un nivel de confianza de 95% para asociar respuestas categóricas por sector de muestreo.

El análisis de las entrevistas fue dividido en tres componentes: sociodemográficos, conocimiento y amenazas. En la sección de datos sociodemográfico se preguntó únicamente la comunidad que procede el entrevistado. En la sección de conocimientos se hicieron varias preguntas acerca de si conocía nidos de lapas, en que lugares los había observado; así como si ha notado decrecimiento de la población de lapas en los últimos dos años, lugares donde ha observado lapas y el tipo de hábitat que utiliza esta especie y el tipo de alimentación que frecuenta. En la sección de amenazas se consultó cual es la principal amenaza para la especie en la zona.

## **Resultados**

De un total de N=108 personas que brindaron información para determinar amenazas para la especie de *A. ambiguus*, 25 entrevistas fueron aplicadas en Costa Rica, 25 en Nicaragua y 58 en el sector del Río San Juan.

Dentro del análisis sociodemográfico se encontró que la mayoría de las personas entrevistadas eran pertenecientes a Sarapiquí Costa Rica (19.62 %), El Castillo Nicaragua (18.69%), San Carlos Costa Rica (11.21%), Buena Vista Nicaragua (11.21%), RAAS Nicaragua (10.28%) y Río San Juan Nicaragua (10.28%), esto a pesar de que hubo mayor número de entrevistas en el Río San Juan (Cuadro 1).

En la información de datos sobre conocimientos, el 95.3% menciona haber visto lapas alguna vez y concuerdan con una disminución de la población en lapas de manera significativa ( $\chi^2=24.88$ ;  $gl=12$ ;  $P<0.05$ ), para las tres zonas de estudio. Sin embargo, hay algunas personas, sobre todo en el Río San Juan ( $n=8$ ) y Nicaragua ( $n=5$ ), que consideran que la población no ha disminuido (Figura 1).

Los lugares donde han ocurrido avistamientos de lapa verde por parte de los entrevistados corresponde a Tortuguero Costa Rica (19.63%), El Castillo Nicaragua (18.69%), San Carlos Costa Rica (14.02%), RAAS Nicaragua (14.02%),

utilizando principalmente Bosque (52.34%), Potrero (27.10%), Bosque Ripario (14.95%) y Plantación (0.93%). (Cuadro 1, Figura 4).

El alimento que más se observó que la lapa verde come corresponde principalmente al Almendro (63.55%), un 14.95% no ha visto el tipo de alimentación de las lapas y el resto (21.5%) ha observado alimentarse de otro tipo de árbol entre ellos: alcanfor (*Cinnamomum camphora*), querosen, yolillo, ojoche, hule (*Castilla elastica*), maquenque (*Socratea exorrhiza*), danta amarillo, Botarama (*Vochysia ferruginea*), rosita (*Sacoglottis trichogyna*), nance (*Byrsonima crispera*), comejen, frutos varios, e higos (*Ficus* ()) en al menos una ocasión (Figura 3).

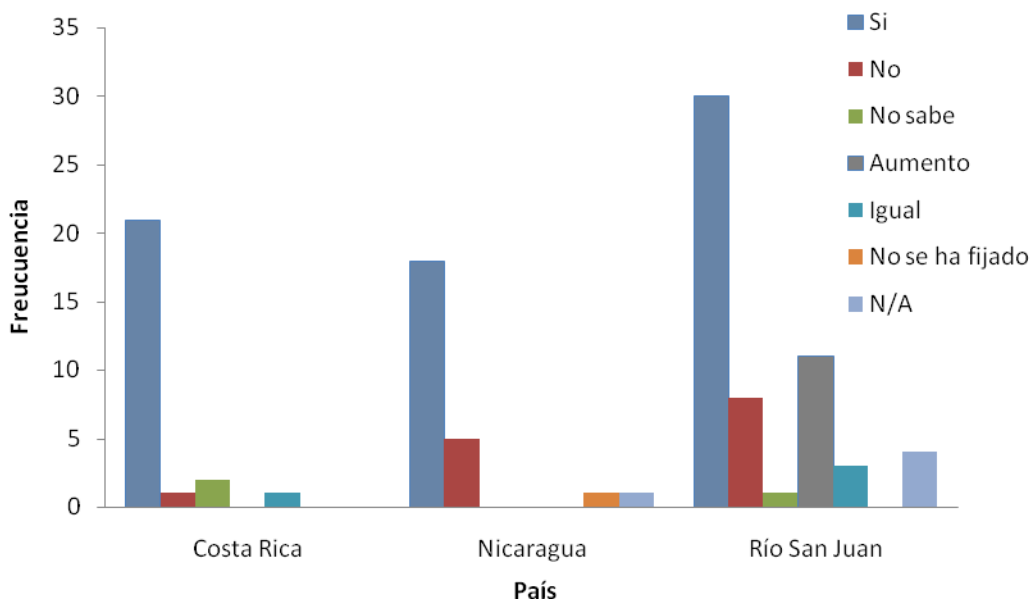
El 70% de los entrevistados no conoce los nidos de lapas y en los tres sitios de estudio fue la percepción dominante ( $\chi^2=3.29$ ;  $gl=2$ ;  $P>0.05$ ).

En cuanto a la percepción de amenazas, el 44.86% considera que la pérdida de hábitat y cacería (22.43%) son los dos factores identificados como amenazas (Cuadro 1). Hay un grupo de personas del sector de Nicaragua ( $n=8$ ) y Río San Juan ( $n=5$ ), en que las quemas lo consideran amenaza, no así para el sector evaluado para Costa Rica ( $\chi^2=44.57$ ;  $gl=18$ ;  $P<0.05$ ) (Figura 2).

**Cuadro 1. Resumen de resultados de la encuesta aplicada para conocer la percepción comunitaria de tres sectores.**

Componente de la encuesta	Cuestionamiento	Resultados
Sociodemográfico	De qué comunidad o lugar es Usted?	Sarapiquí CR (19.62 %) El Castillo N (18.69%) San Carlos CR (11.21%) Buena Vista N (11.21%) RAAS N (10.28%) Río San Juan N (10.28%) Maravillas N (6.54%) La Quesada N (3,7%4) Guápiles CR (1.87%) Río Frío (0.93%) Sábalos N (0.93%)
	Sitio donde se aplicó la entrevista	Río San Juan (53.3%), Costa Rica (23.4%), Nicaragua (23.4%)
Conocimiento	Ha visto lapas verdes alguna vez?	Sí (95.3%), No (4.7%)
	Ha observado actualmente una disminución en la observación de lapas verdes comparado con años anteriores?	Sí (64.49%), no (13.08%), aumento (10.28%), sigue igual (3.74%), no sabe (2.80%), no se ha fijado (0.93)  Para Costa Rica (84%), Nicaragua (72%) y Río San Juan (53%) consideran que ha disminuido la población
	En qué lugares ha visto	Tortuguero CR (19.63%)

Componente de la encuesta	Cuestionamiento	Resultados
	lapas verdes?	El Castillo N (18.69%) San Carlos CR (14.02%) RAAS N (14.02%) Buena Vista N (8.41%) Río San Juan N (7.48%) Maravillas N (7.48%) La Quesada N (4.67%)
	En qué tipo de hábitat ha visto lapas verdes?	Bosque (52.34%), Potrero (27.10%), Bosque Ripario (14.95%), Plantación (0.93%)
	De qué ha visto que se alimentan las lapas verdes?	Almendo (63.55%), No ha visto (14.95%), otras especies
	Conoce nidos de lapas verdes. En qué lugar?	Si (25.23%), No (70.09%)
Amenazas	Según Usted cuál es la principal amenaza que enfrenta la lapa verde?	Perdida de hábitat (44.86%), Cacería (22.43%), Quemadas (12.15%), Comercio (7.48%), No sabe (2.80%), No hay (1.87%), Falta de alimento (1.87%), Mascotas y Colonización (0.93%)



**Figura 1. Percepción sobre sí, ha existido una disminución de observaciones de lapas verdes en comparación con años anteriores.**

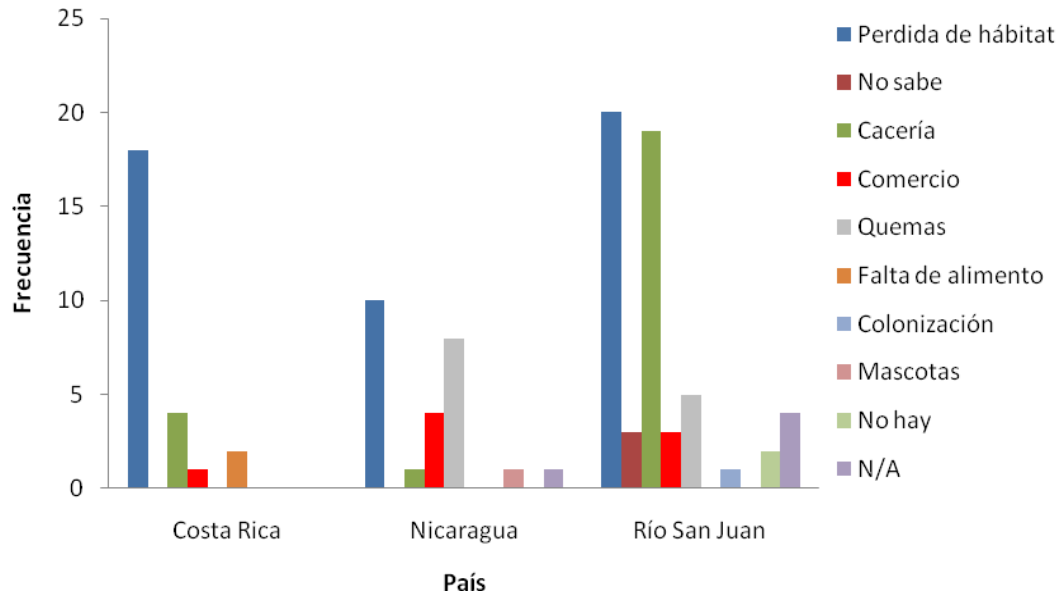


Fig. 2. Percepción de amenazas por sitio de muestreo para la lapa verde.

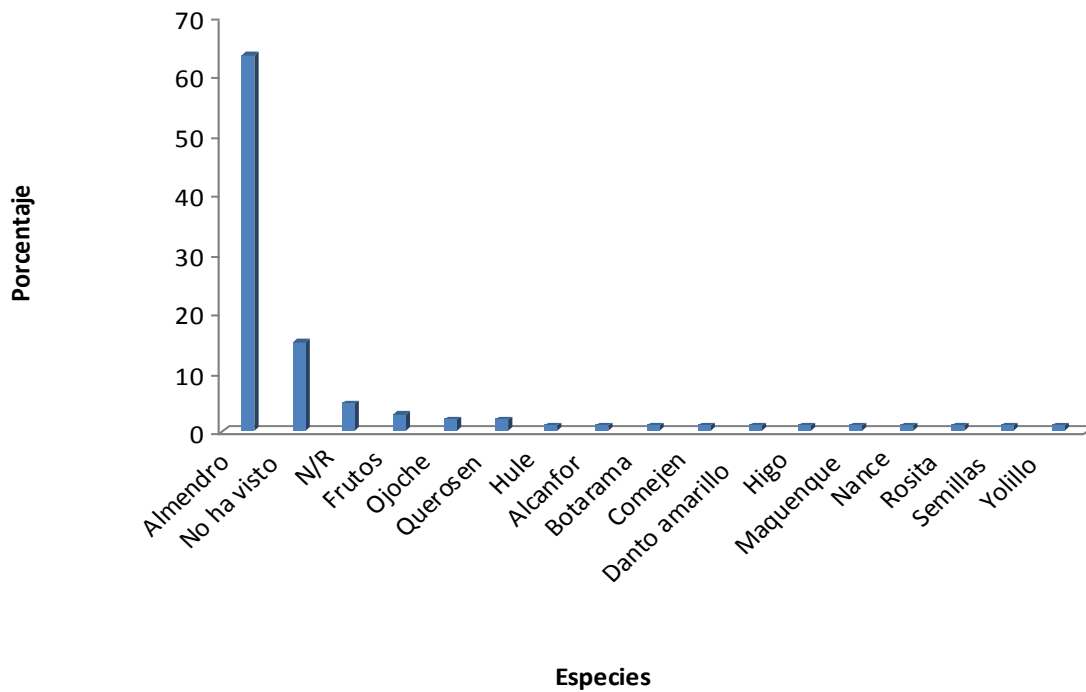
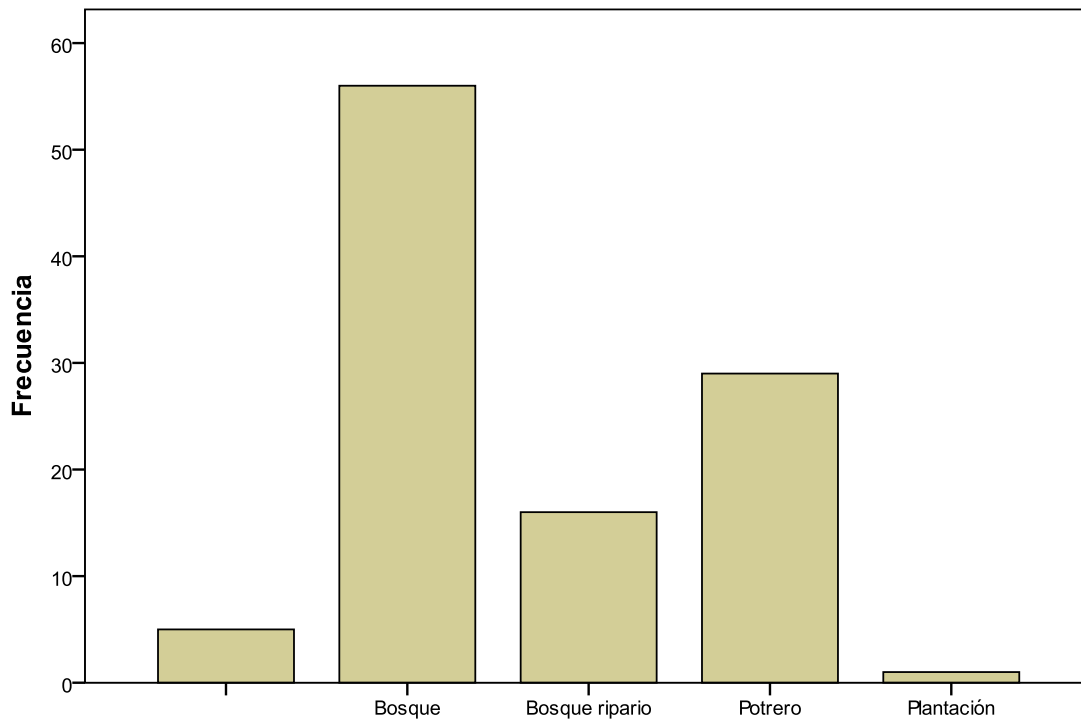


Fig. 3. Especies de las cuales se alimenta la lapa verde según encuestados.



**Fig. 4. Tipo de hábitat usado por las lapas según encuestados.**

## Discusión y conclusión

El aspecto sociodemográfico se trató de forma general, ya que el tipo de estudio no se pretendía para hacer un análisis exhaustivo sino, lo relevante fue identificar el conocimiento de cada comunidad. En este aspecto la mayoría de las personas entrevistadas fueron de Sarapiquí (%19.62). Es posible que como en muchos estudios sucede, el tamaño de muestras (personas entrevistadas) no haya sido lo suficientemente grande como se hubiera esperado.

Según el aspecto conocimiento lo más relevante del estudio fue poder determinar el grado de conservación de la especie lapa verde. Más del 95% de los entrevistados manifestaron conocer la lapa verde y haberla visto alguna vez en su vida. Para Costa Rica (84%), Nicaragua (72%) y Río San Juan (53%) consideran que ha disminuido la población. Así mismo, se determinó que el principal hábitat que la especie utiliza es bosque (52.34%). Por otra parte, se verificó que la principal fuente de alimento es el almendro (63.55%). Según estudios hechos en el pasado en Costa Rica se determinó que el almendro constituye en un 80% la alimentación para la especie.

De las amenazas evaluadas, la pérdida de hábitat es la mas relevante (44.86%). Estudios previos han demostrado también como la principal amenaza es la pérdida de hábitat. En Costa Rica el rango de distribución de la especie lapa verde se ha reducido en un 90%. La segunda amenaza en importancia es la cacería

(22.43%), en Costa Rica no ocurre tanto esto, pero en Nicaragua la cacería y comercio de especies es muy común.

Finalmente, otros de los resultados importantes que se rescata de este estudio es la presencia de la especie lapa verde en diversas comunidades donde ha sido observada. El sitio donde han ocurrido mayores avistamientos de lapa verde por parte de los entrevistados corresponde a Tortuguero Costa Rica (19.63%). Otro de los resultados es sobre el tipo de hábitat usado y preferido por la especie: bosque (52.34%) y luego potrero (27.10%), entre otros.

Gracias a este estudio nos permite corroborar estudios previos y así respaldar los esfuerzos y estrategias de conservación que hoy día se llevan a cabo tanto en Costa Rica como en Nicaragua. Este mismo ejercicio nos permitió conocer de otras localidades donde es posible observar a la lapas verdes y que conocíamos.

## CAPÍTULO VI

### **Análisis de viabilidad poblacional y hábitat de la sub-población de *Ara ambiguus* en el Sureste de Nicaragua y Norte de Costa Rica**

#### **Resumen**

Expertos de Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador, con asesoría de la UICN/SSC Conservation Breeding Specialist Group (CBSG) y el respaldo de la Red Latinoamericana de Conservación de Psittacidos, realizaron en septiembre 2008 un análisis de viabilidad poblacional y hábitat (PHVA) para la especie *Ara ambiguus* (lapa verde) en su ámbito de distribución. El programa VORTEX permitió simular la supervivencia a largo plazo de la población bajo condiciones actuales, así como simular los efectos de fuerzas determinísticas (pérdida de hábitat, cacería, etc.) y estocásticas (variaciones en parámetros demográficos, deriva genética, catástrofes, etc.) sobre los individuos de la población. Se revisó, sistematizó y discutió de forma participativa y de acuerdo a la metodología propuesta por el CBSG, la información disponible sobre la lapa verde (en especial sus parámetros demográficos; tasa de mortalidad y nacimiento, estructura de edades, dispersión, distribución, hábitat disponible y amenazas en su ámbito de distribución). Se trabajó con un modelo base para la especie gracias al aporte de información científica del Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde en Costa Rica. La proyección se hizo a 100 años y el programa ejecutó 500 corridas arrojando la identificación de siete poblaciones de lapa verde y estimando sus respectivos tamaños, para un total de 7,599 individuos distribuidos en seis países. Con estas poblaciones aisladas a lo largo de toda su distribución se puede asumir que no hay conectividad entre las poblaciones y que cada una tiene diferentes amenazas. Las poblaciones que tienen  $\leq 50$  individuos presentan una alta probabilidad de extinción, pero si se mantiene una calidad de hábitat que cumpla con una dinámica poblacional igual o mejor a lo establecido en el modelo base, sus probabilidades de persistencia mejoran. Poblaciones  $\geq 210$  individuos son bastante estables, pero siguen presentando cierta inestabilidad cuando los valores de los parámetros poblacionales son inferiores a los del modelo base. La metapoblación de lapa verde es viable a largo plazo, pero si se toma cada población de forma individual, las que tienen  $\leq 50$  individuos no sobreviven a 100 años de mantenerse las condiciones actuales en cada una. Si se elimina el saqueo de pichones y/o cacería de adultos de las poblaciones en riesgo, la viabilidad a largo plazo mejora en la mayoría de las poblaciones. Extraer 10 o más pichones por año podría desestabilizar poblaciones grandes como Maquenque y Bosawas-Mosquitia Hondureña.

#### **Palabras claves**

*Ara ambiguus*, lapa verde, viabilidad poblacional, Nicaragua, Costa Rica



## Introducción

La lapa verde, *Ara ambiguus*, es el segundo psitácido más grande del Nuevo Mundo; su distribución se limita a las tierras bajas húmedas, principalmente del lado del Atlántico, así como en los bosques al este de Honduras y al norte de Colombia, con una población aislada de menos de dos docenas de individuos cerca de Guayaquil, Ecuador (Powell *et al.* 1999, Bergman, 2000, Chassot *et al.* 2007). Está reconocida en el ámbito internacional como una especie en peligro; en Costa Rica está incluida en la Lista 1 de la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro (CITES), como una de las cuatro especies de aves en esta categoría de amenaza a nivel mundial en Costa Rica. Su zona histórica de reproducción en la Zona Norte de Costa Rica ha sido reducida en un 90%, principalmente por la extracción forestal y la deforestación para establecer pastizales para el ganado. La fragmentación de los parches de bosque remanente dentro de esta región amenaza seriamente la conectividad ecológica, así como también, la calidad genética de la biodiversidad de esta región única de Mesoamérica (Chassot *et al.* 2006). Muchas especies de flora y fauna dependen de las condiciones de estos remanentes de bosque, entre ellas la lapa verde (*Ara ambiguus*) (Chassot *et al.* 2006). Así mismo, estas especies son por sus características especies sombrillas o banderas de los ecosistemas que habitan.

La lapa verde se encuentra desde Honduras hasta Colombia y parte de Ecuador como bien se mencionó al inicio. Su distribución, está fragmentada en siete poblaciones aisladas unas de otras. Esta fragmentación puede poner en riesgo de extinción local a las poblaciones sobre todo si las condiciones en la calidad de hábitat empeoran con los años y se mantienen otras amenazas de origen antropogénico (cacería y saqueo de pichones). La conservación de la lapa verde dependerá en gran medida de la comprensión de su dinámica demográfica, de su biología, de los factores ambientales y de la identificación de los impactos cuantitativos de las amenazas que tienen las poblaciones. Con todo este conocimiento se podría implementar estrategias de manejo que garanticen su supervivencia a largo plazo.

Los análisis de viabilidad de poblaciones (AVP) son métodos de análisis cuantitativos que determinan la probabilidad de extinción de una población (Miller y Lacy, 2005). (Shaffer, 1990) sugiere que un AVP es un método usado para determinar la mínima población viable (MPV) de una especie. Biológicamente, la MPV es el tamaño mínimo de una población por debajo del cual el destino de ésta es dominado principalmente por los factores estocásticos que caracterizan los vórtices de extinción (Miller y Lacy, 2005). Por tanto, un AVP es la estimación de la probabilidad de extinción y otras variables relacionadas con la estabilidad de una población, mediante análisis que incorporan amenazas a la supervivencia de la población en programas que modelan el proceso de extinción (Gilpin y Soulé 1986, Lacy, 1993/1994).

Además de estimar la probabilidad de extinción de una población, los AVP pueden generar otro tipo de información relacionada con la conservación de pequeñas

poblaciones (Lidenmayer *et al.* 1993). La aplicación de esta técnica puede 1) informar sobre cómo se comporta la población en el tiempo, 2) identificar los factores que amenazan una población, 3) usarse para definir un área crítica mínima para la supervivencia de la población y 4) mejorar el manejo y la toma de decisiones con respecto a una población.

En la práctica, es difícil determinar los factores que pueden influir en la supervivencia de las poblaciones pequeñas. Además, existen pocas oportunidades para probar de forma experimental diferentes estrategias de manejo a largo plazo. Las simulaciones que modelan “poblaciones virtuales” ofrecen un enfoque diferente y los resultados son probablemente más realistas que los obtenidos de forma determinística a partir de cuadros de vida, ya que las simulaciones incluyen eventos estocásticos (Akçakaya, 1992, Mathews y Macdonald, 2001, Brook *et al.* 2002). Cabe resaltar que los resultados de un análisis de viabilidad de poblaciones, son más útiles como herramienta para indicar la importancia relativa de diferentes estrategias de manejo relacionadas con el mantenimiento y manejo de poblaciones pequeñas, pero no deben ser tomados como valores absolutos (Óbice, 1992, Lidenmayer *et al.* 1993, Bessinger y Westphal, 1998, Harwood, 2000, Peterson *et al.* 2003).

El programa VORTEX puede realizar modelos de simulaciones estocásticas para Análisis de Viabilidad Poblacional (PVA). El programa es parte integral de los procesos de Análisis de Viabilidad de Poblaciones y Hábitat (PHVA, por sus siglas en inglés). VORTEX es utilizado como herramienta para simular la supervivencia a largo plazo de una población bajo condiciones actuales, evaluar el efecto de diferentes estrategias de manejo sobre la viabilidad de la población, determinar prioridades de investigación, entre otros.

