

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN**

ESCUELA DE POSGRADO

**Evaluación de comunidades de aves en bosques secundarios restaurados
en potreros abandonados ubicados en la cuenca del Río Zapotal,
Hojancha, Costa Rica.**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae

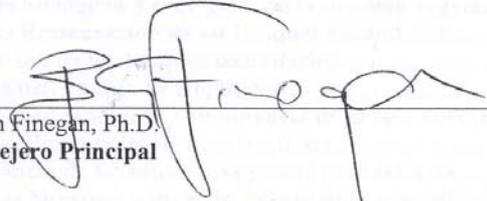
Por

Marcia Azucena Núñez Guale

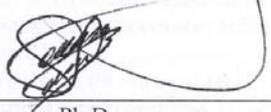
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Postgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACION DE BOSQUES
TROPICALES Y BIODIVERSIDAD**

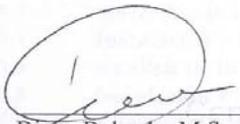
FIRMANTES:



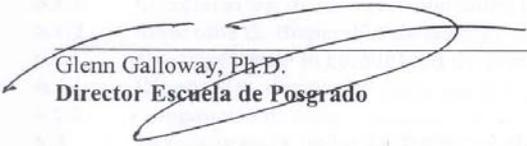
Bryan Finegan, Ph.D.
Consejero Principal



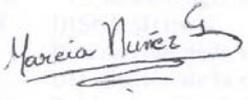
Fernando Casanovés, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Diego Delgado, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
Director Escuela de Posgrado



Marcia Núñez Guale
Candidata

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	<u>1</u>
II.	OBJETIVOS	<u>3</u>
	Objetivo General	<u>3</u>
	Objetivos Específicos	<u>3</u>
III.	HIPOTESIS	<u>3</u>
IV.	REVISION LITERARIA	
	<u>Bosques tropicales y su biodiversidad</u>	<u>4</u>
	<u>Restauración ecológica de bosques a través de la sucesión secundaria</u>	<u>4</u>
	<u>Factores biológicos y ecológicos de la sucesión vegetal</u>	<u>5</u>
	Fases de Restauración de los Bosques Secundarios	<u>6</u>
	Ordenación de los bosques secundarios	<u>9</u>
	Historia del bosque de Hojancha	<u>9</u>
	Distribución temporal y abundancia de la vida silvestre en una sucesión	<u>11</u>
	Gremios alimenticios de aves tropicales	<u>11</u>
	Importancia de las especies vegetales para las aves	<u>12</u>
	Impactos humanos a nivel de paisaje en la comunidad de aves	<u>13</u>
	Importancia de las Aves en la restauración de bosques naturales	<u>14</u>
	Avifauna en Costa Rica	<u>16</u>
	Avifauna en la provincia de Guanacaste	<u>17</u>
	Estudios de la avifauna en Hojancha	<u>17</u>
V.	METODOLOGIA	
5.1	Ubicación y descripción general del área de estudio	<u>18</u>
5.2	Selección de los sitios de estudio	<u>20</u>
5.3	Instalación y evaluación de parcelas de vegetación	<u>22</u>
5.4	Análisis de la comunidad vegetal	<u>23</u>
5.5	Instalación y evaluación de los puntos de observación para aves	<u>24</u>
5.6	Evaluación de la comunidad de aves	<u>25</u>
5.7	Análisis de los datos de las comunidades de aves	<u>27</u>
5.8	Modelo estadístico usado en el análisis de varianza	<u>28</u>
VI.	RESULTADOS	
6.1	Descripción general de la vegetación	<u>29</u>
6.1.1	<u>Comparación de la vegetación entre fases sucesionales del bosque secundario</u>	<u>32</u>
6.1.2	<u>Síndrome de dispersión de las especies vegetales en los bosques</u>	<u>39</u>
	Composición de Aves	<u>39</u>
6.3	<u>Determinación de las preferencias alimenticias de aves en bosques estudiados</u>	<u>47</u>
	6.3.1 Descripción general	<u>47</u>
	6.3.2 Especies frugívoras registradas en el área de estudio	<u>49</u>
VII.	DISCUSION	
7.1	<u>Descripción de la vegetación</u>	<u>52</u>
7.2	<u>Descripción de la comunidad de aves</u>	<u>54</u>
7.3	<u>Determinación de las preferencias alimenticias de las aves frugívoras</u>	<u>55</u>
VIII.	CONCLUSIONES	<u>55</u>

IX	RECOMENDACIONES	57
X.	BIBLIOGRAFIA	58
ANEXOS		

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Ubicación de bosques en las fincas seleccionadas para el bosque secundario.....	22
Cuadro 2.	Área, número de parcelas, número de individuos(<i>N</i>) y de especies(<i>S</i>) de plantas ≥ 10 cm de dap. por cada fase del bosque secundario y del primario.....	29
Cuadro 3.	Valores promedio de las variables de la comunidad vegetal con sus errores estándares para las tres Fases secundarias y el bosque primario. Letras distintas entre bosques indican que existen diferencias.....	33
Cuadro 4.	Número de individuos y especies observadas en cada fase del bosque secundario y el primario.....	37
Cuadro 5.	Valores promedio de las variables de la comunidad de aves con sus errores Standard para las 3 fases secundarias y el bosque primario (BP). Letras iguales entre bosques indican que no existen diferencias.....	39
Cuadro 6.	Especies registradas una sola vez en los bosques estudiados.....	44
Cuadro 7.	Abundancia de los gremios alimenticios en las fases sucesionales y en el bosque primario.....	48
Cuadro 8.	Promedio del número de aves registradas de cada gremio alimenticio en Fase 1, Fase 2, Fase 3 y el bosque primario. Se muestran los valores del estadístico H de Kruskal-Wallis y su nivel de significancia. Letras distintas indican diferencias entre los bosques.....	49
Cuadro 9.	Especies que se alimentan de frutos, granos e insectos, registradas en la zona de estudio.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en el cantón Hojancha-Guanacaste, Costa Rica.....	20
Figura 2. Diseño con la ubicación de los puntos de observación de aves, POAs (círculos) y las parcelas para la evaluación de la vegetación (cuadrados), para cada finca/bosque en la zona de muestreo.....	25
Figura 3. Diez especies con mayor valor ecológico para el bosque secundario, según el IVI, individuos ≥ 10 cm de dap.....	30
Figura 4. Diez especies de mayor valor ecológico para el bosque primario, según el IVI, individuos ≥ 10 cm de dap.....	32
Figura 5. Mecanismo de diseminación de especies e individuos en el bosque secundario.....	35
Figura 6. Mecanismo de diseminación de especies e individuos en el bosque primario.....	36
Figura 7. Curva de rarefacción de especies de aves registradas en los bosques estudiados.....	38
Figura 8. Número de familias, géneros y especies para cada fase sucesional y para el bosque primario.....	38
Figura 9. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados para la comunidad de especies de aves.....	40
Figura 10. Especies más abundantes para cada bosque: a) Bosque primario; b) Fase 1; c) Fase 2; d) Fase 3.....	42-43
Figura 11. Especies comunes entre los bosques estudiados.....	46

Dedicatoria

Dedico mi esfuerzo de ésta nueva etapa en mi vida a mi PAPA DIOS, quien es el dueño de mi vida y me brindó esta oportunidad de prepararme no solamente profesionalmente sino mas bien humanamente.

A mi gran familia, a mi papi Indulecio, a mi mami Eufrosina, a mis hermanos Elsa, Gladys, Kléber, Manuel, Juanita y Amarilis por su amor y por su confianza puesta en mí, y a la nueva generación formada por Paúl, Paola, Nury, Kareem, Rony, Verónica, Sheyla, Andrés, Kenya, Ronaldo, Erick, Anthony, Daniela, Odalys, Kelvin, y a quien Dios me permitió conocerlo David, a quienes quiero mucho y son parte fundamental de mi vida, y pido que Dios que siempre los bendiga y los tenga en misericordia.

Espiritualmente a la Mara, a mis abuelitos Albina y Gelacio, a la tía Susy, y a los abuelitos Rosa y Leonardo.

Marcia

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios, quien me permite admirar sus bendiciones, sus provisiones y su amor infinito en cada día, en cada momento de mi vida, en mi familia, en mis amigos, en mis colegas, en mis maestros, en todo aquello que pude recibir y realizar en estos dos años de permanencia en el CATIE.

Nuevamente a Dios quien a través de una beca concedida por la Organización de los Estados Americanos-OEA, con sede en Quito, proveyó mis gastos de manutención y de estudios.

Al MINAE en Hojancha, Guanacaste en las personas de Emel, Mauricio, José Miguel, Alcides, Danilo, Anita, Lorena y Ricardo quienes aportaron en cada aspecto para la ejecución de mi investigación. De manera muy especial mis agradecimientos profundos a Miguel Méndez quien con su gran dedicación para los recursos naturales se convirtió en mi soporte técnico en el desarrollo de mi investigación, específicamente en la identificación de las aves y de las plantas...Mil gracias!. Y a todos que supieron darme su apoyo moral en los momentos mas duros, con quienes fuimos partícipes de momentos de esparcimiento.

Al INBio, a través de Xenia Soto, Alfonso Garita y Huver Monge, quienes con su aporte técnico nos proveyeron de los mapas de ubicación de la zona de estudio, además de su amistad y hospitalidad brindada.

En San Pedro, mis eternos agradecimientos a Jesús Argueda, (Pipe) por su apoyo incondicional y fraterno en los recorridos diarios en el campo, quien hizo llevadero estos momentos arduos de trabajo; a Marlen, María, Damaris, Catalina y a toda su familia, Gilberto y su familia. En San Isidro a Carlos González por su apoyo y hospitalidad incondicional. A Samaria y a Manuel, muchas gracias por todo.

A Bryan quien me permitió acercarme con mis temores y dudas en todo lo que quería aprender, claro que faltó tiempo!...Mil Gracias por todo. Y no podía ser de otra manera, un eterno agradecimiento a Diego que no solamente fue mi dirección técnicamente en mi investigativo sino también como soporte en otros momentos de mi vida, él es un gran amigo, en quien puedo seguir confiando...Que Dios le bendiga siempre!.. Debo agradecer a Dios que puso en mi camino a Hugo Brenes una gran persona, aunque él quizás no lo percibió me dio palabras de ánimo, de superación y de confianza en mi misma que yo podía salir adelante, mil gracias, es una persona especial... A José Masis quien también fue un gran soporte en el desarrollo de la ardua tarea en el campo y un amigo en quien confiar...Muchas gracias.

A mi Che, que a pesar de todo me tuvo muucha paciencia y fue mi soporte en la estadística. Muchas gracias por su amistad y por las comidas, claaaro que no las olvidaré jamás.

A la gran Natilla, y toda su familia, quien fue la primera Bendición de Dios en el CATIE, con quien aprendí que nada en la vida es coincidencia, que en todo está Dios, además que me permitió tomar el mejor café de Costa Rica, que tanto me gusta. A mi gran Chio, que con sus abrazos y risas fue mi soporte y mi alegría de todos mis momentos en el CATIE, con quien pude sentir su apoyo y su amor. A Cris y Salva, gracias por ese calor de hogar y su amor. Por razones de espacio no puedo expresarles mis agradecimientos particulares a Laura, Clarita, Samaria, Miroslava, Mis Bolivia, Hope, Betty, Nelly, Astrith, Ruth, Mónica, Meivis, Milton, Edwin, Francisquito, Nayo, Stella, Byron, Noel, Manuel, Noelia, Miluzka.

A todos mis compañeros 2003-2004; a todo el personal del CATIE, MIL GRACIAS.

Núñez, M. 2008. Evaluación de comunidades de aves en bosques secundarios restaurados en potreros abandonados ubicados en la cuenca del Río Zapotal, Hojancha, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR.

Palabras claves: Potreros abandonados, Fases sucesionales, bosque secundario, remanente, bosque primario, aves, especies vegetales, gremios alimenticios, diseminación.

RESUMEN

Esta investigación pretende contribuir al conocimiento sobre la recuperación de las comunidades de aves en bosques restaurados en potreros abandonados de San Roque y Bajos del Calvo en el cantón Hojancha, Guanacaste-Costa Rica. Se buscó establecer y comparar la riqueza, abundancia y diversidad de aves entre bosques con diferentes fases de desarrollo y un bosque primario. Se muestrearon los siguientes bosques: Fase 1 (7-15 años), Fase 2 (17-23 años), y Fase 3 (25-40 años), y para el bosque primario se consideró el único bosque remanente intervenido de los Hermanos Arguedas. Se registraron 101 especies de aves y 117 especies de plantas en los bosques estudiados. No se encontró diferencias significativas para la riqueza de aves entre las fases ($P=0.6551$), pero si se encontró diferencia significativa para la abundancia entre bosque secundario y con el remanente de bosque primario ($P=0.0088$). Se establecieron 12 gremios alimenticios, cinco de ellos: los frugívoros, granívoros, Frugívoros-granívoros, Omnívoros y los Frugívoros-insectívoros del bosque secundario mostraron diferencia significativa para la abundancia con respecto al bosque primario. En el bosque secundario el 28.6 % del total de las especies registradas representan a las aves frugívoras y el 46 % a las especies insectívoras; y para el bosque primario, el 40 % del total de las especies representaron a las aves frugívoras y el 42 % a las aves insectívoras. *Basileuterus rufifrons* (Parulidae) y *Chiroxiphia linearis* (Pipridae), se registraron como las especies más abundantes del bosque secundario y *Ch. linearis* para el bosque primario. Se encontró que no existen diferencias significativas entre los mecanismos de diseminación para las especies vegetales registradas entre el bosque secundario y el bosque primario ($P=0.1220$). El 68 % de las plantas en el bosque primario son diseminadas por vertebrados, mientras que el 20.4 % son diseminadas por el viento. En el bosque secundario el 59.9 % de las especies vegetales son diseminadas por vertebrados, mientras que el 23 % son diseminadas por el viento.

Núñez, M. 2008. Evaluation of communities of birds in secondary forests restored in abandoned paddocks situated along the basin of the Zapotal River, Hojancha Costa Rica. M.Sc. thesis Turrialba, CR, CATIE.

Key words: abandoned paddocks, successive phases, secondary forests, remnant, primary forests, birds, vegetarian species, nourishment guilds, dissemination.

SUMMARY

This investigation attempts to contribute towards the knowledge of the recuperation of the birds communities in abandoned paddocks of restored forests of San Roque and Bajos del Calvo in Hojancha canton Guanacaste-Costa Rica. It tried to establish and compare the richness, abundance and diversity of birds in the forest of different developing phases and a primary forest. Three forests different phases were surveyed: phase1 (7-15 years) phase2 (17-23 years), and phase 3 (25-40 years), and for the primary forests is have considered the only one remnant forest intervened by Arguedas Brothers. I have registered 101 species of the birds and 117 species of plants in the studied forests. I did not find significant differences in the richness of the birds among the three phases ($P=0.6551$), but is found significant differences in the abundance of the birds between the secondary forest and the remnant of the primary forest ($P=0.0088$). I have established five nourishing guilds: fruit-eaters, grain-eaters, fruit and grain-eaters, omnivore, and insect and fruit-eaters of the secondary forest. They showed significant difference in the abundance of the bird with regard to the primary forest. In the secondary forest 28.6% of the total of registered species is represented by the fruit-eaters birds and 46% insect-eaters birds and for the primary forest, 40% of the total number of the species is represented by the fruit-eaters birds and 42% insect-eaters birds. I have registered *Basileuterus rufifrons* (Parulidae) and *Chiroxiphia linearis* (Pipridae) as the most abundant species for the secondary forest and *Ch. linearis* for the primary forest. I have found that significant differences do not exist between the mechanism of dissemination for the vegetable species registered between the secondary and primary forests ($P=0.1220$). Sixty-eight percent of the plants in the primary forest are disseminated by vertebrates whereas 20.4% are disseminated by wind. In the secondary forest 59.9% of the vegetable species are disseminated by vertebrates whereas 23% are disseminated by wind.

I. INTRODUCCION

Los ecosistemas terrestres con la mayor diversidad de especies en el mundo son los bosques tropicales. Centro América alberga cerca del 7% de la riqueza estimada mundialmente, pero esta se encuentra seriamente amenazada por los efectos de la deforestación (Matamoros, 2001).

En Suramérica y Centroamérica vastas extensiones de bosques son taladas para la ganadería que provee de carne al mercado norteamericano. Kaimowitz (2001) señala que en los últimos 40 años el área de pasturas en Centroamérica ha aumentado de 3,5 a 9,5 millones de hectáreas, así como también se ha incrementado el número de ganado vacuno; ésta situación se ha visto asociada con la pérdida y fragmentación de la cobertura boscosa y la creación de paisajes dominados por pasturas y cultivos agrícolas.

En la región de Guanacaste, en Costa Rica, los bosques han sido talados en primera instancia para desarrollar actividades agrícolas y, posteriormente, actividades ganaderas con fines económicos y de autoconsumo. Una primera ola de inmigración hacia la zona empezó durante la depresión mundial a fines de los años 20; esta permitió el establecimiento de la agricultura. Más adelante, por los años 40, surgió otra fuerte inmigración proveniente del valle central del país a causa de la crisis del café durante la segunda guerra mundial, incrementando la población considerablemente en los cantones de Hojancha, Nicoya y Nandayure. Este aumento poblacional contribuyó fuertemente a la destrucción del bosque y al aumento de las tierras agrícolas y ganaderas (Gregersen, 1994).

A partir de 1950, con los precios altos de la carne y la apertura del mercado estadounidense, la ganadería llegó a ser muy rentable y el sistema de producción cambió de la agricultura a la ganadería intensiva. La ganadería ocasionó una fuerte reducción de los bosques naturales en Guanacaste; en lugares como Hojancha, para 1973, se tenía apenas un 8 % de superficie forestal (Gregersen, 1994). Sucesos posteriores como la caída de los precios de la carne, entre otros, hicieron que muchos agricultores y

ganaderos abandonaran sus tierras permitiendo el desarrollo de bosques secundarios en zonas como Hojancha, Nicoya y Nandayure (Gregersen, 1994).

La pérdida y fragmentación de hábitat, la introducción de especies exóticas y la cacería indiscriminada son las actividades humanas o factores intrínsecos con mayor incidencia en la reducción de las poblaciones de aves silvestres, y por lo tanto, en su extinción (Granizo *et ál*, 2002). Las aves son sensibles a cambios ambientales y pueden ser utilizadas como indicadores de impactos ecológicos en una comunidad boscosa; cumplen además un papel importante en el mantenimiento de funciones ecológicas claves dentro de ecosistemas forestales, tales como la diseminación de las semillas y la polinización. Alrededor de un 40-50 % de las especies de árboles en los bosques húmedos tropicales tienen semillas dispersadas esencialmente por las aves (Finegan *et ál*, 2004).

Costa Rica, a pesar de ser un territorio tan pequeño, posee diferentes tipos de hábitat y posiblemente sea el país a nivel mundial con el mayor número de especies de aves registradas, más de 830 especies (Stiles y Skutch, 2003). Actualmente no existen para la zona de Hojancha estudios sobre las comunidades de aves en las diferentes fases sucesionales de bosque secundario. En el presente trabajo se analizaron aspectos de estructura, composición y diversidad de aves en bosques secundarios creciendo sobre antiguos potreros abandonados en diferentes fases de sucesión. El propósito del estudio fue contribuir con el conocimiento del potencial de restauración de la biodiversidad de aves, con énfasis en aves frugívoras, a través de la sucesión secundaria; además se pretende establecer la importancia de las aves en el desarrollo sucesional de los bosques secundarios de la zona.