VORTEX simula los efectos de fuerzas determinísticas (pérdida de hábitat, cacería, etc.) y estocásticas (variaciones en parámetros demográficos, deriva genética, catástrofes, etc.) sobre los individuos de una población. Al final de las simulaciones el programa genera ámbitos y promedios de factores como probabilidad de extinción, tamaño final de la población, tasa de crecimiento estocástico, diversidad genética y grado de endogamia (<http://www.VORTEX9.org/>).

## **Métodos**

Para realizar el análisis de viabilidad de la población y del hábitat (PHVA) de la Lapa Verde en el área de estudio y en todo su ámbito de distribución, se contó con la asesoría de la UICN/SSC Conservation Breeding Specialist Group (CBSG) y con el apoyo de la Red Latinoamericana de Conservación de Psittacidos. Además, se contó con la colaboración de 36 representantes de los países en donde se distribuye la especie (Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador) de acuerdo a la metodología propuesta por el CBSG. Se revisó, sistematizó y discutió de forma participativa y de acuerdo a la metodología propuesta por el CBSG, toda la información disponible sobre la guacamaya verde (en especial sus parámetros demográficos; tasa de mortalidad y nacimiento,

estructura de edades, dispersión, distribución, hábitat disponible y amenazas en su ámbito de distribución).

#### *Vortex*

El análisis de viabilidad poblacional para *Ara ambiguus* se realizó con el programa de computadora llamado VORTEX 9.92 (Miller y Lacy, 2005), a partir del conocimiento sobre la estructura demográfica de la población y referencias bibliográficas sobre la historia natural de esta especie y otras relacionadas. Este programa utiliza una simulación Monte Carlo para modelar los efectos que tienen los procesos determinísticos y estocásticos (demográficos, ambientales y genéticos) sobre las poblaciones. Al comienzo, el programa genera individuos para formar la población inicial, luego cada animal va recorriendo diferentes eventos del ciclo de vida (nacimiento, dispersión, reproducción, muerte). Eventos como el éxito reproductivo, tamaño de la camada y supervivencia de la población son determinados según las probabilidades que se ingresan al modelo. Consecuentemente, cada corrida del modelo da un resultado diferente. Al permitir que las variables cambien al azar dentro de ciertos límites, el programa predice el riesgo de extinción en intervalos específicos (por ejemplo, cada 100 años con 1000 simulaciones), el tiempo promedio de extinción de las poblaciones simuladas que desaparecieron durante el periodo modelado y el tamaño promedio de las poblaciones que sobrevivieron (Matamoros, 1996, Lacy, 1993, Lacy, 2000, Miller y Lacy, 2005).

#### *Parámetros del modelo base*

Previo al estudio, se desarrolló un modelo base a partir de los datos obtenidos por el Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde en Costa Rica. También se utilizaron varias publicaciones sobre la población de la lapa verde en Costa Rica (Chassot *et al.* 2000a, Chassot *et al.* 2000b, Powell *et al.* 1999). Posteriormente, se realizó un taller en donde el primer día este modelo base fue modificado de acuerdo a la nueva información suministrada por otros participantes (Cuadro 1).

La variación ambiental (EV) se calculó a partir de los datos de nidos totales y activos durante el periodo 1998-2002 del estudio de (Chassot *et al.* 2000b). A partir de la varianza de estos datos se calculó cuanto se espera que corresponda a la variación ambiental. Al ser este estudio la única fuente para calcular la variación ambiental, se utilizó este valor para todos los parámetros que requerían del componente variación ambiental.

#### *Parámetros generales del modelo*

Número de corridas:	500
Número de años:	100 (7.5 generaciones)
Definición de extinción:	Sólo queda individuos de un sexo
Número de poblaciones:	1
Tamaño inicial de la población ( $N_0$ ):	210 (con distribución estable de edades)
Capacidad de carga (K):	300 (ligeramente superiores a $N_0$ )

### *Parámetros reproductivos*

#### Sistema de apareamiento:

Monogamia a largo plazo. Edad de la primera cría: 6 años tanto para hembras como machos. La edad registrada en los zoológicos es de 7 años, pero en vida silvestre puede ser menor debido a la presión de otros individuos y del ambiente.

#### Reproducción dependiente de la densidad:

No hay evidencia de que a diferentes densidades poblacionales haya un cambio en el porcentaje de hembras y machos que se reproducen o en la cantidad de huevos por nidada.

#### Porcentaje de hembras que se reproducen:

40%. Este dato se calculó de dos maneras. Si utilizamos los datos de nidos totales y nidos activos durante 1999-2002 en la zona norte de Costa Rica (Chassot com. pers.), se multiplica el número de nidos conocidos de cada año por el porcentaje de nidos activos que se revisaron ese mismo año. Esto genera un estimado de nidos activos totales en cada año (asumiendo que los nidos que no fueron revisados tienen la misma tasa de éxito que los nidos revisados).

Si se estima que de la población total de 210 individuos, el 50% son adultos con igual número de hembras y machos, se puede calcular el número de hembras adultas. El número de nidos activos dividido por el número de hembras adultas nos da la proporción de hembras que se reproducen, esto es 0.49. Si calculamos la proporción de adultos en la población a partir de las tasas de reproducción y mortalidad, se genera un valor de 67%. Utilizando de nuevo el número de nidos activos y una población de 210 individuos, la proporción de hembras que se reproducen sería 0.37. De acuerdo a lo anterior, los participantes del taller seleccionaron una proporción de hembras que se reproducen de 0.40, un valor intermedio entre los dos valores anteriores y que indica que las hembras se reproducen alrededor de cada 2.5 años, lo cual es cercano a las observaciones de campo.

#### Porcentaje de machos adultos que potencialmente se pueden reproducir:

100%. Como no existen datos al respecto y al ser una especie monógama de por vida, se asume que no hay competencia fuerte por el acceso a las hembras.

#### Número máximo de pichones por nidada:

Tres. Este dato se obtuvo de diferentes estudios realizados en el ámbito de distribución de la especie. En la población de Costa Rica, se ha visto que 72% de las nidadas produce dos pichones, 22% uno y 6% tres.

#### Porcentaje de machos al nacer:

50%. No hay evidencia que sugiera que la proporción sexual al nacimiento sea diferente.

### *Parámetros de mortalidad*

La información disponible sobre datos de mortalidad se limita al estudio de Powell *et al.* (1999) realizado en Costa Rica. En este estudio se encontró que la probabilidad que un nido sobreviva la incubación y la cría de pichones es de 70%. La probabilidad de que estos sobrevivan hasta un año es de 65%. Por tanto,  $(0.7 \times 0.65) = 0.45$  corresponde a la probabilidad de supervivencia hasta el primer año, por ende, la probabilidad de morir es 0.55. Al no contar con datos reales para el resto de las edades, éstas se calcularon a partir de tablas de vida. Se tomó en cuenta que las mortalidades disminuyen conforme se avanza en edad y que la “r” determinística fuera positiva.

*Tasas de mortalidad:*

Mortalidad en años	Hembras (%)	Machos (%)
Mortalidad de 0-1 años (EV)	55 ( $\pm 8.25$ )	55 ( $\pm 8.25$ )
Mortalidad de 1-2 años (EV)	10 ( $\pm 1.5$ )	10 ( $\pm 1.5$ )
Mortalidad de 2-3 años (EV)	7.5 ( $\pm 1.125$ )	7.5 ( $\pm 1.125$ )
Mortalidad de 3-4 años (EV)	7.5 ( $\pm 1.125$ )	7.5 ( $\pm 1.125$ )
Mortalidad de 4-5 años (EV)	7.5 ( $\pm 1.125$ )	7.5 ( $\pm 1.125$ )
Mortalidad de 5-6 años (EV)	7.5 ( $\pm 1.125$ )	7.5 ( $\pm 1.125$ )
Mortalidad después de 6 años (EV)	5 ( $\pm 0.75$ )	5 ( $\pm 0.75$ )

*Depresión por endogamia:*

Sí. Aunque no existe evidencia de depresión por endogamia en poblaciones de lapas verdes, hay varios estudios que evidencian que puede ser un factor importante en la viabilidad de pequeñas poblaciones (Ralls *et al.* 1998, O’Grady *et al.* 2006), por lo que se incluyó en el modelo base. El valor inicial que utiliza el programa es 3.14 equivalentes letales, 50% de los cuales son alelos letales y pueden purgarse de la población. Este valor se tomó del estudio de (Ralls *et al.* 1998) sobre el efecto de la endogamia en 38 poblaciones de mamíferos en cautiverio. Sin embargo, otro estudio indica que el número de equivalentes letales puede ser al menos 12 en poblaciones silvestres (O’Grady *et al.* 2006). En este modelo se utilizó el valor de 6 equivalentes letales de los cuales 50% corresponden a alelos letales. Este valor se escogió por ser la suma de los valores promedio de equivalentes letales de fecundidad y primer año de supervivencia del estudio de (O’Grady *et al.* 2006).

*Concordancia entre variación ambiental, reproducción y supervivencia:*

Sí. No existen datos al respecto, pero se piensa que años “buenos” para sobrevivir también son “buenos” para reproducirse; consecuentemente, años “malos” para sobrevivir afectan la reproducción.

*Máxima edad de reproducción:*

25 años. Aunque no se conoce con exactitud este dato, los investigadores, apoyados con datos de cautiverio, piensan que es muy probable que esta sea la edad máxima de reproducción.

### Número de catástrofes

Solo una. Las catástrofes son eventos ambientales o artificiales que ocurren con poca frecuencia pero que afectan drásticamente la reproducción o supervivencia. Reed *et al.* (2003) examinaron 88 poblaciones de vertebrados y encontraron que el riesgo de una disminución poblacional grave ( $\geq 50\%$ ) fue de aproximadamente 14% por generación. En el año 2000 el número de nidos activos estuvo muy por debajo del promedio de otros años en la población de Costa Rica. Los investigadores del Proyecto Lapa Verde relacionaron lo anterior con un fenómeno fuerte de El Niño durante 1997-1998. En los últimos 50 años se registraron dos fenómenos grandes de El Niño, por lo que se podría esperar que en 100 años haya 4 eventos de esta naturaleza que podrían reducir la reproducción en un 30%.

### Saqueo de animales de la población

En varios lugares se sacan pichones de los nidos para venderlos ilegalmente como mascotas. Sin embargo, para este modelo base esta actividad no se tomó en cuenta.

### Suplementación

No fue incluido en el escenario base.

**Cuadro 1: Parámetros del modelo base de VORTEX para la lapa verde.**

Parámetro	Valor
Sistema de apareamiento	Monogamia a largo plazo
Edad de los padres al nacer el primer pichón (♀/♂)	6/6
Reproducción dependiente de la densidad	No
Porcentaje de hembras que se reproducen (EV)	40 (6)
Porcentaje de machos adultos que potencialmente se pueden reproducir	100
Número máximo de crías por nidada	3
Número de pichones por nido	1: 22% 2: 72% 3: 6%
Proporción de sexos al nacimiento	1:1
Mortalidad anual ♀/♂ (EV)	
0-1	55/55 (8.25)
1-2	10/10 (1.5)
2-3	7.5/ 7.5 (1.125)
3-4	7.5/ 7.5 (1.125)
4-5	7.5/ 7.5 (1.125)
5-6	7.5/ 7.5 (1.125)
Adultos	5/5 (0.75)
Depresión por endogamia	6 equivalentes letales de los cuales 50% son alelos letales
Concordancia entre variación ambiental, reproducción y supervivencia	Sí
Máxima edad de reproducción	25 años
Número de catástrofes	El Niño: Frecuencia = 4% 30% reducción en

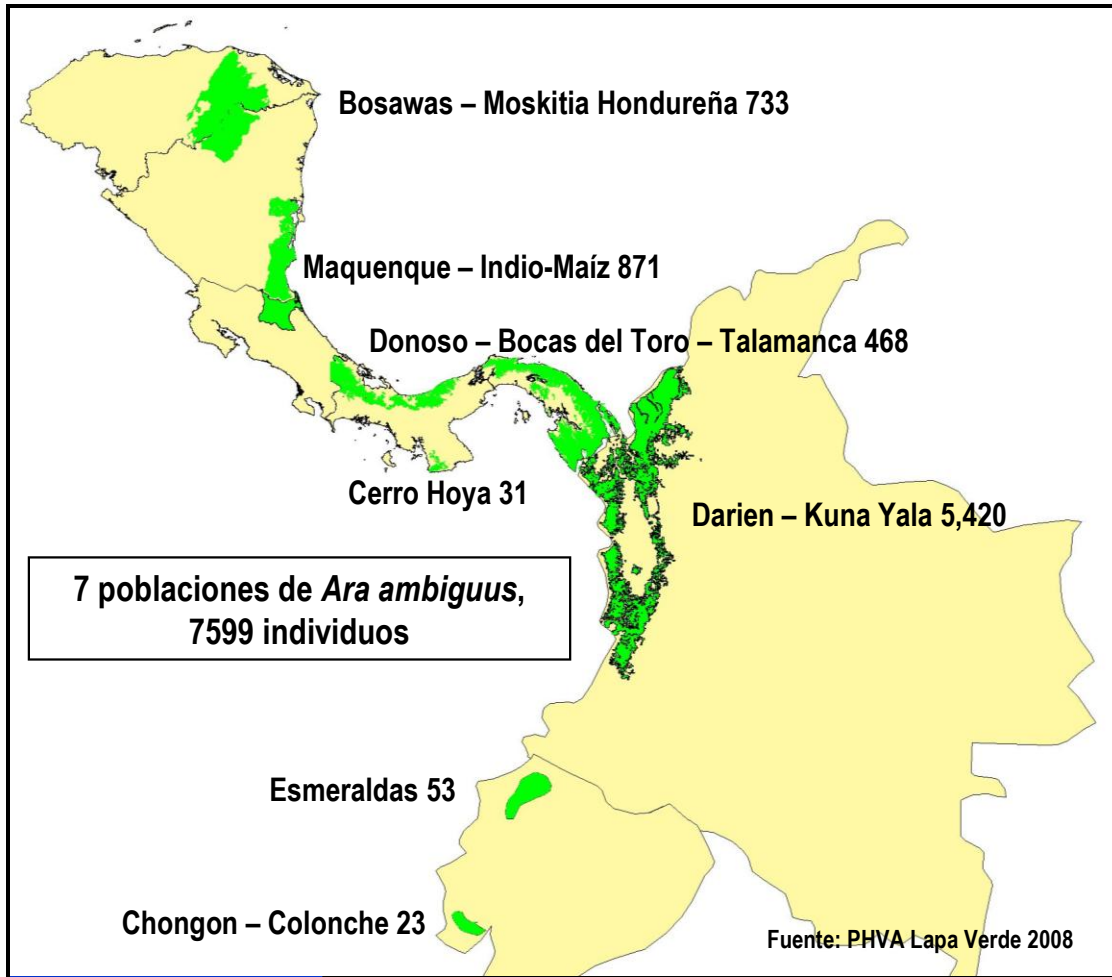
	reproducción
Tamaño de la población inicial (N <sub>0</sub> )	210
Capacidad de carga (K)	300

## Resultados

En general se identificaron siete poblaciones de guacamaya verde o lapa verde y se estimaron sus respectivos tamaños, para un total de 7,599 individuos distribuidos en un territorio de 11,030,372 hectáreas en seis países. La población más grande y mejor conservada es la de Darién-Kuna Yala (Colombia-Panamá), con 5,420 individuos. Los parámetros demográficos fueron tratados por medio del programa computacional Vortex para predecir tasas de extinción. Las poblaciones más amenazadas son “Chongon-Colonche” (Ecuador) con 23 individuos y una probabilidad de extinción de 78.4% (62.7 años) y “Bosawas-Mosquitia Hondureña” (Nicaragua-Honduras) con 733 individuos y una probabilidad de extinción de 18.0 % (80.3 años). Dos poblaciones tienen un 100% de probabilidad de extinción: “Esmeraldas” (Ecuador) con 53 individuos (39.8 años) y “Cerro Hoya” (Panamá) con 31 individuos (24.9 años). Cuatro de las siete poblaciones comparten dos países (Colombia-Panamá, Panamá-Costa Rica, Costa Rica-Nicaragua, y Nicaragua-Honduras) (Cuadro 2 y Figura 1).

**Cuadro 2: Situación de las sub-poblaciones de lapa verde en su rango de distribución.**

No	Sub-población	País	Extensión (ha)	PE % / # Años	N	N total
1	Chongon-Colonche	Ecuador		78.4 % / 62.7	23	23
2	Esmeraldas	Ecuador		100 % / 39.8	53	53
3	Darién	Colombia	4.592.418		3.904	5.420
	Darién-Kuna Yala	Panamá	1.793.494		1.516	
4	Cerro Hoya	Panamá	73.516	100 % / 24.9	31	31
5	Donoso-Bocas-Talamanca	Panamá	921.976		468	468
		Costa Rica				
6	Maquenque	Costa Rica	496.786		210	871
	Indio-Maíz	Nicaragua	778.835		661	
7	Bosawas	Nicaragua	787.053	18.0 % / 80.3	264	733
	Mosquitia Hondureña	Honduras	1.586.294		469	
<b>TOTAL</b>			<b>11.030.372</b>		<b>7.599</b>	



**Figura 1. Distribución de las sub-poblaciones de lapa lapa verde en su rango de distribución.**

## II. Modelo base

### 1. Resultados determinísticos

Los valores de los parámetros demográficos ingresados al modelo base se pueden usar para calcular características determinísticas de la población modelada. Estos valores reflejan la biología de la población sin fluctuaciones estocásticas (tanto demográficas como ambientales), depresión por endogamia, cantidad limitada de parejas e inmigración/emigración. Es importante examinar las tasas de crecimiento determinístico ( $\lambda$ , tiempo generacional), para ver si la población modelada es realista de acuerdo a la biología de la especie (Cuadro 3).



**Cuadro 3: Resultados determinísticos del modelo base de la lapa verde.**

Parámetro	Valor
Lambda ( $\lambda$ )	1.024
“r” determinística ( $r_{det}$ )	0.024
Tiempo generacional (T) ♀/♂	13.45/13.45

## 2. Resultados estocásticos

Al agregar estocasticidad (demográfica y ambiental) al modelo base se observa que en un período de 100 años la población no tiene ningún riesgo de extinción y posee una tasa de crecimiento poblacional positiva que hace que se mantenga cerca de la capacidad de carga (Cuadro 4).

**Cuadro 4: Resultados estocásticos del modelo base de la lapa verde al cabo de 100 años.**

Probabilidad de Extinción (PE)	“r” estocástica ( $r_{est}$ )	Tamaño poblacional
0.00	0.022	292

## 3. Análisis de sensibilidad

Se realizaron análisis de sensibilidad para algunos parámetros demográficos con el fin de determinar cuáles afectan más a la viabilidad de la población y hasta qué grado la incertidumbre de estos valores pueden afectar los modelos poblacionales de la lapa verde. Además, estos análisis ayudan a ver en que parámetros deben de investigarse y las acciones de manejo para la especie.

Se probaron diferentes combinaciones de los siguientes parámetros (valores base en **negrita**):

- ✓ Mortalidad juvenil (0-1 año) (MJ): 50, **55**, 60.
- ✓ Mortalidad de adultos ( $\geq 6$  años) (MA): **5**, 10.
- ✓ Máxima edad de reproducción (MA): 20, **25**, 30.
- ✓ Porcentaje de hembras que se reproducen (H): 30, **40**, 50.
- ✓ Tamaño de la población y capacidad de carga ( $N_i$ -K): 50-71, **210-300**, 500-714.

### Resultados

#### a. Tasas de mortalidad

Existe incertidumbre sobre las tasas de mortalidad en la lapa verde. A partir de los datos de (Powell *et al.* 1999), se puede estimar con mayor seguridad la mortalidad de pichones (0-1 años), pero no hay datos después de esta edad. La tasa de mortalidad juvenil tiende a afectar negativamente a la población cuando los otros parámetros que se sensibilizaron tuvieron valores inferiores al modelo base. Cuando estos eran mejores a los del modelo base, el efecto que tiene la

mortalidad juvenil sobre la población disminuye (Figs. 3a y 3b). Esto indica que la mortalidad juvenil no es un factor que afecte la viabilidad de la población y que sus efectos sobre ésta dependen en gran parte del comportamiento de otros parámetros.

La mortalidad de adultos tiene una mayor importancia sobre la viabilidad de la población. Al variar de un 5% a un 10% el valor de este parámetro, la probabilidad de extinción y la tasa de crecimiento cambian notablemente (Figs. 3a y 3b). Esta sensibilidad disminuye al mejorar los valores de los otros parámetros. Sin embargo, en algunos casos la mejoría de estos parámetros no es suficiente y la población tiene tasas de crecimiento negativas y si son positivas, los valores son por debajo de las del modelo base (Fig. 3b). Esto sugiere que la mortalidad adulta es un factor importante y debe ser considerado en los estudios de conservación de la lapa verde.

#### *b. Parámetros reproductivos*

La viabilidad de la población mostró una mayor sensibilidad al porcentaje de hembras que se reproducen que a la máxima edad de reproducción. Sin embargo, su efecto sobre la población siempre está subordinado a la mortalidad de adultos. Así, en escenarios con mortalidades bajas un aumento en el porcentaje de hembras que se reproducen hace que la probabilidad de extinción disminuya, que las tasas de crecimiento sean positivas y en algunos casos superiores a la del modelo base. No obstante, en la mayoría de escenarios con mortalidades altas, un aumento en el porcentaje de hembras que se reproducen no es suficiente para hacer que la probabilidad de extinción sea cero y que las tasas de crecimiento sean iguales o superiores a la del modelo base (Figs. 3a y 3b).

#### *c. Tamaño de la población*

La biología de poblaciones predice que poblaciones pequeñas tienen un riesgo mayor de ser demográfica y genéticamente inestables que las que son grandes. Esta inestabilidad aumenta la probabilidad de extinción debido a factores estocásticos. El análisis de sensibilidad confirma este comportamiento. Los escenarios de 50 individuos que tienen parámetros con valores inferiores a los del modelo base, presentan una mayor probabilidad de extinción y una tasa de crecimiento menor en comparación a sus contrapartes de 210 y 500 (Figs. 3a y 3b). La adición de eventos como pérdida de hábitat o catástrofes más severas pueden poner en un mayor riesgo a este tipo de poblaciones. Por otro lado, poblaciones de 210 y 500 individuos tienden a tener una mayor estabilidad con excepción de los escenarios con mortalidad de adultos alta, donde en muchos casos las tasas de crecimiento tienden a ser negativas o menores a la del modelo base sin importar el número de individuos que tenga la población (Figs. 3a y 3b).

Algunas figuras mostradas en las páginas siguientes son un intento de mostrar los resultados de muchos análisis. Cada celda representa un modelo con características particulares y el color de cada una representa a su vez un nivel de riesgo diferente según los resultados del modelo de VORTEX. Los colores verdes indican un nivel relativamente alto de estabilidad poblacional, el color amarillo indica un nivel menor de estabilidad, mientras que los colores rojo claro y rojo oscuro indican altos niveles de inestabilidad con un alto riesgo de reducción poblacional y/o extinción. El significado de cada color es arbitrario porque no existe una definición específica o universal de lo que se considera como niveles aceptables de riesgo de extinción o niveles inaceptables de tasas de crecimiento poblacional. Sin embargo, con el uso consistente de estos criterios se puede comparar de forma directa los efectos de diferentes factores y/o proceso en los diferentes modelos. De este modo, las definiciones utilizadas se pueden considerar robustas y defendibles.

La siguiente figura corresponde al resultado del escenario del modelo base una vez simulado con el programa Vortex. Proyección a 100 años con 500 corridas del programa.

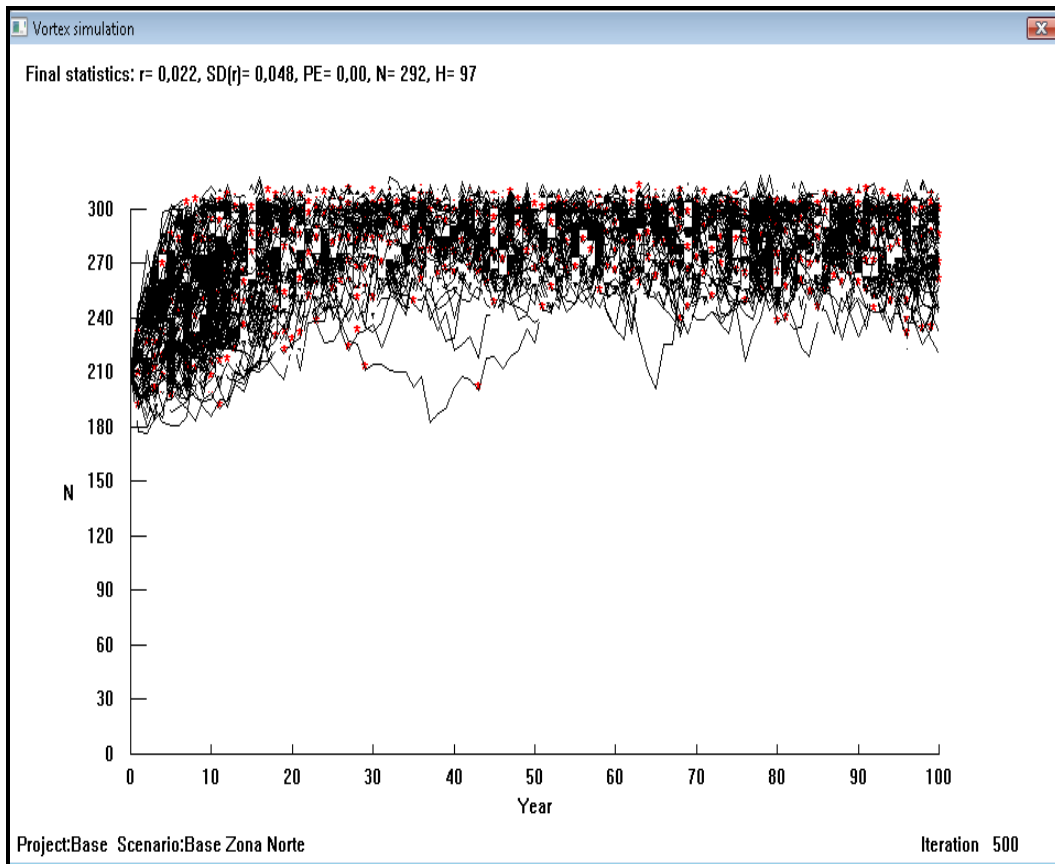
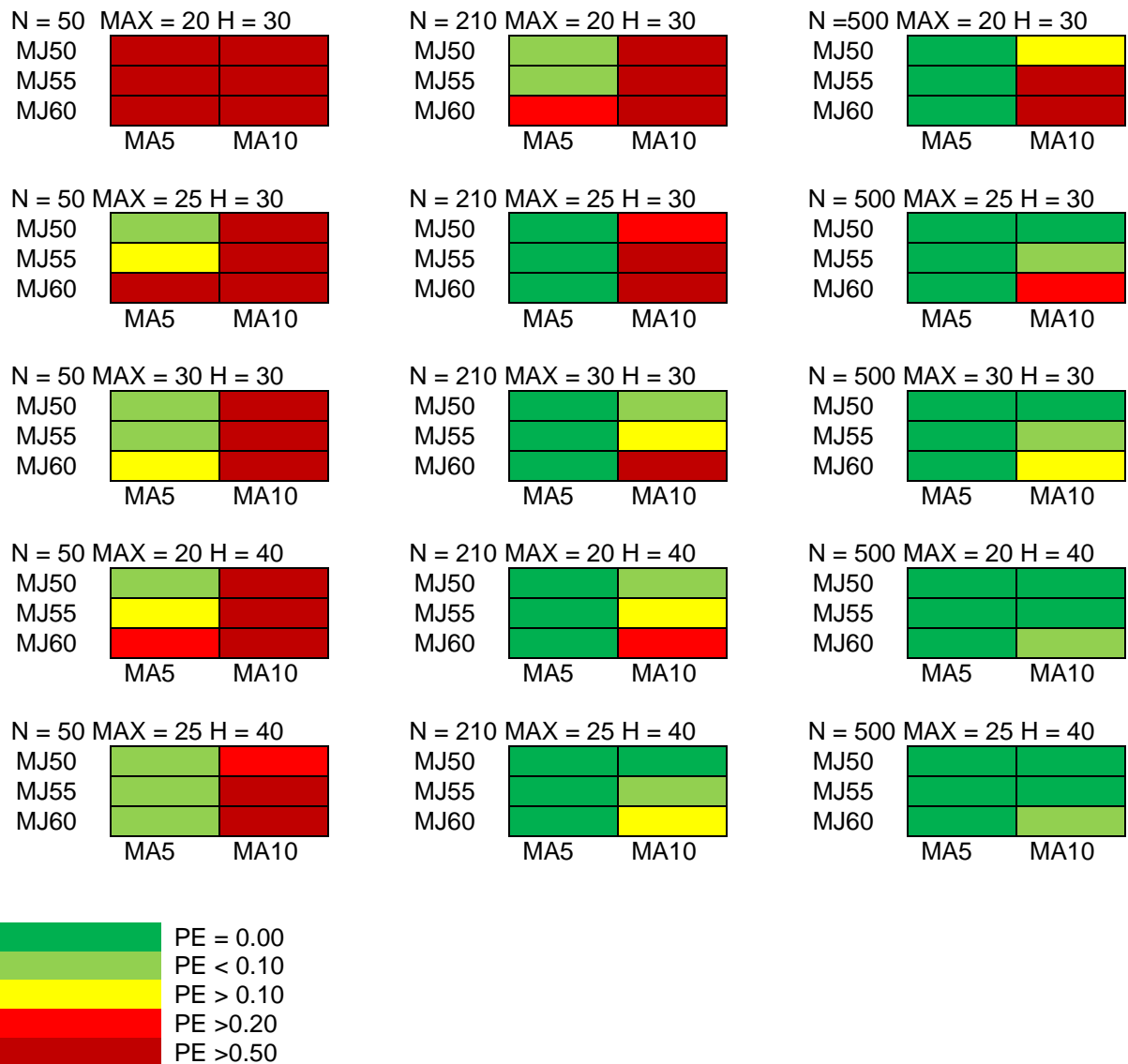
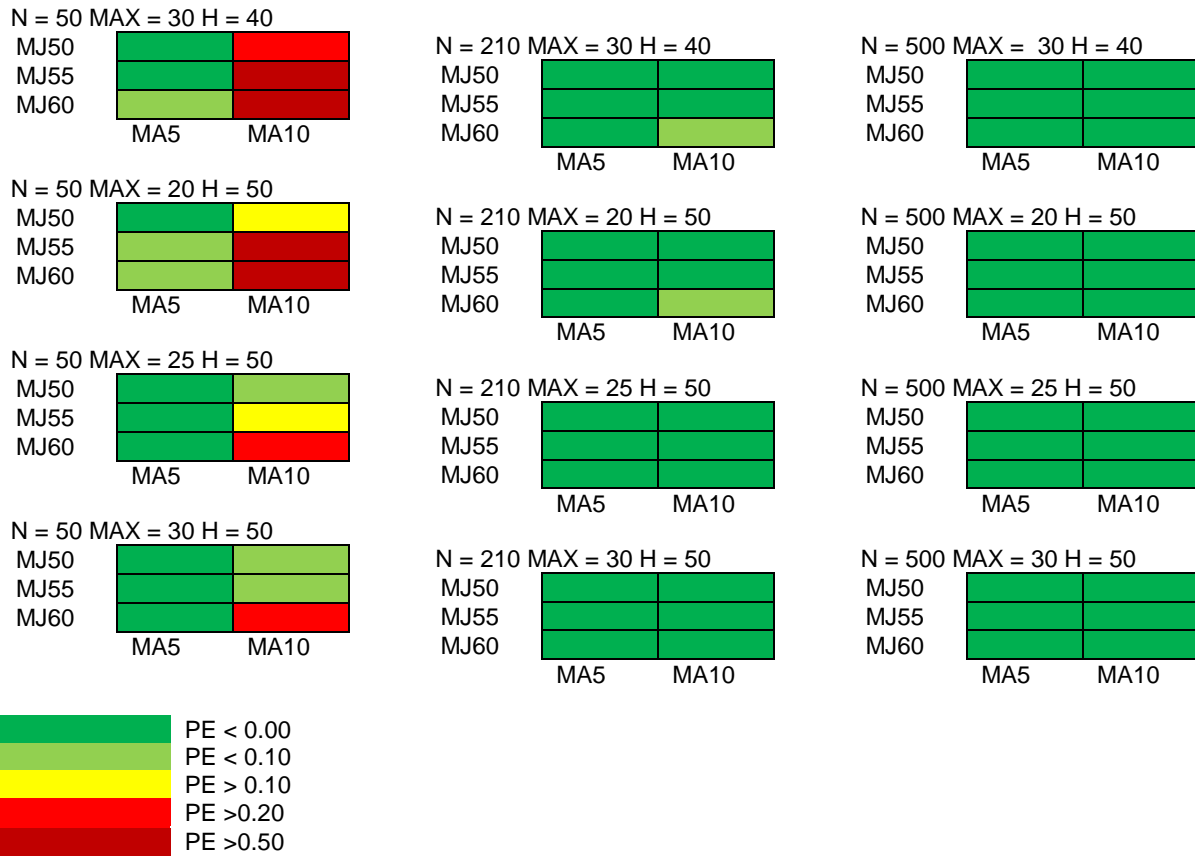


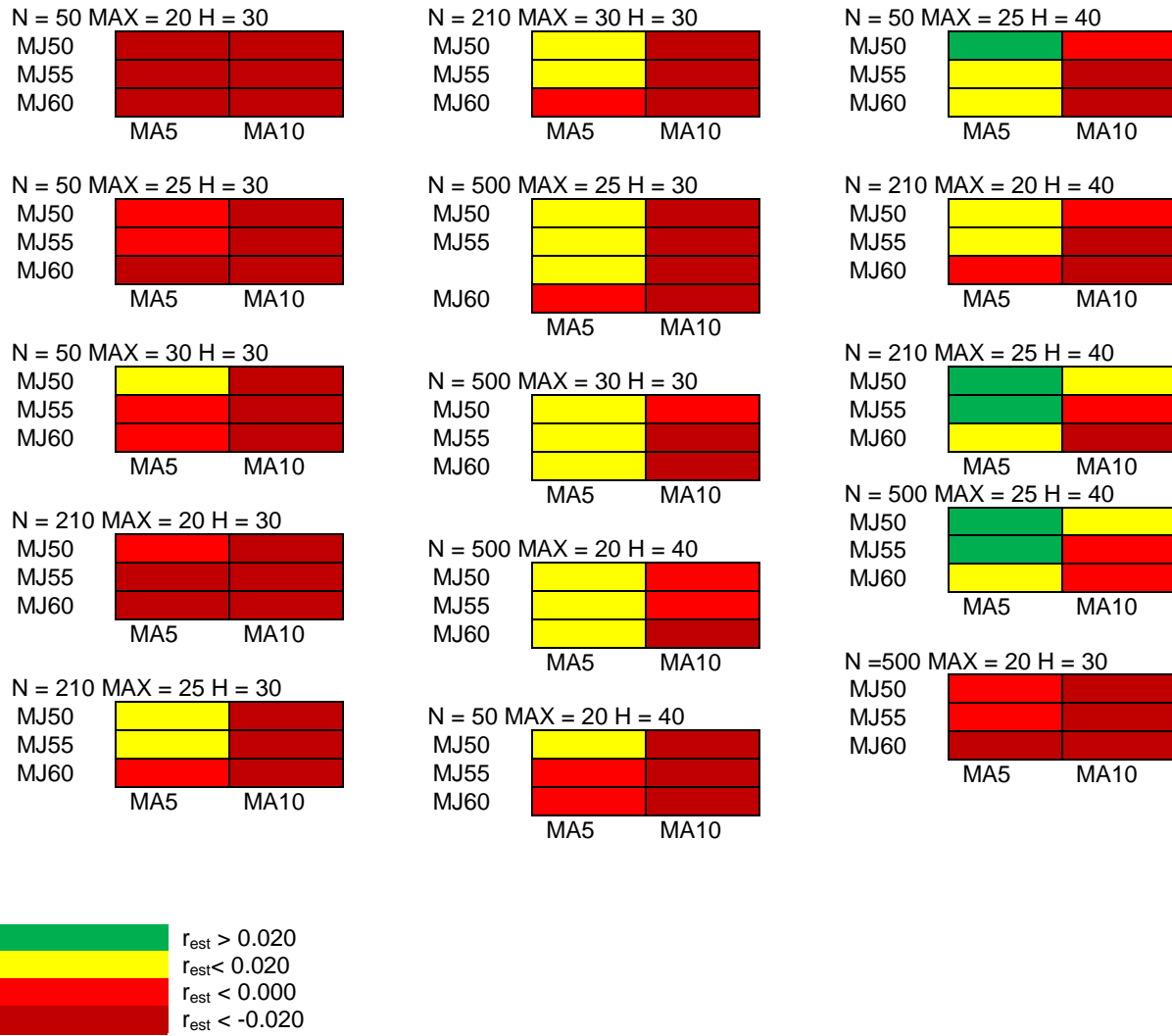
Figura 2. Simulación del Vortex para el modelo base.



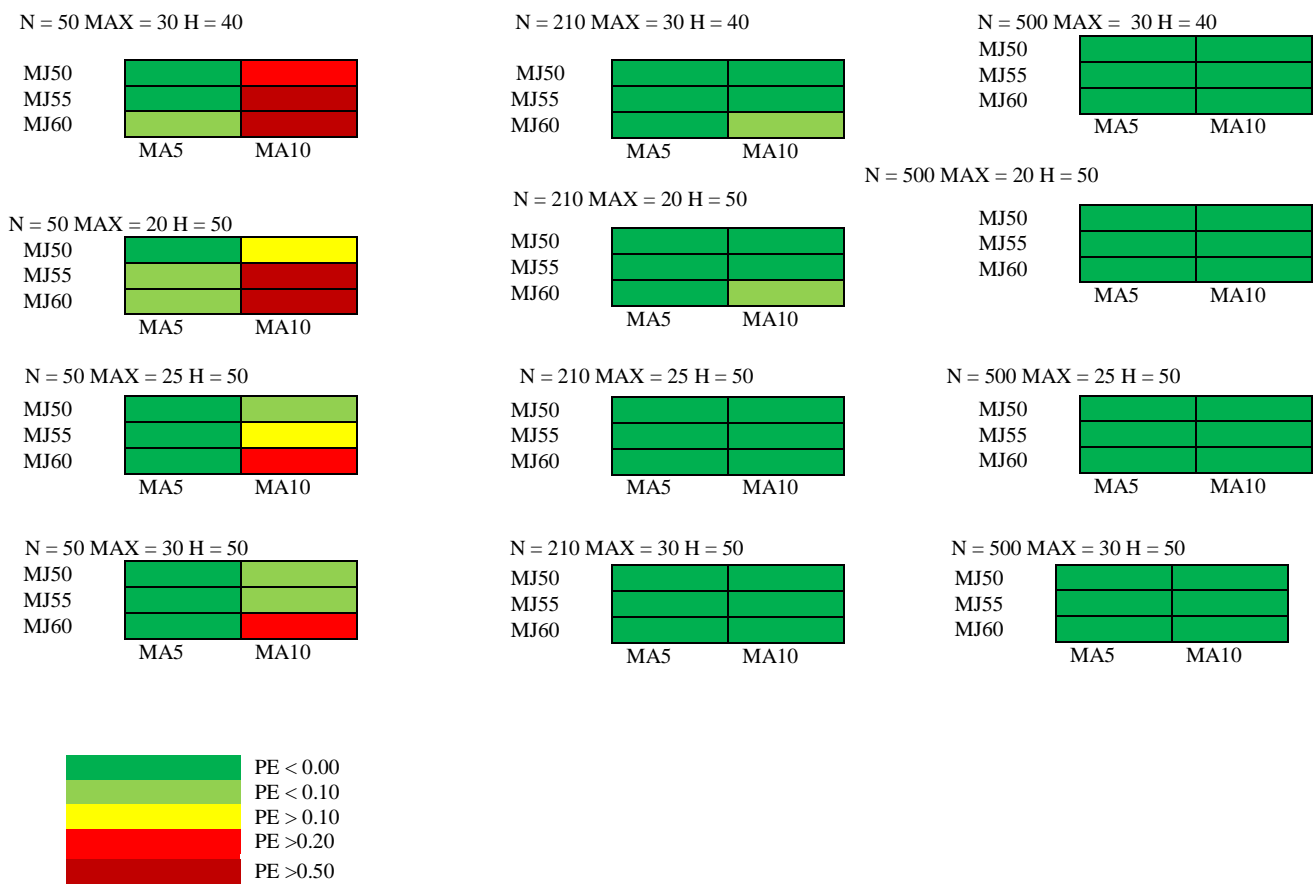
**Figura 3a: Probabilidad de extinción (PE) de poblaciones de lapa verde al cabo de 100 años, a partir de análisis de sensibilidad de varios parámetros demográficos. Cada celda representa un escenario VORTEX diferente. N: Tamaño de la población, MAX: Máxima edad de reproducción, H: Porcentaje de hembras que se reproduce, MJ: Mortalidad juvenil (%), MA: Mortalidad de adultos (%). Ver el texto para más detalles sobre los parámetros y significado de los resultados.**



**Figura 3a (cont.): Probabilidad de extinción (PE) de poblaciones de lapa verde al cabo de 100 años, a partir de análisis de sensibilidad de varios parámetros demográficos. Cada celda representa un escenario VORTEX diferente. N: Tamaño de la población, MAX: Máxima edad de reproducción, H: Porcentaje de hembras que se reproduce, MJ: Mortalidad juvenil (%), MA: Mortalidad de adultos (%). Ver el texto para más detalles sobre los parámetros y significado de los resultados.**



**Figura 3b: Tasa promedio de crecimiento estocástico ( $r_{est}$ ) de poblaciones de lapa verde al cabo de 100 años, a partir de análisis de sensibilidad de varios parámetros demográficos. Cada celda representa un escenario VORTEX diferente. N: Tamaño de la población, MAX: Máxima edad de reproducción, H: Porcentaje de hembras que se reproduce, MJ: Mortalidad juvenil (%), MA: Mortalidad de adultos (%). Ver el texto para más detalles sobre los parámetros y significado de los resultados.**



**Figura 3b (cont.): Tasa promedio de crecimiento estocástico ( $r_{est}$ ) de poblaciones de lapa verde al cabo de 100 años, a partir de análisis de sensibilidad de varios parámetros demográficos. Cada celda representa un escenario VORTEX diferente. N: Tamaño de la población, MAX: Máxima edad de reproducción, H: Porcentaje de hembras que se reproduce, MJ: Mortalidad juvenil (%), MA: Mortalidad de adultos (%). Ver el texto para más detalles sobre los parámetros y significado de los resultados.**

**Cuadro 5: Modificaciones del modelo base para reflejar las características de cada población de lapas verdes a lo largo de su distribución.**

Población	Tamaño inicial (N <sub>0</sub> /K)	Catástrofes	Pérdida de hábitat por año	Saqueo de pichones/cacería de adultos	Saqueo/cacería en VORTEX	Región
Chongón-Colonche	23/33	<b>Cambios climáticos</b> Freq. = 4% Redux. Reprod. = 30% Redux. Superv. = 10%	0.01%	2/0	1/0	Ecuador
Esmeraldas	53/63	<b>Cambios climáticos</b> Freq. = 4% Redux. Reprod. = 30% Redux. Superv. = 10%	0.014%	6/5	4/5	Ecuador
Darien-Kuna Yala	5420/5420	<b>Cambios climáticos</b> Freq. = 4% Redux. Reprod. = 30% Redux. Superv. = 10%	0.2%	20/0	13/0	Colombia-Panamá
Cerro Hoya	31/62	<b>Cambios climáticos</b> Freq. = 4% Redux. Reprod. = 30% Redux. Superv. = 10%	0.05%	8/0	5/0	Panamá
Donoso-Bocas del Toro-Talamanca	468/608	<b>Cambios climáticos</b> Freq. = 4% Redux. Reprod. = 30% Redux. Superv. = 10%	0.2%	0/0	0/0	Panamá-Costa Rica
Maquenque-Indio Maíz	871/1301	<b>Cambios climáticos</b> Freq. = 4% Redux. Reprod. = 30% Redux. Superv. = 10%	0.01%	12/0	8/0	Costa Rica-Nicaragua
Bosawas-Mosquitia Hondureña	733/2000	<b>Cambios climáticos</b> Freq. = 4% Redux. Reprod. = 30% Redux. Superv. = 10%	0.2%	30/0	20/0	Nicaragua-Honduras



### III. Modelo de metapoblación

#### Introducción

La lapa verde está fragmentada en siete poblaciones aisladas a lo largo de toda su distribución. Se puede asumir que no hay conectividad entre las poblaciones y que cada una tiene diferentes amenazas.

#### Modelo de la metapoblación

El modelo base realizado anteriormente fue usado como base para este modelo de metapoblación. Los participantes de cada país revisaron el modelo base y recomendaron cambios en los parámetros demográficos para reflejar mejor las características de cada población (Cuadro 5).

Para los modelos VORTEX, el cálculo de saqueo de pichones/cacería de adultos se hizo a partir de lo que equivale sacar un pichón/adulto en términos de la población tomando en cuenta la mortalidad natural. Se sabe que hay mayor probabilidad de que los pichones sean robados de los nidos cuando tienen plumas y que entre esta etapa y un año de vida, la probabilidad de sobrevivir es 0.65. Del mismo modo, cuando las aves alcanzan la vida adulta, la probabilidad de sobrevivir es de 0.95. Con estos datos se puede estimar cuanto equivale sacar pichones/cazar adultos en términos demográficos de la población. Así, por ejemplo un saqueo de seis pichones y una cacería de cinco adultos por año para la población en términos reales equivale a  $(6 \cdot 0.65) = 4$  (aprox.) pichones y  $(5 \cdot 0.95) = 5$  (aprox.) adultos.

#### 1. Resultados determinísticos

Los resultados determinísticos dependen de los valores demográficos de la población y del efecto de las catástrofes. Por tanto, al variar los efectos de las catástrofes varían los valores determinísticos (Cuadro 6).

**Cuadro 6: Resultados determinísticos de todas las poblaciones del modelo de metapoblación de la lapa verde al cabo de 100 años.**

Parámetro	Valor
Lambda ( $\lambda$ )	1.020
"r" determinística ( $r_{det}$ )	0.020
Tiempo generacional (T) ♀/♂	13.39/13.39

#### 2. Resultados estocásticos

Las poblaciones  $\leq 50$  individuos (Chongón-Colonche, Esmeraldas y Cerro Hoya) no son viables y tienen tasas de crecimiento negativas con una gran probabilidad de extinción en un período 100 años. La población de Bosawas-Mosquitia Hondureña a pesar de tener una población inicial alta, presenta una tasa de crecimiento negativa y una probabilidad de extinción de más de 0.15. Esta población presenta el mayor número de saqueo de pichones, por lo que es

probable que este factor la convierta en inestable. Por su parte, las poblaciones de Darien-Kuna Yala, Donoso-Bocas del Toro-Talamanca y Maquenque-Indio Maíz son suficientemente grandes para mantener una tasa de crecimiento positiva y ninguna probabilidad de extinción durante 100 años, aún con los niveles de saqueo de pichones y/o pérdida de hábitat presentes en la actualidad. A pesar de que hay poblaciones que presentan altos niveles de riesgo, la metapoblación es viable a largo plazo, con un 100% de persistencia y un crecimiento anual positivo a lo largo de 100 años (cuadro 7).