Este estudio se llevó a cabo en el cantón de Hojancha, Costa Rica, que cuenta con 9104.2 ha de bosque secundario (Salazar, 2003); ahí se seleccionaron fincas que anteriormente fueron potreros y que actualmente son bosques secundarios restaurados en diferentes fases de desarrollo.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Contribuir al conocimiento de la recuperación de comunidades de aves en bosques restaurados a través de la sucesión secundaria en potreros abandonados.

Objetivos Específicos

1. Determinar y comparar la abundancia, composición y diversidad de especies de aves presentes en bosques secundarios de diferentes edades de desarrollo y un remanente de bosque primario.
2. Determinar y comparar los gremios alimenticios de aves en las diferentes fases sucesionales de bosque secundario y un remanente de bosque primario.
3. Identificar las especies de aves diseminadoras de las especies vegetales de los bosques secundarios y comparar con las especies de aves diseminadoras dentro el bosque primario.

III. HIPOTESIS

1. La abundancia, composición y diversidad de especies de las comunidades de aves difiere entre las diferentes etapas de sucesión secundaria y el bosque primario.
2. La abundancia de gremios alimenticios de aves difiere entre las fases sucesionales de bosques secundarios y un bosque primario.
3. La abundancia de las especies vegetales que brindan alimento a las aves frugívoras difieren entre las diferentes fases sucesionales del bosque secundario y un bosque primario.

IV. REVISION LITERARIA

Bosques tropicales y su biodiversidad

Los bosques de América Latina y el Caribe son muy importantes a nivel mundial, tanto por su extensión geográfica como por su riqueza biológica y complejidad ecológica (Hartshorn 2002), ocupando sólo el 7 % de la superficie del mundo. Estos bosques son ecosistemas dinámicos que están sujetos a la influencia de procesos ambientales (Guariguata, 2002). Costa Rica, con apenas 51.000 km², se estima que tiene entre un 5 % y 7 % de todas las especies que habitan en el planeta, siendo una de las regiones con mayor biodiversidad (Zamora *et ál.* 2000).

Los bosques tropicales constituyen los ecosistemas terrestres con la mayor biodiversidad del planeta, sin embargo hasta estos tiempos no ha sido posible medirla (Finegan *et ál.*, 2004). Son también los ecosistemas más afectados por actividades antropogénicas y naturales.

Restauración ecológica de bosques a través de la sucesión secundaria

La restauración es el acto de volver a poner una cosa en el estado que antes tenía. Partiendo de este concepto, una *restauración ecológica* es el proceso por medio del cual es posible volver a tener una comunidad o ecosistema natural en el estado original, antes de su eliminación o alteración; esto en términos de su estructura, composición, diversidad y de los procesos ecológicos que caracterizan al ecosistema original (Finegan, 2003). La restauración de la mayoría de los bosques depende de varios aspectos como la presencia de semillas de especies vegetales. Finegan y Delgado (2002), manifiestan que para la restauración de los bosques existe una gran dependencia de factores como el viento para la dispersión de semillas y de la presencia de especies de árboles en el área.

El proceso de restauración ecológica secundaria depende de las condiciones prevalecientes en el sitio, de la duración y la severidad de las alteraciones pasadas, así como de la disponibilidad y proximidad de fuentes de semillas y de animales dispersores

de semillas. Los bosques logran recuperarse por medios naturales al ser eliminados los factores causantes de la degradación, como el fuego, el sobrepastoreo o la tala; este tipo de restauración se la conoce como *restauración pasiva*, y permite que la sucesión tome lugar sin que exista intervención humana (CIPAV, 2003).

Un bosque “regenerado”, sin embargo, no es un ecosistema estático, sino un ecosistema que estará en algún momento sujeto a perturbaciones naturales como claros del dosel, deslizamientos de tierra, huracanes, incendios naturales y cambios en el curso de los ríos, entre otros, los cuales alteran su estructura y funcionamiento. En los procesos ecológicos que tienen lugar durante la sucesión secundaria se observa una secuencia de eventos más o menos constantes que se inicia con la colonización de un sitio alcanzando un término intermedio cuando se cierra el dosel, hasta alcanzar una composición de especies muy similar a un bosque primario. La sucesión secundaria en un bosque es un proceso “continuo”, que parte de una etapa inicial en la que los factores más importantes son aquellos que gobiernan el proceso de colonización del sitio hasta llegar a etapas más avanzadas (Guariguata y Ostertag 2002).

Factores biológicos y ecológicos de la sucesión vegetal

Diversos factores determinan la velocidad a la que ocurre la sucesión, como la intensidad y la duración de la alteración, la distancia a fuentes dispersoras de semillas, las condiciones del área como la topografía y el clima del sitio, las características del suelo y la disponibilidad de la luz; la naturaleza del banco de semillas en el suelo, la producción de frutos y la capacidad de rebrote de raíces (Finegan *et ál.*, 2004; OIMT, 2002).

En términos generales, una sucesión se ve influenciada por eventos probabilísticos, por la biología de las especies, por su forma de interactuar con plantas y animales, y por los componentes bióticos (vegetación) y abióticos (tipo de suelo, clima) del lugar. Estos factores dan origen a una determinada composición y además influyen en la velocidad a la que un bosque recupera su estructura y funcionamiento original (Guariguata y Ostertag 2002).

Existen tres tipos de factores que determinan la velocidad con que ocurre la sucesión vegetal: 1) *El contexto ambiental*, referente al clima y la topografía (la sucesión suele ser más lenta en climas fríos y secos y en sitios con pendientes pronunciadas, y más rápida en climas cálidos y húmedos, y sobre todo en pendientes suaves) 2) *Las variables abióticas*, referentes a factores químicos y físicos importantes en el proceso, como la estructura del suelo y la composición y cantidad de nutrientes, determinando que la velocidad de la sucesión esté asociada a la fertilidad del suelo y 3) *Las variables bióticas* que son los organismos presentes en el sitio, como las micorrizas y otros organismos simbiotes que pueden facilitar la sucesión, y la existencia de fuentes semilleras cercanas (CIPAV, 2003).

Fases de Restauración de los Bosques Secundarios

La sucesión secundaria es un proceso alogénico debido a que es ocasionada por algún disturbio o catástrofe (factores externos), dándose el establecimiento de una nueva comunidad, y se ha visto aumentada por las actividades antropogénicas (Holdridge, 2000). Los niveles de luz representan un aspecto fundamental en el desarrollo de sucesiones secundarias, ya que influye directamente en el crecimiento y la sobrevivencia de los árboles, la producción de frutos y semillas (Finegan *et ál.*, 2004).

Finegan (1992) manifiesta que la sucesión es un proceso continuo en donde existen transiciones graduales entre las fases: en la *primera fase*, se observa que el área es colonizada por especies pioneras herbáceas y arbustivas que forman una comunidad baja ocupando el sitio hasta por dos o tres años; en ésta fase se establecen rápidamente las especies arbóreas efímeras; en la *segunda fase*, se forma una comunidad baja en diversidad florística de especies heliófitas efímeras que crecen rápidamente formando un dosel cerrado, eliminando las especies de la primera fase a causa de su sombra, la duración de ésta fase puede estar entre 10, 20 o más años, aquí ya se empiezan a establecer las especies heliófitas durables; y la *tercera fase* que puede alcanzar posiblemente entre 30-100 años de duración, aquí se puede observar un crecimiento

rápido de las heliófitas durables inmediatamente después de la desaparición de las especies efímeras.

Holdridge (2000) identifica tres fases de sucesión secundaria. La *primera etapa* sucesional corresponde a una comunidad mixta de herbáceas, arbustos, bejucos y en general plántulas de especies invasoras, dura de pocos meses a dos años. Estas formaciones se establecen rápidamente después de una alteración, tornándose más escasas bajo la sombra de las especies arbóreas pioneras emergentes, muchas de las plantas herbáceas forman densos arbustos de hasta dos o tres metros de altura, entre ellas están los helechos, *Heliconia spp.*, y otras plantas. Entre los arbustos se encuentran individuos de las familias Acanthaceae, Piperaceae, Solanaceae, Compositae y Rubiaceae, éstas entremezclan sus ramas y tallos con las plantas herbáceas y con individuos jóvenes de especies arbóreas de crecimiento rápido, formando todos un conjunto enredado y cubierto en sus copas por una masa de bejucos herbáceos y leñosos.

De acuerdo a la humedad del sitio y la fertilidad de los suelos, los árboles de crecimiento rápido en poco tiempo empiezan a surgir de ese conjunto enredado y forman un *dosel superior*, con especies arbóreas tales como *Ochroma lagopus*, *Cecropia sp.*, *Trema micrantha*, *Schizolobium parahybum*, *Belotia sp.*, *Mortoniendron sp.*, *Jacaranda copaia*, entre otros. Estos árboles se caracterizan por su crecimiento rápido, con un tallo principal, con hojas compuestas o lobuladas grandes y hojas simples pequeñas con ramas deciduas, estas especies viven dispersas en la comunidad boscosa natural, y permanecen por un buen tiempo en claros ya colonizados para proveer de semillas a los nuevos claros. Cuando la producción de semillas es abundante se constituye la *segunda fase sucesional* (Holdridge, 2000). Esta fase tiene una duración de 10-20 años (según sea la duración de la especie); a medida que éstas se mueren, otras especies heliófitas ya establecidas en el área se aprovechan de las condiciones de crecimiento mejoradas y se convierten gradualmente en especies dominantes (OIMT, 2002). La *tercera fase de sucesión* empieza a aparecer una vez que los árboles de crecimiento rápido emergen del matorral y se tornan dominantes y comienzan a ejercer un efecto inhibitor sobre la masa vegetal

más baja. Con el rápido crecimiento de estas especies, el bosque adquiere una altura considerable, el suelo está mejor protegido y la temperatura es menor y se incrementa considerablemente la cantidad de la materia orgánica en el suelo (Holdridge, 2000).

Una de las características más típicas de los bosques secundarios es la alta heterogeneidad florística entre masas forestales que se encuentran a poca distancia unas de otras, tanto a nivel del dosel forestal superior como de la cubierta inferior del bosque. Esto se debe principalmente a las variaciones fenológicas de las especies colonizadoras en el momento del abandono del terreno (período de barbecho), el tipo de regeneración (rebrotos versus semillas), así como la presencia de diferentes especies de árboles remanentes que pueden influir en la composición de especies. Sin embargo, a escala regional, los factores abióticos, como las diferencias entre las precipitaciones y las elevaciones, son los que determinan primordialmente la velocidad de la sucesión (OIMT, 2002). Finegan (1992) señala que los diferentes mecanismos de sucesión no son exclusivos, más bien pueden operar de forma simultánea o sucesiva, además los diferentes factores podrían afectar al mismo árbol en las diferentes etapas de su ciclo de vida; también manifiesta que los diferentes factores que pueden afectar a las sucesiones forestales depende de las condiciones que se presenten en el terreno, y que la tolerancia a la sombra es muy importante en todos los esquemas de sucesión, pues las especies pioneras no son tolerantes y no pueden regenerarse a la sombra.

Para la regeneración de las especies vegetales, se necesitan requerimientos ambientales en términos de luz, agua, y condiciones edáficas. Para especies arbóreas de tierra firme, la disponibilidad de luz es probablemente el factor más importante para su establecimiento y crecimiento. Por lo tanto, se dividen las especies en heliófitas -aquellas que necesitan mucha luz para su establecimiento y supervivencia-, y las umbriófitas o esciófitas -aquellas que pueden establecerse y sobrevivir en la sombra del sotobosque.

Las especies heliófitas requieren de altos niveles de luz para su germinación y establecimiento, de tal manera que su reclutamiento está restringido a etapas sucesionales

muy jóvenes o a claros de bosque grandes (Uhl, 1987). Las especies esciófitas, por otro lado, se pueden establecer y crecer con bajos niveles de luz (Popma y Bongers, 1988). Por consiguiente, se cree que las especies esciófitas se regeneran en etapas sucesionales dominadas por especies heliófitas. El grupo de especies heliófitas durables domina la última fase de la sucesión secundaria (Finegan, 1996; Richards, 1996).

Ordenación de los bosques secundarios

Los requisitos importantes para la ordenación sostenible de los bosques secundarios son la aceptación social, políticas adecuadas y el reconocimiento del valor ecológico y económico de la masa forestal secundaria (OIMT, 2002). Los bosques secundarios pueden manejarse para diversos fines, entre los que pueden incluirse el manejo para la producción de productos forestales maderables y no maderables, la provisión de servicios ambientales a cambio de pagos, o una combinación de estos productos y/o beneficios, cuyos objetivos dependerán de las necesidades, de los intereses y de las capacidades que tienen los agricultores como la mano de obra, las tierras, el capital y las técnicas del recurso, además de los factores externos como los mercados para los productos, servicios forestales, políticas y reglamentos (Wadsworth, 2000).

El bosque secundario puede manejarse directamente para un rendimiento sostenible sin la necesidad de adoptar medidas específicas de restauración o rehabilitación, especialmente aplicado en el caso de las etapas sucesionales intermedias y avanzadas de los bosques secundarios donde alguna especie o grupos deseados dominan el bosque (OIMT, 2002).

Historia del bosque de Hojanca

La comunidad de Hojanca, se colonizó por los años 30; es una zona algo quebrada, de bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo premontano; los primeros colonos se establecieron con parcelas pequeñas para dedicarse a la agricultura diversificada con caña de azúcar, café, arroz, frijoles y maíz y posteriormente cambiaron este primer sistema de vida por las condiciones de infraestructura que no eran muy favorables. Fue

así que empezaron con la ganadería y con ella la tala de los bosques y la extensión de los pastos en las parcelas que habían colonizado (Rodríguez, 2000).

Los bosques tropicales primarios de esta zona de vida son altos, semidecíduos o siempreverdes y formados por varios estratos, con árboles del dosel de 40 m a 50 m de altura y copas amplias, con un fuste delgado, a menudo presentan gambas altas y delgadas (Méndez y Vásquez, 1999). El nivel arbustivo consta de palmeras muy pequeñas y de enormes hierbas, con enredaderas herbáceas y los bejucos leñosos son abundantes, al igual que las epífitas. Los bosques muy húmedos tropicales premontanos (bmh-P), representan una zona de vida entre un bosque mediano y alto, semidecíduo, de 2 o 3 estratos, con pocas especies en la estación seca, la cobertura de vegetación cerca del suelo es generalmente baja (Harstshorn *et ál.*, 1982).

En un estudio sobre la regeneración del paisaje en la cuenca del Río Nosara en Guanacaste, Costa Rica, Eichenlaub (2002), afirma que la vegetación desde 1983 hasta el 2002 ha cambiado, sobre todo a favor de las áreas boscosas. La cobertura de dichas áreas aumentó de un 16% hasta un 38% de la superficie total. Existe una correlación entre las proporciones altas de las áreas boscosas y las proporciones bajas de las áreas de ganadería extensiva, las cuales disminuyeron su cobertura desde un 64% hasta un 34%. También, a cambio de las áreas de ganadería extensiva, resaltan las plantaciones forestales de *Gmelina arborea* y *Tectona grandis* con una cobertura del 8% de la superficie. La proporción de los cultivos de café subió desde un 2% hasta un 6%. La categoría de los charrales mantiene su proporción (16% en 1983, 14% en 2002). Las áreas boscosas, inclusive en fases sucesionales tempranas, subieron desde un 32% hasta un 52% del área total.

La ganadería generó una crisis ecológica en Hojancha. El ecosistema de potrero causó la degradación, erosión y compactación de los suelos y una fuerte alteración de los ciclos hidrológicos. Para 1973 solo quedó un 8% de la superficie total cubierta de bosque (Gregersen, 1994).

Distribución temporal y abundancia de la vida silvestre durante la sucesión secundaria

Conforme la sucesión avanza hacia un bosque maduro la estructura vegetal se vuelve más compleja y aparecen nuevas especies; a medida que avanza la sucesión vegetal la vida silvestre también cambia. Cada estadio de la sucesión tiene su propia fauna distintiva. En los bosques jóvenes se encuentra menor diversidad debido a su denso follaje y bajo grado de estratificación vertical. En la fase herbácea y arbustiva se alberga la mayor diversidad de especies animales que dependerán de los estadios iniciales de la sucesión vegetal para encontrar sus hábitats deseados, ciertas especies de fauna son altamente dependientes de las perturbaciones que devuelven y mantienen los estadios iniciales de la sucesión (Peña-Claros 2003, Smith y Smith 2001).

Muchas especies de plantas producen frutos y/o semillas que son consumidas por las aves y mamíferos principalmente, permitiendo la dispersión de las semillas, por lo tanto, éstas especies representan un elemento importante en los bosques cumpliendo una serie de funciones ecológicas claves para el desarrollo de los ecosistemas forestales a través de la dispersión de las semillas, contribuyendo al equilibrio y desarrollo en la regeneración de la composición de los bosques (Finegan *et al.*, 2004).

Gremios alimenticios de aves tropicales

La diversidad de aves presente en los bosques tropicales cumple un papel preponderante como diseminadoras de semillas (Guariguata, 2002). Se ha estimado que más del 80% de las especies de árboles y arbustos en los bosques tropicales son dispersados por animales siendo entonces la frugivoría un mecanismo que tiene un papel importante para la sostenibilidad ecológica del bosque. Además se considera que con los cambios que se producen en la vegetación durante la sucesión, en cuanto a su estructura y composición, se altera la disponibilidad de recursos a especies frugívoras y granívoras (Finegan *et al.*, 2004).

Janzen (1992) manifiesta que debido a la variedad de alimentos consumidos por las aves tropicales y a menudo por el inesperado grado de polifagia entre ellas, no es fácil llegar a una clasificación sencilla de sus hábitos alimenticios. Además existen variaciones en los diferentes hábitos alimenticios de las comunidades de aves con respecto a variables como la altura y a la humedad.

Muchas aves tropicales residen en su territorio todo el año, pero existen excepciones y son abundantes. Las aves frugívoras y nectarívoras deben ser más móviles que las insectívoras para aprovechar períodos de floración y fructificación que cambian con la época y la zona. Existe una gran variedad de tipos de alimento disponibles para las aves en Costa Rica, muchos de los alimentos se encuentran en mayor abundancia y variedad en todo el año, de tal forma que algunas aves se especializan en esos frutos. Existen aves frugívoras que prefieren frutos grandes y nutritivos, frutos verdes; otras aves frugívoras se especializan en alcanzar frutos desde perchas o al vuelo; algunos consumen las bayas enteras. Muchos colibríes tienen los picos adaptados para los diferentes tipos de alimentos (Stiles y Skutch, 2003). En la Amazonía brasileña, la actividad de aves frugívoras es más intensa en términos de movimientos entre hábitats, entre bosques secundarios y pasturas abandonadas multiestratificadas, que entre el bosque y pasturas (Naranjo, 2003).

La mayoría de aves insectívoras de los bosques tropicales se encuentran firmemente arraigadas a las zonas altitudinales en las que anidan, rara vez se les ve a más de trescientos metros por encima o por debajo de ellas. Algunas aves insectívoras son depredadoras especializadas en “sentarse a esperar” y se alimentan de insectos grandes, pequeñas lagartijas y ranas, sin embargo también existen insectívoras que salen a buscar sus presas (Stiles y Skutch, 2003).

Importancia de las especies vegetales para las aves

La diversidad de especies vegetales y la regeneración de muchas de ellas puede verse afectada por los cambios drásticos en la abundancia y composición de la comunidad de

mamíferos y aves, ya que también se afectaría la dispersión de las semillas. Los frutos de especies de árboles constituyen la fuente principal de alimento para muchas especies de aves y mamíferos (Finegan *et ál.*, 2004).