**Cuadro 7: Resultados estocásticos de todas las poblaciones del modelo de metapoblación de la lapa verde al cabo de 100 años.**

Población	Probabilidad de Extinción (PE)	r estocástica ( $r_{est}$ )	Tamaño poblacional ( $N_{100}$ )
Chongón-Colonche	0.986	-0.034	5
Esmeraldas	1.00	-0.31	0
Darien-Kuna Yala	0.00	0.019	4204
Cerro Hoya	1.00	-0.095	0
Donoso-Bocas del Toro-Talamanca	0.00	0.021	470
Maquenque-Indio Maíz	0.00	0.016	1219
Bosawas-Mosquitia Hondureña	0.208	-0.011	926
Metapoblación	0.00	0.017	6662

### 3. Análisis de estrategias de manejo

*Estrategia 1: Eliminar el saqueo de pichones/cacería de adultos y la pérdida de hábitat.*

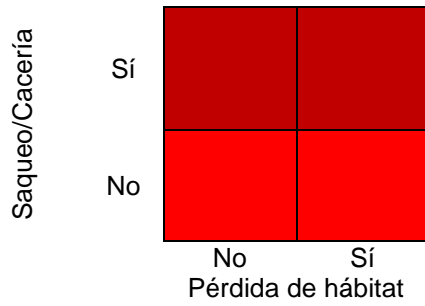
#### *Introducción*

Este modelo representa el efecto que tendría el eliminar el saqueo de pichones/cacería de adultos y la pérdida de hábitat en las poblaciones que presentan una PE mayor a 0.2 en un período de 100 años (Cuadro 4, Cuadro 6). Con esto se quiere analizar si tiene sentido implementar acciones que detengan estas amenazas.

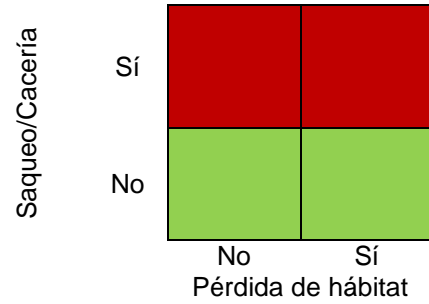
#### *Resultados*

El eliminar el saqueo de pichones/cacería de adultos aumenta la viabilidad a largo plazo de las poblaciones. Por tanto, es importante considerar acciones para eliminar estas actividades (Figs. 4a y 4b). Por otro lado, la eliminación de pérdida de hábitat no causa un efecto significativo en la supervivencia de las poblaciones. Esto se debe probablemente a que la tasa de pérdida de hábitat anual es bastante baja (Figs. 4a y 4b), ya que gran parte del hábitat de estas poblaciones está actualmente protegido y no se espera que haya grandes pérdidas en el futuro. Las poblaciones de Chongón Colonche y Cerro Hoya se mantienen muy inestables aún si se elimina ambas amenazas y será necesario implementar otras acciones para garantizar su viabilidad a largo plazo (Figs. 4a y 4b).

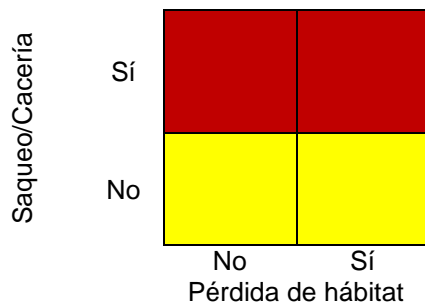
Chongón-Colonche



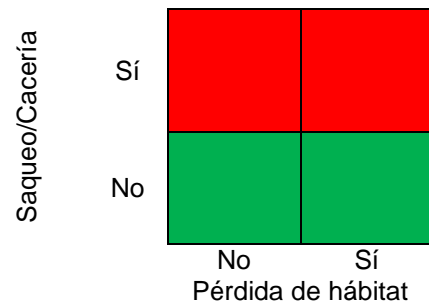
Esmeraldas



Cerro Hoya

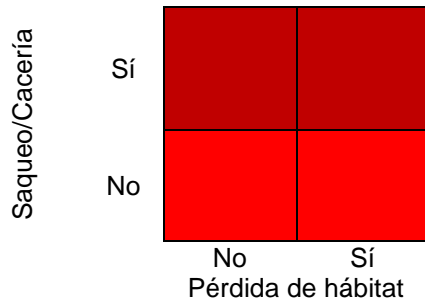


Bosawas-Mosquitia Hondureña

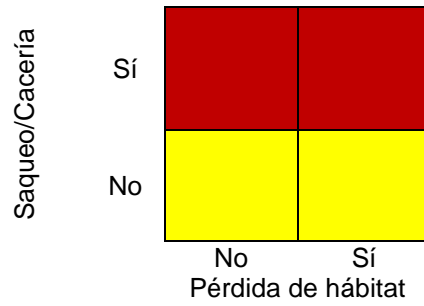


**Figura 4a: Probabilidad de extinción (PE) de poblaciones de lapa verde al cabo de 100 años, al incluir o eliminar los patrones actuales de saqueo de nidos/cacería de adultos y pérdida de hábitat. Cada celda representa un escenario VORTEX diferente.**

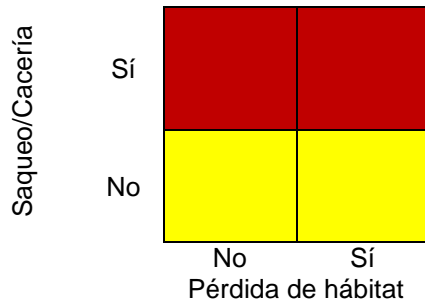
Chongón-Colonche



Esmeraldas



Cerro Hoya



Bosawas-Mosquitia Hondureña

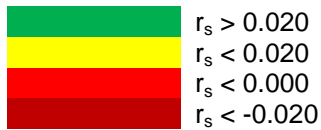
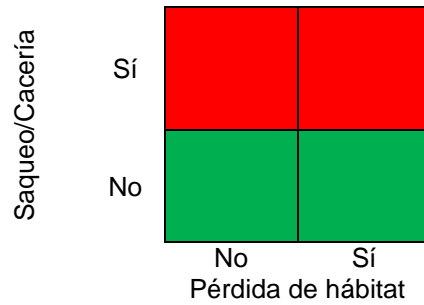


Figura 4b: Tasa promedio de crecimiento estocástico ( $r_{est}$ ) de poblaciones de lapa verde al cabo de 100 años, al incluir o eliminar los patrones actuales de saqueo de nidos/cacería de adultos y pérdida de hábitat. Cada celda representa un escenario VORTEX diferente.

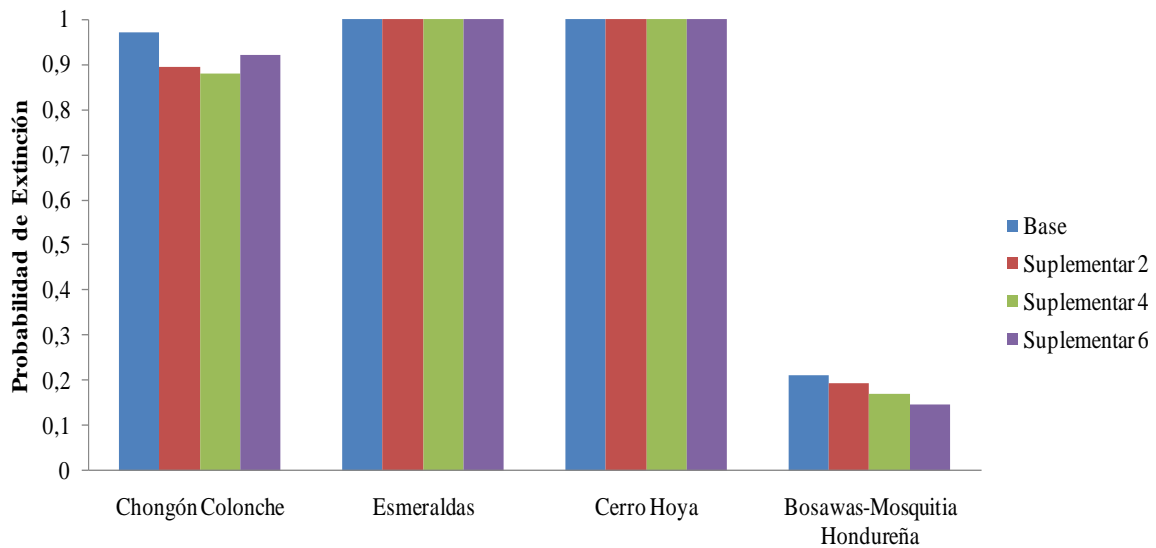
*Estrategia II: Suplementar individuos a la población durante los primeros 10 años.*

*Introducción*

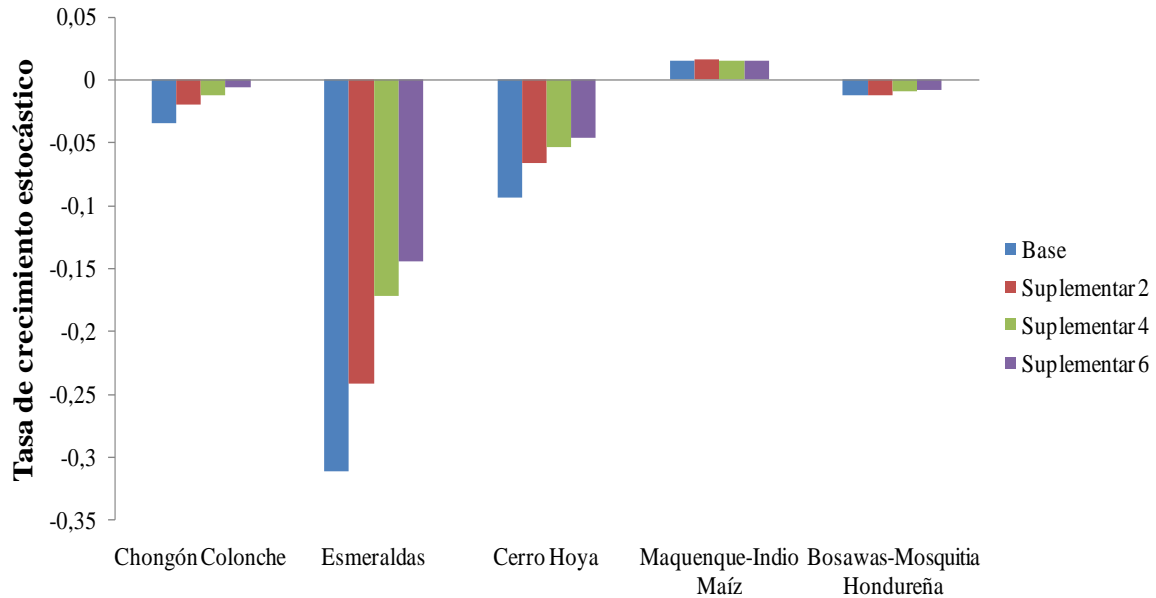
Este modelo representa el efecto de suplementar 2, 4 y 6 individuos anualmente a las poblaciones en riesgo durante los primeros 10 años. En este modelo también se incluyó la población Maquenque-Indio Maíz para ver si la suplementación de individuos aumenta la tasa de crecimiento poblacional de una población que está estable pero a la cual se desea mejorar la viabilidad.

*Resultados*

Suplementar aves a las poblaciones en riesgo no tuvo efectos significativos sobre estas. Aunque se observa una mejoría en las tasas de crecimiento, estas se mantienen negativas en todos los escenarios, manteniendo a su vez las probabilidades de extinción similares a los escenarios sin suplementación (Figs. 5a y 5b). En el caso de la población Maquenque-Indio Maíz, la suplementación no aumentó significativamente la tasa de crecimiento (Fig. 5b). Estos resultados dan a entender que la acción de suplementar individuos a las poblaciones durante 10 años no ayuda a mejorar su viabilidad a largo plazo.



**Figura 5a: Probabilidad de extinción al cabo de 100 años, al suplementar individuos en las poblaciones con riesgo.**



**Figura 5b: Tasa promedio de crecimiento estocástico de la población al cabo de 100 años, al suplementar individuos en las poblaciones con riesgo y la población de Maquenque-Indio Maíz.**

*Estrategia III: Reintroducir animales en áreas donde la lapa estaba presente históricamente pero que no existe en la actualidad.*

#### *Introducción*

Este modelo simula la viabilidad a largo plazo de una población compuesta exclusivamente de animales reintroducidos mediante un programa de cría, reproducción y reintroducción de lapas verde. La población inicial ( $N_0$ ) sería de 10 individuos ( $5♀/5♂$ ) de 3 años de edad y a partir del año 2 se liberarían 4 o 10 aves de tres años de edad anualmente durante un período de 10 años. Se modelaron diferentes edades de los padres al nacimiento del primer pichón (6, 8 y 10) con el fin de ver el efecto que tendría liberar aves provenientes de cautiverio con patrones reproductivos diferentes a las de estado silvestre. El lugar donde se liberan las aves tendría una capacidad de carga (K) de 200, 250 o 500 animales. Adicionalmente, existiría la amenaza anual de saqueo de pichones (5, 15) y cacería de adultos (5, 15).

#### *1. Resultados determinísticos*

El variar la edad de los padres al nacimiento de la primera cría afecta los valores de los parámetros de crecimiento determinístico de la población (Cuadro 8). Si las aves se reproducen a una edad mayor de 6 años, el tiempo generacional es mayor y el crecimiento poblacional es menor e incluso negativo en el caso de 10 años. Esto indica que la población puede estar en riesgo incluso cuando no se toma en cuenta las variaciones ambientales, las variaciones demográficas y las amenazas de saqueo de pichones y cacería de adultos.

**Cuadro 8: Resultados determinísticos del modelo de reintroducción.**

Edad de los padres al nacimiento de la primera cría	Parámetro	Valor
6	Lambda ( $\lambda$ )	1.020
	r determinística ( $r_{det}$ )	0.020
	Tiempo generacional (T) ♀/♂	13.39/13.39
8	Lambda ( $\lambda$ )	1.006
	r determinística ( $r_{det}$ )	0.006
	Tiempo generacional (T) ♀/♂	14.95/14.95
10	Lambda ( $\lambda$ )	0.995
	r determinística ( $r_{det}$ )	-0.005
	Tiempo generacional (T) ♀/♂	16.40/16.40

## 2. Resultados estocásticos

### a. Edad de los padres al nacimiento del primer pichón

Tal como se vio en los resultados determinísticos, este modelo es sensible a los valores de la edad de los padres al nacimiento del primer pichón. Si las aves alcanzan la adultez a edades de 6 y 8 años, la población es bastante estable cuando no existe saqueo de pichones o cacería de adultos, pero si alcanzan la madurez a los 10 años, la población presenta poca viabilidad si no es suplementada con un número alto de animales en escenarios sin amenazas (Figs. 6a y 6b).

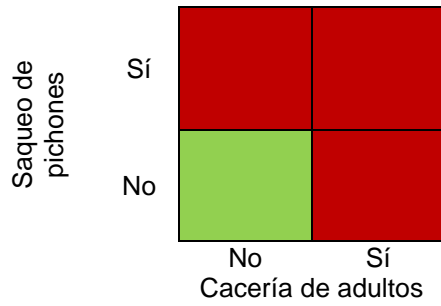
### b. Suplementación de animales

Los resultados indican que la viabilidad de la población aumenta si se suplementan 10 animales anualmente durante un período de diez años en lugar de 4 en escenarios sin amenazas humanas (Figs. 6a y 6b). Esto indica que este tipo de poblaciones tendría una gran dependencia a la ayuda humana durante los primeros años para asegurar su viabilidad.

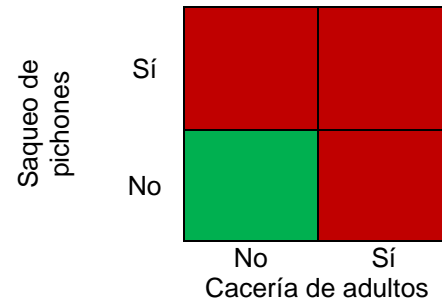
### c. Saqueo de pichones y cacería de adultos

Este modelo resultó bastante sensible a estas dos amenazas. Todos los escenarios donde se removían animales tuvieron probabilidades de extinción elevadas y tasas de crecimiento estocástico negativas (Figs. 6a y 6b). Esto indica la importancia de estudiar con detenimiento el área donde se va a realizar liberaciones de animales, para así detectar potenciales amenazas antes de proceder.

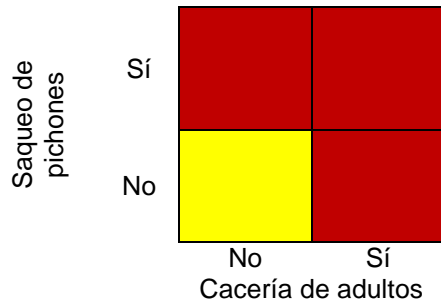
EPR6 KX Sup4



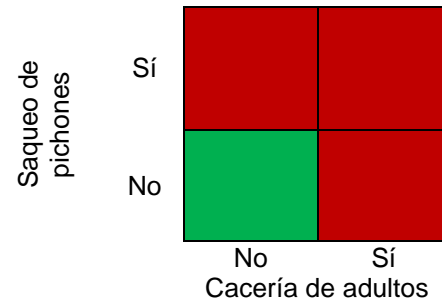
EPR6 KX Sup10



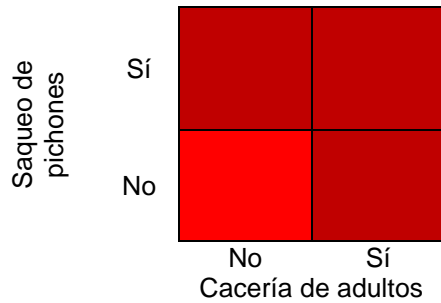
EPR8 KX Sup4



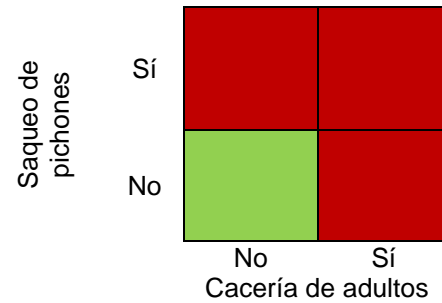
EPR8 KX Sup10



EPR10 KX Sup4



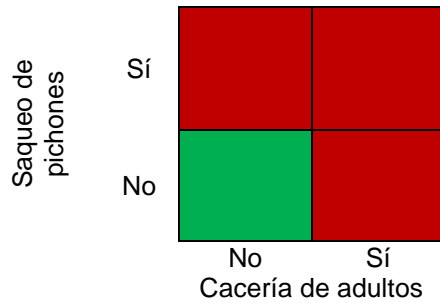
EPR10 KX Sup10



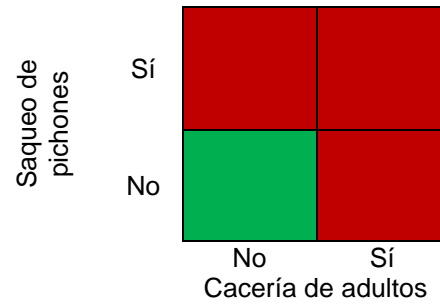
**Figura 6a: Probabilidad de extinción (PE) de una población de lapa verde al cabo de 100 años, conformada por animales reintroducidos, con o sin saqueo de nidos y cacería de adultos. Edad de los padres al nacer el primer pichón (EPR), Cualquier nivel de capacidad de carga (KX), Suplementación de aves por 10 años (Sup).**



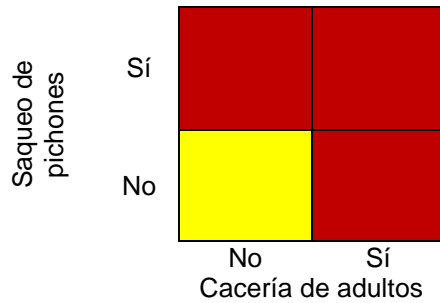
EPR6 KX Sup4



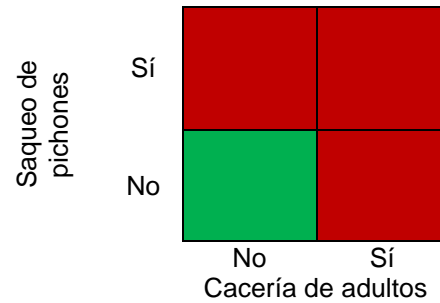
EPR6 KX Sup10



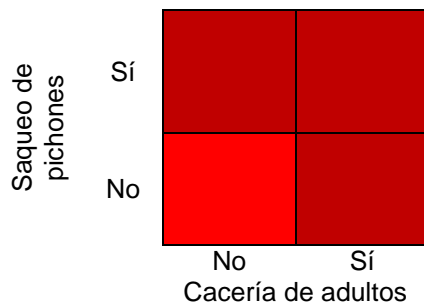
EPR8 KX Sup4



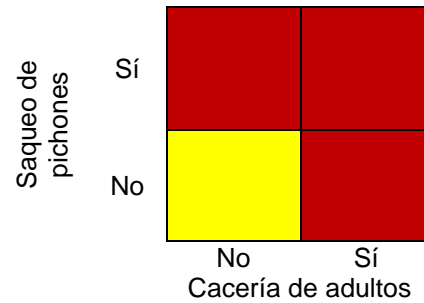
EPR8 KX Sup10



EPR10 KX Sup4



EPR10 KX Sup10



**Figura 6b:** Tasa promedio de crecimiento estocástico ( $r_{est}$ ) de una población de lapa verde al cabo de 100 años, conformada por animales reintroducidos, con o sin saqueo de nidos y cacería de adultos anualmente. Edad de los padres al nacer el primer pichón (EPR), Cualquier nivel de capacidad de carga (KX), Suplementación de aves por 10 años (Sup).

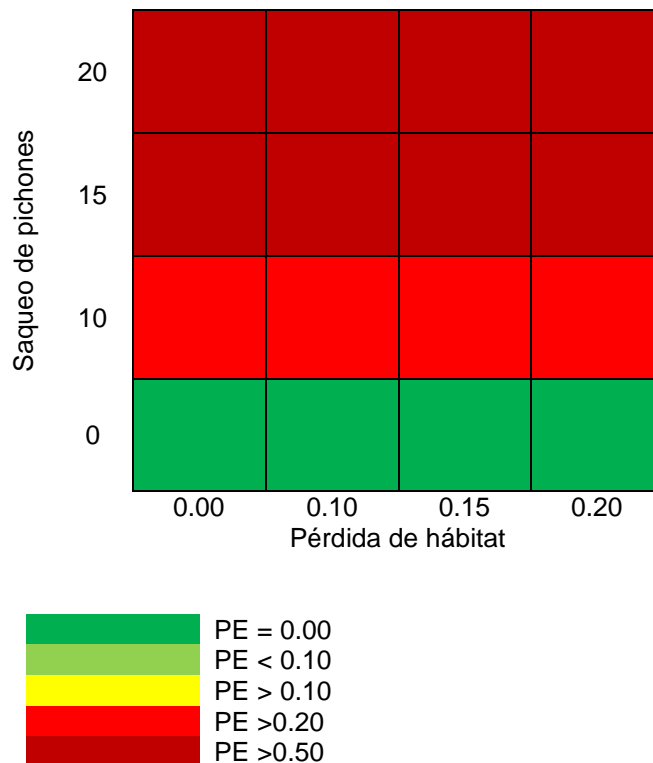
## Estrategia IV: Sensibilidad de la población de Maquenque

### Introducción

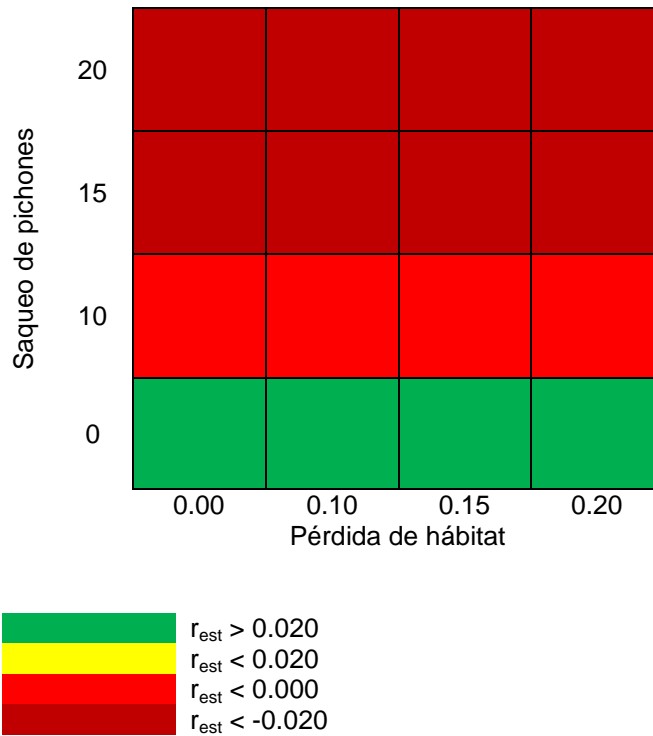
La población de Maquenque, ubicada en la Zona Norte de Costa Rica es la que se usó como modelo base; es una población viable a largo plazo (Cuadros 3 y 4). Sin embargo, se realizó un modelo que incluyera diferentes niveles de saqueo de pichones (10, 15, 20) por año y pérdida de hábitat en un período de 100 años (0.10, 0.15, 0.20) con el fin de apreciar cómo responde esta población ante amenazas potenciales.