En las áreas de pastura, un 90 % de las especies arbóreas son fuentes de alimento para aves silvestres. Wheelwright *et ál.*, (1984), citado por Harvey *et ál.*, (1999), señalan que entre las especies arbóreas más comunes en los potreros están *Acnistus arborescens*, *Citharexylum costaricensis*, *Picus pertusa*, *Hampea appendiculata* y *Sapium glandulosum*, que han sido reportadas como alimento para más de 20 especies de aves. Finegan y Nasi (1998), manifiestan que en los bosques tropicales, muchas de las especies de plantas pioneras en la sucesión secundaria proporcionan el alimento a las especies de vertebrados frugívoros.

En las regiones más húmedas de Costa Rica, más de la mitad de las especies de árboles, sobre todo del sotobosque, tienen frutos adaptados para ser dispersados por aves. En contraste, en las regiones secas como Guanacaste, así como en las mayores latitudes, la mayoría de árboles tienen frutos que dispersa el viento (Stiles y Skutch, 2003).

Impactos humanos a nivel de paisaje en la comunidad de aves

La transformación del paisaje y de la vegetación original de los bosques del neotrópico hacia pasturas abiertas tiene un impacto negativo significativo sobre las comunidades aviarias originales. En aquellas áreas en donde los asentamientos humanos han estado transformando el paisaje durante siglos, los pocos parches remanentes de bosque nativo tienen un ecosistema empobrecido en comparación con aquellas de áreas remotas en que la fauna y flora originales permanecen menos alteradas (Sánchez y Rosales, 2003).

En los últimos 400 años los humanos han provocado una serie de cambios profundos en el paisaje natural. Se estima que más del 76 % de las especies amenazadas o en peligro de extinción se ven afectadas por la pérdida de su hábitat. Incluso las especies que no

presentan un peligro inmediato sufren un proceso continuo de pérdida genética, debido a la disminución y al aislamiento de sus poblaciones (Primack, 1993).

La tasa de extinción de las especies ha aumentado en los últimos siglos debido al impacto directo e indirecto de las actividades humanas. A partir del año 1600, se ha producido la extinción de 113 especies de aves, lo cual representa el 1,3 % del total de las aves registradas en el planeta. Actualmente, un total de 1183 especies de aves están amenazadas a nivel mundial, es decir el 12% de las 9946 especies de aves hasta ahora descritas, están en peligro de desaparecer del planeta (Granizo *et ál.*, 2002). Stiles y Skutch (2003) indican que Costa Rica presenta una alta tasa de destrucción de sus bosques tropicales, que origina la pérdida de hábitat de muchas especies de aves, constituyéndose en una de las mayores amenaza para la avifauna; aproximadamente el 60 % de las aves terrestres de Costa Rica, dependen de la presencia de grandes áreas de bosque intacto o por lo menos con cierto grado de interconexión.

Los pastos son hábitat particularmente pobres en aves. Aspectos de disponibilidad de alimento y de mayor exposición a raptos determinan que los pastos no sean hábitat permanentes para las aves (Estrada y Coates, 1995).

Importancia de las aves en la restauración de bosques naturales

Las aves son importantes porque ayudan en la dispersión de semillas y en la polinización de las plantas; son además buenas indicadores del estado de conservación de un sitio, ya que a través de su estudio, se puede comprender mejor los cambios que afectan a los diferentes ecosistemas (BirdLife International, 1996). Finegan *et ál.*, (2004), señalan que las aves, cumplen una serie de funciones ecológicas claves para el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas forestales, siendo la principal el proceso de dispersión de semillas.

Primack *et ál.*, (2001) manifiestan que aproximadamente el 75 % de las especies de árboles y arbustos nativos son dispersados por animales, siendo las aves el grupo faunístico con mayor capacidad de dispersión de semillas, por lo que, en sitios con más árboles grandes donde perchan las aves habrá más depósitos de semillas, permitiendo así

la formación de núcleos de regeneración con especies leñosas de frutos carnosos, fortaleciéndose así el ciclo de regeneración.

Las aves son indicativas de la salud de los hábitat, ellas revelan el impacto de la destrucción o la modificación del hábitat sobre otras especies y grupos. Los estudios sobre el estado de un hábitat sirven de bases para señalar prioridades para la conservación de la diversidad biológica y el medio ambiente global (BirdLife Internacional, 1996).

En Costa Rica y otros países del neotrópico, la polinización por aves es más común entre las epífitas como las familias Bromeliaceae, Ericaceae, Gesneriaceae. Otras plantas típicas de claros en el bosque y vegetación secundaria son las especies del género *Heliconia*, además de muchas especies de las familias Acanthaceae, Rubiaceae, Lobiaceae, entre otras (Stiles, 1983). Entre las especies vegetales visitadas por un grupo de colibríes pequeños figuran especies de la familia Rubiaceae, tales como *Warscewiczia* y *Cephaelis*. Stiles (1990) menciona que las poblaciones de muchas aves pequeñas insectívoras y frugívoras pueden aumentar de manera considerable en algunos sitios durante las migraciones de otoño en septiembre y octubre hasta marzo o abril cuando se marchan.

Flores *et ál*, (2001) encontraron que los bosques regenerados parecen atraer gran cantidad de aves y que las aves que se alimentan de frutos juegan un papel importante en la regeneración del bosque ya que al dispersar las semillas determinan, junto con otros factores, la estructura y composición de los futuros bosques. La diversidad de aves presente en los bosques tropicales cumple un papel preponderante ya que éstas son diseminadoras de semillas y por su contribución, en términos de la biomasa total de muchas comunidades boscosas. Entre los beneficios que las especies frugívoras pueden ofrecer a las plantas están: 1) la diseminación directa de semillas a sitios seguros en el caso de plantas que tienen requerimientos de germinación y establecimiento muy especiales; 2) algunas aves y mamíferos pueden ayudar a la germinación de semillas cuando éstas pasan por el tracto digestivo (Guariguata, 2002). Cárdenas (2002),

manifiesta que a medida que se incrementa la riqueza arbórea, es decir el número de especies de árboles en los diferentes hábitat, también se incrementa proporcionalmente el número de especies y de individuos de aves particulares de hábitat boscosos.

Avifauna en Costa Rica

La avifauna de Costa Rica ha sido enriquecida con la contribución de las avifaunas de Suramérica y de Norteamérica, a través de las conexiones terrestres intermitentes entre diferentes islas que pasaron por procesos de erupciones, terremotos y períodos excesivos de levantamiento y erosión, permitiendo la llegada y el establecimiento de nuevas aves (Stiles y Skutch, 2003).

Primack *et ál.*, (2001) señalan que alrededor del 30 % de las especies de aves del planeta habitan en bosques tropicales. La mayor diversidad de especie se encuentra en la zona tropical de América, que alberga más de 1300 especies. Para Costa Rica se han registrado aproximadamente 840 especies de aves. Las variaciones en la temperatura, la precipitación y una amplia gama de elevaciones, se combinan para producir la rica y variada vegetación que es la base para la riqueza aviaria de Costa Rica, esto debido a la geografía del país, que está dominada por dos costas y por montañas que cubren más de la mitad del área terrestre e influyen considerablemente en el clima (Stiles y Skutch, 2003).

Muchas de las aves de Costa Rica viven sólo en uno o en pocos tipos de bosques y las comunidades pueden cambiar bruscamente al pasar de un tipo de bosque a otro. La avifauna más diversa se alberga en las tierras bajas húmedas y en las faldas de las cordilleras en sitios como La Selva y Corcovado. La avifauna disminuye a medida que se asciende hacia las montañas. Los bosques secos de las partes bajas tienen poco más de la mitad del número de especies que se encuentran en los bosques húmedos. Los bosques tropicales más húmedos contienen una mayor cantidad de microhábitat y tipos de alimento, y de lugares para buscar recursos o para construir nidos que los bosques de mayores latitudes (Stiles y Skutch, 2003).

Avifauna en la provincia de Guanacaste

En la avifauna residente de Costa Rica se reconocen cuatro grandes “zonas avifaunísticas” que corresponden aproximadamente a las mayores subdivisiones geográficas del país: las tierras bajas del Pacífico Norte, las tierras bajas del Pacífico Sur, las tierras del Caribe y las tierras altas de Costa Rica-Chiriquí, siendo las más sobresalientes la avifauna de tierras bajas del Pacífico Norte, la del bosque seco y del bosque húmedo tropical (Janzen, 1992). La avifauna de tierras bajas más sobresaliente es la de las tierras bajas del Pacífico Norte, el bosque tropical seco y húmedo. La avifauna de Guanacaste es en la actualidad, el segmento más sureño de avifauna de bosque seco de Centroamérica, compartiendo pocas especies con otros sectores de Costa Rica.

Estudios de la avifauna en Hojancha

Desde 1998, en la Reserva Monte Alto, ubicada en el cantón de Hojancha, se han monitoreado aves. Para enero del 2004 se han registrado 165 especies de aves (Méndez, 2004). Aproximadamente 60 especies registradas son frugívoras, tales como los Crácidos (pavas y pavones), Trogones y Ramphastidos (tucanes) (Castro *et ál.*, 2002).

La diversidad de aves en la reserva es alta, se observan desde aves terrestres, migratorias y residentes, como el *Falco peregrinus*, *Piranga rubra*, *Icterus galbula*, *I. pustulatas*, *Tirannus forficatus*, hasta especies de la familia Parulidae y Apodidae, que son representativas de las aves migratorias longitudinales. Entre las especies residentes con poblaciones altas están *Chiroxipia linearis*, “el toledo”, cuyas prácticas de cortejo son de fácil observación desde marzo a mayo, y como especie rara se tiene al gavián pechinegro *Leucopternis princeps* (García, 2003).

Castro *et ál.* (2002) detectó en la reserva Monte Alto la existencia de gran cantidad de nidos, muchos con huevos, que podrían demostrar que estos bosques estarían sirviendo de habitat fuentes, importantes para colonizar otros bosques “sumideros” como en el caso de los Bajos del Calvo (Pulliam, 1988; Lewis, 1989), citado por Castro *et ál.*, (2002).

V. METODOLOGIA

5.1 Ubicación y descripción general del área de estudio

El estudio se desarrolló dentro del área que comprende el Corredor Biológico Hojancha-Nandayure, en el cantón de Hojancha, dentro del Área de Conservación Tempisque en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. Se trabajó a lo largo de la cuenca del Río Zapotal, específicamente en los sitios San Roque y en Bajos del Calvo (09°55'18.4 latitud norte y 85° 30' 84,8" longitud oeste) (Figura 1). Dentro de los cantones Hojancha y Nandayure existen áreas silvestres protegidas que tienen como objetivo la conservación de los recursos naturales, hallándose mucha área de bosque secundario cuya diversidad no ha sido registrada. El ecosistema de bosque secundario es considerado importante para la conservación en la zona y gran parte del Corredor Biológico Hojancha-Nandayure está cubierto por él (Méndez, 1999), siendo necesario establecer cómo se desarrolla el proceso sucesional en estos bosques y cuanta biodiversidad albergan.

El clima de la zona es húmedo y con altas temperaturas, con una precipitación promedio anual entre 1900 a 2400 mm, la temperatura media anual oscila entre 21 y 27 ° C. Están presentes dos épocas bien definidas e influenciadas por la Vertiente Pacífica: la época lluviosa que va desde mayo a noviembre y la época seca que se presenta desde diciembre hasta abril, faltando ocasionalmente lluvias en mayo. La vegetación en la época seca mantiene sus hojas (bosques semicaducifolios o semidecíduos) (Gómez y Herrera, 1985), citado por Castro *et ál.*, (2002).

Según la clasificación de Holdridge el área tiene tres zonas de vida: bosque húmedo premontano (bh-P), bosque muy húmedo Premontano (bmh-P) y el bosque húmedo tropical (bh-T) (Campos *et ál.*, 1992). El rango altitudinal va desde 0 hasta 830 msnm. La zona donde se ubica el corredor está constituida geológicamente por materiales de los períodos Cretácico y Cuaternario, siendo las rocas volcánicas del Cretácico las que predominan en la región; la topografía se caracteriza por presentar terrenos moderadamente ondulados, pendientes promedio del 45 %. La región está comprendida dentro del complejo Nicoya, el cual esta formado por varios tipos de suelo de origen

ígneo y sedimentario (Salazar, 2003). El estudio comparó bosques secundarios en diferentes fases sucesionales ubicados dentro de las zonas conocidas como Bajos del Calvo y San Roque, en el cantón de Hojancha. Los sectores Bajos del Calvo y San Roque muestran áreas importantes de cobertura de bosque secundario, actualmente existen varios parches de este tipo de bosque, con edades de abandono que van desde los tres hasta los 40 años.

Para las investigaciones en el bosque primario se consideró el bosque de los Hermanos Arguedas, único remanente de bosque primario intervenido para la zona, localizado en el caserío de San Pedro entre las coordenadas verticales 210.700 a 212.000 y coordenadas horizontales: 384.000 a 385.200. Este bosque se encuentra en la microcuenca del Río Ora, en cuyo cauce se une el río Zapotal. Tiene una elevación máxima de 220 msnm y una mínima de 50 msnm, con una pendiente promedio del 30 %; sin embargo, existen pendientes de hasta 65 % en las orillas de las quebradas. El área se caracteriza por presentar una red de drenajes naturales intermitentes de corta longitud que drenan las aguas hacia el río Ora, permitiendo que el caudal de este río se mantenga durante todo el año. El bosque primario se ubica dentro de la zona de vida bh-T (Rodríguez y Farah, 1996).

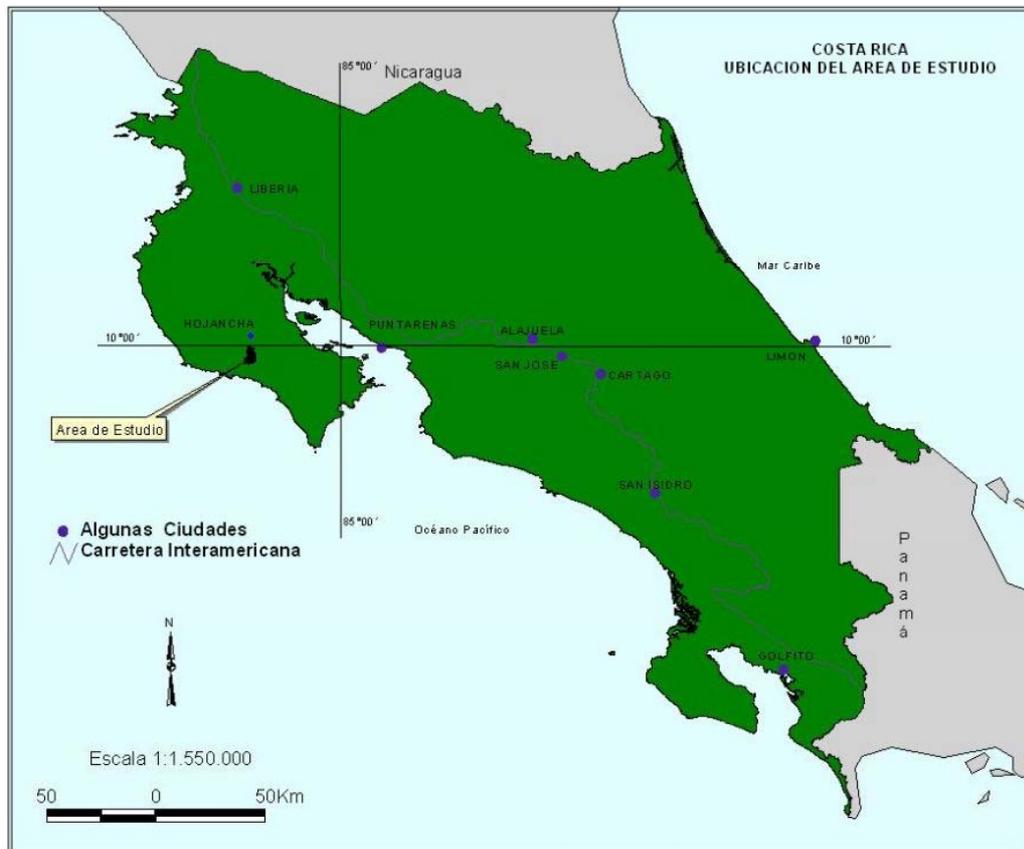


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en el cantón Hojancha-Guanacaste, Costa Rica.

5.2 Selección de los sitios de estudio

Para la selección del área de estudio y los bosques, se visitaron oficinas del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) de Hojancha y Nicoya, el Centro Agrícola Cantonal de Hojancha-CACH, el Corredor Biológico Chorotega y el Municipio de Hojancha, con el fin de obtener información y poder localizar áreas con bosques en sucesión secundaria y conocer a sus respectivos propietarios. A partir de encuestas realizadas por Soudre (2004) con los propietarios de las fincas, se verificaron las edades de los bosques en el área.

Con toda la información recopilada a partir de mapas (INDECA, 2004; Salazar, 2003), entrevistas a propietarios, ubicación de las áreas, edades de abandono y altitud, se procedió a seleccionar los bosques para el estudio. Cabe mencionar que previo a la

selección de los bosques e instalación de parcelas y puntos de observación de aves, fueron considerados los siguientes criterios: a) los bosques seleccionados debían situarse sobre terrenos que anteriormente hubieran sido pasturas, y b) que estuvieran dando paso a la recuperación de la cobertura forestal; además se tomaron en cuenta aspectos de altitud y topografía.

Para el trabajo en bosques secundarios se seleccionaron 24 parches de diferentes edades, los cuales fueron agrupados en 3 fases de sucesión secundaria, según la edad de abandono: 9 bosques se encontraban en primera fase de sucesión, 9 en segunda fase y 6 bosques en tercera fase (Cuadro 1). La primera fase de sucesión abarcaba edades de abandono entre 7-15 años, la segunda fase presentaba edades entre 16-23 años y la tercera fase tenía edades de abandono entre los 25-40 años. En el bosque primario se trabajó en 120 hectáreas aproximadamente. Para la evaluación vegetal se establecieron 72 parcelas en el bosque secundario y 21 parcelas en bosque primario.

Cuadro 1. Ubicación de bosques en las fincas seleccionadas para el bosque secundario.