### Resultados

Maquenque no es afectada por los diferentes niveles de pérdida de hábitat que se modelaron ya que al introducir únicamente esta amenaza, la probabilidad de extinción se mantiene en cero y la tasa de crecimiento poblacional es constante con un valor de 0.022. No obstante, sí es afectada por el saqueo de pichones, se observa que todos los escenarios donde se incluyó esta amenaza, presentaron probabilidad de extinción mayores a 0.20 y tasas de crecimiento poblacional negativas (Figs. 7a y 7b).



**Figura 7a: Probabilidad de extinción (PE) de la población de lapa verde de Maquenque al cabo de 100 años, con diferentes niveles de saqueo de pichones y pérdida de hábitat. Cada celda representa un escenario VORTEX diferente. Ver el texto para ver más detalles sobre los parámetros y significado de los resultados.**



**Figura 7b: Tasa promedio de crecimiento estocástico ( $r_{est}$ ) de la población de lapa verde de Maquenque al cabo de 100 años, con diferentes niveles de saqueo de pichones y pérdida de hábitat. Cada celda representa un escenario VORTEX diferente. Ver el texto para ver más detalles sobre los parámetros y significado de los resultados.**

### Discusión y conclusión

La población de lapa verde está fragmentada en siete poblaciones aisladas a lo largo de toda su distribución. Se puede asumir que no hay conectividad entre las poblaciones y que cada una tiene diferentes amenazas.

Las poblaciones que tienen  $\leq 50$  individuos presentan una alta probabilidad de extinción, pero si se mantiene una calidad de hábitat que cumpla con una dinámica poblacional igual o mejor a lo establecido en el modelo base, sus probabilidades de persistencia mejoran.

Poblaciones  $\geq 210$  individuos son bastante estables, pero siguen presentando cierta inestabilidad cuando los valores de los parámetros poblacionales son inferiores a los del modelo base.

Las poblaciones pequeñas tienen un riesgo mayor de ser demográfica y genéticamente más inestables que las grandes. Esta inestabilidad aumenta la probabilidad de extinción debido a factores estocásticos, como pérdida de hábitat o catástrofes.

La mortalidad juvenil no es un factor que afecte la viabilidad de la población, pero la mortalidad adulta sí es un factor importante y debe ser considerado en los estudios de conservación de la lapa verde.

La metapoblación de lapa verde es viable a largo plazo, pero si se toma cada población de forma individual, las que tienen  $\leq 50$  individuos no sobreviven a 100 años de mantenerse las condiciones actuales en cada una.

Si se elimina el saqueo de pichones y/o cacería de adultos de las poblaciones en riesgo, la viabilidad a largo plazo mejora en la mayoría de las poblaciones.

Extraer 10 o más pichones por año podría desestabilizar poblaciones grandes como Maquenque y Bosawas-Mosquitia Hondureña.

Suplementar aves por un período de 10 años en las poblaciones en riesgo no causa ningún efecto positivo sobre estas si no se elimina el saqueo de pichones y/o cacería de adultos. En el caso de poblaciones estables, esta técnica no funciona como estrategia para aumentar el crecimiento poblacional.

Reintroducir animales en áreas donde las lapas existieron históricamente pero que han desaparecido en la actualidad es una buena estrategia de manejo siempre y cuando el lugar de liberación reúna las condiciones mínimas de calidad de hábitat y no haya amenazas presentes.

Niveles de pérdida de hábitat anuales iguales o menores a 0.002% durante un período de 100 años no tienen efectos grandes sobre la viabilidad de las poblaciones. Por otro lado, poblaciones pequeñas de 10 individuos pueden alcanzar capacidades de carga de  $\geq 200$  individuos cuando no existen amenazas a su población, lo que indica que acciones dirigidas a aumentar el tamaño y calidad de hábitat pueden funcionar como medida de conservación de pequeñas poblaciones.

Se tienen que realizar investigaciones sobre la estructura demográfica de las poblaciones para así obtener una mejor idea de los valores de diferentes parámetros sensibles como el caso de la mortalidad adulta y porcentaje de hembras que se reproducen al año.

## CAPÍTULO VII

### Plan binacional de conservación de *Ara ambiguus*

#### Propuesta

En nuestra área de estudio se ha venido dando un proceso de conservación para la especie lapa verde y su hábitat. Este proceso inicia en el año 1994 con la investigación y conservación de la lapa verde en Costa Rica. Información importante sobre la ecología de esta especie se llega a obtener y dicha información científica es clave para sustentar las iniciativas de conservación que desde entonces se han venido dando.

Últimamente, se han iniciado estudios de monitoreo de esta especie de ave en el Sureste de Nicaragua. El fin último de estos esfuerzos ha consistido en conocer el estado de la población y su tamaño en ambos países.

En Costa Rica en 1994, se estimó una población de lapa verde de 210 individuos. Así mismo, se contabilizaron entre 25-35 parejas reproductivas (Powell *et. al.* 1999). Para Nicaragua no fue hasta el año 2008 que se estimó el tamaño de la población de lapa verde por medio de un análisis de viabilidad poblacional que arrojó 661 individuos. Durante este mismo año, se analizó la población de ambos países en conjunto, obteniéndose un estimado de la metapoblación compartida entre ambos países de 871 individuos (Monge *et. al.* 2009).

Iniciativas políticas en Costa Rica como el decreto de veda de los almendros nidos de lapas viene a contribuir al proceso de conservación de la especie. De la misma forma el Municipio de El Castillo en Nicaragua nombra a la especie lapa verde como especie emblema del municipio favoreciendo así su conservación y haciendo conciencia en la gente local.

En el 2001 se consolida la iniciativa del Corredor Biológico San Juan-La Selva que también constituye una acción de conservación del área de influencia de la población de lapa verde.

Amenazas como la pérdida de hábitat es la mas relevante (44.86%). Estudios previos han demostrado también como la principal amenaza es la pérdida de hábitat. En Costa Rica el rango de distribución de la especie lapa verde se ha reducido en un 90%. La segunda amenaza en importancia es la cacería, en Costa Rica no ocurre tanto esto, pero en Nicaragua la cacería y comercio de especies es muy común. Estos datos nos muestran que a pesar de los esfuerzos hasta ahora en el ámbito de la conservación de la especie se hace necesario dar seguimiento y continuar con las acciones en educación ambiental y concientización de la gente a nivel binacional.

Datos obtenidos en este estudio reflejan lo siguiente:

1. Aumento de la población actual de lapas.
2. Identificación de rutas de paso de las lapas.
3. Ubicación de nuevos puntos de avistamientos.
4. Población viable a largo plazo de mantenerse su hábitat.

### **1996-2010 (15 años de experiencia)**

Iniciativas políticas en Costa Rica como el decreto 1996 de veda de los almendros nidos de lapas viene a contribuir al proceso de conservación de la especie.

En el 2001 se consolida la iniciativa del Corredor Biológico San Juan-La Selva que también constituye una acción de conservación del área de influencia de la población de lapa verde.

En el 2002 nace la Campaña Binacional de Conservación de la Lapa Verde Nicaragua - Costa Rica.

En el 2002 se consolida la iniciativa del Corredor Biológico Binacional El Castillo-San Juan-La Selva constituyendo una acción de conservación binacional del área de influencia de la población de lapa verde.

Creación en el 2005 de un área protegida en el área de anidamiento de la lapa verde: Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque.

De la misma forma el Municipio de El Castillo en Nicaragua nombra en el 2005 a la especie lapa verde como especie emblema del municipio favoreciendo su conservación y haciendo conciencia en la gente local.

### **2010-2020 (10 años más para la consolidación)**

Propuesta 2010 de la Municipalidad de San Carlos de Costa Rica de declarar a la lapa verde como Ave Sancarleña.

Compromiso legal del Estado costarricense y nicaragüense de mantener y consolidar los programas de investigación, monitoreo de la especie y sobre todo, darle seguimiento y continuidad a las iniciativas de conservación binacional existentes.

Programa de reforestación y restauración de bosque que beneficie a propietarios de fincas. Crear incentivos de conectividad.

Red Binacional de Niños y Niñas Monitores de Lapas que contribuyan en la investigación científica y colecta de datos.

Ampliación de estudio satelital, según nuevos avistamientos en Costa Rica y Nicaragua, ver mapa.

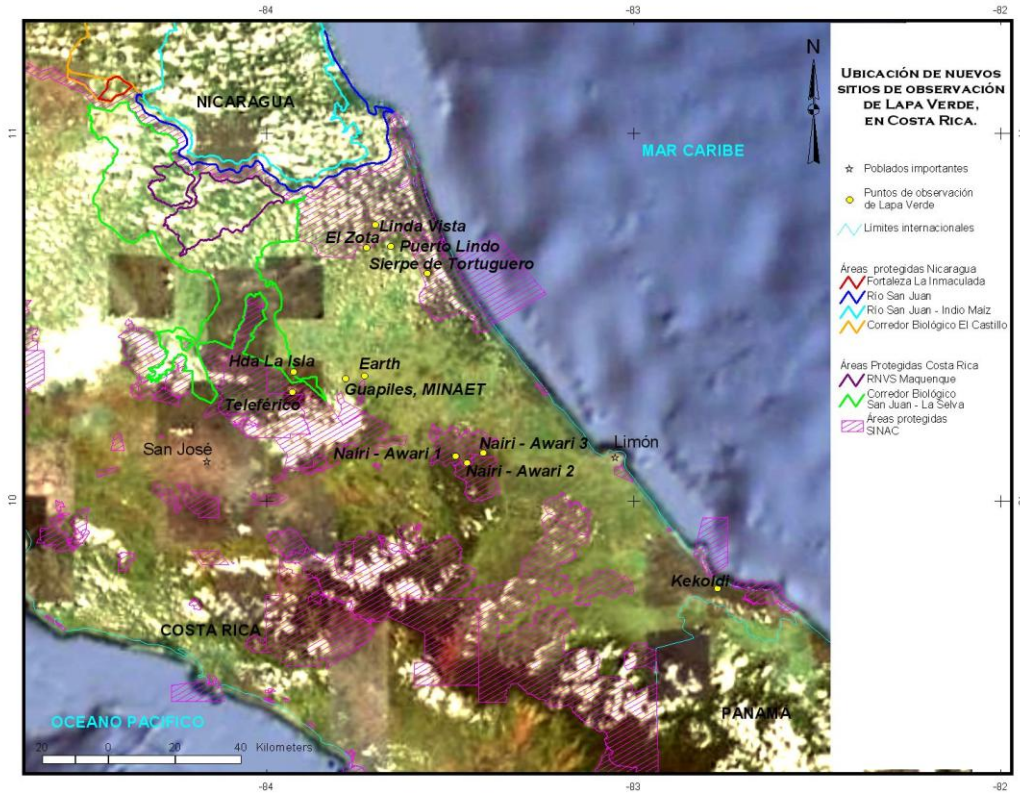
Adquisición o compra de tierras para crear el parque nacional de las lapas. Cambiando de categoría al actual AP.

Declaración de los gobiernos y del ICT de ambos países de la lapa verde como una especie bandera binacional.

### **Vacíos de conservación**

La población de lapa verde se encuentra bastante protegida y conservada en Costa Rica y Nicaragua, lo que garantiza su existencia y recuperación. Es responsabilidad de la sociedad civil y del Estado de mantener y consolidar cada uno de los programas de investigación, de monitoreo de la especie y, sobre todo, darle seguimiento y continuidad a las iniciativas de conservación. Como se muestra en la siguiente figura la especie lapa verde se está viendo en otras áreas nuevas en donde no se le veía hace algunos años atrás lo que es positivo en el sentido de que existe un incremento o recuperación de la población, pero también significa que se deben de poner esfuerzos de conservación en estos sitios del país.

Según el mapa a continuación, varios puntos de observación de lapas se obtuvieron en el territorio de Costa Rica del área de estudio. Sitios en donde las aves no habían sido avistadas desde hace cinco años atrás. Es por esta razón que actualmente la población no se investiga o monitorea en esa zona. Gracias también a las encuestas aplicadas se pudieron conocer algunos de estos sitios nuevos de observación. Lastimosamente, en el área de estudio del lado de Nicaragua no se pudo obtener datos de nuevos registros pues no existe una base de datos científica sobre la especie como en Costa Rica que nos permita decir con exactitud cuales son sitios nuevos de observación.



Identificados estos nuevos sitios de presencia de la especie nos permite abordar investigación y monitoreo permitiendo así rellenar estos vacíos de información y por ende de conservación de la especie.



## CAPÍTULO VIII

### Discusión y conclusiones

Estudios sobre el monitoreo de la población de lapa verde se han llevado a cabo por varios años en el Norte de Costa Rica. Últimamente, se han iniciado estudios de monitoreo de esta especie en el Sureste de Nicaragua. El fin último de estos esfuerzos consiste en conocer el estado de la población y su tamaño en ambos países.

En Costa Rica y Nicaragua se han venido desarrollando estrategias de conservación de esta especie de Ara en peligro de extinción. El objetivo de este estudio de tesis fue determinar que tan eficientes han sido esas estrategias de conservación, así como también hacer uso de los recursos encontrados con el fin de proponer un plan binacional de la especie en ambos países.

En Costa Rica, para el año 1994, el biólogo George Powell y su equipo de investigadores estimaron una población de lapa verde de 210 individuos. Así mismo, se contabilizaron entre 25-35 parejas reproductivas (Powell *et. al.* 1999). Para Nicaragua no fue hasta el año 2008 que se estimó el tamaño de la población de lapa verde por medio de un análisis de viabilidad poblacional que arrojó 661 individuos. Durante este mismo año, se analizó la población de ambos países en conjunto, obteniéndose un estimado de la meta población compartida entre ambos países de 871 individuos (Monge *et. al.* 2009).

El censo poblacional realizado en este trabajo es solo un primer ejercicio de monitoreo de la población de lapa verde en el ámbito binacional. El estudio se realizó durante el periodo reproductivo porque permite reducir el margen de error de conteo doble de los individuos. En esta ocasión la población promedio de lapas verdes obtenido para Costa Rica es de 302 y la población para Nicaragua es de 532. Estas estimaciones de la población en comparación con estudios previos presentan resultados favorables con un aumento de la población en los últimos años.

De las amenazas evaluadas en este estudio, la pérdida de hábitat es la mas relevante (44.86%). Estudios previos del Dr. Powell han demostrado también como la principal amenaza es la pérdida de hábitat. En Costa Rica el rango de distribución de la especie lapa verde se ha reducido en un 90%. La segunda amenaza en importancia es la cacería (22.43%), en Costa Rica no ocurre tanto esto, pero en Nicaragua la cacería y comercio de especies es muy común.

Se encontró una metapoblación fragmentada de lapa verde que se divide en siete poblaciones aisladas a lo largo de toda su distribución: Bosawas-Moskitia Hondureña, Maquenque Indio Maíz, Donoso-Bocas del Toro-Talamanca, Cerro

Hoya, Darien-Kuna Yala, Esmeraldas y Chongon-Colonche. Se puede asumir que no hay conectividad entre las poblaciones y que cada una tiene diferentes amenazas.

La mortalidad juvenil no fue un factor que afecte la viabilidad de la población, pero la mortalidad adulta sí es un factor importante y debe ser considerado en los estudios de conservación de la lapa verde.

La metapoblación de lapa verde es viable a largo plazo, pero si se toma cada población de forma individual, las que tienen  $\leq 50$  individuos no sobreviven a 100 años de mantenerse las condiciones actuales en cada una.

Si se elimina el saqueo de pichones y/o cacería de adultos de las poblaciones en riesgo, la viabilidad a largo plazo mejora en la mayoría de las poblaciones.

Se encontró que extraer 10 o más pichones por año podría desestabilizar poblaciones grandes como Maquenque y Bosawas-Mosquitia Hondureña.

Suplementar aves por un período de 10 años en las poblaciones en riesgo no causa ningún efecto positivo sobre estas si no se elimina el saqueo de pichones y/o cacería de adultos. En el caso de poblaciones estables, esta técnica no funciona como estrategia para aumentar el crecimiento poblacional.

Reintroducir animales en áreas donde las lapas existieron históricamente pero que han desaparecido en la actualidad es una buena estrategia de manejo siempre y cuando el lugar de liberación reúna las condiciones mínimas de calidad de hábitat y no haya amenazas presentes.

Niveles de pérdida de hábitat anuales iguales o menores a 0.002% durante un período de 100 años no tienen efectos grandes sobre la viabilidad de las poblaciones. Poblaciones pequeñas de 10 individuos pueden alcanzar capacidades de carga  $\geq 200$  individuos cuando no existen amenazas a su población, lo que indica que acciones dirigidas a aumentar el tamaño y calidad de hábitat pueden funcionar como medida de conservación de poblaciones.

Se tienen que realizar investigaciones sobre la estructura demográfica de las poblaciones para así obtener una mejor idea de los valores de diferentes parámetros sensibles como el caso de la mortalidad adulta y porcentaje de hembras que se reproducen al año.

Hoy día existe una mayor conciencia del público acerca de la importancia de proteger y conservar los recursos naturales. La lapa verde se ha identificado como una especie bandera en el Norte de Costa Rica y en el Sureste de Nicaragua. Lo cual ha permitido realizar una campaña binacional de conservación de la especie.

La población de lapa verde se encuentra bastante protegida y conservada en ambos países, lo que garantiza su existencia y recuperación. Es responsabilidad de la sociedad civil y del Estado de mantener y consolidar cada uno de los

programas de investigación, de monitoreo de la especie y, sobre todo, darle seguimiento y continuidad a las iniciativas de conservación.

## CAPÍTULO IX

### Recomendaciones

Es necesario ante cualquier estudio científico que se vaya a desarrollar, contar con buen diseño de muestreo previo de lo contrario el análisis de los datos y resultados nunca será el esperado y existe una gran posibilidad de perder tiempo, dinero y estudio.

Para garantizar la conservación de la especie *Ara ambiguus*, ya sea en Costa Rica, Nicaragua o cualquier otro país de su distribución, es necesario mantener un hábitat adecuado que le permita sobrevivir.

Si se quiere conservar la especie *Ara ambiguus* es necesario hacer conciencia en la población del lugar y protegerla.

Eliminar el saqueo de pichones y/o cacería de adultos de las poblaciones en riesgo de los países donde habita la especie, nos permite asegurar la viabilidad a largo plazo mejora en la mayoría de las poblaciones.

Reintroducir animales en áreas donde las lapas existieron históricamente pero que han desaparecido en la actualidad es una buena estrategia de manejo siempre y cuando el lugar de liberación reúna las condiciones mínimas de calidad de hábitat y no haya amenazas presentes. No se recomienda reintroducir animales en sitios donde la especie todavía existe en su estado natural, debido a que esto puede traer problemas de contagio de enfermedades de los animales en cautiverio a los animales silvestres. Por otra parte, los individuos reintroducidos vendrían a competir por el recurso alimenticio y por sitios de anidación. Lo más delicado acá es cuando existe una población silvestre existente compartida con un país vecino, cualquier contagio de la población del país vecino podrá generar una disputa entre países.

Se tienen que realizar investigaciones sobre la estructura demográfica de las poblaciones para así obtener una mejor idea de los valores de diferentes parámetros sensibles como el caso de la mortalidad adulta y porcentaje de hembras que se reproducen al año.

Es urgente el desarrollo de políticas de conservación a nivel binacional que permitan la conservación de las poblaciones de especies amenazadas y sus hábitats.

La zona histórica de reproducción de esta especie en Costa Rica ha sido reducida en un 90%, principalmente por la extracción forestal y la deforestación. Sobre la

base de los resultados de este estudio se recomienda reforzar las acciones de divulgación y concientización sobre la conservación de la especie y su hábitat.

Continuará siendo una necesidad el realizar estudios de investigación y monitoreo de las poblaciones de *Ara ambiguus* con el fin de medir su estado de conservación y la efectividad de las estrategias de conservación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALIDES / CCAD. 2005. Principios de la Alianza para el Desarrollo Sostenible. Sin lugar.
- Akçakaya H.R. 1992. Population viability analysis and risk assesment. p. 148-157. In D.R. McCollough & R.H. Barrett, R.H (eds.). Wildlife 2001: Populations. Elsevier Applied Science. Nueva York.
- Arndt T, Bjork R, Horstman E, Krabbe N, Pople R, Powell G, Salaman AP, Waugh D. 2000. Great-green Macaw *Ara ambigua*, Parrots. Status, Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. Gland, Switzerland, Cambridge, UK: IUCN, 121-123.
- Arnaez E, Morera I. 1995. Fenología de *Dipteryx panamensis* (almendro) en la Región Huetar Norte, Costa Rica. San José: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2 p.
- Barrantes A. 1996. Impacto de las restricciones en la corta del almendro amarillo y existencias de esta especie después de aprovechamiento. Ciudad Quesada, Costa Rica: CODEFORSA, 12 p.
- Benett AF. 2004. Enlazando el paisaje. El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. San José, Costa Rica: UICN, XIV + 276 p.
- Bergman Ch. 2000. Collared Greens, Natural History 109 (3), 48-55.
- Berg K, Horstman E. 1996. The Great Green Macaw *Ara ambigua guayaquilensis* in Ecuador: First Nest with Young, Cotinga 5, 53-54.
- Bjork R, Powell GVN. 1994. Intratropical migration by *Ara ambigua*: identifying habitat heterogeneity to protect biodiversity in lowland Tropical Wet Forest of Central America. Report to the Wildlife Conservation Society.
- Beissinger SR, Snyder NFR (Eds). 1992. New World Parrots in Crisis: Solutions from Conservation Biology. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Beissinger S.R., Westphal M.I. 1998. On the use of demographic models of population viability in endangered species management. Journal of Wildlife Management 62: 821–84.
- Boddiger D. 2003. Bird keys regional conservation effort, Eco Américas V, 7, 6-8.

Boyce M.S. 1992. Population viability analysis. Annual Review of Ecology and Systematics 23: 481-506.

Brook B.W. Burgman M.A. Akcakaya H.R. O'Grady, R. Frankham J.J. 2002. Critics of PVA ask the wrong questions: Throwing the heuristic baby Out with the bathwater. Conservation Biology 16: 262-263.

Casagrande D, Beissinger S. 1997. Evaluation of four methods for estimating parrot population size. Condor 99: 445-457.

Chassot O, Monge G, Wright P, Powell G, Adamek K, Alemán U. 2000a. Avistamientos de lapa verde (*Ara ambigua*) durante la temporada de anidamiento en la Zona Norte de Costa Rica. Disminución de la población (1997-2000). Sarapiquí, Costa Rica: Proyecto Lapa Verde. 7 p.

Chassot O, Monge G, Wright P, Adamek K, Powell G, Alemán U. 2000b. Cambios en el rango de anidamiento y la frecuentación de nidos conocidos de la lapa verde (*Ara ambigua*) en la Zona Huetar Norte de Costa Rica. Disminución de la población (1998-2000) II. Sarapiquí, Costa Rica: Proyecto Lapa Verde. 4 p.

Chassot O, Monge G, Powell G, Palminteri S, Alemán U, Wright P, Adamek K. 2001. Lapa verde, victima del manejo forestal insostenible. Ciencias Ambientales 21, 60-69.

Chassot O, Monge G, Powell G, Palminteri S. 2001. El Guacamayo Ambiguo a punto de extinguirse en Costa Rica, La Garcilla 110, 10-11.

Chassot O, Monge G, Powell G, Alemán U, Palminteri S. 2002. Lapa verde estable pero inviable, Ciencias Ambientales 24, 18-23.

Chassot O, Monge G. 2002. Great Green Macaw: flagship species of Costa Rica, PsittaScene 53, 6-7.

Chassot O, Monge G, Ruiz A, Mariscal T. 2002. La lapa verde, orgullo de la Cuenca del Río San Juan. Managua, Nicaragua: Fundación del Río, 19 p.