Propietario	Código de finca	Edad de abandono (años)	Fase	Localidad	Coordenadas
José Rojas	JR	7	1	San Roque	09°55.085 Lat. N 085°22.366 Long.O
Dago Mora	DM-II	9	1	San Roque	09°58.379 Lat. N 085°22.881 Long.O
Carlos González	CG-IV	10	1	Bajos del Calvo	09°58.542 Lat. N 085°23.113 Long.O
Juan Elizondo	JE	10	1	Bajos del Calvo	09°58.379 Lat. N 085°22.881 Long.O
Rafael Montero	RM	10	1	Bajos del Calvo	09°58.403 Lat. N 085°23.323 Long.O
Víctor Mora	VM-II	10	1	San Roque	09°56.548 Lat. N 085°21.795 Long.O
Antonio Argueda	AA-I	14	1	San Roque	09°56.644 Lat. N 085°21.994 Long.O
Eresvida Argueda	EA	15	1	San Roque	09°57.340 Lat. N 085°22.419 Long.O
Erlindo González	EG-II	15	1	San Roque	09°57.288 Lat. N 085°22.508 Long.O
Jorge Quesada	JQ-II	17	2	San Roque	09°56.940 Lat. N 085°23.054 Long.O
Erlindo González	EG-I	18	2	San Roque	09°56.948 Lat. N 085°22.458 Long.O
Carlos González	CG-II	18	2	Bajos del Calvo	09°55.765 Lat. N 085°23.815 Long.O
Carlos González	CG-III	18	2	Bajos del Calvo	09°56.912 Lat. N 085°22.391 Long.O
Hermanos Campos	HC-I	20	2	San Roque	09°57.207 Lat. N 085°22.407 Long.O
Hermanos Campos	HC-II	20	2	San Roque	09°57.989 Lat. N 085°23.063 Long.O
Carlos González	CG-I	21	2	Bajos del Calvo	09°56.292 Lat. N 085°22.700 Long.O
Isidro Anchia	IA	23	2	Bajos del Calvo	09°56.186 Lat. N 085°22.716 Long.O
Víctor Mora	VM-I	23	2	San Roque	09°56.739 Lat. N 085°23.061 Long.O
Luis Anchia	LA	25	3	Bajos del Calvo	09°57.600 Lat. N 085°22.865 Long.O
Jorge Quesada	JQ-I	25	3	San Roque	09°57.551 Lat. N 085°23.113 Long.O
Tulio Campos	TC	31	3	San Roque	09°56.916 Lat. N 085°23.004 Long.O
Dago Mora	DM-I	32	3	San Roque	09°56.389 Lat. N 085°21.708 Long.O
William Venegas	WV-I	34	3	San Roque	09°56.395 Lat. N 085°21.790 Long.O
Hermanos Arguedas	HA	40	3	San Roque	09°57.293 Lat. N 085°23.246 Long.O

5.3 Instalación y evaluación de parcelas de vegetación

Una vez identificados y ubicados los bosques (fincas) con diferentes edades de desarrollo, se procedió a instalar parcelas para el estudio de vegetación, se trabajó conjuntamente con los investigadores Soudre (2004) y Murakami (2004). En cada bosque

seleccionado se instalaron 3 parcelas temporales de 20 m x 20 m, ubicadas sistemáticamente a una distancia de 50 metros entre sí, con el fin de evaluar la estructura y composición vegetal de los bosques. Dentro de cada parcela se registró todo individuo ≥ 10 cm de dap (dap=diámetro a la altura del pecho, medido a 1.3 m de altura sobre el suelo). Los individuos fueron colectados e identificados a nivel de especie de la siguiente manera: primero utilizando la información de los baqueanos (persona no especializada de la comunidad, pero con un amplio conocimiento del bosque), quienes las identificaban con el nombre común; se contó además, con el aporte de una lista de especies vegetales identificadas para la Reserva Monte Alto (Méndez, 2003). Posteriormente se las identificaba con la ayuda del Biólogo Miguel Méndez, especialista de especies vegetales y de fauna del Área de Conservación Tempisque (ACT). La identidad taxonómica de las especies en general fue supervisada por Nelson Zamora, curador del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) de Costa Rica.

En una hoja de campo se colocaron los datos: código de la finca, fecha de medición, sitio de ubicación de la finca, número de la parcela, coordenadas geográficas, altitud, orientación de la parcela, porcentaje de pendiente, número de árbol, nombre común de la especie, dap y altura total del individuo.

5.4 Análisis de la comunidad vegetal

Para cada parcela, dentro de las tres fases sucesionales, se calculó el número de especies (S), el número de individuos (N) y los índices de diversidad de Simpson, Shannon y Alfa de Fisher (Magurran, 1988), con los cuales se pudo cuantificar la diversidad a nivel de especie, utilizando como herramienta al software de EstimateS 5 (Colwell, 1997). Los índices de Simpson y Shannon toman en consideración tanto la riqueza como la equitatividad de especies, expresando las diferencias entre los bosques (Magurran, 1988; Smith y Smith, 2001). El índice de Fisher establece que la riqueza de especies depende del número de individuos muestreados, por lo tanto este índice controla y elimina, por el tamaño de la muestra, el efecto positivo que tiene la abundancia sobre la diversidad,

permitiendo entonces hacer comparaciones entre bosques de diferentes áreas y con diferentes número de individuos (Magurran, 1988).

Para comparar y encontrar diferencias estadísticas entre las 3 fases y el bosque primario, se utilizó la prueba de Andeva, y la prueba de comparación de medias LSD de Fisher con un alfa de 0.05, donde los tratamientos fueron los bosques con diferentes edades (fases) y el bosque primario, y el número de especies, individuos y los índices de diversidad se tomaron como las variables de respuesta.

Para conocer la importancia ecológica de la vegetación en cada bosque, se determinó el índice de valor de importancia (IVI) de cada especie vegetal, basándose en la sumatoria de dominancia, densidad y frecuencia de cada especie (Mostacedo, 2000). Con este índice se determinaron las 10 especies más importantes para cada fase sucesional del bosque secundario y para el bosque primario. A las especies vegetales del bosque secundario y primario también se les determinó su agente diseminador a través de información secundaria (Clark y Poulsen 2001, Moraes 2001, Finegan y Delgado 2002, Cordero y Dossier 2003).

5.5 Instalación y evaluación de los puntos de observación para aves

Para la evaluación de las aves, tanto para los bosques secundarios como para el bosque primario, se empleó el método de observación en puntos de conteo, utilizando transectos (Ralph *et ál.*, 1996). A partir del punto inicial de la primera parcela de vegetación (ver sección anterior), se procedió a ubicar los puntos de observación de aves (POA) para el registro de la avifauna (Figura 2). La unidad de muestreo en cada bosque correspondía a un POA, y en cada bosque se instalaron normalmente 5 POAs; solo cuando la extensión del bosque era menor a 450 m de largo, se instalaban 4 POAs. Cada punto fue establecido a 100 m de distancia entre sí, y tenía un diámetro de 50 metros (área de 1964m²). En el área de estudio se ubicó un total de 149 POAs, de los cuales 116 se establecieron en los bosques secundarios. En la primera fase se instalaron 42 POAs, en la segunda fase 44, en la tercera fase 30 y para el bosque primario se ubicaron 33 POAs. Para los 24 bosques

secundarios los POAs se situaron a lo largo de un sólo transecto por bosque. En el bosque primario los POAs fueron ubicados en siete transectos que estaban separados entre ellos por 300 metros.

Los puntos de conteo se identificaron con cinta de color, y en cada uno de ellos se tomó las coordenadas y su altitud, utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). La dirección del transecto a fin de instalar los puntos de conteo fue tomada con una brújula.

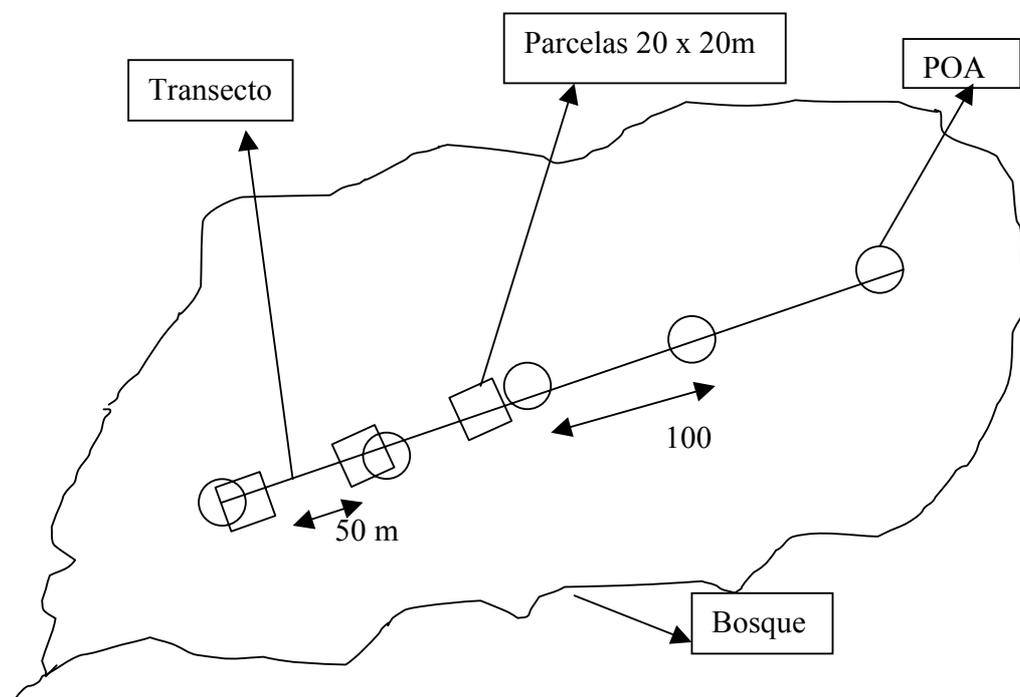


Figura 2. Diseño con la ubicación de los puntos de observación de aves, POAs (círculos) y las parcelas para la evaluación de la vegetación (cuadrados), para cada bosque en la zona de muestreo.

5.6 Evaluación de la comunidad de aves

La evaluación se efectuó durante la temporada de lluvias, desde junio a agosto del año 2004 en el bosque secundario y desde agosto a septiembre en el bosque primario. Las observaciones visuales de aves dentro de cada POA se realizaron por un tiempo de 20

minutos, desde las 6:00 am a las 11:00 am. En algunos casos se empleaban binoculares (8 x 40) y también se hicieron grabaciones de los cantos de aquellas aves que sólo eran escuchadas o de difícil observación. Se identificaba a nivel de nombre científico todo individuo que estaba perchando, y aquellos que se encontraban saliendo o entrando al POA, se anotó además la ubicación y comportamiento del ave (en el suelo, volando, nombre de la especie vegetal si estaba forrajado o perchado), información importante para conocer aspectos de la ecología de algunas especies. Cada POA fue evaluado en tres ocasiones (1 hora en total), teniendo un total de 116 horas en el bosque secundario (42 horas en la primera fase, 44 horas en la segunda fase y 30 horas en la tercera fase) y 33 horas en el bosque primario.

Los datos se tomaron en una hoja de campo registrándose información de: fecha de observación, sitio de ubicación de la finca, número del transecto, número de punto de observación, nombre del observador, nombre común de la especie, actividad de la especie observada y la ubicación con respecto al suelo, arbusto, lianas o árbol (Ralph *et ál.*, 1996).

Para la identificación de las aves en el campo se contó con el apoyo de una persona del sitio que conocía el nombre común y el comportamiento de algunas especies. Se utilizó también, como respaldo, el inventario de aves de la reserva Monte Alto ubicada en Pilangosta de Hojanca (Méndez, 2003). Las grabaciones de los cantos de aves fueron identificadas por el biólogo Miguel Méndez, técnico de la reserva Monte Alto y funcionario del MINAE en Hojanca y por la Ornitóloga Betty Flores, funcionaria del Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS) de Bolivia. También se utilizaron láminas fotográficas de aves de Costa Rica de Stiles y Skutch, (2003) y texto de Hilty y Brown, (1986).

5.7 Análisis de los datos de las comunidades de Aves

Con los datos de campo obtenidos se elaboró una lista de las aves registradas en bosques secundarios y primarios en Hojancha, las cuales fueron agrupadas taxonómicamente en familias (Barrantes *et ál.*, 2002). También se determinó la presencia de especies endémicas y migratorias a través del uso de información secundaria (Barrantes *et ál.*, 2002; y WWF *et ál.*, 1999). Para la asignación de especies a gremios alimenticios se revisó literatura especializada en el tema (Janzen, 1992, Skutch, 2001, Flores *et ál.*, 2002; Guariguata y Katan, 2002, Stiles, 2003; Cárdenas, 2003).

Para cada POA se calculó el número total de especies (S), el número total de individuos (N), y los índices de diversidad de Alfa de Fisher, Shannon y Simpson (Magurran 1988) con base en la información reunida durante la hora de muestreo (3 evaluaciones en el tiempo de muestreo de 20 minutos cada una). Estas variables de respuesta fueron comparadas entre fases de bosque secundario y el bosque primario a través de pruebas de Andeva, utilizando una prueba de comparación de medias LSD de Fisher con un alfa de 0.05. Los índices de diversidad fueron calculados utilizando como herramienta el software de EstimateS 5.0 (Colwell, 1997). Para encontrar cuán diversa es la variación de la composición de las aves entre los bosques evaluados se realizó un análisis a través del Índice de Similitud de Jaccard. Este índice está diseñado para ser igual a 1 en caso de que existiera una completa similaridad entre los tipos de bosques, e igual a 0 si entre los bosques no hubiera similaridad (Magurran, 1988). Para evaluar el esfuerzo de muestreo se construyeron curvas de rarefacción de especies para cada fase sucesional del bosque secundario y del bosque primario.

Para relacionar las variables de composición aviar y la composición florística y poder conocer el grado en que éstas variables están relacionadas, se utilizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), utilizando un gráfico biplot, cuyos componentes principales generados por el análisis, resultan de la combinación lineal de las variables originales, previamente estandarizadas cuando el análisis se aplica a la matriz de correlación (Di Rienzo *et ál.*, 2001).

Se utilizó información secundaria para identificar las especies vegetales que sirven de alimento a las aves y también para asignar los gremios alimenticios de las aves (Castro, 2001; Skutch 2001; Flores *et ál.*, 2002; Cárdenas 2003; Stiles y Skutch 2003). Las aves registradas fueron asignadas dentro de los siguientes gremios: frugívoros, insectívoros, granívoros, nectarívoros, carnívoros, frugívoros-insectívoros, insectívoros-frugívoros, frugívoros-granívoros, insectívoros-frugívoros-nectarívoros, nectarívoros-insectívoros, omnívoros, y piscívoros. Para comparar bosques en términos de la proporción de gremios alimenticios se utilizó un análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis, analizadas a través del Software estadístico InfoStat/Profesional (InfoStat 2004), en el cual se analizó el número de especies y de individuos de aves por cada uno de los distintos gremios registrados entre las tres fases sucesionales y entre el bosque primario.

5.8 Modelo estadístico usado en el análisis de varianza

Para cada punto de observación de aves se efectuaron tres evaluaciones en el tiempo de 20 minutos cada una, pero las variables de interés fueron calculadas a partir de la suma de estos tiempos (una hora). El modelo usado es el correspondiente a un diseño completamente aleatorizado.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ij} = variable dependiente o de respuesta

μ = media general

τ_i = efecto del i-esimo nivel del factor bosque

ε_{ijk} = término de error aleatorio distribuido normal con media cero y varianza constante.

VI. RESULTADOS

6.1 Descripción general de la vegetación

Dentro del área de estudio se registraron 116 especies de plantas mayores a 10 cm de dap, 67 especies se encontraron en el bosque secundario y 69 en el bosque primario. El número total de individuos fue de 1646, de los cuales 1281 fueron registrados en los bosques secundarios y 365 individuos en el bosque primario. Se registraron 42 familias botánicas, de las cuales 29 familias se encontraron en el bosque secundario, distribuidas en las 3 fases sucesionales y 26 familias para el bosque primario. En el Cuadro 2 se muestra el área y el número de parcelas instaladas, con su respectivo número de especies e individuos encontrados en cada tipo de bosque.

Cuadro 2. Área, número de parcelas, número de individuos(*N*) y de especies(*S*) de plantas \geq 10 cm de dap por cada fase del bosque secundario y del primario.

Bosque	Área m ²	Número de Parcelas	<i>S</i>	<i>N</i>
Fase 1	10800	27	37	370
Fase 2	10800	27	30	438
Fase 3	7200	18	47	473
Primario	8400	21	69	365

En el bosque secundario, cinco familias fueron consideradas las más importantes según el criterio del número de individuos: Fabacea/Papilionoideae con 348 individuos, distribuidas en 11 especies, siendo *Lonchocarpus parviflorus* (chaperno, Fabaceae/Papilionoideae), la especie con el mayor número de individuos registrados (245) para ésta familia; Sterculiaceae, con su única especie *Guazuma ulmifolia*, “guácimo”, con un registro de 263 individuos; Boraginaceae con 235 individuos, 221 de los cuales pertenecieron a la especie *Cordia alliodora*, “laurel”; Cochlospermaceae, con su especie *Cochlospermum vitifolium*, “poroporo”, con un registro de 75 individuos y Fabaceae/Mimosoideae, con 51 individuos de 8 especies registradas.

En cuanto a las especies de mayor importancia para el bosque secundario, según el criterio del IVI, tres especies destacaron. Estas especies constituyeron el 28% del total del IVI: *Guazuma ulmifolia*, con el 13.9%, seguida por *Cordia alliodora*, con el 12.4% y *Lonchocarpus parviflorus*, con el 11.9 %. En la Figura 3 se muestran las 10 especies con el mayor índice de valor de importancia registradas para el bosque secundario; en el Anexo 2 se muestra todas las especies registradas con su respectivo IVI.

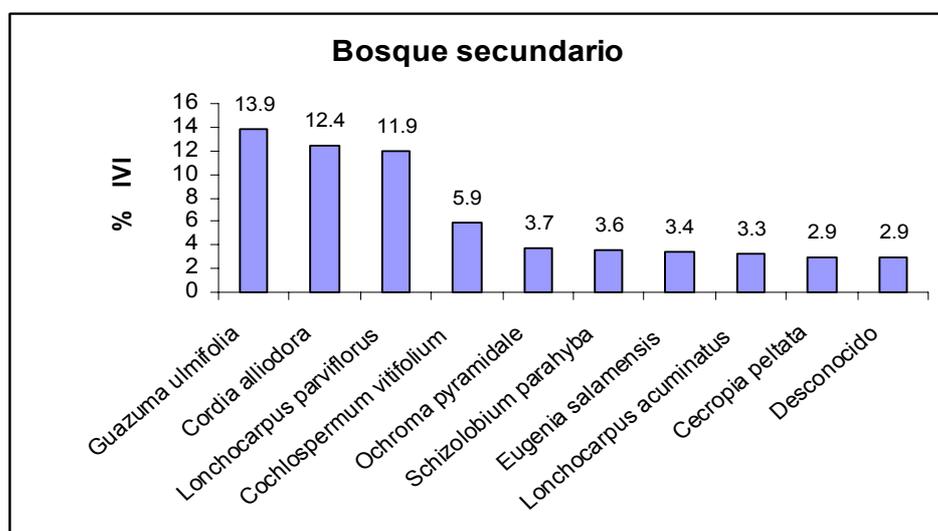


Figura 3. Diez especies con mayor valor ecológico para el bosque secundario, según el IVI, individuos ≥ 10 cm de dap.

Para el bosque secundario se registraron cuatro familias monoespecíficas y con un sólo individuo, éstas fueron: Apocynaceae, con su especie *Stemmademia obovata* “huevos de caballo”; Polygonaceae, con la especie *Coccoloba sp.* “papaturro”; Rubiaceae y su especie *Hamelia patens* “pico de pájaro” y Ulmaceae con *Trema micrantha* “juco”.

Según un estudio realizado en el bosque Tropical Seco de Cañas y Abagares, Guanacaste, Costa Rica, Villanueva *et ál.* (2003) indican que las especies de árboles más abundantes en pasturas son *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae), *Tabebuia rosea* “roble de sabana” (Bignoniaceae), *Cordia alliodora* (Boraginaceae), *Acrocomia aculeata* “coyol” (Arecaceae) y *Byrsonima crassifolia* “nance” (Malpighiaceae). En el presente estudio se encontró que en la mayoría de los bosques secundarios de los sitios Bajos del Calvo y

San Roque, las especies más abundantes fueron *G. ulmifolia*, *C. alliodora*, lo cual es un indicativo que estos bosques provienen de pasturas.

Bursera simarouba, (indio pelado, jiñocuabe, Burseraceae), fue una especie que siempre estuvo presente en los bosques secundarios muestreados debido a que es muy utilizada para cercas vivas. Desde el punto de vista ecológico es importante para la alimentación de mamíferos y aves. Otra especie que siempre estuvo presente y que es diseminada por la fauna es *Enterolobium cyclocarpum* (guanacaste, oreja, Fabaceae/Mimosoideae).

En el bosque primario se registraron 37 familias. Las más importantes, según el criterio del número de individuos fueron: Euphorbiaceae con 49 individuos, distribuidos en 5 especies, de las cuales *Croton schiedeanus* (colpachi de montaña) fue registrada con 30 individuos; Moraceae con 32 individuos, distribuidos en 5 especies; Fabaceae/Mimosoideae y Lauraceae con 24 individuos cada una; Sterculiaceae con 23 individuos, distribuidos en 3 especies, siendo la más importante *Guazuma ulmifolia* con 18 individuos y Acanthaceae con 22 individuos de la especie *Bravaisia integerrima* “mangle de río”. Las familias restantes fueron registradas con menos de 17 individuos.

Para el bosque primario la especie de mayor importancia ecológica según el criterio del IVI fue: *Schizolobium parahyba* (gallinazo, Fabaceae/caesalpinoideae) con 6.6% del total del IVI, seguida por *C. schiedeanus* con el 5.4%. En la Figura 4 se muestran las diez especies con mayor valor ecológico para el bosque primario y en el Anexo 3 se muestran las restantes especies en su orden en cuanto al IVI.

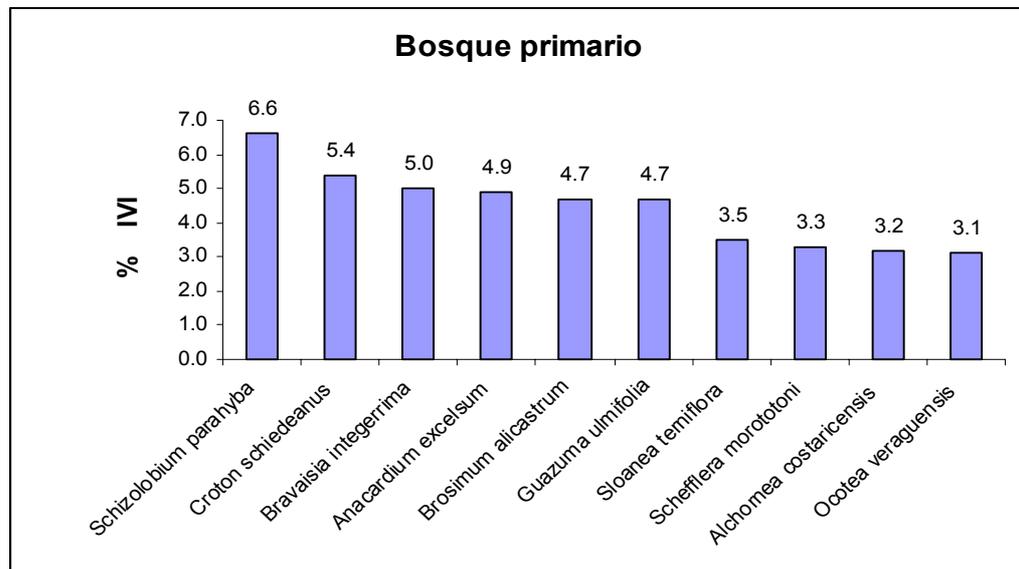


Figura 4. Diez especies de mayor valor ecológico para el bosque primario, según el IVI, individuos ≥ 10 cm de dap.

6.1.1 Comparación de la vegetación entre fases sucesionales del bosque secundario y el bosque primario.

Se encontró diferencia estadística significativa ($p = 0.0015$) para el número de individuos (N) entre las fases sucesionales y el bosque primario, donde la abundancia de individuos ≥ 10 cm de dap registradas fue mayor en los bosques en *Fase 3*. Es importante señalar que a pesar que no hubo diferencias significativas para el número de especies ni para los tres índices de diversidad entre las tres fases sucesionales, si existe diferencias significativas para estas variables ($P=0.0001$) entre las fases del bosque secundario y el bosque primario (Cuadro 3). La riqueza y diversidad de especies, de acuerdo al cálculo de los índices Alfa de Fisher, Shannon y Simpson fue mayor siempre en el bosque primario.

Cuadro 3. Valores promedio de las variables de la comunidad vegetal con sus errores estándar para las tres fases sucesionales y el bosque primario. Letras distintas entre bosques indican que existen diferencias.

Variables	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Bosque Primario	P
S	9.56 ± 0.78 b	9.67 ± 1.27 b	12.50 ± 1.41 b	26.14 ± 1.60 a	0.0001
N	41.11 ± 5.69 b	48.67 ± 5.86 b	78.83 ± 8.67 a	52.14 ± 2.23 b	0.0015
Simpson	5.05 ± 0.65 b	4.79 ± 0.63 b	3.73 ± 0.78 b	24.78 ± 3.24 a	0.0001
Shannon	1.76 ± 0.09 b	1.72 ± 0.11 b	1.66 ± 0.16 b	3.01 ± 0.09 a	0.0001
Fisher	4.06 ± 0.28 b	3.94 ± 0.66 b	4.43 ± 0.77 b	21.49 ± 2.27 a	0.0001

6.1.2. Síndrome de dispersión de las especies vegetales en los bosques

La mayoría de las plantas del trópico que producen frutos carnosos son dispersadas principalmente por vertebrados frugívoros, así mismo los diferentes comportamientos entre los vertebrados que dispersan semillas pueden influenciar los patrones de distribución de semillas y la estructura del bosque (Clark y Puolsen, 2001). *Cecropia peltata*, *Trema micrantha*, *Schizolobium parahyba* y *Ochroma pyramidale*, entre otras que fueron registradas en los bosques estudiados, son árboles de crecimiento rápido, cuya dispersión es a través del viento o de aves y por lo tanto la producción de frutos es abundante (Holdridge, 2000). Algunas especies florísticas registradas en el área, como árboles, arbustos e hierbas son útiles en la alimentación de las aves, quienes ayudan a la dispersión y propagación de sus semillas (Augspurger, 1986; Spittler, 1997; Flores, 1997; Justiniano *et ál.*, 1998 y 2001; Clark y Poulsen, 2001; Mostacedo *et ál.*, 2001; Cordero y Dossier, 2003).

En este estudio, para el bosque secundario, se encontró que del total de especies vegetales registradas, 40 (59.9 %) especies son diseminadas por vertebrados (aves y mamíferos), mientras que 23 (34.3 %) especies corresponden a aquellas diseminadas por el viento y 2 (3 %) a especies diseminadas por el agua. Para un 2% de las especies observadas no fue posible conocer su agente diseminador.

Del total de individuos registrados, 479 (38.6%) son diseminados por vertebrados, 753 individuos (60.6%) son diseminados por el viento, 7 (0.56%) son diseminados por el agua, y para 3 (0.24%) no se conoce su agente diseminador (Figura 5). Para el bosque primario, de las 69 especies vegetales registradas, 47 (68.1%) especies son diseminadas por vertebrados (aves y mamíferos), mientras que 14 (20.4%) especies son diseminadas por el viento; 3 (4.3%) son diseminadas en forma explosiva y hubo 5 especies que no se pudo conocer su agente diseminador. Siguiendo con el bosque primario, del total de individuos registrados, 250 (69.6%) son diseminados por vertebrados (aves y mamíferos), mientras que 43 (11.9%) son diseminados por el viento, y 34 (9.5%) individuos son diseminados en forma explosiva. Los individuos que no fue posible conocer su agente diseminador ascendió a 32 (8.9%) (Figura 6). Con estos resultados es importante resaltar que en el bosque primario existe una mayor proporción de especies e individuos diseminados por vertebrados que para el bosque secundario. En los bosques secundarios se registran más individuos diseminados por el viento, no ocurriendo lo mismo en el caso de las especies, las cuales son diseminadas principalmente por vertebrados.

En el Anexo 4, se muestran todas las especies registradas en las tres fases sucesionales y en el bosque primario con su respectivo agente diseminador.

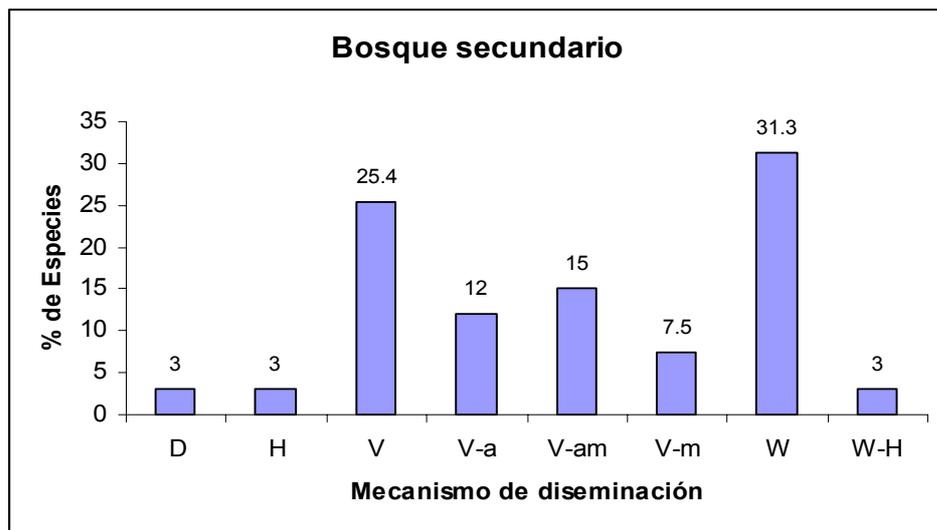
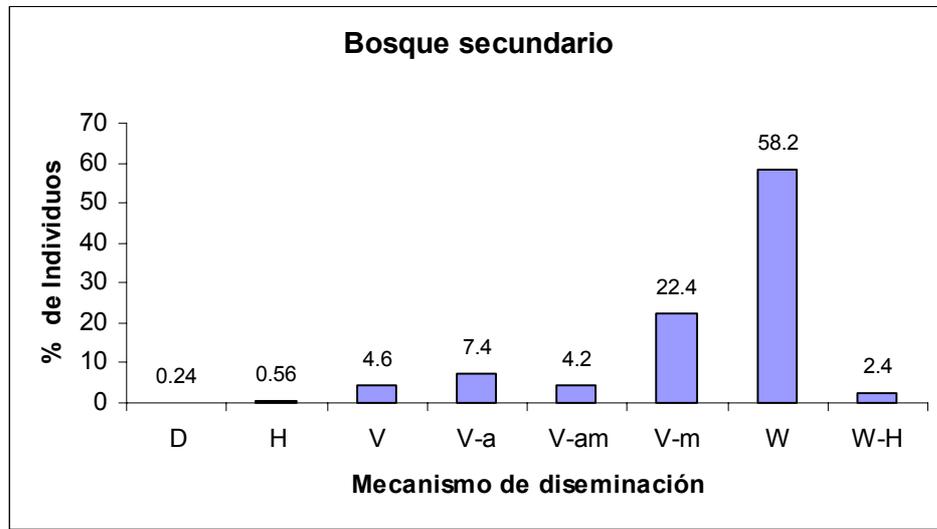


Figura 5. Mecanismo de diseminación de especies e individuos en el bosque secundario.

V= vertebrado; V-a= vertebrado (aves); V-am= vertebrado (ave, mamífero); V-m= vertebrado mamífero); A=expulsión; W=viento; W-H=Viento y agua; H= Agua; D=no se conoce mecanismo de diseminación.

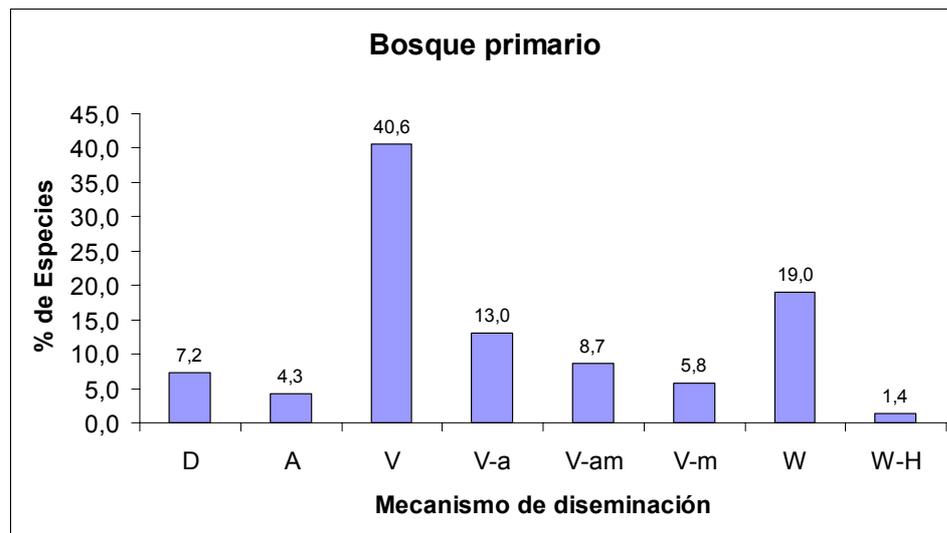
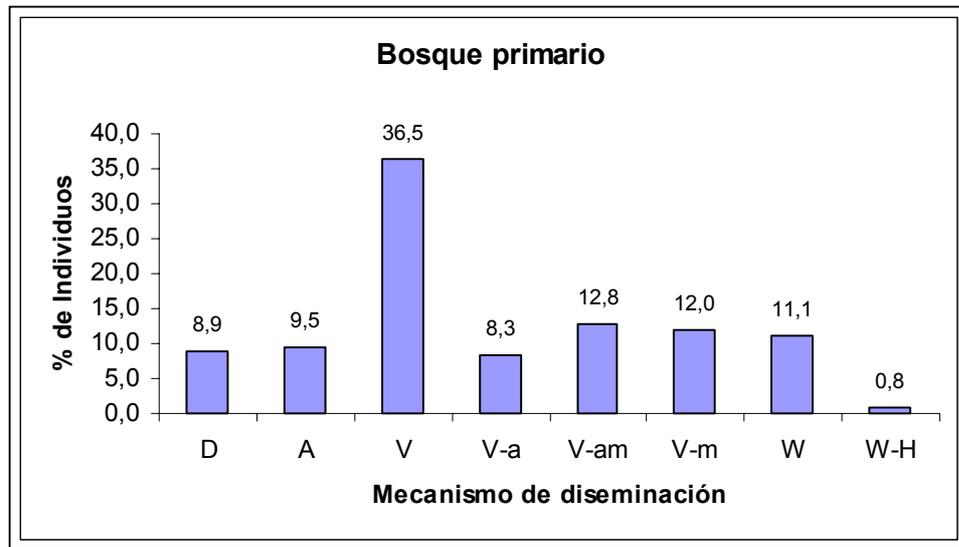


Figura 6. Mecanismo de diseminación de especies e individuos en el bosque primario.

V= vertebrado; V-a= vertebrado (aves); V-am= vertebrado (ave, mamífero); V-m= vertebrado (mamífero); A=expulsión; W=viento; W-H=Viento y agua; D=no se conoce mecanismo de diseminación

6.2 Descripción de la comunidad de aves en los bosques estudiados

6.2.1 Estructura, riqueza y diversidad

En el área de estudio se encontraron un total de 101 especies de aves, 60 especies fueron identificadas en el bosque primario y 91 especies en el bosque secundario. El número

total de individuos observado en el estudio fue de 2759, de los cuales 1991 individuos fueron registrados en los bosques secundarios y 768 en el bosque primario. En el Cuadro 4 se da a conocer el número de POAs instalados en cada bosque, con su respectivo número de individuos y especies observados.

Cuadro 4. Número de individuos y especies observadas en cada fase del bosque secundario y el primario.

Bosque	Número de POAs (#)	<i>S</i>	<i>N</i>
Fase 1	42	64	767
Fase 2	44	74	701
Fase 3	30	57	523
Primario	33	60	768

En la curva de rarefacción de las especies registradas en los bosque secundarios y el bosque primario (Figura 7) no se observan diferencias significativas entre los tipos de bosques: Las curvas no muestran una tendencia a estabilizarse conforme se incrementó la intensidad de muestreo, lo que indica que es necesario un mayor esfuerzo de muestreo en el tiempo para registrar todas las especies presentes.

En los bosques secundarios se registraron 27 familias de aves y 91 especies pertenecientes a 74 géneros; en el bosque primario se registraron 26 familias, 53 géneros y 91 especies (Figura 8).

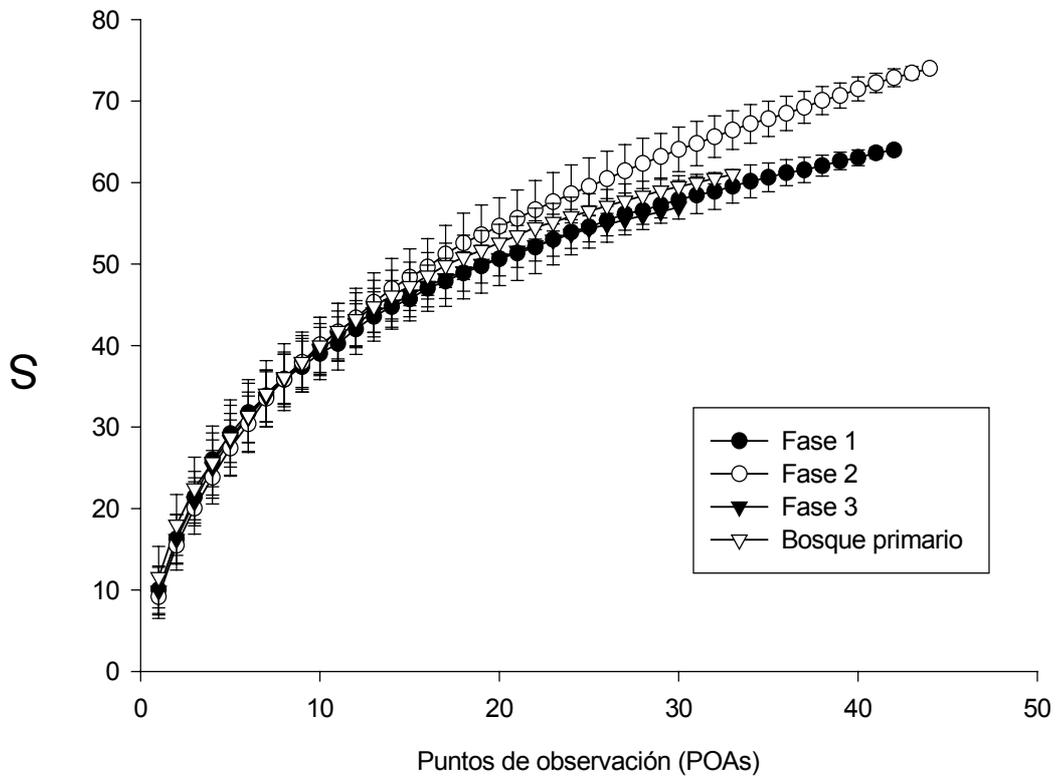


Figura 7. Curva de rarefacción de especies de aves registradas en los bosques estudiados.