Chassot O, Monge G, Powell G, Alemán U, Palminteri S. 2004. Ecología y migraciones de la lapa verde, Ambientales 28, 31-42.

Chassot O, Figueroa A, Monge G, Ruiz A, Mariscal T, Kjeldsen J. 2006. Campaña binacional sobre la ecología de *Ara ambiguus*, Nicaragua-Costa Rica. Mesoamericana 10(2), 82-87.

Chassot O, Monge G, Ruiz A, Valerio L. 2006. Ficha Técnica Binacional El Castillo-San Juan-La Selva, Nicaragua-Costa Rica. Managua, Nicaragua: Corredor Biológico Mesoamericano (Serie Técnica N° 17), 64 p.

Chassot O, Monge G, Powell G. 2007. Biología de la conservación de *Ara ambiguus* en Costa Rica, 1994-2006. *Mesoamericana* 11(2), 41-47.

Chassot O, Monge G. 2008. Experiencia binacional para la conservación de la Lapa Verde, Nicaragua-Costa Rica 2000-2008. San Pedro, Costa Rica: Centro Científico Tropical, 117 p.

Chassot O, Monge G, Powell G. 2009. Biología de la conservación de la lapa verde 1994-2009: 15 años de experiencia. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical, 12 p.

Chassot O, Monge G, Powell G. 2009. Conservation Biology of the Great Green Macaw 1994-2009: 15 Years of Experience. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical, 12 p.

Diamond JM. 1975. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural preserves. *Biological Conservation* 7:129-146.

Fowler J, Cohen L. 1999. Estadística básica en Ornitología. 1 ed. SEO, BirdLife, Madrid, España. 144 p.

Fleischer R. 1998. Genetics and Avian Conservation. In Marzluff, J.M. & Sallabanks, R. 1998. Avian Conservation: Research and Management. Charter 3. Island Press, Washington, D.F. Covelo, California. 29-47 p.

Flores E. 1992. *Dipteryx panamensis*, Árboles y Semillas del Neotrópico. *Trees and Seeds from the Neotropics* 1(1), 1-22.

Furness RW, Greenwood JJD. 1993. Mapping and monitoring bird populations: their conservation uses. In Norris, K. & Pain, D.J. 2002. Conserving Bird Biodiversity: General Principles and their Application. *Conservation Biology* 7. Cambridge University Press, New York. 34-60 p.

Franklin I.R. 1980. Evolutionary change in small populations. Pages 135-149 in M.E. Soulé and B.A. Wilcox, eds. *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*. Sunderland, MA: Sinauer

García R. 2002. Biología de la conservación: conceptos y prácticas. 1 ed. INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 168 p.

Gilpin ME, Soulé ME 1986. Minimum viable populations: process of species extinction, p. 19-34, In M.E. Soulé (ed.). *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*, Sunderland, MA: Sinauer Associates.

Guindon C. Suzanne P. 1996. Great Green Macaw Habitat Reforestation Feasibility Study. Final Report to the Rainforest Alliance. New York: the Rainforest Alliance, 33 p.



Hanski I. 1989. Metapopulation Dynamics: Does It Help to Have More of the Same?, *Trends in Ecology and Evolution* 4, 113-114.

Hanski I, Gilpin M. 1991. Metapopulation Dynamics: Brief History and Conceptual Domain, *Biological Journal of the Linnean Society* 42, 3-16.

Harwood J. 2000. Risk assessment and decision analysis in conservation. *Biological Conservation* 95: 219–226.

Hedrick PW. 1996. Genetics of Metapopulations: Aspects of a Comprehensive Perspective. In McCullough, D.R. 1996. *Metapopulations and Wildlife Conservation*. Island Press, Washington, D.F. Covelo, California. 29-51 p.

Holdridge L. 1967. *Life Zone Ecology*. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical.

Horstman E, Berg K. 2000. The Great Green Macaw in Ecuador. Eluding the Second Extinction Wave, *Cyanopsitta* 56, 12-17.

<http://www.VORTEX9.org/>

Janzen D. 1983. *Costa Rican Natural History*. With 174 Contributors. Chicago & London. The University of Chicago Press, 816 p.

Lacy R.C. 1993. VORTEX: A computer simulation model for Population Viability Analysis. *Wildlife Research* 20: 45-65.

Lacy R.C. 2000. Considering threats to the viability of small populations. *Ecological Bulletin* 48: 39-51.

Lacy R.C. 1993/1994. What is Population (and Habitat) Viability Analysis? *Primate Conservation* 14/15: 27-33.

Lindenmayer DB, Clark TW, Lacy RC, Thomas VC. 1993. Population viability analysis as a tool in wildlife conservation policy: With reference to Australia. *Environmental Management* 17: 745-758.

Madriz B. 2004. Relación de dependencia directa para la alimentación y anidación de la lapa verde (*Ara ambigua*) y el almendro (*Dipteryx panamensis*) en la zona norte de Costa Rica. San José, Costa Rica: SINAC, FONAFIFO, 32 p.

Marzluff JM, Sallabanks R. 1998. *Avian Conservation: Research and Management*. Island Press, Washington, D.F. Covelo, California. 563 p.

MacArthur R, Wilson E. 1963. An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography, *Evolution* 17, 272-287.

MacArthur R, Wilson E. 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton: Princeton University Press, 224 p.

Matamoros Y, Wong G, Seal U (eds.) 1996. Taller de Evaluación de Viabilidad de Población y Hábitat de *Saimiri oerstedii citrinellus*. Reporte Final. Grupo Especialista en Reproducción en Cautiverio (SSC/IUCN). Apple Valley, Minnesota. 146 p.

Mathews M, Macdonald D. 2001. The sustainability of the common crane (*Grus grus*) flock breeding in Norfolk: insights from simulation modelling. *Biological Conservation* 100: 323-333.

Miller PS, Lacy RC. 2005. VORTEX. A stochastic simulation of the simulation process. Version 9.50 user's manual. Conservation Breeding Specialist Group (IUCN/SSC). Apple Valley, Minnesota. 157p.

Mittermeier R, Myers N, Robles G.P., Goettsch C. 1999. Biodiversidad amenazada. Las ecoregiones prioritarias del mundo. México D.F, México: Cemex. Conservación Internacional, 430 p.

McCullough DR. 1996. Metapopulations and Wildlife Conservation. Island Press, Washington, D.F. Covelo, California. 429 p.

Monge G, Chassot O, Wright P, Powell G, Adamek K. 2000. La lapa verde a un paso de la extinción, *Ambien-Tico* 87, 4-5.

Monge G, Chassot O, Powell G, Palminteri S. 2002. Propuestas de conservación para el guacamayo ambiguo en Costa Rica, *Quercus* 196, 38-42.

Monge G, Chassot O, Powell G, Palminteri S, Alemán U, Wright P. 2003. Ecología de la lapa verde (*Ara ambigua*) en Costa Rica, *Zeledonia* VII, 2, 4-12.

Monge G, Chassot O, Chávez H, Rodríguez J, Gutiérrez G, Traylor-Holzer K, Matamoros Y (Eds.). 2009. Taller de Conservación de la Guacamaya Verde (*Ara ambiguus*). Evaluación de Viabilidad Poblacional y de hábitat (PHVA). 22 al 26 de setiembre, 2008. Estación Biológica La Selva, Heredia, Costa Rica, 283 p.

Norris K, Pain DJ. 2002. Conserving Bird Biodiversity: General Principles and their Application. *Conservation Biology* 7. Cambridge University Press, New York. 337 p.

O'Grady JJ, Brook BW, Reed DH, Ballou JD, Tonkyn DW, Frankham R. 2006. Realistic levels of inbreeding depression strongly affect extinction risk in wild populations. *Biological Conservation* 13: 42 –51.

Peterson GD, Cumming GS, Carpenter SR. 2003. Scenario planning: a tool for conservation in an uncertain world. *Conservation Biology* 17: 358-366.

Powell G, Wright P, Alemán U, Guindon C, Palminteri S, Bjork R. 1999. Resultados y recomendaciones para la conservación de la lapa verde (*Ara ambigua*) en Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical, 39 p.

Powell G, Wright P, Guindon C, Monge G, Alemán U, Palminteri S, Bjork R, Chassot O. 2000. Destrucción del hábitat y desaparición de la lapa verde en Costa Rica, *Ambien-Tico* 87, 6-7.

Ralls K, Ballou J, Templeton A. 1988. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. *Conservation Biology* 2: 185–193.

Reed DH, O'Grady JJ, Ballou JD, Frankham R. 2003. The frequency and severity of catastrophic die-offs in vertebrates. *Animal Conservation* 6: 109-114.

Sánchez J. 1995. Algunos apuntes sobre la biología e historia natural de la lapa verde (*Ara ambigua*). San José, Costa Rica: Museo Nacional.

Snyder N, James F, Beissinger S. 1992. Towards a Conservation Strategy for Neotropical Psittacines, in S.R. Beissinger and N.F.R. Snyder (Eds), *New World Parrots in Crisis: Solutions from Conservation Biology*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 257–276.

Snyder N, McGowan P, Gilardi J, Gramal A. 2000. Parrots. Status, Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. Gland, Switzerland; Cambridge, UK: IUCN, 2000, XII + 180 p.

Sutherland WJ. 2000. *The Conservation Handbook Research, Management and Policy*. Blackwell Science, University Press, Cambridge, Great Britain. 278 p.

Shaffer M. 1981. Minimum Population Sizes for Species Conservation. *Bioscience* 31: 131- 134.

SPSS. 2002. SPSS for Windows 11.5.0. SPSS, Chicago, Illinois, USA.

Walters JR. 1998. The Ecological Basis of Avian Sensitivity to Habitat Fragmentation. In Marzluff, J.M. & Sallabanks, R. 1998. *Avian Conservation: Research and Management*. Chapter 12. Island Press, Washington, D.F. Covelo, California. 181-192 p.

Wright P, Powell G, Palminteri S. 2000. Great Green Macaw Conservation in Central America, *PsittaScene* 12 (3), 2-3.

Ziembeki M. 2001. The Great Green Macaw. Flagship for Biodiversity Conservation in Central America, *Eclectus* 10, 2001, 2-5.





### ANEXO 3

#### Entrevista complementaria a los muestreos por línea y puntos, Nicaragua-Costa Rica.

1. Ha visto lapas verdes alguna vez?

---

2. Según Usted cuál es la principal amenaza que enfrenta la lapa verde?

---

3. Ha observado actualmente una disminución en la observación de lapas verdes comparado con años anteriores?

---

4. En qué lugares ha visto lapas verdes?

---

5. En qué tipo de hábitat (bosque, potrero, plantación, humedal, etc.) ha visto lapas verdes?

---

6. De qué ha visto que se alimentan las lapas verdes?

---

7. Conoce nidos de lapas verdes? En qué lugar?

---

8. De qué comunidad o lugar es Usted?

---

**OBSERVACIONES:**

---

---

## ANEXO 4

### Ficha de especie: *Ara ambigua*

1. **Nombre Científico de la Especie \***  
*Ara ambigua*
2. **Autor y año de descripción del taxón (\* o 3)**  
(Bechstein, 1811)
3. **Referencia de Publicación de la especie (\* o 2)**  
Bechstein, 1811, in Latham, Allg. Uebers. Vogel 4(1): 65. Basado en “Le Grand Ara Militaire” Levaillant Hist. Nat. Perr. 1: 15, pl. 6
4. **Orden**  
Psittaciformes
5. **Familia \***  
Psittacidae
6. **Autor de la UBI \***  
Guisselle Monge Arias & Olivier Chassot  
Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde  
Centro Científico Tropical
7. **Co-autores**  
Luis Humberto Elizondo C.
8. **Colaboradores**  
The Nature Conservancy / Centro Científico Tropical
9. **Nombres comunes**  
Lapa verde, guacamayo verde mayor
10. **Sinonimia o Historia Taxonómica**  
*Psittacus ambiguus* Bechstein, 1811
11. **Localidad tipo**  
NA
12. **Depositorio del tipo**  
NA



**13. Recolector (es) del tipo**

NA

**14. Descripción diagnóstica**

Es el segundo Psitácido más grande del nuevo mundo, mide 79 cm., y pesa un promedio de 1.442 gramos. Su cola es relativamente más corta y más robusta que la de la “lapa roja” (*Ara macao*), con el pico mucho más grueso. Los adultos son principalmente verde amarillento con la frente escarlata. Las coberteras mayores son azul verdoso y las remeras azul profundo, y las coberteras de la cola azul celeste y las timoneras centrales son rojo ladrillo con la punta verdosa. El resto de las timoneras es azul por encima y toda la cola es amarillo oliva por debajo. El iris es amarillo. La piel de la cara es blancuzca, cruzada por líneas de plumas rojas y negras. El pico es negro con la punta gris y las patas fuscas. Los individuos juveniles son similares, aunque más opacos y en general más oliva. Las escapulares, terciales y timoneras centrales presentan un borde amarillento.

**15. Datos Moleculares**

Según un análisis de DNA mitocondrial realizado por Eberhard y Bermingham (2003) con individuos de *Ara ambigua* y de *Ara militaris*, demuestran que las poblaciones de *Ara ambigua* de Costa Rica (*Ara ambigua ambigua*) y de Ecuador (*Ara ambigua guayaquilensis*) son muy cercanas y que han divergido muy recientemente. Los datos también demuestran que las dos especies de *Ara ambigua* forman un linaje independiente dentro del complejo *militaris/ambigua*, y que este linaje *ambigua* no parece ser directamente derivado de *Ara militaris* de Sur América.

**16. Distribución en Costa Rica**

De acuerdo con Stiles y Skutch (1989), la lapa verde históricamente anidaba a lo largo de los bosques de tierras bajas del Caribe Costarricense. Entre finales de 1993 e inicios de 1994, después de una búsqueda extensiva con el Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde y el ornitólogo Julio Sánchez en el noreste de Costa Rica, fue posible identificar unos 1.000 kilómetros cuadrados como área de anidamiento significativa de la especie en Costa Rica. Asumiendo que el rango histórico propuesto por Stiles y Skutch es correcto, el rango actual reproductivo representa una reducción del hábitat reproductivo mayor al 90% (ver mapa).

## Distribución de *Ara ambigua* en Costa Rica



### 17. Distribución fuera de Costa Rica

En tierras bajas húmedas, principalmente del lado atlántico, en bosques entre el Este de Honduras y el Noreste de Colombia, con una población aislada de menos de dos decenas de individuos cerca de Guayaquil y en la Provincia de Esmeraldas, en el Oeste del Ecuador.

### 18. Hábitat

Prefieren el dosel de los bosques húmedos de bajuras.

### 19. Territorio

Vuela grandes distancias en busca de árboles de alimentación llegando a visitar árboles de *Dipteryx panamensis* remanentes en potreros y sitios semiabiertos. Generalmente en bandadas pequeñas de hasta 18 individuos, se desplazan grandes distancias sobre la vertiente del Caribe. Se reproduce en la región de San Carlos durante los primeros seis meses del año y en los restantes seis meses del año se dedican a migrar hacia la región de Sarapiquí y las faldas del Parque Nacional Braulio Carrillo. Según datos del Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde en la Zona Norte de Costa Rica, las lapas forman parejas de por vida, son casi fieles a sus

nidos y no existe casi traslape entre el área (550 ha.) que ocupa cada pareja durante la época de reproducción.

## **20. Estacionalidad**

La lapa verde ha sido considerada como una de las especies migratorias en Costa Rica, temporalmente ha sido localizada en localidades de altitudes medias, arriba de 1000 metros, en el área Volcánica Central. Siguiendo el movimiento de las familias de lapas radio marcadas, vía terrestre o aérea, ha permitido crear un modelo de patrón para la migración donde parte de la población demuestra el abandono del área reproductiva, durante varios meses de julio a noviembre..

## **21. Método de recolecta**

No habían esfuerzos exitosos previos con radio marcaje para especies del genero *Ara*. Fue desarrollado un transmisor a prueba de lapas, diseñado en conjunto con Holohill Systems, y probado previamente con individuos en cautiverio para asegurar que el transmisor funcionará y que no afectará las capacidades de alimentación o de vuelo de las aves. El transmisor está compuesto por un cilindro de latón (17 mm de diámetro por 40 mm de longitud), que contiene el transmisor y la batería, y por un collar también de latón (1 cm de ancho) que tiene a la vez la función de antena. El collar está permanentemente cerrado en uno de los extremos del cilindro, alrededor de la parte posterior del cuello del ave, y asegurado en el otro extremo con un tornillo corrosible. La unidad pesa 29g, es decir menos del 3% del peso promedio de un adulto silvestre de lapa verde. Los transmisores fueron fabricados para durar alrededor de 12 meses durante los primeros dos años de estudio y 18-20 meses en años subsecuentes (Powell, *et. al.*, 1999). Se capturan lapas adultas en la época de anidamiento, durante el periodo de dos semanas previo a la salida de los pichones del nido, con el fin de no estresar ni a los padres, ni a los juveniles.

## **22. Usos**

Es capturada en su hábitat natural y vendida como mascota. También se utilizan las plumas para hacer pinturas. En Costa Rica se reproduce bien en cautiverio, aunque se requieren grandes jaulas, cajas para anidación, aislamiento y extrema paciencia. En algunos sitios (Zoológico ZOOAVE) se está reproduciendo artificialmente con fines educación ambiental.

## **23. Mitos**

Es una especie que depende de un complejo arreglo de recursos alimenticios, lo cual implica que la protección de su hábitat y recurso beneficiará a una multitud de otras especies del bosque, ejerciendo así, lo que los biólogos llaman el *efecto sombrilla*. Actualmente, es el ave emblema de la Campaña Binacional con el hermano país de Nicaragua.

#### 24. Ciclo de Vida

Según datos del Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde en la Zona Norte de Costa Rica, de enero a febrero, las lapas ponen sus huevos y los incuban por un periodo de 30 días. Entre febrero y marzo, los pichones nacen y permanecen 60 días en el nido emplumando. A finales de marzo y abril, los pichones realizan sus primeras prácticas de vuelo antes de marcharse para siempre de su nido. En mayo, los pichones salen del nido y se quedan en los alrededores del nido con sus padres, aprenden a volar y a valerse por si solos. Ya en junio, no hay disponibilidad de frutos de almendro, ni de titor, entonces las lapas migran en busca de otras fuentes de alimento. Entre julio y setiembre, las lapas se encuentran en su totalidad en la zona de migración (300-600 msnm) donde se mueven en grandes grupos por toda la zona buscando alimento en elevaciones intermedias. De octubre a noviembre, se mueven a alturas entre los 700-900 msnm en busca de comida. A mediados de noviembre y diciembre, los grupos regresan a la zona de anidamiento para aparearse, se separan en parejas para buscar y explorar nidos potenciales. Muchas parejas hacen uso del mismo nido.

#### 25. Relaciones

La especie lapa verde, es un ave sumamente tímida, no se relaciona con el hombre como en el caso de la lapa roja, siempre se observa en árboles de grandes alturas (35-40 metros de altura) y nunca a alturas menores. Su dieta es muy específica, así como el sustrato donde construye su nido, en ambos casos hace uso del árbol conocido como almendro de montaña (*Dipteryx panamensis*). Utiliza el almendro en 80 % para su alimentación y en un 90% para su anidación. Actualmente, no se conocen depredadores naturales, el único depredador conocido para la especie, es el ser humano.

#### 28. Alimentación

Las semillas de los frutos de *Dipteryx panamensis* representan una de las especies previamente identificadas como importantes en la dieta de la lapa verde. Información sobre forrajeo fue colectada por medio del monitoreo de las aves marcadas y confirmada por la fuerte preferencia de *D. panamensis*, siendo en septiembre de cada año cuando las frutas inmaduras de tamaño mediano están disponibles hasta abril cuando estas frutas se vuelven escasas. Las lapas fueron observadas recogiendo las ultimas frutas de un árbol al final del ciclo de fructificación cuando la disponibilidad de semillas disminuye.

Ninguna otra correlación directa ha sido delineada entre fructificación y consumo, sin embargo, *Sacoglottis trichogyna* (titor) ha sido encontrada por ser un alimento preferido cuando *D. panamensis* se vuelve escasa o no disponible. Las aves marcadas muestran una preferencia por *S. trichogyna* a comienzos de abril y hasta agosto, cuando los frutos ya no están disponibles. Desde octubre y hasta julio, *D. panamensis* y *S. trichogyna* son reportados como un 65% y 95% del total de las observaciones de forrajeo. Individualmente, *D. panamensis* tiene un pico en junio, cuando se reporta

como 80% de las observaciones. En el breve periodo cuando los frutos de *D. panamensis* y *S. trichogyna* ya no están disponibles o escasos (septiembre y octubre), aves marcadas fueron encontradas alimentándose de una variedad de 37 especies de frutas. El consumo de otras especies tiene su pico en septiembre, cuando se reporta un 66% de estas observaciones. Nueve de las 37 especies son especies de tierras altas y por lo tanto son fuentes de alimento una vez que las lapas han migrado a mayores altitudes.

En ocasiones vuela grandes distancias hasta árboles de alimentación; llega a visitar árboles de “almendro de montaña” remanentes en potreros y sitios semiabiertos. Mientras se alimentan son silenciosas, con excepción de algunas emisiones y graznidos.

## **29. Reproducción**

En Costa Rica, la lapa verde anida de diciembre a junio. La mayoría de las parejas ponen el primer huevo a finales de enero y ya para febrero los nidos están con crías. La hembra incuba los huevos y el macho trae la comida al nido. Cuando tienen la oportunidad de cumplir sus ciclos naturales de reproducción, en promedio tienen 2 pichones. Ambos padres son responsables de la alimentación de los pichones a los cuales alimentan aproximadamente cada dos horas, una vez que los pichones están más grandes, la alimentación es por periodos más largos. Después de dos semanas de salidos los pichones del nido, saben volar y están listos para iniciar su migración en busca de fuentes de alimento.

En cuanto al éxito reproductivo de las lapas, los datos indican que las lapas en Costa Rica “producen más que el número suficiente de crías para reemplazar a la población adulta. Los valores de productividad y sobrevivencia que fueron medidos indican mayor número de aves producidas que perdidas a través de la mortalidad natural y que la población debería estar incrementándose si el hábitat existente pudiera sustentarlas. Sin embargo, no existe ninguna evidencia de que la población este incrementándose” (Powell, *et. al.*, 1999).

## **30. Comportamiento**

Generalmente se desplazan grandes distancias en familia (parejas o grupos de cuatro) durante la temporada de reproducción y forman bandadas medianas hasta de 40 individuos durante la temporada de migración. Cuando no están anidando se les observa siempre en pareja, son muy tímidas y difíciles de ver a alturas no menores de los 35 metros de altura. Se alimentan en silencio y muchas veces pueden estar hasta más de cinco horas en un mismo árbol. Son aves que cuidan de sus pichones hasta que estos se puedan valer por si solos, incluso hasta que nacen los pichones de la siguiente temporada.

### 31. Población

El Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde en la Zona Norte de Costa Rica, ha estimado hasta el año 2003, una población reproductiva de entre 25 y 35 parejas. En el año 1994, hizo un estimado de la población total y obtuvo un total de 200 individuos.

### 32. Dimorfismo

Es una especie que no presenta dimorfismo sexual, para identificar el macho de la hembra es necesario realizar un estudio de ADN. Por otra parte, solo se conoce su edad reproductiva a nivel de cautiverio y es a los seis años.

### 33. Situación

Actualmente, la lapa verde se encuentra en el apéndice I de CITES, declarándose en peligro de extinción. En el caso de Costa Rica y según estudios realizados por el Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde en la Zona Norte, solo quedaban hasta el año 2003, una población reproductiva de 25-35 parejas. Así mismo, su rango de distribución histórico se ha reducido en un 90%. La amenaza mas grave que pone en peligro a esta ave en todos los países donde habita, es la pérdida de hábitat como resultado de la deforestación y destrucción del bosque. En Costa Rica como una estrategia de conservación para rescatar la población remanente de la especie, se está trabajando en la consolidación del Corredor Biológico San Juan-La Selva y el establecimiento del propuesto Parque Nacional Maquenque en la Zona Norte correspondiendo con el área de anidamiento de la especie.

### 34. Referencias

ABRAMSON J., *Buffon's Macaw* (Ara ambigua), AFA Watchbird 13 (5), 1986, 9-10.

ARNDT Thomas, BJORK Robin, HORSTMAN Eric, KRABBE Niels, POPLE Robert, POWELL George, SALAMAN Paul, WAUGH David, *Great-green Macaw Ara ambigua*, Parrots. Status, Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. Gland, Switzerland, Cambridge, UK: IUCN, 2000, 121-123.

BERG Karl, Eric HORSTMAN, *The Great Green Macaw Ara ambigua guayaquilensis in Ecuador. First Nest with Young*, Cotinga 5, 1996, 53-54.

BERGMAN Charles, *Collared Greens*, Natural History 4, 2000, 48-55.

BJORK Robin, POWELL George, *Buffon's Macaw. Some Observations on the Costa Rican Population, its Lowland Forest Habitat and Conservation*, The Large Macaws: their Care, Breeding and Conservation. Philadelphia: RARE Center for Tropical Conservation, 1995, 387-393.

CHASSOT Olivier, MONGE Guisselle, *Great Green Macaw: flagship species of Costa Rica*, PsittaScene 53, 2002, 6-7.

CHASSOT Olivier, MONGE Guisselle, POWELL George, PALMINTERI Suzanne, *El Guacamayo Ambiguo a punto de extinguirse en Costa Rica*, La Garcilla 110, 2001, 10-11.

CHASSOT Olivier, MONGE Guisselle, POWELL George, PALMINTERI Suzanne, WRIGHT Pamela, BOZA Mario, CALVO Julio, PADILLA Clara, *Corredor Biológico San Juan-La Selva para proteger la lapa verde*, Ambiente 95, 2001, 13-15.

CHASSOT Olivier, MONGE Guisselle, POWELL George, PALMINTERI Suzanne, ALEMÁN Ulises, WRIGHT Pamela, ADAMEK Krista, *Lapa verde, víctima del manejo forestal insostenible*, Ciencias Ambientales 21, 2001, 60-69.

CHASSOT Olivier, MONGE Guisselle, WRIGHT Pamela, POWELL George, ADAMEK Krista, ALEMÁN Ulises, *Avistamientos de lapa verde (Ara ambigua) durante la temporada de anidamiento en la Zona Norte de Costa Rica. Disminución de la población (1997-2000)*. Sarapiquí, Costa Rica: Proyecto Lapa Verde, 2000, 7 p.

CHASSOT Olivier, MONGE Guisselle, WRIGHT Pamela, ADAMEK Krista, POWELL George, ALEMÁN Ulises, *Cambios en el rango de anidamiento y la frecuentación de nidos conocidos de la lapa verde (Ara ambigua) en la Zona Huetar Norte de Costa Rica. Disminución de la población (1998-2000) II*. Sarapiquí, Costa Rica: Proyecto Lapa Verde, 2000, 4 p.

CHASSOT Olivier, MONGE Guisselle, WRIGHT Pamela, ADAMEK Krista, POWELL George, ALEMÁN Ulises, *Changes in the Nesting Range and Frequency of Known Nests of the Great Green Macaw (Ara ambigua) in the Northern Zone of Costa Rica. Decrease of the Population (1998-2000) II*. Sarapiquí, Costa Rica: Great Green Macaw Project, 2000, 4 p.

Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva, *La lapa verde, el almendro y el Corredor Biológico San Juan-La Selva*, Puentes de Vida 3, 2001, 10-11.

EBERHARD Jessica R., BERMINGHAM Eldredge, *Phylogenetic Relationship Between the Military Macaw (Ara militaris) and the Great Green Macaw (Ara ambigua) Based on mtDNA Sequence Data*. Panama: Smithsonian Tropical Research Institute, 2003, 6 p.

LÓPEZ-LANUS Bernabé, *The Biology of Great Green Macaw Ara ambigua in Southwest Ecuador*, Parrot Biology III, 2, 1999, 147-169.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ J. C., *Distribution and Conservation of Macaws in Nicaragua*, Proceedings of the First Mesoamerican Workshop on the Conservation and Management of Macaws, 1991, 19-23.

MONGE Guisselle, CHASSOT Olivier, POWELL George, PALMINTERI Suzanne, *Propuestas de conservación para el guacamayo ambiguo en Costa Rica*, Quercus 196, 2002, 38-42.

MONGE Guisselle, CHASSOT Olivier, WRIGHT Pamela, POWELL George, ADAMEK Krista, *La lapa verde a un paso de la extinción*, Ambien-Tico 87, 2000, 4-5.

MONGE Guisselle, CHASSOT Olivier, POWELL George, PALMINTERI Suzanne, ALEMÁN Ulises, WRIGHT Pamela, *Ecología de la lapa verde (Ara ambigua) en Costa Rica*, Zeledonia VII, 2, 2003, 4-12.

POWELL George, BJORK Robin, *Ara ambigua* (Great Green Macaw or Buffon's Macaw or Lapa Verde): Preliminary Observations on the Costa Rican Population and their Lowland Forest Habitat and on their Conservation. Monteverde, Costa Rica: RARE Center for Tropical Conservation, 5 p.

POWELL George, BJORK Robin, MONTERO Sergio, ALEMÁN Ulises, Migración intratropical de *Ara ambigua*: identificación de heterogeneidad y enlaces de hábitat para proteger la biodiversidad del bosque húmedo tropical en áreas bajas de Centroamérica. Monteverde, Costa Rica: RARE Center for Tropical Conservation, 1996, 24 p.

POWELL George, WRIGHT Pamela, ALEMÁN Ulises, GUINDON Carlos, PALMINTERI Suzanne, BJORK Robin, Research Findings and Conservation Recommendations for the Great Green Macaw (*Ara ambigua*) in Costa Rica. San José, Costa Rica: Tropical Science Center, 1999, 39 p.

POWELL George, WRIGHT Pamela, ALEMÁN Ulises, GUINDON Carlos, PALMINTERI Suzanne, BJORK Robin, Resultados y recomendaciones para la conservación de la lapa verde (*Ara ambigua*) en Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical, 1999, 39 p.

POWELL George, WRIGHT Pamela, GUINDON Carlos, MONGE Guisselle, ALEMÁN Ulises, PALMINTERI Suzanne, BJORK Robin, CHASSOT Olivier, *Destrucción del hábitat y desaparición de la lapa verde en Costa Rica*, Ambien-Tico 87, 2000, 6-7.

SÁNCHEZ Julio, Algunos apuntes sobre la biología e historia natural de la lapa verde (*Ara ambigua*). San José, Costa Rica: Museo Nacional, 1995.



## ANEXO 5

### Resultados de los diferentes escenarios analizados en el PHVA.

1. Resultados de los escenarios del análisis de sensibilización con una población inicial de 210 aves (r estocástica, probabilidad de extinción, tamaño promedio de las poblaciones que sobrevivieron y de todas las poblaciones, diversidad genética, mediana y promedio de años cuando se extinguen las poblaciones, desviaciones estándar dadas como SD). MJ: mortalidad juvenil, MA: mortalidad de adultos, MAX: máxima edad reproductiva, H: porcentaje de hembras que se reproducen al año.

Escenario	stoc-r	SD(r)	PE	N-extant	SD(Next)	N-all	SD(Nall)	GeneDiv	SD(GD)	MedianTE	MeanTE
<b>Base</b>	<b>0,022</b>	<b>0,048</b>	<b>0</b>	<b>293,24</b>	<b>11</b>	<b>293,24</b>	<b>11</b>	<b>0,9732</b>	<b>0,0032</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
MJ50 MA5 MAX20 H30	-0,008	0,051	0,002	112,49	58,97	112,28	59,11	0,9444	0,0252	0	98
MJ50 MA10 MAX20 H30	-0,045	0,102	0,692	8,84	8,6	2,98	6,2	0,7514	0,1155	91	83,6
MJ50 MA5 MAX25 H30	0,009	0,044	0	270,41	34,21	270,41	34,21	0,9719	0,0042	0	0
MJ50 MA10 MAX25 H30	-0,03	0,081	0,216	20,62	16,37	16,35	16,63	0,8386	0,0965	0	87,2
MJ50 MA5 MAX30 H30	0,016	0,043	0	288,84	14,13	288,84	14,13	0,9745	0,0031	0	0
MJ50 MA10 MAX30 H30	-0,022	0,07	0,06	36,59	28,74	34,48	29,09	0,8882	0,0631	0	90,8
MJ50 MA5 MAX20 H40	0,018	0,048	0	289,36	14,65	289,36	14,65	0,9707	0,0039	0	0
MJ50 MA10 MAX20 H40	-0,011	0,062	0,004	87,78	56,14	87,43	56,29	0,9282	0,0396	0	86,5
MJ50 MA5 MAX25 H40	0,03	0,047	0	295,17	8,84	295,17	8,84	0,9725	0,0035	0	0
MJ50 MA10 MAX25 H40	0,001	0,054	0	199,36	69,97	199,36	69,97	0,9589	0,0126	0	0
MJ50 MA5 MAX30 H40	0,036	0,047	0	296,25	7,42	296,25	7,42	0,9733	0,0033	0	0
MJ50 MA10 MAX30 H40	0,005	0,053	0	236,26	55,24	236,26	55,24	0,9651	0,0082	0	0
MJ50 MA5 MAX20 H50	0,037	0,051	0	295,89	8,52	295,89	8,52	0,9706	0,0039	0	0
MJ50 MA10 MAX20 H50	0,011	0,056	0	265,21	39,74	265,21	39,74	0,9653	0,0064	0	0
MJ50 MA5 MAX25 H50	0,047	0,051	0	297,95	6,51	297,95	6,51	0,971	0,0037	0	0
MJ50 MA10 MAX25 H50	0,019	0,055	0	285,73	19,34	285,73	19,34	0,9681	0,0049	0	0
MJ50 MA5 MAX30 H50	0,052	0,051	0	298,34	6,12	298,34	6,12	0,972	0,0034	0	0
MJ50 MA10 MAX30 H50	0,023	0,055	0	288,13	16,49	288,13	16,49	0,9687	0,0044	0	0

MJ55 MA5 MAX20 H30	-0,019	0,063	0,03	45,19	31,44	43,87	31,86	0,9028	0,0528	0	90,9
MJ55 MA10 MAX20 H30	-0,054	0,109	0,922	5,69	3,37	0,58	1,82	0,7065	0,1412	78	76
<b>Escenario</b>	<b>stoc-r</b>	<b>SD(r)</b>	<b>PE</b>	<b>N-extant</b>	<b>SD(Next)</b>	<b>N-all</b>	<b>SD(Nall)</b>	<b>GeneDiv</b>	<b>SD(GD)</b>	<b>MedianTE</b>	<b>MeanTE</b>
MJ55 MA5 MAX25 H30	0,001	0,046	0	205,67	63,38	205,67	63,38	0,9656	0,0095	0	0
MJ55 MA10 MAX25 H30	-0,041	0,094	0,542	9,31	6,79	4,6	6,36	0,7699	0,1129	98	85,9
MJ55 MA5 MAX30 H30	0,009	0,044	0	274,61	29,45	274,61	29,45	0,974	0,0035	0	0
MJ55 MA10 MAX30 H30	-0,031	0,082	0,192	17,17	13,11	14,08	13,4	0,832	0,0953	0	89,9
MJ55 MA5 MAX20 H40	0,01	0,049	0	271,27	33,03	271,27	33,03	0,9696	0,0048	0	0
MJ55 MA10 MAX20 H40	-0,025	0,078	0,17	33,88	29,94	28,3	29,94	0,8705	0,0867	0	91,2
MJ55 MA10 MAX25 H40	-0,01	0,061	0,002	94,56	60,72	94,37	60,8	0,9325	0,0388	0	91
MJ55 MA5 MAX30 H40	0,029	0,048	0	294,67	9,12	294,67	9,12	0,9742	0,003	0	0
MJ55 MA10 MAX30 H40	-0,005	0,057	0,004	144,18	68,38	143,62	68,82	0,952	0,019	0	94
MJ55 MA5 MAX20 H50	0,029	0,053	0	293,27	11,31	293,27	11,31	0,9709	0,0037	0	0
MJ55 MA10 MAX20 H50	0,001	0,059	0	196,54	71	196,54	71	0,9576	0,0153	0	0
MJ55 MA5 MAX25 H50	0,039	0,052	0	297,03	6,91	297,03	6,91	0,9721	0,0036	0	0
MJ55 MA10 MAX25 H50	0,01	0,057	0	262,9	37,54	262,9	37,54	0,9667	0,0059	0	0
MJ55 MA5 MAX30 H50	0,044	0,052	0	297,44	6,48	297,44	6,48	0,9728	0,0036	0	0
MJ55 MA10 MAX30 H50	0,014	0,057	0	277,12	27	277,12	27	0,969	0,0044	0	0
MJ60 MA5 MAX20 H30	-0,032	0,081	0,226	17,23	14,71	13,57	14,62	0,8252	0,0984	0	89,2
MJ60 MA10 MAX20 H30	-0,062	0,112	0,986	3,29	1,7	0,08	0,51	0,5279	0,2584	67	67,5
MJ60 MA5 MAX25 H30	-0,009	0,052	0	100,15	54,48	100,15	54,48	0,945	0,0307	0	0
MJ60 MA10 MAX25 H30	-0,049	0,104	0,808	5,46	3,41	1,29	2,6	0,7025	0,136	84	80,4
MJ60 MA5 MAX30 H30	0,001	0,046	0	211,89	62,75	211,89	62,75	0,9687	0,0081	0	0
MJ60 MA10 MAX30 H30	-0,042	0,097	0,546	8,79	7,29	4,32	6,42	0,7544	0,1237	98	85,1
MJ60 MA5 MAX20 H40	-0,001	0,053	0	185,36	72,38	185,36	72,38	0,9605	0,0145	0	0
MJ60 MA10 MAX20 H40	-0,038	0,095	0,484	14,37	12,54	7,71	11,36	0,7966	0,1212	0	86,3

MJ60 MA5 MAX25 H40	0,014	0,049	0	283,03	21,29	283,03	21,29	0,9728	0,0034	0	0
MJ60 MA10 MAX25 H40	-0,022	0,074	0,068	36,22	30,17	33,84	30,44	0,8814	0,0694	0	90,4
MJ60 MA5 MAX30 H40	0,021	0,049	0	291,25	11,69	291,25	11,69	0,9746	0,0029	0	0
Escenario	stoc-r	SD(r)	PE	N-extant	SD(Next)	N-all	SD(Nall)	GeneDiv	SD(GD)	MedianTE	MeanTE
MJ60 MA10 MAX30 H40	-0,015	0,066	0,02	62,87	47,35	61,66	47,63	0,9167	0,0522	0	91,5
MJ60 MA5 MAX20 H50	0,019	0,054	0	284,44	19,92	284,44	19,92	0,9715	0,0036	0	0
MJ60 MA10 MAX20 H50	-0,011	0,067	0,014	88,93	60,12	87,7	60,59	0,9258	0,0478	0	94,6
MJ60 MA5 MAX25 H50	0,03	0,053	0	294,33	10,87	294,33	10,87	0,973	0,0032	0	0
MJ60 MA10 MAX25 H50	0	0,06	0	190	71,44	190	71,44	0,9576	0,0218	0	0
MJ60 MA5 MAX30 H50	0,036	0,053	0	294,75	9,09	294,75	9,09	0,9737	0,0033	0	0
MJ60 MA10 MAX30 H50	0,005	0,059	0	233,83	58,27	233,83	58,27	0,9654	0,0085	0	0

2. Resultados de los escenarios del análisis de sensibilización con una población inicial de 50 aves (r estocástica, probabilidad de extinción, tamaño promedio de las poblaciones que sobrevivieron y de todas las poblaciones, diversidad genética, mediana y promedio de años cuando se extinguen las poblaciones, desviaciones estándar dadas como SD). MJ: mortalidad juvenil, MA: mortalidad de adultos, MAX: máxima edad reproductiva, H: porcentaje de hembras que se reproducen al año.

Escenario	stoc-r	SD(r)	PE	N-extant	SD(Next)	N-all	SD(Nall)	GeneDiv	SD(GD)	MedianTE	MeanTE
MJ50 MA5 MAX20 H30	-0,027	0,105	0,614	11,53	9,41	4,7	8	0,7341	0,124	93	77,6
MJ50 MA10 MAX20 H30	-0,054	0,132	0,998	2	0	0,02	0,19	0,5	0	51	51,6
MJ50 MA10 MAX25 H30	-0,041	0,123	0,958	5,62	3,8	0,32	1,39	0,6463	0,1356	64	64,3
MJ50 MA5 MAX25 H30	-0,005	0,075	0,076	33,45	18,7	30,98	19,94	0,8415	0,0746	0	82,4
MJ50 MA5 MAX30 H30	0,006	0,064	0,004	51,54	16,16	51,34	16,45	0,8843	0,0382	0	87,5
MJ50 MA10 MAX30 H30	-0,035	0,118	0,858	6,86	5,11	1,18	3,08	0,6754	0,1358	76	71,7
MJ50 MA5 MAX20 H40	0,004	0,073	0,03	45,04	17,56	43,71	18,88	0,858	0,056	0	82
MJ50 MA10 MAX20 H40	-0,033	0,12	0,832	9,82	7,84	1,82	4,85	0,6977	0,1394	79	72,5
MJ50 MA5 MAX25 H40	0,019	0,065	0,002	63,49	9,08	63,37	9,49	0,89	0,0282	0	84
MJ50 MA10 MAX25 H40	-0,021	0,103	0,458	17,45	13,72	9,69	13,18	0,7617	0,112	0	79,7
MJ50 MA5 MAX30 H40	0,026	0,063	0	66,5	6,12	66,5	6,12	0,8978	0,0229	0	0
MJ50 MA10 MAX30 H40	-0,014	0,094	0,256	23,28	16,17	17,49	17,11	0,7935	0,1019	0	81,1
MJ50 MA5 MAX20 H50	0,023	0,068	0	63,93	9,09	63,93	9,09	0,8786	0,0297	0	0
MJ50 MA10 MAX20 H50	-0,011	0,094	0,204	25,27	17,56	20,27	18,54	0,7892	0,113	0	84,1

MJ50 MA5 MAX25 H50	0,035	0,066	0	68,03	4,42	68,03	4,42	0,8871	0,0252	0	0
MJ50 MA10 MAX25 H50	0,001	0,081	0,064	40,79	18,91	38,24	20,74	0,8406	0,0702	0	85,5
MJ50 MA5 MAX30 H50	0,04	0,065	0	68,84	3,75	68,84	3,75	0,891	0,0265	0	0
MJ50 MA10 MAX30 H50	0,007	0,076	0,018	49,55	16,62	48,71	17,62	0,8599	0,0502	0	88
MJ55 MA5 MAX20 H30	-0,035	0,114	0,866	8,51	6,3	1,32	3,68	0,6911	0,1374	77	73
MJ55 MA10 MAX20 H30	-0,061	0,133	1	0	0	0	0	0	0	45	45,6
MJ55 MA5 MAX25 H30	-0,016	0,088	0,256	19,06	14,06	14,42	14,49	0,7854	0,1281	0	84,2
MJ55 MA10 MAX25 H30	-0,048	0,127	0,982	3,22	1,3	0,08	0,49	0,5648	0,0898	56	56,9
<b>Escenario</b>	<b>stoc-r</b>	<b>SD(r)</b>	<b>PE</b>	<b>N-extant</b>	<b>SD(Next)</b>	<b>N-all</b>	<b>SD(Nall)</b>	<b>GeneDiv</b>	<b>SD(GD)</b>	<b>MedianTE</b>	<b>MeanTE</b>
MJ55 MA5 MAX30 H30	-0,002	0,07	0,03	39,12	18,41	37,97	19,27	0,8634	0,0598	0	89,7
MJ55 MA10 MAX30 H30	-0,041	0,122	0,95	5,16	3,05	0,38	1,36	0,5954	0,1448	65	64,7
MJ55 MA5 MAX20 H40	-0,008	0,083	0,146	31,09	18,55	26,63	20,25	0,8255	0,0809	0	84,5
MJ55 MA10 MAX20 H40	-0,041	0,124	0,956	6,09	5,61	0,33	1,71	0,604	0,2266	65	64
MJ55 MA5 MAX25 H40	0,01	0,067	0,004	55,12	15,08	54,9	15,44	0,8816	0,0377	0	92
MJ55 MA10 MAX25 H40	-0,031	0,114	0,738	9,76	8,09	2,8	5,9	0,6946	0,1583	84	74,4
MJ55 MA5 MAX30 H40	0,018	0,064	0	63,53	9,19	63,53	9,19	0,8984	0,0216	0	0
MJ55 MA10 MAX30 H40	-0,024	0,107	0,512	13,19	11,2	6,71	10,08	0,7287	0,145	100	79,2
MJ55 MA5 MAX20 H50	0,014	0,07	0,002	56,78	14,1	56,67	14,3	0,8743	0,0385	0	99
MJ55 MA10 MAX20 H50	-0,024	0,109	0,592	15,08	12,12	6,41	10,59	0,7483	0,1427	95	78,8
MJ55 MA5 MAX25 H50	0,027	0,066	0	65,54	7,48	65,54	7,48	0,8895	0,028	0	0
MJ55 MA10 MAX25 H50	-0,009	0,09	0,196	28,37	18,16	22,93	19,66	0,8109	0,0877	0	81,7
MJ55 MA5 MAX30 H50	0,033	0,065	0	67,37	5,53	67,37	5,53	0,8963	0,0284	0	0
MJ55 MA10 MAX30 H50	-0,003	0,084	0,09	36,23	18,48	33,06	20,32	0,8346	0,0807	0	86,6
MJ60 MA5 MAX20 H30	-0,043	0,12	0,958	4,67	2,35	0,25	1,08	0,6185	0,0938	63	62,7
MJ60 MA10 MAX20 H30	-0,066	0,136	1	0	0	0	0	0	0	41	42,2
MJ60 MA5 MAX25 H30	-0,026	0,1	0,588	11,12	9,31	4,84	7,99	0,7457	0,1318	94	78,8

MJ60 MA10 MAX25 H30	-0,055	0,13	1	0	0	0	0,06	0	0	50	51,1
MJ60 MA5 MAX30 H30	-0,012	0,08	0,142	23,43	15,81	20,22	16,65	0,8219	0,0915	0	82,5
MJ60 MA10 MAX30 H30	-0,048	0,124	0,992	2,5	0,58	0,06	0,32	0,4931	0,3319	56	56,7
MJ60 MA5 MAX20 H40	-0,021	0,099	0,454	15,94	12,24	8,96	11,88	0,7592	0,1351	0	80,7
MJ60 MA10 MAX20 H40	-0,048	0,128	0,992	3,25	1,26	0,06	0,36	0,481	0,1238	55	56,5
MJ60 MA5 MAX25 H40	0	0,073	0,028	41,61	18,66	40,49	19,56	0,8603	0,0575	0	80,3
MJ60 MA10 MAX25 H40	-0,038	0,121	0,918	5,98	3,68	0,59	1,96	0,6611	0,1387	69	67,8
MJ60 MA5 MAX30 H40	0,01	0,065	0,006	56,58	13,97	56,24	14,57	0,8917	0,0342	0	71,7
MJ60 MA10 MAX30 H40	-0,032	0,116	0,79	8,3	7,15	1,96	4,66	0,6933	0,1618	82	74,6
<b>Escenario</b>	<b>stoc-r</b>	<b>SD(r)</b>	<b>PE</b>	<b>N-extant</b>	<b>SD(Next)</b>	<b>N-all</b>	<b>SD(Nall)</b>	<b>GeneDiv</b>	<b>SD(GD)</b>	<b>MedianTE</b>	<b>MeanTE</b>
MJ60 MA5 MAX20 H50	0,002	0,076	0,046	43,19	18,57	41,24	20,19	0,8574	0,0607	0	85,1
MJ60 MA10 MAX20 H50	-0,034	0,12	0,82	8,39	6,38	1,64	4,18	0,6873	0,1487	77	70,8
MJ60 MA5 MAX25 H50	0,018	0,068	0	62,55	9,79	62,55	9,79	0,892	0,027	0	0
MJ60 MA10 MAX25 H50	-0,022	0,106	0,486	16,1	12,71	8,47	12,04	0,756	0,128	0	77,9
MJ60 MA5 MAX30 H50	0,025	0,066	0	66,54	5,77	66,54	5,77	0,899	0,021	0	0
MJ60 MA10 MAX30 H50	-0,014	0,097	0,292	22,61	15,66	16,24	16,51	0,796	0,1018	0	81,7

3. Resultados de los escenarios del análisis de sensibilización con una población inicial de 500 aves (r estocástica, probabilidad de extinción, tamaño promedio de las poblaciones que sobrevivieron y de todas las poblaciones, diversidad genética, mediana y promedio de años cuando se extinguen las poblaciones, desviaciones estándar dadas como SD). MJ: mortalidad juvenil, MA: mortalidad de adultos, MAX: máxima edad reproductiva, H: porcentaje de hembras que se reproducen al año.

<b>Escenario</b>	<b>stoc-r</b>	<b>SD(r)</b>	<b>PE</b>	<b>N-extant</b>	<b>SD(Next)</b>	<b>N-all</b>	<b>SD(Nall)</b>	<b>GeneDiv</b>	<b>SD(GD)</b>	<b>MedianTE</b>	<b>MeanTE</b>
MJ50 MA5 MAX20 H30	-0,004	0,042	0	359,53	132,29	359,53	132,29	0,9801	0,005	0	0
MJ50 MA10 MAX20 H30	-0,039	0,077	0,17	18,65	13,47	15,71	13,9	0,8476	0,0884	0	93
MJ50 MA10 MAX25 H30	-0,022	0,056	0,004	67,23	42,12	66,96	42,25	0,9388	0,033	0	86
MJ50 MA5 MAX25 H30	0,01	0,039	0	678,67	43,39	678,67	43,39	0,9882	0,0012	0	0
MJ50 MA5 MAX30 H30	0,017	0,039	0	699,13	21,65	699,13	21,65	0,9892	0,0009	0	0
MJ50 MA10 MAX30 H30	-0,016	0,051	0	117,36	66,76	117,36	66,76	0,9602	0,0178	0	0
MJ50 MA5 MAX20 H40	0,02	0,044	0	694,8	28	694,8	28	0,9875	0,0011	0	0
MJ50 MA10 MAX20 H40	-0,007	0,052	0	285,63	133,17	285,63	133,17	0,9745	0,01	0	0
MJ50 MA5 MAX25 H40	0,032	0,044	0	707,08	14,55	707,08	14,55	0,9882	0,001	0	0

MJ50 MA10 MAX25 H40	0,003	0,049	0	551,51	129,86	551,51	129,86	0,9841	0,0033	0	0
MJ50 MA5 MAX30 H40	0,038	0,044	0	708,59	13,19	708,59	13,19	0,9886	0,001	0	0
MJ50 MA10 MAX30 H40	0,008	0,049	0	635,64	75,85	635,64	75,85	0,986	0,0021	0	0
MJ50 MA5 MAX20 H50	0,04	0,048	0	708,03	14,28	708,03	14,28	0,9873	0,0011	0	0
MJ50 MA10 MAX20 H50	0,015	0,052	0	675,85	45,13	675,85	45,13	0,9859	0,0014	0	0
MJ50 MA5 MAX25 H50	0,05	0,048	0	710,18	11,35	710,18	11,35	0,9876	0,001	0	0
MJ50 MA10 MAX25 H50	0,022	0,052	0	694,76	31,51	694,76	31,51	0,9865	0,0012	0	0
MJ50 MA5 MAX30 H50	0,054	0,048	0	711,11	10,21	711,11	10,21	0,988	0,0009	0	0
MJ50 MA10 MAX30 H50	0,025	0,052	0	696	27,33	696	27,33	0,9868	0,0012	0	0
MJ55 MA5 MAX20 H30	-0,013	0,046	0	152,82	77,32	152,82	77,32	0,9659	0,0161	0	0
MJ55 MA10 MAX20 H30	-0,05	0,093	0,544	8,95	7,04	4,44	6,36	0,7722	0,1332	99	88,4
MJ55 MA5 MAX25 H30	0,003	0,041	0	570,37	117,86	570,37	117,86	0,9866	0,0024	0	0
MJ55 MA10 MAX25 H30	-0,033	0,069	0,058	26,63	18,16	25,15	18,61	0,8836	0,0773	0	92,3
<b>Escenario</b>	<b>stoc-r</b>	<b>SD(r)</b>	<b>PE</b>	<b>N-extant</b>	<b>SD(Next)</b>	<b>N-all</b>	<b>SD(Nall)</b>	<b>GeneDiv</b>	<b>SD(GD)</b>	<b>MedianTE</b>	<b>MeanTE</b>
MJ55 MA5 MAX30 H30	0,01	0,039	0	680,91	41,07	680,91	41,07	0,989	0,001	0	0
MJ55 MA10 MAX30 H30	-0,025	0,058	0,016	52,69	33,46	51,9	33,77	0,932	0,0345	0	92,9
MJ55 MA5 MAX20 H40	0,012	0,046	0	674,23	50,32	674,23	50,32	0,9874	0,0013	0	0
MJ55 MA10 MAX20 H40	-0,017	0,057	0,002	111,44	74,66	111,22	74,75	0,9521	0,028	0	93
MJ55 MA5 MAX25 H40	0,024	0,045	0	699,04	22,96	699,04	22,96	0,9886	0,0009	0	0
MJ55 MA10 MAX25 H40	-0,006	0,052	0	307,57	146,2	307,57	146,2	0,9764	0,0105	0	0
MJ55 MA5 MAX30 H40	0,03	0,045	0	706,28	17,24	706,28	17,24	0,989	0,0009	0	0
MJ55 MA10 MAX30 H40	-0,001	0,05	0	445,55	143,11	445,55	143,11	0,9825	0,0041	0	0
MJ55 MA5 MAX20 H50	0,031	0,05	0	704,02	18,65	704,02	18,65	0,9876	0,0011	0	0
MJ55 MA10 MAX20 H50	0,005	0,054	0	584,69	121,04	584,69	121,04	0,984	0,0033	0	0
MJ55 MA5 MAX25 H50	0,041	0,049	0	708,61	13,83	708,61	13,83	0,988	0,001	0	0
MJ55 MA10 MAX25 H50	0,013	0,053	0	667,49	58,59	667,49	58,59	0,9864	0,0015	0	0
MJ55 MA5 MAX30 H50	0,046	0,049	0	708,9	13,38	708,9	13,38	0,9883	0,0009	0	0

MJ55 MA10 MAX30 H50	0,017	0,053	0	680,29	44,23	680,29	44,23	0,987	0,0012	0	0
MJ60 MA5 MAX20 H30	-0,024	0,056	0,012	57,12	39,96	56,45	40,18	0,9324	0,0405	0	95,8
MJ60 MA10 MAX20 H30	-0,06	0,101	0,882	5,58	5	0,87	2,5	0,6898	0,1234	84	81,9
MJ60 MA5 MAX25 H30	-0,006	0,043	0	297,57	130,06	297,57	130,06	0,98	0,0064	0	0
MJ60 MA10 MAX25 H30	-0,045	0,084	0,308	11,99	9,85	8,59	9,68	0,8112	0,1058	0	89,2
MJ60 MA5 MAX30 H30	0,003	0,041	0	575,58	119,83	575,58	119,83	0,9875	0,0023	0	0
MJ60 MA10 MAX30 H30	-0,036	0,071	0,122	22,52	16,75	20	17,1	0,8769	0,071	0	93,8
MJ60 MA5 MAX20 H40	0,002	0,047	0	540,05	137,85	540,05	137,85	0,9851	0,0034	0	0
MJ60 MA10 MAX20 H40	-0,031	0,07	0,058	36,01	28,78	34,03	29,06	0,8945	0,079	0	91,3
MJ60 MA5 MAX25 H40	0,016	0,046	0	688,58	32,85	688,58	32,85	0,9886	0,001	0	0
MJ60 MA10 MAX25 H40	-0,016	0,057	0,004	124,26	76,65	123,77	76,88	0,9579	0,0266	0	95
MJ60 MA5 MAX30 H40	0,022	0,046	0	698,5	23,61	698,5	23,61	0,9893	0,0008	0	0
MJ60 MA10 MAX30 H40	-0,01	0,054	0	207,4	114,93	207,4	114,93	0,9713	0,0119	0	0
<b>Escenario</b>	<b>stoc-r</b>	<b>SD(r)</b>	<b>PE</b>	<b>N-extant</b>	<b>SD(Next)</b>	<b>N-all</b>	<b>SD(Nall)</b>	<b>GeneDiv</b>	<b>SD(GD)</b>	<b>MedianTE</b>	<b>MeanTE</b>
MJ60 MA5 MAX20 H50	0,022	0,051	0	692,22	31,73	692,22	31,73	0,9878	0,0011	0	0
MJ60 MA10 MAX20 H50	-0,006	0,057	0	308,92	154,18	308,92	154,18	0,9754	0,011	0	0
MJ60 MA5 MAX25 H50	0,033	0,051	0	705,11	19,44	705,11	19,44	0,9884	0,0009	0	0
MJ60 MA10 MAX25 H50	0,004	0,056	0	551,26	138,16	551,26	138,16	0,9842	0,0038	0	0
MJ60 MA5 MAX30 H50	0,038	0,05	0	707,07	14,45	707,07	14,45	0,9887	0,0009	0	0
MJ60 MA10 MAX30 H50	0,008	0,055	0	622,13	99,25	622,13	99,25	0,9861	0,0023	0	0

4. Resultados de los escenarios del modelo de metapoblación (r estocástica, probabilidad de extinción, tamaño promedio de las poblaciones que sobrevivieron y de todas las poblaciones, diversidad genética, mediana y promedio de años cuando se extinguen las poblaciones, desviaciones estándar dadas como SD).

<b>Población</b>	<b>stoc-r</b>	<b>SD(r)</b>	<b>PE</b>	<b>N-extant</b>	<b>SD(Next)</b>	<b>N-all</b>	<b>SD(Nall)</b>	<b>GeneDiv</b>	<b>SD(GD)</b>	<b>MedianTE</b>	<b>MeanTE</b>
Darien Kuna Yala	0,019	0,05	0	4217,07	228,84	4217,07	228,84	0,9983	0	0	0
Chongon Colonche	-0,024	0,124	0,814	10,77	7,42	2,11	5,25	0,6373	0,2042	67	61,1
Esmeraldas	-0,31	0,219	1	0	0	0	0	0	0	8	8,5
Azuero	-0,095	0,126	1	0	0	0	0	0	0	25	25,7

Donoso Bocas Talama	0,021	0,053	0	470,77	27,85	470,77	27,85	0,9848	0,0014	0	0
Zona Norte Sureste	0,016	0,052	0	1225,49	95,18	1225,49	95,18	0,9933	0,0006	0	0
Bosawas Misquitia	-0,011	0,073	0,176	905,63	595,46	746,27	641,23	0,9849	0,024	0	84
Metapoblación	0,017	0,043	0	6661,71	737,41	6661,71	737,41	0,9989	0	0	0

5. Resultados de los escenarios del modelo de eliminación de saqueo de pichones/cacería de adultos y pérdida de hábitat de las poblaciones en riesgo (r estocástica, probabilidad de extinción, tamaño promedio de las poblaciones que sobrevivieron y de todas las poblaciones, diversidad genética, mediana y promedio de años cuando se extinguen las poblaciones, desviaciones estándar dadas como SD). Harv: saqueo de pichones/cacería de adultos, HabLoss: pérdida de hábitat.

Escenario	stoc-r	SD(r)	PE	N-extant	SD(Next)	N-all	SD(Nall)	GeneDiv	SD(GD)	MedianTE	MeanTE
Chongon Colonche 0Harv	-0,011	0,112	0,496	12,16	7,54	6,37	7,96	0,6959	0,13	0	75,9
Chongon Colonche 0HabLoss	-0,034	0,127	0,98	4,2	1,62	0,13	0,67	0,6831	0,0917	55	55,9
Chongon Colonche 0Harv 0HabLoss	-0,012	0,114	0,514	12,56	7,96	6,35	8,23	0,6914	0,1323	100	74,6
Esmeraldas	-0,314	0,224	1	0	0	0	0	0	0	8	8,5
Esmeraldas 0Harv	0,004	0,078	0,018	39,38	16,12	38,69	16,76	0,8505	0,0761	0	89,9
Esmeraldas 0HabLoss	-0,317	0,227	1	0	0	0	0	0	0	8	8,5
Esmeraldas 0Harv 0HabLoss	0,004	0,078	0,022	39,83	16,02	38,96	16,87	0,8552	0,0587	0	87,9
Cerro Hoya 0Harv	-0,002	0,09	0,158	31,75	16,95	26,81	19,29	0,8083	0,1039	0	77,7
Cerro Hoya 0HabLoss	-0,095	0,123	1	0	0	0	0	0	0	25	25,3
Cerro Hoya 0Harv 0HabLoss	-0,003	0,09	0,172	32,82	17,38	27,29	19,94	0,8134	0,0986	0	77,3
Bosawas Mosquitia Hondureña 0Harv	0,021	0,051	0	1558,1	76,79	1558,1	76,79	0,9941	0,0006	0	0
Bosawas Mosquitia Hondureña 0HabLoss	-0,015	0,077	0,238	990,32	715,81	754,69	753,87	0,9857	0,0229	0	83,8
Bosawas Mosquitia Hondureña 0Harv 0HabLoss	0,02	0,051	0	1939,13	95,41	1939,13	95,41	0,9945	0,0006	0	0

6. Resultados de los escenarios del modelo de suplementar individuos a la población durante los primeros 10 años (r estocástica, probabilidad de extinción, tamaño promedio de las poblaciones que sobrevivieron y de todas las poblaciones, diversidad genética, mediana y promedio de años cuando se extinguen las poblaciones, desviaciones estándar dadas como SD). Supl: suplementar individuos.

Escenario	stoc-r	SD(r)	PE	N-extant	SD(Next)	N-all	SD(Nall)	GeneDiv	SD(GD)	MedianTE	MeanTE
Chongón Colonche - Supl2	-0,02	0,119	0,894	5,04	3,3	0,68	1,92	0,6125	0,1459	72	69,1
Chongón Colonche - Supl4	-0,012	0,124	0,88	4,93	2,92	0,78	1,91	0,6493	0,1537	74	71,9
Chongón Colonche - Supl6	-0,006	0,131	0,92	4,33	2,88	0,57	1,51	0,615	0,1441	76	73,6
Esmeraldas - Supl2	-0,241	0,195	1	0	0	0	0	0	0	14	13,7



Esmeraldas - Supl4	-0,172	0,204	1	0	0	0	0	0	0	14	13,9
Esmeraldas - Supl6	-0,144	0,209	1	0	0	0	0	0	0	16	16,6
Cerro Hoya - Supl2	-0,066	0,121	1	0	0	0	0	0	0	34	35,6
Cerro Hoya - Supl4	-0,053	0,124	1	0	0	0	0	0	0	43	43,2
Cerro Hoya - Supl6	-0,046	0,13	1	0	0	0	0	0	0	47	47
Maquenque-Indio Maíz - Supl2	0,016	0,051	0	1226,03	90,6	1226,03	90,6	0,9934	0,0006	0	0
Maquenque-Indio Maíz - Supl4	0,015	0,052	0	1217,48	99,62	1217,48	99,62	0,9934	0,0007	0	0
Maquenque-Indio Maíz - Supl6	0,015	0,052	0	1219,22	94,05	1219,22	94,05	0,9935	0,0005	0	0
Bosawas-Mosquitia Hondureña - Supl2	-0,012	0,075	0,194	924,91	590,36	745,51	644,02	0,9851	0,025	0	85,7
Bosawas-Mosquitia Hondureña - Supl4	-0,009	0,073	0,17	991,58	571,1	823,05	639,95	0,9868	0,0227	0	84,3
Bosawas-Mosquitia Hondureña - Supl6	-0,008	0,072	0,146	938,81	563,62	801,78	617,46	0,9865	0,023	0	84,4

7. Resultados de los escenarios del modelo de reintroducir animales en áreas donde la lapa estaba presente históricamente pero desapareció en la actualidad. No se están presentes todos los escenarios. (r estocástica, probabilidad de extinción, tamaño promedio de las poblaciones que sobrevivieron y de todas las poblaciones, diversidad genética, mediana y promedio de años cuando se extinguen las poblaciones, desviaciones estándar dadas como SD). AFR: Edad de los padres al nacimiento del primer pichón, Supl: suplementar individuos, HARV: Saqueo de pichones, HUNT: Cacería de adultos.

Escenario	stoc-r	SD(r)	PE	N-extant	SD(Next)	N-all	SD(Nall)	GeneDiv	SD(GD)	MedianTE	MeanTE
AFR6 K200 Supl4 HARV0 HUNT0	0,024	0,088	0,018	123,5	63,36	121,32	64,83	0,9085	0,0528	0	90
AFR6 K200 Supl4 HARV0 HUNT5	-0,081	0,265	1	0	0	0	0	0	0	14	14
AFR6 K200 Supl4 HARV5 HUNT0	-0,03	0,158	1	0	0	0	0	0	0	39	39,7
AFR6 K200 Supl10 HARV0 HUNT0	0,039	0,106	0	183,45	22,59	183,45	22,59	0,9584	0,0075	0	0
AFR6 K200 Supl10 HARV0 HUNT5	-0,043	0,282	1	0	0	0	0	0	0	22	22,5
AFR6 K200 Supl10 HARV5 HUNT0	-0,016	0,162	0,972	9,07	9,57	0,3	2,17	0,8301	0,0958	65	65,3
AFR6 K250 Supl4 HARV0 HUNT0	0,025	0,087	0,014	140,01	76,38	138,08	77,56	0,9126	0,0473	0	87
AFR6 K250 Supl4 HARV0 HUNT5	-0,08	0,268	1	0	0	0	0	0	0	14	14
AFR6 K250 Supl4 HARV5 HUNT0	-0,029	0,155	1	0	0	0	0	0	0	40	40,1
AFR6 K250 Supl10 HARV0 HUNT0	0,039	0,106	0	230,22	27,76	230,22	27,76	0,962	0,0076	0	0

AFR6 K250 Supl10 HARV0 HUNT5	-0,041	0,28	1	0	0	0	0	0	0	22	22,6
AFR6 K250 Supl10 HARV5 HUNTO	-0,016	0,162	0,956	38,23	54,68	1,7	13,69	0,8808	0,1006	65	65,3
AFR6 K500 Supl4 HARV0 HUNTO	0,024	0,087	0,01	157,59	109,48	156,02	110,05	0,9143	0,0422	0	77,2
AFR6 K500 Supl4 HARV5 HUNTO	-0,029	0,154	1	0	0	0	0	0	0	40	40,1
AFR6 K500 Supl4 HARV0 HUNT5	-0,081	0,268	1	0	0	0	0	0	0	14	14
AFR6 K500 Supl10 HARV0 HUNTO	0,039	0,105	0	416,79	99	416,79	99	0,9673	0,0085	0	0
AFR6 K500 Supl10 HARV5 HUNTO	-0,016	0,161	0,974	30,69	37,54	0,83	7,6	0,885	0,071	65	66
<b>Escenario</b>	<b>stoc-r</b>	<b>SD(r)</b>	<b>PE</b>	<b>N-extant</b>	<b>SD(Next)</b>	<b>N-all</b>	<b>SD(Nall)</b>	<b>GeneDiv</b>	<b>SD(GD)</b>	<b>MedianTE</b>	<b>MeanTE</b>
AFR6 K500 Supl10 HARV0 HUNT5	-0,04	0,279	1	0	0	0	0	0	0	23	22,7
AFR8 K500 Supl4 HARV0 HUNTO	0,007	0,099	0,134	35,09	28,97	30,51	29,37	0,8482	0,0871	0	85,3
AFR8 K500 Supl4 HARV5 HUNTO	-0,031	0,157	1	0	0	0	0	0	0	38	38,2
AFR8 K500 Supl4 HARV0 HUNT5	-0,074	0,27	1	0	0	0	0	0	0	16	15,9
AFR8 K500 Supl10 HARV0 HUNTO	0,025	0,107	0	147,11	87,83	147,11	87,83	0,9456	0,0254	0	0
AFR8 K500 Supl10 HARV5 HUNTO	-0,021	0,175	1	0	0	0	0	0	0	55	55,9
AFR8 K500 Supl10 HARV0 HUNT5	-0,045	0,279	1	0	0	0	0	0	0	24	23,5
AFR10 K200 Supl4 HARV0 HUNTO	-0,006	0,118	0,508	12,01	12,05	6,25	10,21	0,7578	0,1285	100	81,8
AFR10 K250 Supl4 HARV0 HUNTO	-0,005	0,116	0,448	12,17	9,92	6,96	9,39	0,7679	0,1257	0	80,4
AFR10 K200 Supl4 HARV5 HUNTO	-0,033	0,162	1	0	0	0	0	0	0	34	36,3
AFR10 K200 Supl10 HARV0 HUNTO	0,01	0,116	0,036	37,93	27,02	36,62	27,39	0,8914	0,0721	0	88,2
AFR10 K250 Supl10 HARV0 HUNTO	0,004	0,123	0,11	24,25	20,08	21,74	20,25	0,8625	0,0807	0	89,6
AFR10 K500 Supl10 HARV0 HUNTO	0,01	0,116	0,04	36,3	24,64	34,91	25,09	0,8936	0,0654	0	88

8. Resultados de los escenarios del modelo de sensibilización de la población de Maquénque (r estocástica, probabilidad de extinción, tamaño promedio de las poblaciones que sobrevivieron y de todas las poblaciones, diversidad genética, mediana y promedio de años cuando se extinguen las poblaciones, desviaciones estándar dadas como SD). Harv: Saqueo de pichones, HabLoss: Pérdida de hábitat.

Escenario	stoc-r	SD(r)	PE	N-extant	SD(Next)	N-all	SD(Nall)	GeneDiv	SD(GD)	MedianTE	MeanTE
<b>Maquenque Base</b>	0,022	0,048	0	288,78	12,44	288,78	12,44	0,9728	0,0034	0	0
Maquenque 10Harv	-0,023	0,079	0,412	137,9	95,99	81,13	100,1	0,9509	0,0525	0	77,3
Maquenque 15Harv	-0,061	0,107	0,944	74,04	76,8	4,18	24,68	0,9375	0,0588	62	62,6
Maquenque 20Harv	-0,083	0,118	1	0	0	0	0	0	0	48	49,2
Maquenque 0.05HabLoss	0,022	0,048	0	262,51	11,88	262,51	11,88	0,9716	0,0039	0	0
Maquenque 0.10HabLoss	0,022	0,048	0	263,21	10,68	263,21	10,68	0,9716	0,0036	0	0
Maquenque 0.15HabLoss	0,022	0,049	0	248,46	10,87	248,46	10,87	0,9707	0,0037	0	0
Maquenque 0.20HabLoss	0,022	0,049	0	233,82	9,78	233,82	9,78	0,9701	0,004	0	0
Maquenque 10Harv 0.05HabLoss	-0,024	0,08	0,438	131,65	93,85	74,1	95,92	0,9516	0,0423	0	79,8
Maquenque 10Harv 0.10HabLoss	-0,023	0,078	0,39	121,89	89,66	74,46	91,78	0,9478	0,0477	0	81
Maquenque 10Harv 0.15HabLoss	-0,024	0,08	0,42	114,53	81,17	66,55	83,68	0,9519	0,0354	0	80,5
Maquenque 10Harv 0.20HabLoss	-0,024	0,079	0,408	108,15	75,39	64,11	78,62	0,9478	0,0528	0	79
Maquenque 15Harv 0.05HabLoss	-0,06	0,106	0,93	49,23	50,38	3,45	18,19	0,9333	0,0484	62	62,8
Maquenque 15Harv 0.10HabLoss	-0,064	0,109	0,966	28,06	40,92	0,98	8,92	0,8944	0,0738	61	63
Maquenque 15Harv 0.15HabLoss	-0,062	0,108	0,95	43	54,25	2,17	15,15	0,9067	0,087	62	63,2
Maquenque 15Harv 0.20HabLoss	-0,063	0,11	0,964	25,39	30,37	0,93	7,34	0,8869	0,0826	63	63,7
Maquenque 20Harv 0.05HabLoss	-0,083	0,119	1	0	0	0	0	0	0	48	49,2
Maquenque 20Harv 0.10HabLoss	-0,084	0,119	1	0	0	0	0	0	0	47	48,5
Maquenque 20Harv 0.15HabLoss	-0,084	0,119	1	0	0	0,02	0,25	0	0	47	49
Maquenque 20Harv 0.20HabLoss	-0,084	0,121	1	0	0	0	0,04	0	0	47	48,9