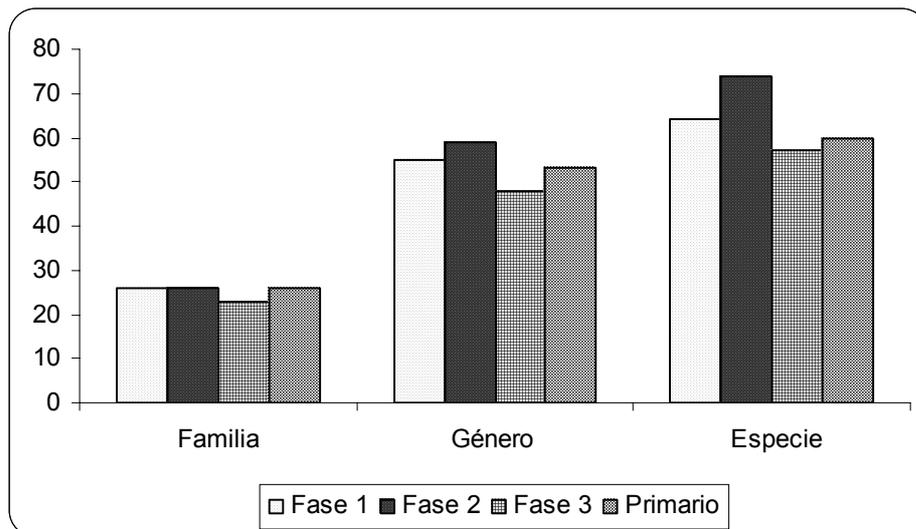


Figura 8. Número de familias, géneros y especies para cada fase sucesional y para el bosque primario.

No se encontró diferencia significativa para la riqueza y diversidad de especies de aves entre las tres fases sucesionales en los bosques evaluados ($P=0.6551$), en cuanto a la abundancia de aves si se encontró diferencia significativa ($P=0.008$, Cuadro 5) entre bosques, teniéndose un mayor número de individuos en el bosque primario.

Cuadro 5. Valores promedio de las variables de la comunidad de aves con sus errores Standard para las 3 fases secundarias y el bosque primario (BP). Letras iguales entre bosques indican que no existen diferencias.

Variab les	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Bosque Primario	P
S	25.67 ± 1.36	25.67 ± 1.08	26.17 ± 1.35	27.86 ± 1.74	0.6551
N	85.22 ± 3.98 b	77.89 ± 5.13 b	87.17 ± 8.72 b	109.71 ± 8.15 a	0.0088
Simpson	16.57 ± 1.83	19.69 ± 2.14	18.06 ± 3.19	12.08 ± 1.04	0.0942
Shannon	2.87 ± 0.08	2.95 ± 0.06	2.91 ± 0.10	2.81 ± 0.07	0.5887
Fisher	12.70 ± 1.00	13.82 ± 1.05	12.96 ± 0.84	12.12 ± 0.83	0.6549

6.2.2 Composición de aves

El análisis de conglomerados utilizando el método de encadenamiento promedio y el índice de Similaridad de Jaccard para la variación de la composición de las aves entre las tres fases sucesionales y el bosque primario, mostró que existe mayor similaridad entre la Fase 1 con la Fase 2 ya que comparten sus especies en un 80 %, siendo estas fases las más similares entre sí, mientras que entre la Fase 1 y el bosque primario existe una marcada disimilaridad. Conforme se desarrolla el bosque secundario y pasa de la Fase 1 hasta la Fase 3 se observa que la similaridad aumenta. En forma general los bosques son muy similares entre ellos (Figura 9).

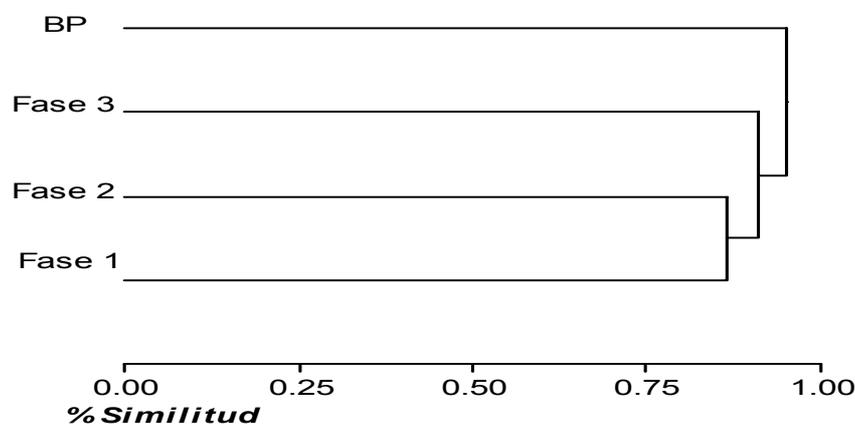


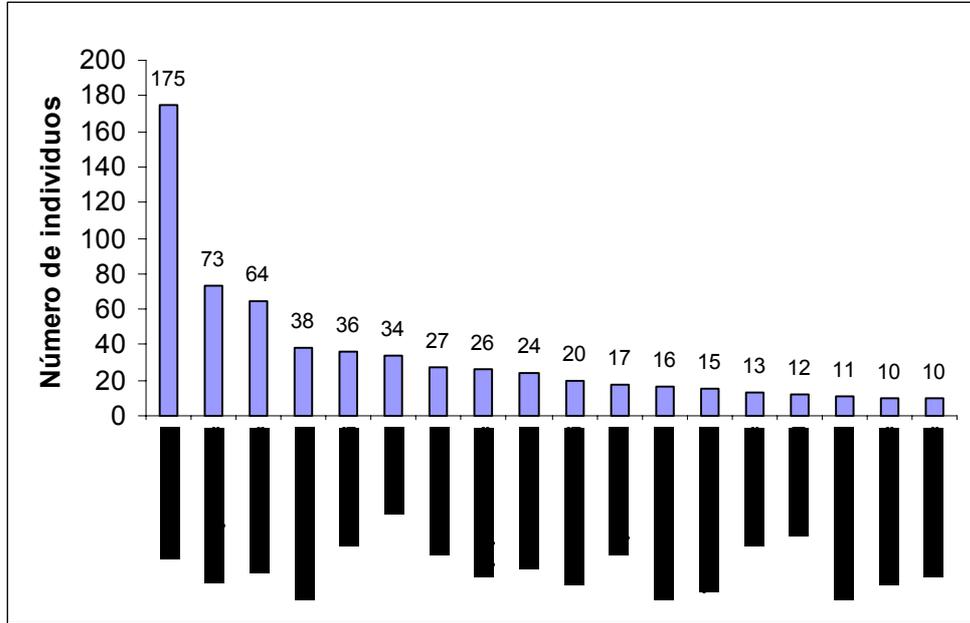
Figura 9. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados para la comunidad de especies de aves.

La familia con el mayor número de especies en las fases 1 y 2, y en el bosque primario fue Tyrannidae, con 9, 11 y 9 especies respectivamente; en la tercera fase se encontraron 2 familias con el mayor número de especies: Trochilidae y Tyrannidae con 8 y 7 especies respectivamente. En los Anexos 5, 6, 7 y 8 se muestran el nombre de las familias, el número de familias, el número de géneros y el número de especies para cada fase sucesional y para el bosque primario.

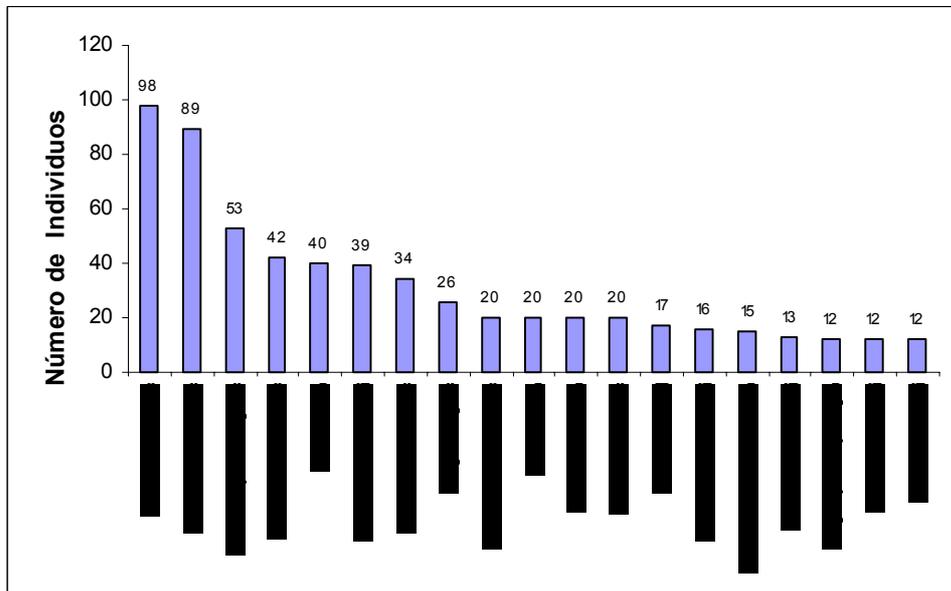
La Figura 10 muestra a las especies de aves más abundantes con su respectivo número de individuos registrados en los bosques secundarios y en el bosque primario. Las especies más abundantes para el bosque primario fueron *Chiroxiphia linearis* (toledo, Pipridae) con 175 individuos, seguida por *Thamnophilus doliatus* (batará listado, Formicariidae) con 73 individuos y *Thryothorus rufalbus* (soterrey, Troglodytidae) con 64 individuos; las especies restantes sumaron menos de 40 individuos. En tanto que para el bosque secundario, las especies más abundantes fueron cuatro: *Basileuterus rufifrons* (reinita cabecicastaña, Parulidae) con 239, *C. linearis* (toledo, Pipridae) con 212 individuos, *Arremonops rufivirgatus* (pinzón aceitunado, Emberizidae) con 154 individuos, y *Hylophylus decurtatus* (verdillo menudo, Vireonidae) con 102 individuos; las 87 especies restantes suman una abundancia de 1284.

En éste estudio se registraron especies con un sólo individuo, estas especies fueron, para el bosque primario: *Vermivora peregrina* (reinita verdilla, Parulidae), *Turdus grayi* (yiguirro, Turdidae), *Tolmomyias sulphurescens* (piquiplano azufrado, Tyrannidae), *Myiarchus tyrannulus* (copetoncillo, Tyrannidae), *Herpetotheres cachinans* (guaco, Falconidae), *Eufonia affinis* (aguio, Thraupidae), *Dryocopus lineatus* (carpintero cabecirojo, Picidae) y *Calocitta formosa* (urraca, Corvidae). En el bosque secundario se registraron 18 especies con solo un individuo: en la primera Fase se registraron 15 especies, 17 especies para la segunda Fase y 12 especies para la tercera Fase (Cuadro 6).

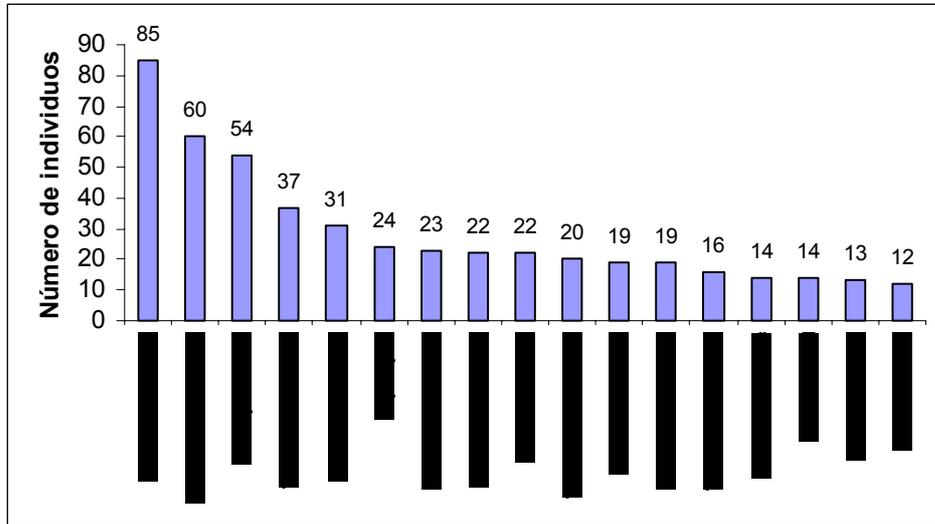
a)



b)



c)



d)

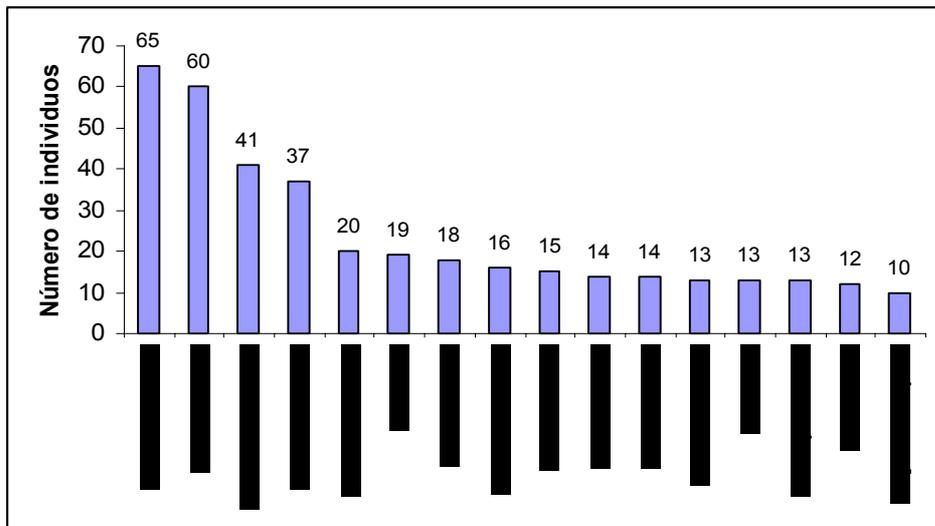


Figura 10. Especies más abundantes para cada bosque: a) Bosque primario; b) Fase 1; c) Fase 2; d) Fase 3.

Cuadro 6. Especies registradas una sola vez en los bosques estudiados.

N°	Especie	Fase 1	Fase 2	Fase 3	B Primario
1	Zenaida asiatica	X			
2	Vireo philadelphicus	X			
3	Trogon violaceus	X	X		
4	Rhytipterna holerythra	X			
5	Pteroglossus torquatus	X			
6	Pachyramphus aglaiae	X			
7	Nyctidromus albicollis	X			
8	Morococcyx erthropygius	X			
9	Mniotilta varia	X			
10	Lepidocolaptes souleyetii	X			
11	Habia rubica	X		X	
12	Empidonax flaviventris	X			
13	Elaenia chiriquensis	X			
14	Caprimulgus cayennensis	X			
15	Campephilus guatemalensis	X			
16	Vireo flavoviridis		X		
17	Tapera naevia		X		
18	Nyctidromus albicollis		X		
19	Myiozetets similis		X		
20	Leucopternis albicollis		X		
21	Hylophilus ochraceiceps		X		
22	Geothlypis poliocephala		X		
23	Eucometis penicillata		X		
24	Elaenia flavogaster		X		
25	Dysithamnus mentalis		X		
26	Dendrocincla homochroa		X		
27	Cyclaris juganensis		X		
28	Crypturellus cinnamomeus		X		
29	Buteo nitidus		X		
30	Buteo magnirostris		X		
31	Basileuterus tristriatus		X		
32	Sporophila aurita			X	
33	Pitangus sulphuratus			X	
34	Piranga leucoptera			X	
35	Myiarchus tyrannulus			X	X
36	Myiarchus tuberculifer			X	
37	Hylocharis eliciae			X	
38	Eufonia affinis			X	X
39	Cyanocompsa cyanoides			X	
40	Coragyps atratus			X	
41	Contopus virens			X	
42	Catharus aurantiirostris			X	
43	Calocitta formosa				X
44	Dryocopus lineatus				X
45	Herpetotheres cachinnans				X
46	Tolmomyias sulphurescens				X
47	Turdus grayi				X
48	Vermivora peregrina				X

Basileuterus rufifrons (Parulidae) fue la especie más abundante en el bosque secundario; se trata de una especie residente dentro del grupo de las reinitas migratorias de la familia Parulidae y es común encontrarla a lo largo de las bajuras del pacífico norte. En Guanacaste viven en bosques secos, que en el verano sus árboles pierden todas sus hojas, y es una especie que evita las altas y densas selvas (Skutch, 2001). Es típica de áreas con crecimiento secundario alto donde se la encuentra forrajeando para alimentarse de insectos, sin embargo, también se halla en el interior y los bordes caducifolios secos del noroeste de Costa Rica, asimismo se la localiza en bosques no muy densos y en cafetales densos (Stiles y Skutch, 2003).

De las 91 especies registradas en el bosque secundario, 81 especies son residentes, y 10 son especies migratorias: *Contopus virens*, *Myiarchus crinitus*, *Empidonax flaviventris*, pertenecientes todas a la familia Tyrannidae; *Eucometis penicillata*, (Thraupidae); *Cathartes aura*, (Cathartidae); *Mniotilta varia* y *Vermivora peregrina*, (Parulidae); *Vireo philadelphicus* y *Vireo flavoviridis* de la familia Vireonidae; y *Zenaida asiatica* de la familia Columbidae. Durante las migraciones de aves en el otoño (septiembre y octubre hasta marzo o abril), las poblaciones de muchas aves pequeñas, insectívoras y frugívoras, pueden aumentar de manera considerable en algunas localidades (Stiles, 1991).

Cathartes aura, *Empidonax flaviventris*, *Myiarchus crinitus* y *Zenaida asiatica*, están registradas como especies migratorias y también como residentes. En el bosque primario, sólo se encontró como especie migratoria a *Vermivora peregrina*. Se encontró una especie registrada exclusivamente en el bosque primario: *Chamaepetes unicolor* (pava negra, Cracidae) con cuatro individuos.

Se identificaron cuatro especies con poblaciones reducidas (WWWF, UICN, SICA, 1999): *Amazona albifrons*, *Amazona autumnales*, *Brotogeris jugularis*, pertenecientes a la familia Psittacidae y *Crac rubra*, de la familia Cracidae, que es una especie considerada como casi amenazada y de alta prioridad de conservación a nivel global por el grupo de especialistas de Crácidos de la IUCN. Todas éstas especies forman parte de

las siete especies amenazadas para el corredor Biológico Hojancha-Nandayure, donde se desarrolló el estudio (Castro *et ál.*, 2002). También están incluidas en la lista roja de la UICN (2002), que menciona 24 especies de aves con algún grado de amenaza para Costa Rica. No hubo registro de especies endémicas en este estudio.

Por otro lado, se encontraron 39 especies comunes para las tres fases (Figura 11), quienes representan el 42.8 % de la abundancia total de individuos entre los bosques restaurados. Entre la primera y segunda fase comparten 53 especies; 47 especies se comparten entre la segunda y tercera fase; y entre la tercera y primera fase se encontraban compartiendo 44 especies. En general para el bosque secundario y primario se encontraron 32 especies de aves comunes, representando el 31.6 % de la abundancia total de individuos registrados en el área de estudio. En Anexo 9 se muestran las especies que comparten el bosque secundario con el bosque primario y las especies que se comparten entre la tercera fase de sucesión secundaria con el bosque primario.

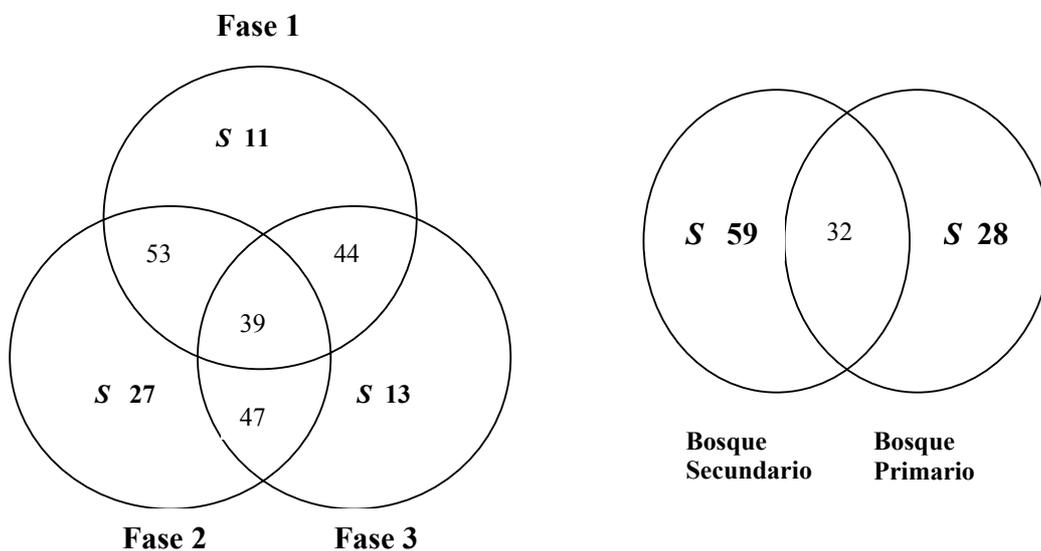


Figura 11. Especies comunes entre los bosques estudiados.

6.3 Determinación de las preferencias alimenticias de aves en bosques estudiados.

6.3.1 Descripción general

En el presente estudio se registraron 12 gremios alimenticios, repartidos en cada fase sucesional del bosque secundario y el bosque primario. Del total, cinco gremios fueron considerados los más importantes de acuerdo al número de individuos, estos fueron los siguientes: insectívoros, frugívoros, granívoros, nectarívoros y los frugívoros-insectívoros. Los gremios mejor representados de acuerdo al número de individuos fueron los insectívoros con 837 en el bosque secundario y 307 individuos para el bosque primario, seguido por los frugívoros con 462 en el bosque secundario y 261 en el bosque primario. Del gremio de los piscívoros sólo hubo registros para el bosque primario, considerando que el remanente de bosque primario es atravesado por varias quebradas que mantienen su caudal durante todo el año, con lo que las aves acuáticas identificadas en esta área encuentran alimento como peces pequeños, crustáceos y otros organismos acuáticos. Los nectarívoros-insectívoros solo fueron identificados en la Fase 1 del bosque secundario, ya que en estos bosques en su composición vegetal se registraron plantas con flores como *Ingas* sp. y *Heliconias* que suelen ser visitadas por colibríes como *Florisuga mellivora*, que se constituyó como la única especie registrada para esta fase. Es posible que en el bosque primario no fue registrada esta especie de colibrí ya que las observaciones se efectuaron entre agosto y septiembre, y que según literatura se vuelve raro observar la especie en esta época, además por que suele encontrársela en áreas de crecimiento secundario, claros y bordes (Stiles y Skuth, 2003) (Cuadro 7).

El Cuadro 8 muestra los gremios alimenticios que fueron identificados en el bosque primario y en las tres fases sucesionales del bosque secundario; los gremios que presentaron diferencias significativas en cuanto a su abundancia entre las fases y entre el bosque primario fueron: los Frugívoros ($P=0.0009$), Granívoros ($P=0.0137$), Frugívoros-Granívoros ($P=0.0034$), Omnívoros (0.026) y Frugívoros-Insectívoros (0.0072). El gremio de los insectívoros presentó el mayor número de registros tanto en las tres fases del bosque secundario como en el bosque primario.

Cuadro 7. Abundancia de los gremios alimenticios en las fases sucesionales y en el bosque primario.

N°	Gremios	Fase 1 <i>N</i>	Fase 2 <i>N</i>	Fase 3 <i>N</i>	BP <i>N</i>
1	Insectívoro	325	330	182	307
2	Frugívoro	205	135	122	261
3	Granívoro	71	76	69	29
4	Nectarívoro	61	61	50	32
5	Insectívoro-Frugívoro	61	51	58	61
6	Omnívoro	9	17	22	3
7	Frugívoro-Insectívoro	13	15	8	46
8	Frugívoro-Granívoro	4	0	1	11
9	Insectívoro-Frugívoro-Nectarívoro	7	9	6	14
10	Carnívoro	9	7	5	1
11	Piscívoro	0	0	0	2
12	Nectarívoro-Insectívoro	2	0	0	0

Las aves frugívoras, en cuanto a su abundancia, se encuentran mejor representadas en el bosque primario, donde la presencia de árboles frutales es mayor. Los gremios insectívoros y frugívoros son más abundante tanto para el bosque primario como para el secundario; los insectívoros y los frugívoros para el bosque primario representaron el 40% y 34%, respectivamente, los demás gremios restantes están por debajo del 8%; mientras que para el bosque secundario el 42% de la abundancia correspondió al gremio de los insectívoros y el 23 % para los frugívoros, los demás gremios restantes no superaron el 11%. En el Anexo 11 se muestra el número promedio de especies, el número de individuos y el porcentaje de especies de cada uno de los gremios con respecto al total de las especies de los bosques estudiados.

Cuadro 8. Promedio del número de aves registradas de cada gremio alimenticio en Fase 1, Fase 2, Fase 3 y el bosque primario. Se muestran los valores del estadístico H de Kruskal-Wallis y su nivel de significancia. Letras distintas indican diferencias entre los bosques.

Gremio	Fase 1	Fase 2	Fase 3	BP	H	P
I	36.67 ± 7.33	36.67 ± 10.45	30.3 ± 11.69	43.86 ± 14.44	4.10	0.2503
F	22.78 ± 4.84 a	15.00 ± 7.28 a	20.33 ± 11.09 a	37.29 ± 7.78 b	16.52	0.0009
G	8.11 ± 3.48 ab	8.44 ± 3.28 b	11.50 ± 3.67 b	4.14 ± 2.91 a	10.57	0.0137
IF	6.89 ± 6.27	5.67 ± 4.80	9.67 ± 6.62	8.71 ± 3.59	2.71	0.4339
FG	0.44 ± 0.88 a	0.00	0.17 ± 0.41 a	1.57 ± 1.62 b	8.73	0.0034
N	6.78 ± 2.59	6.78 ± 3.70	8.33 ± 4.76	4.57 ± 3.64	3.87	0.2715
O	1.00 ± 1.66 a	1.89 ± 2.15 ab	3.67 ± 2.66 b	0.43 ± 0.79 a	8.43	0.0260
FI	1.44 ± 1.51 a	1.67 ± 1.41 a	1.33 ± 1.37 a	6.57 ± 3.46 b	11.47	0.0072
IFN	0.78 ± 1.09	1.00 ± 1.94	1.00 ± 1.26	2.00 ± 1.41	3.97	0.2147
C	1.00 ± 1.80 a	0.78 ± 0.83	0.83 ± 0.75	0.14 ± 0.38	2.94	0.2909
NI	0.22 ± 0.67	0.00	0.00	0.00	0.23	0.4854
PIS	0.00	0.00	0.00	0.29 ± 0.49	1.29	0.0690

I=Insectívoro, F=Frugívoro, G=Granívoro, N=Nectarívoro, IF=Insectívoro-Frugívoro(IF), O=Omnívoro, FI=Frugívoro-Insectívoro, FG=Frugívoro-Granívoro, IFN=Insectívoro-Frugívoro-Nectarívoro, C=Carnívoro, PIS=Piscívoros, NI=Nectarívoro-Insectívoro.

6.3.2 Especies frugívoras registradas en el área de estudio

En el área de estudio se registraron 16 especies que se alimentan de frutos casi exclusivamente, siendo la más abundante *Chiroxiphia linearis* (Toledo, Pipridae). Dentro de los que se alimentan de frutas y también de granos hubo solamente un registro que corresponde a *Cyanocompsa cyanoides* (picogruoso negro azulado, Emberizidae); y para los que se alimentan de frutos y de insectos se registraron cuatro especies (Cuadro 9). En el Anexo 10, se muestra la composición y diversidad de la composición aviar, con sus respectivos gremios alimenticios.

En el bosque secundario se registraron 26 especies que en su dieta alimenticia incluyen a los frutos, y representan el 30 % del total de las especies registradas para este bosque; mientras que para el bosque primario se registraron 24 especies que se alimentan de frutas, y que representan el 40% del total de las especies registradas en este hábitat.

Dentro de las especies de aves frugívoras figuran cuatro familias: Cracidae con tres especies, de las cuales *Chamaepetes unicolor* y *Crax rubra* fueron registradas

exclusivamente en el bosque primario, que contiene árboles del género *Nectandra*, *Ocotea*, *Manilkara* y *Ardisia* y cuyos frutos sirven de alimento para estas especies (Stiles y Skutch, 2003); Psittacidae con cuatro especies tuvo en *Amazona albifrons* la especie con mayor número de individuos en el bosque secundario; esta especie es característica de los bosques caducifolios y perennifolios y de crecimiento secundario avanzado, cuya flora existente, como las leguminosas y especies de los géneros *Anacardium*, *Spondias* y *Croton*, proveen de frutos para su consumo. En el área de estudio existen además muchos cultivos de mango, aguacates y cítricos que también sirven de alimento a estas especies. La familia Thraupidae presentó cinco especies, siendo la más abundante *Eufonia hirundinacea*, ésta especie ha encontrado en estos bosques alimento en árboles de los géneros *Ficus* y *Trichilia*. Finalmente la Familia Trogonidae presentó cuatro especies, de las cuales dos: *Trogon elegans* y *T. melanocephalus* fueron registradas en el bosque primario; estas son especies que fácilmente se observan en bosque de crecimiento secundario y que en el presente estudio fueron encontradas también en el remanente de bosque primario que está influenciado con vegetación de áreas en regeneración, como los géneros *Trichilia* y *Spondias*. Es importante mencionar que estas aves frugívoras, excepto los psitácidos mencionados, ocasionalmente se alimentan de orugas e insectos, sólo así van también adaptándose al medio.

Se encontraron aves omnívoras en los bosques estudiados y que en su dieta alimenticia esporádicamente se alimentan de frutos, debiendo entonces también ser consideradas como “frugívoras generalistas”. En el grupo de los tyránidos las especies *Elaenia flavogaster*, *Megarhynchus pitangua*, *Myiarchus tuberculifer*, *Myiodinates maculatus*, *Myiozetetes similis* y *Attila spadiceus* suelen alimentarse de frutos o granos, por tal razón también forman parte en la dispersión de semillas y por lo tanto son importantes en la regeneración de los bosques.

Cuadro 9. Especies que se alimentan de frutos, granos e insectos, registradas en la zona de estudio.

N°	Especies Frugívoras	Fase 1 N	Fase 2 N	Fase 3 N	BPrimario N
1	<i>Chiroxiphia linearis</i>	98	54	60	175
2	<i>Trogon elegans</i>	26	-	12	4
3	<i>Trogon melanocephalus</i>	20	20	10	15
4	<i>Ortalis vetula</i>	20	2	13	4
5	<i>Amazona albifrons</i>	20	22	15	15
6	<i>Eufonia hirundinacea</i>	9	19	3	24
7	<i>Brotogeris jugularis</i>	8	3	-	-
8	<i>Eufonia affinis</i>	2	5	1	1
9	<i>Pteroglossus torquatus</i>	1	-	-	5
10	<i>Trogon violaceus</i>	1	1	5	-
11	<i>Amazona autumnales</i>	-	4	-	15
12	<i>Aratinga canicularis</i>	-	3	-	3
13	<i>Trogon rufus</i>	-	2	3	-
14	<i>Crax rubra</i>	-	-	-	15
15	<i>Chamaepetes unicolor</i>	-	-	-	4
16	<i>Geotrygon montana</i>	-	-	-	3
	Especies Frugívoras-granívoros				
1	<i>Cyanocompsa cyanoides</i>	4	-	1	11
	Especies Frugívoras-Insectívoras				
1	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	-	1	-	-
2	<i>Crypturellus soui</i>	12	12	7	36
3	<i>Saltator coerulescens</i>	-	-	-	8
4	<i>Habia rubica</i>	1	2	1	2
	Especies Insectívoras-Frugívoras				
1	<i>Momotus momota</i>	20	13	14	27
2	<i>Dryocopus lineatus</i>	-	2	-	1
3	<i>Piranga leucoptera</i>	-	-	1	-
4	<i>Eucometis penicillata</i>	2	1	-	2
5	<i>Catharus aurantiirostris</i>	-	-	1	5
6	<i>Hylophilus decurtatus</i>	34	31	37	26
7	<i>Vireo flavoviridis</i>	4	1	-	-
8	<i>Vireo philadelphicus</i>	1	3	5	-
9	<i>Eumomota superciliosa</i>	6	6	0	3
	Insectívoras-Frugívoras-Nectarívoras				
1	<i>Saltator maximus</i>	-	-	-	13
2	<i>Vermivora peregrina</i>	7	9	6	1

La presencia de vertebrados frugívoros, especialmente las aves y los mamíferos, es fundamental, principalmente porque estas especies cumplen un rol importante en la diseminación de semillas, y contribuyen al mantenimiento -o aumento- de la diversidad y composición de los bosques (Restrepo 2002).

En los bosques secundarios estudiados se encontraron muchas especies arbóreas pioneras con frutos pequeños, según los resultados el 34 % de las especies en el bosque secundario son diseminadas por el viento y el 27 % son diseminadas por aves.

VII. DISCUSION

7.1. Descripción de la vegetación

Salazar (2003) manifiesta que existe una recuperación del ecosistema boscoso en la zona, ya que se observa un aumento en la proporción de bosques secundarios en el paisaje y en el tamaño promedio de sus parches, durante el periodo 1981 a 1998 se observó una reducción de las áreas de potreros (11442 ha en 1998 en comparación con 13522 ha en 1981), siendo los pastos sin árboles, los que más perdieron área.

En bosques de primera fase de desarrollo predominaban especies arbustivas y arbóreas pioneras de rápido crecimiento que invaden para repoblar áreas alteradas por actividades antropogénicas y naturales; las sombras de las especies arbóreas van suprimiendo a las malas hierbas, bejucos y arbustos. Las especies consideradas por varios autores como pioneras en los procesos de regeneración secundaria y que formaron parte de la composición vegetal de esta fase son: *Cecropia peltata* (Cecropiaceae), *Aphelandra scabra* (Acanthaceae), *Alvaradoa amorphoides* (Simaroubaceae), *Cordia alliodora* (Boraginaceae), y *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae).

En la segunda fase las especies arbóreas pioneras aumentan la diversidad muy rápidamente (Spittler, 2001). En el dosel superior se encuentran individuos de aproximadamente 12 m de altura, tales como *Lonchocarpus acuminatus* (Fabaceae/pap), *Ochroma pyramidale* (Bombacaceae), *Cochlospermum vitifolium* (Cochlospermaceae), *Cordia alliodora* (Boragianaceae); *Schizolobium parahyba* (Fabaceae/pap), *Annona sp* (Annonaceae) y *Cecropia peltata* (Cecropiaceae) y el sotobosque esta compuesto por especies arbustivas y por especies heliófitas durables como *Spondias mombin* y *S. purpurea* de la familia Anacardiaceae; *Tabebuia ochraea* y *T. rosea*, de la familia

Bignoniaceae; *C. alliodora*, *Bursera simarouba* (Burseraceae); *C. vitifolium*; *Enterolobium cyclocarpum*, *Inga sapindoides* y *Samanea samam* de la Fabaceae/mim; *Guazuma ulmifolia*, *Trichilia glabra* y *T. martiana*, de la familia Meliaceae y especies esciófitas recién establecidas, como *Dalbergia retusa*, *Lonchocarpus acuminatus*, *L. costaricensis*, *L. parviflorus* y *Machaerium kegelii*, de la familia Fabaceae/pap.; *Nectandra* sp (Lauraceae).

Para la tercera fase se consideraron los bosques con árboles en edades desde los 25 años hasta los 40 años. Aquí se observa una reducción de las especies pioneras y el aumento de las especies heliófitas durables y de especies esciófitas. El dosel superior puede alcanzar alturas entre los 15 a 25 m y diámetros mayores a 25 cm (Spittler, 2001). Las especies mencionadas en la literatura para esta fase y que formaron parte de la composición presente en el estudio son: *Lonchocarpus parviflorus*; *Gliricidia sepium* y *Andira inermis* de la Fabaceae/pap, *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Spondias mombin* (Anacardiaceae) y *Cordia panamensis* (Boraginaceae).

El número de especies es similar en cuanto a la composición vegetal entre los bosques secundarios con el bosque primario, 67 y 69 especies, respectivamente. En el bosque secundario las especies vegetales más abundantes fueron *Guazuma ulmifolia*, *Lonchocarpus parviflorus* y *Cordia alliodora*, y también fueron las especies con mayor valor ecológico. Estas especies estuvieron presentes en casi todos los bosques estudiados y se caracterizan por colonizar las pasturas casi inmediatamente después del abandono dominando los sitios durante los primeros 25 años (Soudre, 2004). Las cuatro especies más abundantes para el bosque primario fueron: *Croton schiedeanus*, *Bravaisa integerrima*, *Ocotea veraguensis* y *Guazuma ulmifolia*; así mismo estas especies figuran como las especies de mayor valor ecológico, excepto *O. Veraguensis*.

En el bosque primario se registraron 23 especies vegetales, cuyo agente diseminador son los vertebrados. Estas especies son importantes en la restauración de bosques, ya que

sirven de alimento a los vertebrados y entre ellas a las aves frugívoras (Clark y Puolsen, 2001).

Para el bosque primario hubo un registro de 7 familias exclusivamente identificadas en este bosque, cuyas especies son de vital importancia ya que sirven de refugio y sus frutos de alimento para aves y mamíferos. De este grupo destaca la familia Moraceae con 5 especies. Las demás familias restantes fueron Myristicaceae, Myrsinaceae, Nyctaginaceae, Rutaceae, Sapotaceae y Flacuortiaceae, se registró una especie.

7.2 Descripción de la comunidad de aves

Según conversaciones con los pobladores en el área de estudio, el estado de la comunidad de aves ha mejorado considerablemente en los últimos años. Esta recuperación puede atribuirse al restablecimiento de la estructura y composición vegetal una vez que las fincas ganaderas fueron abandonadas. El remanente del bosque primario ubicado en San Pedro, que colinda con San Roque, es un parche que guarda una flora que sirve de refugio y alimento a varios vertebrados y otros organismos que también cumplen un rol determinante en la dispersión de semillas, contribuyendo a la regeneración natural de áreas abiertas (Harvey y Haber 1999). Dentro de este bosque se pudo observar aves como los loros que tienen un mayor radio de acción y que con el afán de sobrevivir han buscado alimento en estos bosques y paulatinamente fueron diseminando semillas a las áreas aledañas, aportando de ésta manera con los beneficios ecológicos anteriormente señalados.

Dentro de la composición aviar, las especies más abundantes del bosque secundario fueron: *Basileuterus rufifrons* (reinita cabecicastaña, Parulidae) y *Chiroxiphia linearis* (toledo, Pipridae). En el bosque primario la especie más abundante fue *Chiroxiphia linearis*, ésta especie se constituye en la única representante de la familia Pipridae para los bosques secundario y primario, dentro de la zona de estudio.

Es importante señalar que *Crax rubra* (Cracidae) fue registrada sólo en el bosque primario y forma parte de las siete especies amenazadas para el corredor biológico Hojancha-Nandayure; también ahí se registró a *Chamaepetes unicolor* (Cracidae), especie que ha sido reportada como indicadora de buena calidad de agua.

Tigrisoma mexicanum (Ardeidae), fue registrada como especie única para el gremio alimenticio de los piscívoros, solamente fue observada en el bosque primario. *T. mexicanum* se alimenta de peces, cangrejos, y ranas que viven en quebradas del remante del bosque primario y que mantienen su caudal todo el año.

7.3 Determinación de las preferencias alimenticias de las aves frugívoras

Se registraron 60 especies de aves que se alimentan de frutos y semillas. De las especies vegetales registradas en el estudio se encontraron 82 especies de plantas que se constituyen en un recurso alimenticio para la fauna, especialmente aves y mamíferos. En los bosques secundarios estudiados el 30% de las aves registradas se alimentan de frutas.

Las cercas vivas utilizadas para delimitar los potreros, principalmente con árboles de indio desnudo (*Bursera Simarouba*), han sido sin duda fuente de alimento para muchas aves y otros animales, que están ayudando a la diseminación de esta especie; igual ocurre con especies de plantas que fueron utilizadas como alimento para el ganado como el guácimo, guayaba (*Psidium guajava*), que sin duda se han convertido en alimento y hábitat de muchas especies de aves y de otros animales.

VIII. CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias significativas para la riqueza y diversidad de especies de aves entre las tres fases sucesionales, pero si se encontró diferencia significativa para la abundancia de aves entre el bosque secundario y el bosque primario. Existe mayor similitud en composición entre la Fase 1 con la Fase 2, mientras que entre la Fase 1 y

el bosque primario existe una marcada disimilaridad. Sin embargo se puede determinar en forma general que los bosques estudiados son muy similares entre ellos.

En cuanto a los gremios alimenticios las proporciones de aves frugívoras, granívoras; frugívoras-granívoras, omnívoras y frugívoras-insectívoras del bosque secundario mostraron diferencia significativas con respecto al bosque primario. Las aves insectívoras tanto para el bosque primario como para las diferentes fases del bosque secundario se constituyeron en el gremio mejor representado tanto en el número de individuos como para el número de especies; mientras que el gremio de las aves frugívoras se constituyó en el segundo grupo mayor representado entre los bosques estudiados.

En cuanto a las especies frugívoras no se encontraron diferencias significativas entre las fases de sucesión secundaria con el bosque primario.

En la mayoría de los bosques secundarios de los sitios Bajos del Calvo y San Roque, las especies más abundantes fueron *Guazuma ulmifolia* y *Cordia alliodora*, lo cual es un indicativo que estos bosques provienen de pasturas. En el bosque primario existe una mayor proporción de especies e individuos diseminados por vertebrados que para el bosque secundario; a su vez fueron registrados más individuos diseminados por el viento en el bosque secundario.

Entre las especies pioneras arbustivas y arbóreas de rápido crecimiento que forman parte de la comunidad vegetal en las primeras fases de desarrollo de los bosques secundarios en Hojancha, Guanacaste, se encuentran: *Cecropia peltata* (Cecropiaceae), *Aphelandra scabra* (Acanthaceae), *Cordia alliodora* (Boraginaceae), y *Guazuma ulmifolia* (Sterculaceae). De éstas especies solo *C. peltata* presenta frutos que sirven de alimento para las aves y su abundancia es alta solo en ésta fase.

Las especies arbóreas pioneras que forman parte de la comunidad vegetal de los bosques que se encuentran en segunda fase de desarrollo y que fueron registradas en este estudio

son: *Lonchocarpus acuminatus* (Fabaceae/pap), *Ochroma pyramidale* (Bombacaceae), *Cochlospermum vitifolium* (Cochlospermaceae), *Cordia alliodora* (Boraginaceae); *Schizolobium parahyba* (Fabaceae/caes), *Annona sp* (Annonaceae), *Cecropia peltata* (Cecropiaceae). En ésta fase sólo *C. peltata* presenta frutos que sirven de alimento para las aves y su abundancia es muy baja; las otras especies son diseminadas por el viento y muy posiblemente por algún vertebrado.

En bosques de la tercera fase de desarrollo se registraron especies heliófitas durables y esciófitas; estas fueron: *Lonchocarpus parviflorus*; *Gliricidia sepium* y *Andira inermes* (Fabaceae/pap), *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Spondias mombin* (Anacardiaceae) y *Cordia panamensis* (Boraginaceae). En ésta fase se encontró una mayor diversidad de especies cuyos frutos forman parte de la dieta alimenticia de las aves.

IX. RECOMENDACIONES

Especies vegetales como los higuerones, indios desnudos, y mantecos registrados en estos bosques son especies que durante la época de fructificación se observó que atraen a aves frugívoras como loros, aguios, pavas de montes y a los trogones, constituyéndose como árboles fuentes de semillas y que estarían aportando a la regeneración de estos bosques. Por lo tanto, se recomienda capacitar y sensibilizar a través de extensionistas de organismos locales (MINAE, CACH, Municipio, unidades educativas, universidades, fundaciones locales o nacionales estatales o privadas) a los propietarios de las fincas o a la comunidad en general, promoviendo la siembra de éstas y otras especies cuyos frutos sirven de alimento a aves y mamíferos, constituyéndose esta actividad como una estrategia de conservación de la biodiversidad.

Especies como *Trichilia martiana* y *Ficus sp.*, se conocen que son plantas que sus frutos sirven de alimento para aves y mamíferos, sin embargo el registro de éstas especies en este estudio fue bajo, por lo que es recomendable aumentar su densidad en el paisaje de Hojancha.

X. LITERATURA CITADA

- Augspurger, C. 1986. Morphology and dispersal potential of wind-dispersed diaspores of neotropical trees. *American journal of Botany*. 73: 353-363
- Barrantes, G. 2002. Lista oficial de las aves de Costa Rica: Comentarios sobre su estado de conservación. *Boletín Especial de la Asociación Ornitológica de Costa Rica*.
- BirdLife Internacional. 1996. Biodiversity priority areas for conservation: endemic bird areas of the World. Map. BirdLife International. Cambridge, UK.
- Cárdenas, G. 2002. Cobertura arbórea y diversidad de aves en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. Tesis Mag. SC. CATIE. Turrialba, CR. 123 pp.
- Cascante-Marín, A. 1999. Efecto de la fragmentación del bosque seco sobre el éxito reproductivo de una especie de árbol maderable: *Samanea saman* (Mimosaceae). Tesis. Mag. Sc. Universidad de Costa Rica, San José. Costa Rica. 87 p.
- Castro, K; González, J; Mata, A; Villareal, J. 2002. Evaluación Ecológica Rápida en el Corredor Hojancha-Nandayure, Guanacaste, Costa Rica.
- Castro, K; Gonzales, J; Mata, A; Villareal, J. 2002. Flora y Fauna del Corredor Biológico Hojancha-Nandayure. Instituto Nacional de Biodiversidad. Área de Conservación Tempisque. Fundación Monte Alto. Guanacaste, Costa Rica.
- CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria). 2003. Restauración de suelos y vegetación nativa: Ideas para una ganadería andina sostenible. Cali, Colombia.
- Colwell, R. 1997. Software estimatS statical estimation of species richness and shared species from simples. Versión 5. University of Connecticut .USA.
- Cordero, J; Dossier, D. H. 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Instituto Forestal de Oxford. CATIE. Costa Rica
- Clark, J; Poulsen, J. 2001. The role of arboreal seed dispersal groups on the seed rain of a lowland tropical forest. *Biotropica* 33(4): 606-620
- Davis, M. 2000. Restoring Savanna Using Fire: Impact on the Breeding Bird Community. *Restoration Ecology* Vol. 8 N0.1pp. 30-40
- Di Rienzo, J; Robledo, C; Casanoves, F; Balzarini, M; Gonzalez, L; Tablada, E. 2001. Estadística para las Ciencias Agropecuarias. Cuarta Edición. Córdoba. Argentina.

- Eichenlaub, M. 2002. Estudio de La regeneración del paisaje en la cuenca del Río Nosara, teniendo en cuenta la repercusión de las medidas de la Fundación Pro Reserva Monte Alto. Guanacaste/ Costa Rica.
- Estrada, A; Coates-Estrada, R. 1995. Anthropogenic landscape changes and avian diversity at Los Tuxtlas. Veracruz. México. *Biodiversity and Conservation* 6, 19-43 (1997)
- Finegan, B; Hayes, J; Delgado, D; Gretzinger, S. 2004. Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico: Una guía para operadores y certificadores con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación.
- Finegan, B; Delgado, D. 2002. Structural and floristic Heterogeneity in a 30 year-old Costa Rican Rain Forest Restored on Pasture Through Natural Secondary Succsion. *Restoration Ecology* Vol. 8 No. 4.
- Finegan, B. 1984. Forest succession. *Nature* 312: 109-114
- Finegan, B and Robert Nasi, 1998. The biodervisty and conservation potential of swidden agricultural landscapes. *Agroforestral and Biological Conservation in Tropical Landscapes*. Costa Rica.
- Flores, B; Rumiz, D; Cox, G. 2001. Avifauna del bosque semideciduo Chiquitano, Santa Cruz Bolivia, antes y después de aprovechamiento forestal selectivo. *Ararajuba* 9 (1)
- Flores, B; Rumiz, D; Fredericksen, T; Fredericksen, N. 2002. El uso de claros de aprovechamiento forestal por la avifauna de un bosque semideciduo chiquitano de Santa Cruz, Bolivia. *Hornero* 17(2):61-69.
- Flores, Y. 1997. Comportamiento fenológico de 88 especies forestales de la Amazonía peruana. Ministerio de Agricultura, instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima, Perú.
- Fundación Antisana, 2001. Estudios biológicos de aves de altura: Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Reserva Ecológica Antisana. Serie Bioreserva del Cóndor No. 2. Proyecto Bioreserva del Cóndor. Quito, Ecuador.
- Gallego, B. 2002. Estructura y Composición de un paisaje fragmentado y su relación con especies arbóreas indicadoras en una zona de bosque húmedo Tropical, Costa Rica. Tesis Magíster Scientiae. CATIE. Turrialba, CR.
- García, R. 2002. Biología de la Conservación: conceptos y prácticas. Heredia, Costa Rica.

- Granizo, T; Pacheco, C; Ribadeneira, M; Guerrero, M; Suárez, L. (Eds.). 2002. Libro rojo de las aves de Ecuador. SIMBOE/ Conservación Internacional/Ecociencia/Ministerio del Ambiente /UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, tomo 2. Quito, Ecuador.
- Gregersen, K. 1994. Campesinos y el desarrollo forestal: El caso de la región Chorotega en Costa Rica. Anuario de Estudios Centroamericanos, Universidad de Costa Rica, 20(1):115-132
- Guariguata, M; Katan, G. 2002. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Cartago. Costa Rica.
- Guariguata, M; Ostertag, R. 2002. Sucesión secundaria. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Cartago. Costa Rica.
- Harston, G. 1991. Plantas. Pp 119-353. In Janzen, D (Ed). Historia Natural de Costa Rica. EUCR, San José. Costa Rica.
- Hartshorn, G; Hartshorn, L; Atmetlla, A; Gómez, L; Mata, A; Mata, L; Morales, R; Ocampo, R; Pool, D; Quesada, C; Solera, C; Solórzano, G; Stiles, J; Tosi, Jr.; Umaña, A; Villalobos, C; Wells, R. 1982. Perfil Ambiental de Costa Rica: Estudio de campo. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.
- Harvey, C; Haber, W; Solano, R. y F. Mejías. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: ¿Herramientas para la conservación?. Agroforestería en las Américas. Vol. 6 No.24.
- Harvey, C; Haber, W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems 44(1):37-68.
- Hilty, S; Brown, L. 1986. A guide to the Birds of Colombia
- Holdridge, L. 1975. Zonas de vida Ecológicas de El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa de las Naciones Unidas FAO. El Salvador.
- Holdridge, L. 2000. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Quinta reimpresión (IICA). San José. Costa Rica.
- INDECA (Ingenieros de Centroamérica Ltda.). 2004. Plan Regulador del cantón de Hojanca. Diagnóstico y Pronóstico final. Tema Ambiental. Reporte de Consultoría para la municipalidad del Cantón Hojanca. 56pp.
- InfoStat. 2004. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.

- Janzen, D. 1992. Historia Natural de Costa Rica. San José. Costa Rica. Princeton University. United States of America.
- Justiniano, M. 2001. Ecología de especies menos conocidas –Serebó- *Schizolobium parahyba*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia.
- Justiniano, M; Fredericksen, T. 1998. Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas - Morado *Machaerium scleroxylon*, Fabaceae. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- Justiniano, MJ; Fredericksen, TS; Nash, D. 2001. Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas – Azucaró- *Spondias mombin*, Anacardiaceae. BOLFOR Santa Cruz, Bolivia.
- Kaimowitz, D. 2001. Hill livestock intensification help save Latin America's tropical forest? In Angelsen, A; Kaimowitz, D. eds. Agricultural Technologies and tropical deforestation. Walling-ford, UK, CABI. P. 1-20.
- Magurran, A. 1988. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona, España, 200p
- Matamoros, A. 2001. Conservación, Desarrollo, Participación editorial. Revista Forestal Centroamericana (35): 5.
- Méndez, K; Vásquez, L. 1999. Restauración de la cobertura vegetal en la Reserva Forestal Monte Alto, Hojancha, Guanacaste. Tesis de Licenciatura en Ciencias Forestales. Universidad Nacional, Heredia.
- Méndez, M. 2003. Biodiversidad de la Reserva Forestal Monte Alto. Inventarios Biológicos de la Reserva Monte Alto. Guanacaste. Costa Rica.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. M y T-Manuales y Tesis SEA. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Zaragoza, España. Vol. 1, 84 pp
- Mostacedo, B; Pereira, M; Fredericksen, T. 2001. Dispersión de semillas anemócoras y autócoras durante la época seca en áreas con aprovechamiento forestal en un bosque seco tropical. Ecología en Bolivia. 36: 3-16
- Mostacedo, B.; Told, F. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y Análisis en Ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia.
- Naranjo, L. 2003. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. En Agroforestería para la Producción Animal en América

Latina. II Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica (agosto 2000-marzo de 2001). American Bird Conservancy VA, USA.

- OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales). 2002. Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios degradados. Serie de políticas forestales No 13. CIFOR-FAO-UICN-WWF. 85p.
- Opperman, J; Merenlender, A. 2000. Deer Herbiyory as an Ecological Constraint to Restoration of Deraded Riparuan Corridors. Restoration Ecology Vol. 8 N0. 1, pp. 41-47.
- Ordóñez, Y. 2003. Validación de indicadores ecológicos para la evaluación de sostenibilidad en bosques bajo manejo forestal en el trópico húmedo, con énfasis en bosques de alto valor para la Conservación. Tesis Magister Scientiae. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Peña-Claros, M. 2003. Changes in forest structure and species composition during secondary forest sucesión in the bolivian amazon. Biotrópica 35(4): 450-461.
- Perla, J. 2001. Potencial de las plantaciones de teca para la conservación de la diversidad de aves en la subcuenca del Lago Gatún, canal de Panamá. Tesis Magister Scientiae. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Primack, R; Rozzi R; Feisinger P; Dirzo R; Massardo, F. 2001. Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas. Mexico, D.F.
- Proyecto Ecomapas. 2004. Curso básico en mapeo ecológico para el personal del Área de Conservación Tempisque. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. Guanacaste.
- Proyecto BOLFOR. 2003. Consideraciones para Árboles Semilleros en Bosques Tropicales bajo Manejo en Bolivia. The Forest Management Trust. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Ralph, CJ; Geupel, GR.; Pyle, P; Martin, TE; DeSante, DF; Milá, B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Techical Report. Albano, CA, US, Pacific Southwest Station, Forest Service, US Department of Agricultura. 59p.
- Restrepo, C. 2002. Frugivoría. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Cartago. Costa Rica. 19 p.
- Reynolds, R; Scott, J; Nussabaum, R.1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. Cónдор 82:309-313

- Richards, P. 1996. The tropicalrain forest: An ecological study, segunda edición. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Roberts, D. 2003. Propuesta de Investigación: Efectos de la Fragmentación del Bosque sobre la sobrevivencia y movimiento del ave migratoria, zorzal del Bosque (*Catharus mustelina*) en Sarapiquí.
- Rodríguez, E. 1986. Estudio de caso: Gestión del Desarrollo Campesino en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.
- Rodríguez, O. 2002. Evaluación del potencial turístico de las aves, como contribución al desarrollo sostenible de las comunidades de montaña, en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Tapantí, Macizo de La Muerte-Costa Rica. Tesis Magíster Scientiae. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Rodríguez, M; Farah, S. 1996. Plan de manejo forestal del bosque primario de los Hermanos Arguedas. Hojancha, Guanacaste. Costa Rica.
- Roldán, A; Darrea, L. 2003. Fenología de 14 especies arbóreas y zoócaras de un bosque yungeño en Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 38(2): 125-140.
- Salazar, M. 2003. Evaluación de la restauración del paisaje en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Magíster Scientiae. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 114 p.
- Sánchez, M; Rosales M. 2003. Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. II Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica (agosto 2000-marzo de 2001). Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma.
- Skutch, A. 2001. Aves de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). San José, Costa Rica.
- Smith, R; Smith, T. 2001. Ecología. Estructuras de las comunidades. Cuarta edición. Pearson Educación. S.A. Madrid, España.
- Spittler, P. 1997. Ecología de bosques tropicales. Descripción de siete especies forestales nativas del bosque húmedo tropical en el sur de Costa Rica. Herausgeber TÖB/GTZ, Eschbom.
- Stiles, F. 1983. Birds: Introduction. In D.H. Janzen, editor. Costa Rican natural history. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 502-529 pp.

- Stiles, F. 1990. La avifauna de la Universidad de Costa Rica y alrededores a través de veinte años. *Revista de Biología Tropical* 38: 361-381
- Stiles, F; Skutch, A. 2003. Guía de aves de Costa Rica. Tercera Edición en español. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Editorial INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Terborgh, J; Weske, J. 1969. "Colonization of secondary habitats by Peruvians birds". *Ecology* 50:765-782.
- Thiollay, J. 1992. Influencia of selective logging on Bird Species Diversity in a Guianan Rain Forest. *Conservation Biology*. Volume 6 No. 1.
- Uhl, C. 1987. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. *J.Ecology*. 75:377-407.
- Universidad de Costa Rica. Biodiversidad, 2 feb. 2004. Disponible en <http://www.ticotourism.com/costarica/es/cr/biodiversidad.shtml>
- Vargas, U. 2001. Fitogeografía de ecosistemas secos en la meseta de ignimbritas de Guanacaste, Costa Rica. *Rev. biol. trop*, vol.49, no.1, p.227-238. ISSN 0034-7744.
- Ventura, N. 2002. Informe del diagnóstico acerca del conocimiento sobre especies invasoras de flora y sus efectos en los ecosistemas de El Salvador.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Esquivel, H. 2003. Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10 (30-40): 9-16.
- Wadsworth, F. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los EE.UU-USDA.
- WWF, UICN, SICA. 1999. Listas de Fauna de Importancia para la Conservación en Centroamérica y México; Listas Rojas, Listas Oficiales y Especies en Apendices CITES. Sistema de Integración Centroamericana. Dirección Ambiental, UICN-ORMA y WWF Centroamérica. San José, C.R.
- Zamora, N; Jiménez, Q; Poveda, L. 2000. Árboles de Costa Rica. Vol. II. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBIO.