

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLE DE AVES
ASOCIADAS A TRES EDADES DE UN CULTIVO DE PALMA DE
ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq) EN EL MUNICIPIO DE SAN
CARLOS DE GUAROA (META)**

LEIDY ANDREA MONROY ROMERO



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ, D. C.

2009

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLE DE AVES
ASOCIADAS A TRES EDADES DE UN CULTIVO DE PALMA DE
ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq) EN EL MUNICIPIO DE SAN
CARLOS DE GUAROA (META)**

LEIDY ANDREA MONROY ROMERO

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial para optar al título de

Bióloga



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ, D. C.

2009

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLE DE AVES
ASOCIADAS A TRES EDADES DE UN CULTIVO DE PALMA DE
ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq) EN EL MUNICIPIO DE SAN
CARLOS DE GUAROA (META)**

LEIDY ANDREA MONROY ROMERO

APROBADO

Camilo Peraza, B.Sc., Esp.

Director

Juan David Amaya, M.Sc.

Jurado

Fabio Gómez, M.Sc.

Jurado

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLE DE AVES
ASOCIADAS A TRES EDADES DE UN CULTIVO DE PALMA DE
ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq) EN EL MUNICIPIO DE SAN
CARLOS DE GUAROA (META)**

LEIDY ANDREA MONROY ROMERO

APROBADO

Ingrid Schuler, Ph.D.

Decana Académica

Andrea Forreo, Bióloga

Directora de Carrera de Biología



Dedico este, mi primer gran proyecto ornitológico, a Dios por estar siempre conmigo y darme la fuerza para seguir adelante, y a mi mamá por permitirme disfrutar de esta maravillosa carrera.

AGRADECIMIENTOS

A mi Mamá, por apoyarme, brindarme su amistad y hacer parte de mi proceso como Bióloga, a Pablo Poveda por brindarme su compañía, amor, consejos e incondicional apoyo.

A Camilo Peraza director del proyecto, por brindarme su amistad, apoyo, orientación en el manuscrito y en esta fase de mi carrera y al Museo Javeriano de Historia Natural (MPUJ), por el préstamo de los materiales y equipos.

A mi familia por apoyarme, acompañarme y afanarme para la culminación de este proyecto, especialmente a mis tías, Nubia, Martha, Luz, Bertha y Doris, a mi padre Andrés Monroy y mis hermanitos (Pipe, David, Sebas, Diego, Julian) por aparecer en mi vida y ayudarme a colocar redes en el cultivo de palma de aceite.

A Cristina Vargas, gerente de Palmeras el Morichal Ltda., Ricardo Vargas y Armando Vargas por permitirme realizar este proyecto en uno de los cultivos de palma africana de la empresa y por colaborar me logísticamente, a Don Jairo Ladino (Administrador del cultivo), Ginna Guevara, Edilberto León “Leon”, Omar Barbosa, Edison Rodríguez “Pinza”, Vicente Villalobos, Agustín Ducuara “Ducuara”, a Alirio Hernández “Chisquiras”, Napoleon Rivera “Napo”, Don Pedro Nel Amón, Freddy Bermúdez, Nelson Medina, Mario Ruiz y Remigio Tole, por sus conocimientos empíricos pero sabios, que ayudaron a fortalecer mi conocimiento académico a través de enseñanzas, consejos prácticos, valiosos, rudimentarios y en ocasiones novedosos, que no se encuentran en ningún libro.

A los integrantes de la Colección del Museo Javeriano (MPUJ), por sus sugerencias y correcciones sobre el texto y sobre todo por la ayuda brindada en la preparación de los ejemplares; a Johanna Murillo por los valiosos aportes al texto; a Thomas

McNish, quien no me conocía y sin embargo me ayudo con la identificación de un espécimen de *Phacellodomus rufifrons*, el cual me dio varios dolores de cabeza.

Y a todas las personas que con sus opiniones valiosas aportaron a la desarrollo del presente trabajo.

“Bogotá, 2009”

TABLA DE CONTENIDOS

1	Introducción	4
2.	Marco teórico	5
2.1.	Palma africana.....	5
2.1.1	Historia y economía de la palma africana en colombia	5
2.1.2	Características del cultivo de palma africana.....	5
2.2.	Diversidad de aves	7
2.2.1.	Avifauna en cultivos de palma africana	8
2.2.2	Aves presentes en otros monocultivos	11
3.	Formulación del problema y justificación.....	11
3.1.	Formulación del problema	11
3.2.	Pregunta de investigación	13
3.3.	Justificación de la investigación	13
4.	Objetivos	14
4.1.	Objetivo general.....	14
4.2.	Objetivos específicos	14
5.	Hipótesis	14
5.1.	Predicción	15
6.	Materiales y métodos	15
6.1	Diseño de la investigación	15
6.1.1	Población de estudio y muestra.....	15
6.2	Métodos.....	17
6.2.1	Fase preliminar.....	18
6.2.2	Fase de campo.....	18
6.2.2.1	Muestreo formal.....	18
6.2.2.2	Observaciones ad libitum.....	24
6.2.3	Fase de laboratorio	24
6.3.	Análisis de la información	24
6.3.1.	Índices de diversidad alfa.....	26
6.3.1.1.	Estructura y composición del ensamble.....	26

6.3.1.1.1. Composición del ensamble y riqueza específica.....	26
6.3.2. Índices de diversidad beta.....	28
6.3.1.2 Gremios.....	29
7. Resultados.....	29
7.1. Esfuerzo de muestreo.....	34
7.2. Diversidad alfa.....	35
7.2.1.1. Curvas de acumulación de especies.....	35
7.2.1.2. Abundancia de las especies.....	37
7.2.1.3. Equidad y dominancia.....	39
7.2.1.4. Riqueza.....	40
7.2.2. Composición del ensamble de aves.....	40
7.3.1. Abundancia.....	43
7.3.2. Gremios tróficos del ensamble de aves.....	45
8. Discusión.....	51
8.1. Representatividad del muestreo.....	51
8.2. Estructura y composición del ensamble.....	52
8.3. Gremios.....	55
9. Conclusiones.....	58
10. Recomendaciones.....	59
11. Referencias descansando.....	61
12. Anexos.....	68

Índice de Tablas

Tabla 1. Ideas principales de trabajos realizados sobre aves en cultivos de palma africana en Malasia.....	9
Tabla 2. Ideas principales de trabajos realizados sobre aves en cultivos de palma africana en Colombia.....	10
Tabla 3. Esfuerzo de muestreo, éxito de capturas y proporción de capturas, teniendo en cuenta el número de redes, horas muestreadas, número de individuos capturados, y visitas a cada edad.....	35
Tabla 4. Resultados por lotes.	38
Tabla 5. Índices de dominancia y equidad con 95% de confianza, para los métodos de observación y captura.	39
Tabla 6. Índices de riqueza, para los métodos de observación y captura.....	40
Tabla 7. Especies de aves registradas en cada edad del cultivo de palma africana, por medio de observaciones y capturas. Se identifica el carácter migratorio con (*) (Anónimo 2004). Edad: J (Juvenil), I (Intermedia) y A (Adulta); Técnica: O (Observaciones) y C (Capturas). 41	
Tabla 8. Explicación tipos de gremios encontrados en las tres edades.	46

Índice de Figuras

Figura 1. Graficas de precipitación, temperatura mínima, máxima y media de los municipio de Fuente de oro (precipitación entre 0-350 mm) y Villavicencio (precipitación entre 0-600 mm) en el departamento del Meta (IDEAM 2005).....	16
Figura 2. Ubicación de los tres lotes estudiados en el cultivo de palma de aciete, en el municipio de San Carlos de Guaroa, Departamento del Meta (Colombia).....	19
Figura 3. Figura de los tres lotes estudiados en el cultivo de palma de aceite. Cuadrado gris: 1. Edad Juvenil, 2. Edad Intermedia y 3. Edad adulta. Características internas señaladas con un cuadrado: a. vegetación asociada a canal de riego, b. laguna natural y c. pastizal. Características externas señaladas con un circulo: 1. Lote de palma africana, 2. Lote de arroz y 3. Lote pastura de búfalos. Instalaciones: a. planta procesadora, b. pozos de tratamiento de aguas, c. laguna natural y d. dormitorios.	20
Figura 4. Fotografías de los tres lotes seleccionados para el estudio.....	21
Figura 5. Ubicación y medidas de los transectos y puntos de muestreo. (a.) fotografía aérea del lote de edad juvenil; (b.) longitud total de los transectos muestreados (225m), puntos de muestreo, donde se ubicaron las redes de niebla y los puntos de observación y ubicación de las redes de niebla en cada punto de muestreo.....	22
Figura 6. Individuo marcado con agarraderas plásticas.....	23
Figura 7. Grafica de correspondencia para la Edad juvenil, transecto A, con porcentaje de explicación del modelo en el eje 1 del 39.06 % y en el eje 2 del 25.46 %. 1. <i>Amazilia fimbriata</i> , 2. <i>Ara severus (severa)</i> , 3. <i>Aratinga pertinax</i> , 4. <i>Ardea (Casmerodius) alba (albus)</i> , 5. <i>Bubulcus ibis</i> , 6. <i>Buteo magnirostris</i> , 7. <i>Buteogallus urubitinga</i> , 8. <i>Columbina minuta</i> , 9. <i>Columbina talpacoti</i> , 10. <i>Crotophaga ani</i> , 11. <i>Cyanocorax violaceus</i> , 12. <i>Dendrocygna autumnalis</i> , 13. <i>Egretta caerulea</i> , 14. <i>Egretta thula</i> , 15. <i>Elaenia flavogaster</i> , 16. <i>Elaenia parvirostris</i> , 17. <i>Eudocimus ruber</i> , 18. <i>Fluvicola pica</i> , 19. <i>Forpus conspicillatus</i> , 20. <i>Icterus nigrogularis</i> , 21. <i>Megarhynchus pitangua</i> , 22. <i>Milvago chimachima</i> , 23. <i>Mimus gilvus</i> , 25. <i>Myiozetetes cayanensis</i> , 26. <i>Orthopsittaca (Ara) manilata</i> , 27. <i>Oryzoborus angolensis</i> , 28. <i>Oryzoborus schistacea</i> , 29. <i>Phacellodomus rufifrons</i> , 30. <i>Phimosus infuscatus</i> , 31. <i>Piculus flavigula</i> , 32. <i>Pitangus sulphuratus</i> , 33. <i>Rostrhamus sociabilis</i> , 34. <i>Sicalis flaveola</i> , 35. <i>Sporophila intermedia</i> , 36. <i>Sporophila schistacea</i> , 37. <i>Syrigma sibilatrix</i> ,	

38. <i>Thraupis episcopus</i> , 39. <i>Turdus ignobilis</i> , 40. <i>Turdus nidigenis</i> , 41. <i>Tyrannus melancholicus</i> , 42. <i>Tyrannus savana</i> , 43. <i>Vanellus chilensis</i> y 44. <i>Volantinia jacarina</i>	30
Figura 8. Figuras de correspondencia para la Edad intermedia. Figura A: el transecto A presenta los puntos (P1, P2, P3 y P5), con un porcentaje de explicación del modelo en el eje 1 del 33.78 % y en el eje 2 del 29.80. Figura B: el Transecto B sostiene los puntos (P6, P7, P8, P9 y P10), tiene un porcentaje de similaridad del eje 1 es de 36.74 % y en para el eje 2 del 27.09%.....	32
Figura 9. Figura de correspondencia para la Edad intermedia. Figura C: Contiene los puntos (P 1, P2, P3, P6 y P7) corresponde al transecto único de la edad intermedia, presenta un porcentaje de explicación del modelo del eje 1 de 38,08% y del eje 25,01%.....	32
Figura 10. Graficas de correspondencia para la Edad adulta. Figura A: el transecto A presenta los puntos (P1, P2, P3, P4 y P5, con porcentaje de explicación del modelo en el eje 1 del 50.48% y en el eje 2 del 30.11%. Figura B: el transecto B presenta los puntos (P6, P7, P8, P9 y P10), con porcentaje de similaridad para el eje 1 del 57.82% y del eje 2 del 27.04%.....	34
Figura 11. Graficas de correspondencia para la Edad adulta. Figura C: transecto único, el cual presenta los puntos (P1, P3, P4, P6 y P8), con porcentaje de explicación del modelo de 55,90% en el eje 1 y 29,39% en el eje 2.	34
Figura 12. Curvas de acumulación de especies observadas para los tres lotes. Línea negra-Edad juvenil, línea azul-Edad intermedia y verde-Edad adulta. Línea continua (Mao tao), guion (Curva de rarefacción de Coleman) y punto redondo (Bondad de ajuste del 95%).....	36
Figura 13. Curvas de acumulación de especies capturadas para los tres lotes. Línea negra-Edad juvenil y línea verde-Edad intermedia. Línea continua (Mao tao), guion (Curva de rarefacción de Coleman) y punto redondo (Bondad de ajuste del 95%).....	37
Figura 14. Comparación del grado de similitud de las especies entre los tres rangos de edad, se utilizo el coeficiente de similitud de Jaccard con ligamiento pareado.....	44
Figura 15. Comparación del grado de similitud de las especies entre los tres rangos de edad, se utilizo el coeficiente de similitud de Bray-Curtis con ligamiento pareado.....	45
Figura 16. Familias presente en los tres rangos de edad. Color negro: edad juvenil, color gris: edad intermedia y color blanca: edad adulta.....	42
Figura 17. Gremios tróficos según el recurso alimenticio del ensamble de aves de hábitos diurnos terrestres asociado al cultivo de palma africana. Individuos (barra gris) y Especies (barra negra). En el eje x se presentan primero los gremios y luego los estratos de forrajeo,	

separados por (/). Gremios: C (carnívoro), F (frugívoros), G (granívoro), I (insectívoro), N (nectarívoro), CA (carroñero) y FO (folívoro). Estratos: T (terrestre), A (acuático), S (sotobosque), SU (sub dosel), D (dosel) y AE (aérea)..... 46

Figura 18. Comparación de gremios tróficos según el recurso alimenticio y las especies presentes en el ensamble de aves de hábitos diurnos terrestres asociado al cultivo de palma africana entre tres edades. Edad juvenil (barra negra), edad intermedia (barra gris) y edad adulta (barra blanca). En el eje x se presentan los gremios y los estratos de forrajeo, separados por (/). Gremios: C (carnívoro), F (frugívoros), G (granívoro), I (insectívoro), N (nectarívoro), CA (carroñero) y FO (folívoro). Estratos: T (terrestre), A (acuático), S (sotobosque), SU (sub dosel), D (dosel) y AE (aérea)..... 48

Figura 19. Comparación de gremios tróficos según el recurso alimenticio y los individuos presentes en el ensamble de aves de hábitos diurnos terrestres asociado al cultivo de palma africana entre tres edades. Edad juvenil (barra negra), edad intermedia (barra gris) y edad adulta (barra blanca). En el eje x se presentan los gremios y los estratos de forrajeo, separados por (/). Gremios: C (carnívoro), F (frugívoros), G (granívoro), I (insectívoro), N (nectarívoro), CA (carroñero) y FO (folívoro). Estratos: T (terrestre), A (acuático), S (sotobosque), SU (sub dosel), D (dosel) y AE (aérea)..... 49

Figura 20. Comparación del grado de similitud de los gremios entre los tres rangos de edad, se utilizo el coeficiente de similitud de Jaccard con ligamiento pareado..... 50

Figura 21. Comparación del grado de similitud de las abundancias de los gremios entre los tres rangos de edad, se utilizo el coeficiente de similitud de Bray-Curtis con ligamiento pareado..... 51

Índice de Anexos

Anexo 1. Formato para registrar las observaciones. Transecto (A o B), Punto (P1: Punto1), Registro (V: Visual, A: Auditivo), Sexo (H-hembra y M-macho), Edad (Adu: adulto, Juv: juvenil, SuAdu: sub adulto), Estructura social (S: Solitario, P: En pareja, GC: Grupo conspecífico y GM: Grupo mixto), Movimiento (T: Transeúnte, S: Sobrevuela, P: Perchado y M: Movimiento dentro del lote), Comportamiento (PE: Percha y F: forrajeo) y Observaciones adicionales.	68
Anexo 2. Lista de especies observadas fuera del muestreo.	68
Anexo 3. Lista de especies del muestreo por lote, mediante cada una de las técnicas de muestreo y agremiación de las especies considerando el tipo de recurso y el estrato de forrajeo. Gremios: C (carnívoro), F (frugívoros), G (granívoro), I (insectívoro), N (nectarívoro), CA (carroñero) y FO (folívoro). Estratos: T (terrestre), A (acuático), S (sotobosque), SU (sub dosel), D (dosel) y AE (aérea).	71

Resumen

Los grandes beneficios económicos generados por la producción de aceite proveniente de los cultivos de palma de aceite, han fomentado su expansión en nuestro país, generando grandes aportes sociales a la comunidad involucrada. Dejando a un lado los impactos generados por este cultivo sobre la biodiversidad, el cual es un tema especialmente sensible, tanto a escala nacional como internacional, para ayudar a esclarecer cómo se comporta la fauna asociada a la palma y como este afecta el ensamble de aves en un área particular, en el presente trabajo se compara la estructura y composición del ensamble de aves en un cultivo de palma africana entre tres rangos de edad (juvenil, intermedia y adulta), en el municipio de San Carlos de Guaroa (Meta). Se encontró que el rango de edad con mayor riqueza es el Juvenil, la edad Intermedia sustenta la mayor equidad y la edad Adulta presenta la mayor dominancia. Estas dos primeras edades presentan un mayor porcentaje de similitud, en cuanto a sus especies y los gremios presentes. Los cuales se encuentran asociados a las características internas de cada lote y a la vegetación circundante asociada, como se observa en la edad intermedia, donde el gremio de carnívoros terrestres y acuáticos domina el ensamble. La dinámica del crecimiento de la palma y su manejo va simplificando el hábitat en edades adultas, generando barreras espaciales y área de paso para algunas especies de aves, convirtiéndose en un factor importante el manejo adecuado de la vegetación interna y asociada a los lotes de palma.

Palabras claves: Aves, diversidad, edades de cultivo de palma de aceite, vegetación asociada.

Abstract

The better economic benefits generated by oil production from the oil palm cultivation, has encouraged its expansion in our country, generating high contributions to the social communities involved. Aside from the impacts generated by this crop biodiversity, which is a particularly sensitive issue, both nationally and internationally, to help clarify how the fauna associated with the palm and how it affects the assembly of birds in a particular area, in the present study compares the structure and assemblage composition of birds in a cultivation of African palm between three age groups (young, intermediate and adult) in the municipality of San Carlos de Guaroa (Meta). We found that age range more wealth is the Youth, Middle Age supports greater equity and adulthood is the most dominant. These first two ages have a higher percentage of similarity in terms of its species and guilds present. Which are associated with the internal characteristics of each batch and the associated vegetation, as seen in the age where the guild of terrestrial and aquatic carnivores dominate the assemblage. The growth dynamics of the palm and their management will simplify the adult habitat, creating barriers and spatial area of passage for some species of birds, becoming an important management of internal and vegetation associated with lots of palm.

Key words: Birds, diversity, age for oil palm cultivation, vegetation associated.

1 Introducción

Los agroecosistemas y con ellos la agricultura son de gran importancia para el sostenimiento económico de la población humana, debido a que generan de manera directa e indirecta apoyo económico y social para las comunidades en donde se encuentran; apoyo que se traduce en empleo, educación, salud y vivienda, entre otras cosas (Ministerio del Medio Ambiente *et al* 2003), así como bienes y servicios ambientales. El cultivo de palma africana es actualmente uno de los agroecosistemas de mayor desarrollo y expansión en el país, convirtiendo así a Colombia en el primer productor de aceite de palma en América latina y el cuarto en el mundo, con una producción de 713 mil toneladas/año (Fedepalma 2008).

La implementación de este cultivo genera la sustitución de la vegetación nativa, la cual puede generar diferentes efectos sobre las comunidades de fauna y flora de la región, dando como resultado en algunos casos el reemplazo total o parcial de los bosques (Renjifo 2001), afectando la estructura y composición de la vegetación, generando cambios en el porcentaje de cobertura vegetal y número de estratos verticales dentro de los lotes de palma de aceite, factores que inciden sobre la comunidad faunística asociada (Moguel y Toledo 1999).

Esta sustitución genera diferentes impactos en las comunidades de aves, creando barreras espaciales o ampliación del rango de forrajeo, entre otras (Bravo 2006), consecuencia de las diferentes respuestas que las aves pueden generar a este reemplazamiento, las cuales pueden variar según su gremio, estrategia reproductiva, entre otras. Las cuales podrían generar beneficios a la producción de palma de aceite, usando las aves como controladores biológicos de plagas (comúnmente artrópodos y roedores) (Fedepalma 2009), disminuyendo el uso de insumos agrícolas dañinos para el ecosistema.

Basado en las diferencias en los posibles efectos que puede tener la implementación de monocultivos, se compara la estructura y composición del ensamble de aves en tres rangos de edad, en un cultivo de palma africana, en el municipio de San Carlos de Guaroa (Meta).

2. Marco Teórico

2.1. Palma africana

2.1.1 Historia y economía de la palma africana en Colombia

La palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), es nativa del golfo de Guinea. Se cree, fue introducida al continente americano por Brasil; en 1932. Florentino Claes introdujo palmas a Colombia sembradas con fines ornamentales en la Estación Agrícola de Palmira (Valle del Cauca), pero solo hasta 1957 se empieza a esbozar el primer plan de fomento para este cultivo con fines comerciales, el cual fue liderado por el Instituto de fomento algodonero (IFA) y el gobierno nacional (Bozzi y Jaramillo 1998).

Actualmente en Colombia los cultivos de palma africana se presentan en cuatro regiones importantes, estas son: la oriental, norte, central y occidental. De las cuales la zona oriental ha tenido un impacto significativo en la producción de aceite de palma, generando grandes ingresos a los municipios donde operan, tales como: Acacias y San Carlos de Guaroa en el Meta, y Villanueva en Casanare (Bozzi 1998); en los cuales se presentaban hasta el año 2005, un total de 88,409 hectáreas sembradas con palma de aceite, ubicándola en el primer lugar a nivel nacional, seguido por el sector norte, central y occidental; produciendo cerca del 30 % de este tipo de aceite de palma africana en Colombia (Fedepalma 2008), con lo cual se puede suponer la presencia de mayores ingresos económicos a las comunidades locales y nacionales.

2.1.2 Características del cultivo de palma africana

El monocultivo de palma de aceite o africana, al igual que los policultivos y sistemas mixtos se ubican dentro de los agro-ecosistemas o ecosistemas agrícolas, denominados ecosistemas los cuales se utilizan para la agricultura en formas parecidas, con componentes similares e interacciones y funciones semejantes a estos (FAO 2009), los cuales optimizan la producción

de alimento para las comunidades humanas. Debido a la alta productividad de aceite de palma y los derivados de este, el cultivo de palma de aceite maximiza la producción de alimentos.

La palma es un cultivo perenne, de tardío y largo rendimiento ya que la vida productiva puede durar más de 50 años (Fedepalma 2008). Su proceso de cultivo se divide en 7 fases: 1) Características del material genético seleccionado, 2) Establecimiento y manejo de pre viveros y viveros, 3) Preparación de lotes y procesos de siembra, 4) Primeros 28 a 40 meses de edad, 5) Incremento progresivo de la producción, 6) Producción en edad adulta y 7) Renovación de la plantación (Ortiz 1996). Se plantan en triángulos equiláteros a 9 m una de otra para tener una densidad de 143 palmas por hectárea (Ministerio del Medio Ambiente *et al* 2003), con suficiente capacidad de saturación de humedad, que permita, además de un buen desarrollo radical, soportar períodos cortos de sequía, sin que la palma disminuya su producción. Los requerimientos edáficos para la óptima producción del cultivo varían con la edad de la planta. La palma tolera condiciones de alta acidez, pero los mayores rendimientos, se han logrado en suelos ligeramente ácidos (pH = 5.5 - 6.5) (ICA y Coagrometa 1988, Wilson *et al* 2003).

Adicionalmente, el control de plagas que se le realiza al cultivo, consiste en sistemas de tratamientos físicos, mecánicos, químicos o biológicos. Los físicos y mecánicos se realizan a lo largo de toda la producción por medio de la remoción y podas de plantas que generen competencia a las palmas en producción. Para los químicos se utilizan pesticidas, alrededor de la base de la palma (plateos) y a lo largo de todo el lote, durante ciclos trimestrales en los primeros 36 meses del cultivo y posteriormente se realiza no más de 3 veces por año. Para el control biológico se utilizan predadores naturales de los patógenos que afectan las palmas (principalmente artrópodos pertenecientes a la familia de los Lepidópteros y Coleoptera, así como mamíferos pequeños), como hongos y vertebrados (Ministerio del Medio Ambiente *et al* 2003, Fedepalma 2009).

Por último, la cosecha se realiza aproximadamente cada 26 días, aunque varía según la frecuencia de producción y la edad de la palma, las palmas juveniles e intermedias son más productivas que las adultas, en las cuales adicionalmente la altura de las misma dificulta su

cosecha. Los frutos cosechados son procesados, de los cuales se extrae aceite crudo de palma y de almendras o del palmiste de los cuales se obtiene diferentes productos como: aceite de cocina, para producir grasas, principalmente margarinas y jabones, aceite y torta de palmiste que sirve para alimentos concentrados de animales (Fedepalma 2008).

2.2. Diversidad de aves

Colombia es el país con mayor diversidad de aves con aproximadamente 1869 especies (Salaman 2007), de las cuales los llanos orientales registran 877 especies (Murillo 2005). Esta diversidad se ha visto afectada a lo largo del tiempo en la región de la Orinoquia por la implementación de ganaderías extensivas y agroecosistemas como cultivos de arroz y palma de aceite (Ministerio del Medio Ambiente y SAC 2003).

Para entender como las aves de un área particular responden a la presencia del cultivo de palma africana, se estudiará la diversidad biológica de las especies, entendida como la variedad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; incluye la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (CDB 2009). Franklin *et al* 1981 reorganiza tres atributos del ecosistema: composición, estructura y función. Los cuales determinan y hacen parte de la biodiversidad de un área. La composición abarca la identidad y variedad de elementos de una colección, incluyendo la diversidad genética y de especies. La estructura es la organización física o patrones del sistema, desde complejidad de hábitat dentro de comunidades como los patrones de parches y otros elementos del paisaje. La función envuelve procesos ecológicos y evolutivos en el cual se incluyen la ecología y evolución de los procesos, como flujo de genes, disturbios y ciclos de nutrientes. Los cuales hacen parte del competo jerárquico.

El ensamble de aves, el cual es entendido como un grupo de especies filogenéticamente cerrado que usa un recurso similar dentro de una comunidad (Fauth *et al* 1996), se trabajó con diferentes variables, como son: identidad, abundancia relativa, riqueza específica,

dominancia y equidad (Noss 1990), las cuales dan una aproximación de cómo se ve influenciado el ensamble dentro de cada rango de edad en un cultivo de palma africana. Adicionalmente, para conocer los gremios que sustentan el ensamble en cada rango de edad se tienen en cuenta la definición propuesta por Root (1967), la cual lo define como un grupo de especies agrupadas taxonómicamente que explotan el mismo tipo de recurso alimenticio de una misma manera (Hawkins y MacMahon 1989), donde se tendrá en cuenta el tipo de recurso alimenticio y el estrato en el que lo consume.

Para estudiar estas variables se utilizan los componentes alfa y beta. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea (Moreno 2001), en este caso el ensamble en cada lote muestreado; y la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Moreno 2001), el cual se entiende para el proyecto como el recambio entre el ensamble de cada edad.

2.2.1. Avifauna en cultivos de palma africana

Hasta el momento se han realizado pocos estudios sobre avifauna en cultivos de palma africana a nivel mundial y nacional, Malasia es el país que más estudios publicados presenta, con un total de 8 artículos; los cuales tratan principalmente sobre la efectividad de la lechuza común (*Tyto alba*) como controlador biológico, debido a ser un predador selectivo de la rata (*Rattus tiomanicus*), la cual se alimenta de los frutos tanto maduros como inmaduros de la palma, causando grandes daños en la producción de aceite. Estos estudios han sido reportados desde 1981 (Tabla 1), donde Duckett expone la posible importancia de la lechuza común como un buen controlador biológico, basado en sus observaciones. Sin embargo, diferentes autores han profundizado en el estudio de su biología (Duckett y Karuppiyah 1990, Lim *et al* 1993, Adidharma 2002a, b), para poder aumentar las poblaciones de las mismas dentro de las plantaciones afectadas, por medio de nidos artificiales. Sin embargo, cabe resaltar que en 21 años de investigaciones con avifauna se han realizado solo 7 estudios en este país.

Tabla 1. Ideas principales de trabajos realizados sobre aves en cultivos de palma africana en Malasia.

<i>Año</i>	<i>Autor(res)</i>	<i>Resumen</i>
1981	Duckett, J. E.	Inicio con los estudios de control biológico, utilizando diferentes animales.
1990	Duckett, J. E. y S. Karuppiyah	Profundizo en la biología y ecología de la lechuza común para poder implementarla de manera más eficaz en el control de plagas.
1990	Small, C.N.	Comparó a <i>Tyto alba</i> con otras especies de rapaces como controlador biológico.
1993	Lim, J .L.; G. P. Fenn, A. P. Buckle y M. Visvalingam.	Desarrollan un método para investigar la relación entre la cantidad y tamaño de la presa, y la lechuza.
1996	Wahidsuboh, M. B., S. Ismail y N. Karmarudin.	Realizaron un resumen incluyendo los diferentes estados de Malasia, en los cual se está implementando control biológico para los roedores con ayuda de <i>Tyto alba</i> .
2000	Hoong, H. W.	Implementaron nidos artificiales para aumentar la población de la lechuza común.
2002a,b	Adidharma, D.	Retoma algunos estudios, y presenta una idea más actual de la importancia de esta lechuza para los cultivos de palma africana.

En Centro América se han realizado dos estudios, el primero en Honduras, donde se continua con estudios realizados en malasia sobre *T. alba* como controlador biológico, presentando otras especies como predadores de *R. tiomanicus*, entre los cuales encontraron a dos gavilanes (*Buteo platypterus* y *Elanus leucurus (ceruleus)*), así como *Caracara (Polyborus) plancus* y *Tigrisoma mexicanum* (Padilla *et al* 1995). El segundo en México, se realizó un inventario de las especies de vertebrados silvestres observados en una parcela adulta de palma de aceite, donde se encontraron 26 especies de vertebrados, de las cuales 14 pertenecían a la clase aves (*Buteo magnirostris*, *Coragyps atratus*, *Columbina minuta*, *Cyanocorax morio*, *Crotophaga sulcirostris*, *Icterus* sp. *Quiscalus mexicanus*, *Herpetotheres cachinnans*, *Caracara (Polyborus) plancus*, *Turdus grayi*, *Melanerpes aurifrons*, *Aratinga nana*, *Pitangus sulphuratus* y *Tyto alba*. Del cual se concluye que el cultivo de palma de aceite puede constituir un ecosistema importante en la conservación de varias especies de vertebrados silvestres, incluyendo depredadores de especies perjudiciales, donde el hábitat natural ha sido alterado por el establecimiento de otros cultivos ecológicamente pobres, siempre y cuando se eviten acciones que alteren en forma importante el entorno ecológico (Sánchez 2000).

Para Colombia solo se han realizado tres estudios de aves en cultivos de palma africana, la primera aproximación al estudio de las aves se realizó en el departamento de Córdoba en 1986 por Rodríguez S. L., y 20 años después continuaron estas investigaciones en dos nuevos departamentos (Tabla 2).

Tabla 2. Ideas principales de trabajos realizados sobre aves en cultivos de palma africana en Colombia.

<i>Año</i>	<i>Autor</i>	<i>Localidad</i>	<i>Resumen</i>
1986	Rodríguez, S. L.	Córdoba	Realizo un reconocimiento de las aves plagas para un cultivo de palma de aceite y evaluó sus daños, donde se encontró que especies de las familias Cathartidae y Falconidae son los que mayor daño le causan al cultivo debido a que se alimentan de su fruto maduro.
2006	Bravo, G. A.	Villanueva (Casanare)	Analizó el efecto de la distancia sobre las especies de aves al comparar cómo cambia la composición al ir de un bosque nativo al interior de un cultivo de palma africana aumentando la distancia gradualmente. También observó los usos dados por las aves al cultivo para establecer una posible prestación de servicios ambientales de control de plagas por parte de las rapaces e insectívoras y limpieza y degradación de materia orgánica, papel que cumplen las especies carroñeras al interior de las plantaciones.
2006	Enríquez, L. M.	Acacias (Meta)	Evaluó el efecto de la heterogeneidad de diferentes coberturas sobre la diversidad de aves en un ambiente de cultivo de palma de aceite, donde se encontró que las palmeras son una opción para el sostenimiento de algunas especies de aves, y cada una de las coberturas por separado conserva su heterogeneidad en cuanto a sus características estructurales, y por lo tanto alberga especies particulares.

Adicionalmente, en el país se presentan dos estudios continuando con las investigaciones realizadas sobre los daños causado por roedores a los cultivos de palma de aceite y otros agroecosistemas como cultivos de arroz, caña de azúcar y cacao (ICA Y COAGROMETA 1988, Terry 1997).

2.2.2 Aves presentes en otros monocultivos

Debido a la poca cantidad de registros bibliográficos sobre aves asociadas a cultivos de palma africana en el país, se hace necesaria una revisión sobre la presencia de estas especies en otros monocultivos para ayudar a entender su relación con la palma. Los estudios realizados hasta el momento sobre la presencia o relación de la avifauna con monocultivos se ha centrado en los cultivos de arroz, en el cual, algunas especies generan daños a la producción, como es el caso de la familia Anatidae. Este agroecosistema se comporta como un humedal artificial temporario (Fasola y Ruiz 1996), y con una heterogeneidad espacial y temporal que facilita el establecimiento de grandes poblaciones de aves con diferentes requerimientos tróficos y estructurales (Acosta 1998 en Blanco *et al* 2006). Aunque sostiene principalmente aves acuáticas y chorlos migratorios del Norte de Estados Unidos (Fasola y Ruiz 1996).

Aunque se han presentado estudios en otros agroecosistemas, como los cultivos de pinos en Estados Unidos, donde se observó que este monocultivo puede sustentar una alta diversidad de aves, comparada con la presente en un bosque nativo (Conner *et al* 2002). Estas plantaciones de pino presentan un estrato herbáceo, el cual otorga un medio adecuado para nidación, alimentación y asociación con forrajeo de invertebrados (Legrand *et al* 2007), sin embargo, hay que tener en cuenta que la ubicación geográfica ya que esta clase de vegetación es común en Norte América contrario a lo que se presenta en Colombia.

3. Formulación del problema y justificación

3.1. Formulación del problema

El reemplazamiento de áreas de vegetación nativa, praderas naturales interrumpidas por matas de monte y bosques de galería dominantes en la zona de estudio hasta la mitad del presente siglo (Bozzi y Jaramillo 1998), cambio por paisajes continuos de agroecosistemas

particularmente monocultivos de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), el cual es una de las prácticas agrícolas mas implementadas en los últimos años en Colombia (Bozzi y Jaramillo 1998, Rodríguez y Von 2004, Niño 2005), debido a su alta productividad y rentabilidad económica, a los altos beneficios generados a las comunidades humanas (empleos y el apoyo para su siembra por parte del estado) (Bozzi y Jaramillo 1998, Rodríguez y Von 2004).

La expansión de los cultivos de palma africana han tenido consecuencias negativas para la diversidad global (Dodson y Gentry 1991, Lim 1994); la implementación de este monocultivo a nivel local causa reemplazo total o parcial de la vegetación nativa (Kattan 2002, Fitzherbert *et al* 2008), como sabanas (semi estacionales o estacionales) y bosques naturales (bosques húmedo tropical) (IAvH 1998b), así como tierras dedicadas a ganadería y cultivos agrícolas (IAvH 1998a, Rodríguez y Von 2004), para la cual, la fauna local genera diferentes respuestas; según su forma de vida, características reproductivas, comportamiento social y alimenticio.

Esta implementación genera cambios en la dinámica de las comunidades de fauna, incrementando la fragilidad de los ecosistemas consecuencia de los cambios estructurales que sufre (Koh 2008a, Ministerio del Medio Ambiente *et al* 2002), para el caso particular de las aves, la incidencia del reemplazamiento ocasionaría disminución o permanencia de unas especies y establecimiento de otras (Kattan 2002, Bravo 2006), alterando la composición de la comunidad y el papel que juega en el ecosistema, lo cual puede generar efectos negativos en los beneficios económicos y sociales que la palma de aceite brinda, debido a la perdida y extinción de especies (Fitzherbert *et al* 2008, Koh 2008a), la cuales podrían tener un potencial ecológico y económico para el cultivo y su producción (IAvH 1998b).

Adicionalmente, puede beneficiar la internalización del aceite, al participar en lo que hoy se denomina “Desarrollo de los mercados verdes” los cuales quieren prevenir los riesgos para el ambiente generados por la producción de palma, así como generar el uso sostenible y conservación de los recursos naturales renovables y del medio ambiente (Rodríguez y Van 2004).

3.2. Pregunta de investigación

¿Se presentan diferencias en la estructura y composición del ensamble de aves en un cultivo de palma de aceite entre tres rangos de edad (juvenil, intermedia y adulta)?

3.3. Justificación de la investigación

El cultivo de palma africana es actualmente una de las principales industrias promisorias del país, debido a su importancia socio-económica para las regiones en donde se desarrolla (Bozzi y Jaramillo 1998, Rodríguez y Von 2004), debido al inminente incremento en su producción a nivel nacional, proyectándose como meta multiplicar en siete veces la producción actual (Fedepalma 2008).

La incidencia que este cultivo genera sobre la diversidad de aves, se cree va cambiando a medida que el cultivo va madurando, consecuencia de los cambios en estructura y composición de las diferentes edades, como son: cantidad de cobertura vegetal, incidencia de luz y humedad, observado en otros agroecosistemas (Robinson y Holmes 1982), frecuencia de controles de plagas, cercanía de otro tipo de paisaje (bosques de galería, ríos, etc.) e incidencia de luz (Ortíz 1996, Greenberg *et al* 1997), entre otras. Para conocer que está sucediendo con el ensamble de aves a lo largo de las fases 4, 5 y 6 del cultivo se realiza una comparación del ensamble presente en tres rangos de edad en un cultivo de palma africana en el municipio de San Carlos de Guaroa.

El esclarecimiento de cómo se relaciona el cultivo de palma africana con la comunidad de aves permitirá desarrollar sugerencias para fortalecer o continuar con el plan de manejo de los cultivos, apoyando la iniciativa del “Desarrollo de los mercados verdes” (Rodríguez y Van 2004), permitiendo desarrollar estrategias para el manejo y conservación de estas especies, fortaleciendo la producción de palma de aceite en Colombia.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Comparar la estructura y composición del ensamble de aves en un cultivo de palma africana entre tres rangos de edad (juvenil, intermedia y adulta), en el municipio de San Carlos de Guaroa (Meta).

4.2. Objetivos específicos

- Conocer la estructura del ensamble de aves en los diferentes rangos de edad.
- Establecer la composición de las especies presentes en cada rango de edad.
- Identificar los diferentes gremios tróficos presentes en el ensamble de los tres rangos de edad.
- Comparar la estructura, composición y gremios tróficos del ensamble de aves en los tres rangos de edad en el cultivo de palma africana.

5. Hipótesis

Ho: No hay diferencias en el ensamble de aves en tres rangos de edad en un cultivo de palma africana entre tres rangos de edad (juvenil, intermedia y adulta).

Ha: Se presentan diferencias en el ensamble de aves en tres rangos de edad en un cultivo de palma africana entre tres rangos de edad (juvenil, intermedia y adulta).

5.1. Predicción

Ho: Si no hay diferencias en el ensamble de aves en tres rangos de edad en un cultivo de palma africana entre tres rangos de edad (juvenil, intermedia y adulta), por lo tanto, los índices de diversidad alfa y beta para los tres rangos serian iguales.

Ha: Si se presentan diferencias en el ensamble de aves en tres rangos de edad en un cultivo de palma africana entre tres rangos de edad (juvenil, intermedia y adulta), por lo tanto, los índices de diversidad alfa y beta para los tres rangos serian diferentes.

6. Materiales y métodos

6.1 Diseño de la investigación

Para la realización del presente estudio se estableció un diseño de investigación básica de tipo comparativo, ya que se comparan los ensambles entre los tres rangos de edad en un cultivo de palma africana.

El factor de diseño es la edad del cultivo de palma africana, los niveles del factor de diseño son los tres rangos de edades muestreadas, las variables de respuesta son: abundancia, dominancia, riqueza, equitabilidad y gremios. Las unidades de muestreo son cada malla y puntos de observación, la unidad de respuesta para cada unidad de muestreo es cada ave observada y colectada.

6.1.1 Población de estudio y muestra

Se escogió como población de estudio un ensamble de aves terrestres diurnas asociadas al monocultivo de palma africana de la finca Palmeras el Morichal. Localizada a los 03°56'28.6"

latitud norte y 73°14'15.0" longitud oeste (Google earth), en el municipio de San Carlos de Guaroa, Inspección La Palmera, departamento del Meta, Colombia.

Presenta un clima de transición entre bimodal y monomodal con una severa estación seca que se extiende desde finales de noviembre hasta marzo, y una estación de lluvias entre abril y mediados de noviembre, con un pico de precipitación en los meses de mayo y junio, los cuales se obtuvieron de gráficas de precipitación anual de las dos estaciones climáticas más cercanas al área de muestreo, ubicados en los municipios de Fuente de oro y Villavicencio (Meta) (Figura 1) (IDEAM 2005). Su altitud es de 220 m, con una temperatura media de 27 °C y precipitación media anual de 2.600 mm (IGAC 1996a, b).

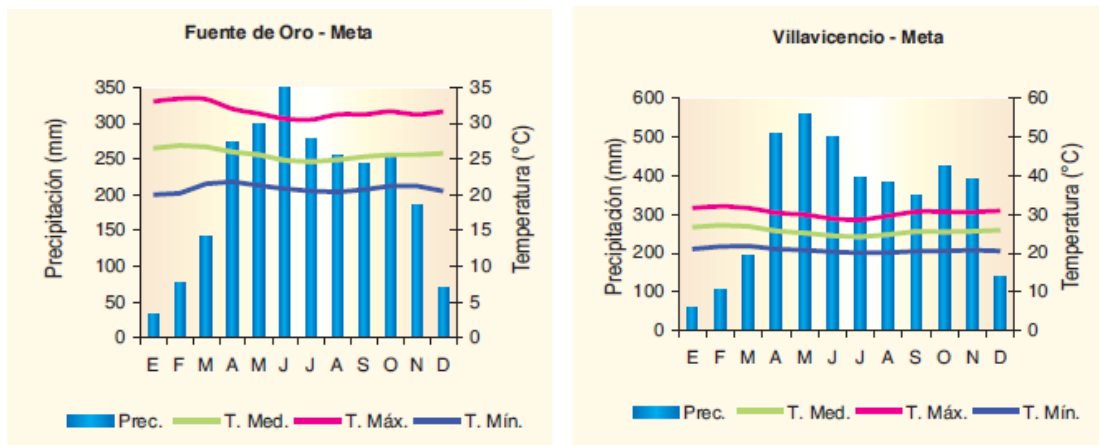


Figura 1. Graficas de precipitación, temperatura mínima, máxima y media de los municipio de Fuente de oro (precipitación entre 0-350 mm) y Villavicencio (precipitación entre 0-600 mm) en el departamento del Meta (IDEAM 2005).

La finca presenta un total de 1000 hectáreas sembradas de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), con lotes de diferentes edades, los cuales van desde los 3 años hasta los 21 años. Basado en esto se realizaron tres agrupaciones, para tener en cuenta las diferencias entre cada edad. Se escogieron 3 lotes ubicados dentro de cada rango de edad, mostrados a continuación:

Edad Juvenil

Abarca palmas con edad de 3 a 9 años. El lote seleccionado presenta el menor tamaño comparados con los otros dos, con 135 m de ancho por 225 m de largo aproximadamente, el cual tenía ocasionalmente ganado vacuno. Estaba rodeado por una casa familiar por su parte inicial y por dos vías de acceso (Figura 2, 3 y 4).

Edad Intermedia

Presenta lotes de palma entre 10 y 16 años de edad. El lote exhibió en su parte final una laguna natural asociada a un claro, en el cual se presentaba un grupo de búfalos y ocasionalmente ganado vacuno. Se encontraba rodeado por cultivo de palma de aceite y potreros para el descanso de los búfalos, separados entre sí por canales de riego y vegetación adyacente (Figura 2, 3 y 4).

Edad Adulta

Incluye palmas entre 17 y 23 años de edad. El área seleccionada presenta el mayor tamaño con 180 m de ancho por 1620 m de largo, en el cual se encontraban palmas con una altura promedio de 20 metros, estaba rodeado de lotes con palmas de edades similares separados entre por canales de riego, matorrales y carreteras de acceso, al igual que los otros lotes presentaba ganado vacuno de manera esporádica (Figura 2, 3 y 4).

6.2 Métodos

El muestreo se realizó en época de transición verano-invierno, se realizaron dos etapas: una fase de campo y otra de laboratorio; dentro de la primera se encuentra una etapa de muestreo formal, la cual consistió en la toma de datos de observaciones y capturas con redes de niebla. En la fase de laboratorio se analizaron de forma rápida los contenidos estomacales y se prepararon los individuos colectados.

6.2.1 Fase preliminar

En esta se realizó un premuestro en el lote de edad adulta para ajustar la metodología diseñada, el tiempo de duración fue de una semana, pero no se tuvieron en cuenta los datos para el análisis de los ensambles de aves.

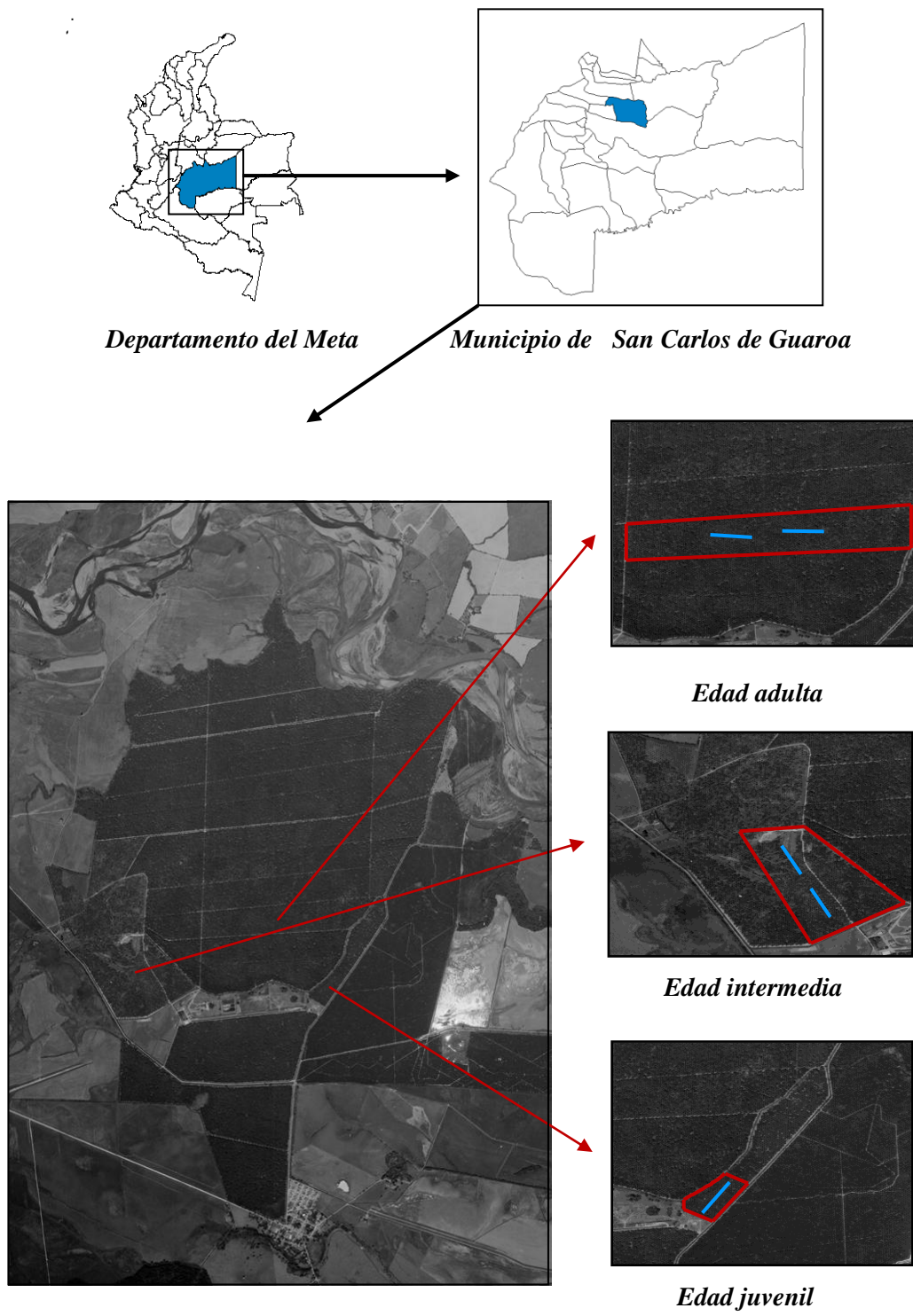
6.2.2 Fase de campo

Esta fase se llevó a cabo entre el 2 de febrero al 5 de mayo de 2007, se utilizaron métodos de censado, específicamente métodos de conteo por puntos intensivos (Ralph *et al* 1997), al cual se le realizaron modificaciones como el aumento en el tiempo de observación en cada punto a 1 hora.

6.2.2.1 Muestreo formal

Se caracterizó la estructura y composición del ensamble de aves terrestres diurnas, durante el mes de febrero, marzo y abril del 2007, durante el muestreo se realizaron 4 visitas de 6 días a cada lote, los primeros 4 días se realizaron capturas y los 2 días restantes observaciones. Debido a los diferentes tamaños presentados en los tres lotes escogidos para el muestreo, inicialmente se ubicó un transecto en la edad juvenil, mientras en la edad intermedia y adulta se ubicaron dos (Figura 3). Cada uno ubicado en el centro del lote, con una longitud total de 225 metros, separados entre ellos por 45 metros, en el cual se ubicaron 5 puntos cada 45 metros, en cada uno se ubicaron redes de niebla y puntos de observación (Figura 5). En los lotes juvenil e intermedio se ubicaron 5 redes de piso, mientras el lote de edad adulta presentó 5 redes elevadas y 5 redes de piso debido al tamaño de las palmas.

Los datos se tomaron siempre antes de realizarse la cosecha en los tres lotes, a los cuales no se les hizo control de plagas con pesticidas o plateos (remoción manual o química de toda la vegetación alrededor del tronco de la palma), ni fertilización de sus palmas durante la época del muestreo (del 2 de Febrero al 5 de Mayo).



Cultivo de palma de aceite (Palmeras el Morichal)

Figura 2. Ubicación de los tres lotes estudiados en el cultivo de palma de aciete, en el municipio de San Carlos de Guaroa, Departamento del Meta (Colombia).

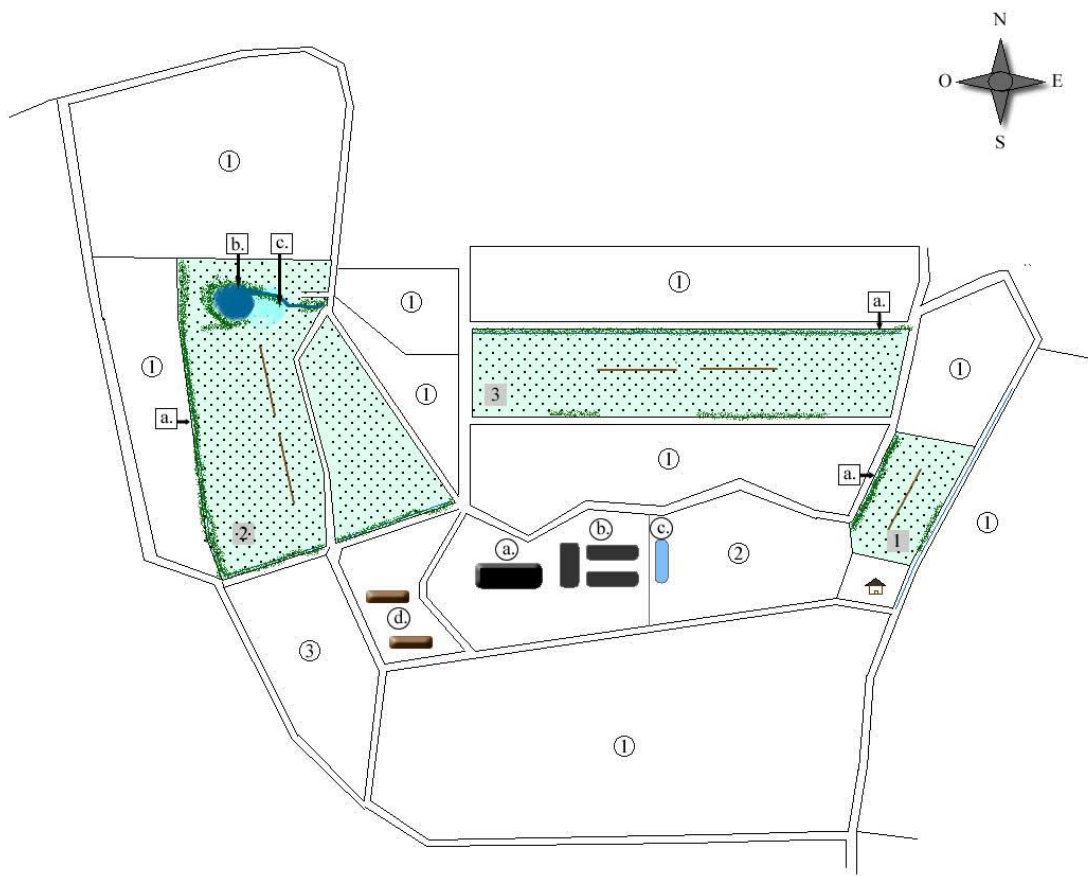


Figura 3. Figura de los tres lotes estudiados en el cultivo de palma de aceite. Cuadrado gris: 1. Edad Juvenil, 2. Edad Intermedia y 3. Edad adulta. Características internas señaladas con un cuadrado: a. vegetación asociada a canal de riego, b. laguna natural y c. pastizal. Características externas señaladas con un círculo: 1. Lote de palma africana, 2. Lote de arroz y 3. Lote pastura de búfalos. Instalaciones: a. planta procesadora, b. pozos de tratamiento de aguas, c. laguna natural y d. dormitorios.



Lote de edad Juvenil



Lote de edad Intermedia



Lote de edad Adulta

Figura 4. Fotografías de los tres lotes seleccionados para el estudio.

6.2.2.1.1 Captura y recaptura de individuos

Se realizó el método de captura-recaptura de aves (Ralph *et al* 1997) estableciendo en cada uno de los puntos del transecto lineal las redes de niebla, estos puntos fueron georeferenciados con un GPS Garmin Intex. Se usaron redes de 6 x 2.6 m con ojo de red de 38 milímetros, a un rango de altura para la edad juvenil e intermedia (entre 0 y 3 m) y con dos alturas en la edad adulta (0-3 m y 15 m). Las redes se ubicaron diagonal al transecto, estas fueron numeradas consecutivamente según la numeración de los puntos en cada transecto (Figura 5). Para cada transecto en la edad juvenil e intermedia se obtuvieron un total de 5 redes y para la edad adulta 10.

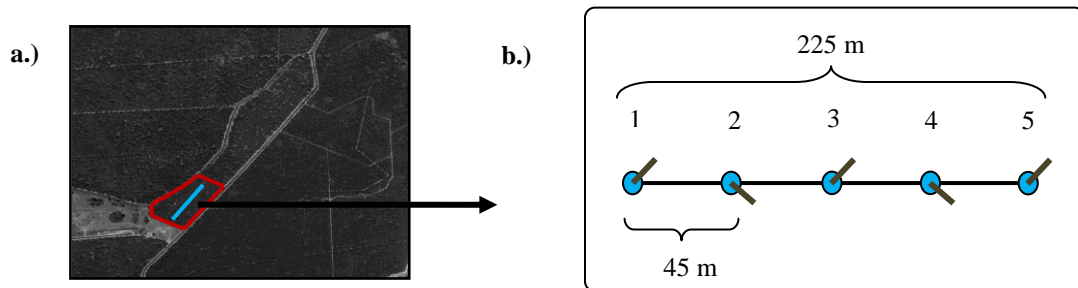


Figura 5. Ubicación y medidas de los transectos y puntos de muestreo. (a.) fotografía aérea del lote de edad juvenil; (b.) longitud total de los transectos muestreados (225m), puntos de muestreo, donde se ubicaron las redes de niebla y los puntos de observación y ubicación de las redes de niebla en cada punto de muestreo.

Las redes se mantuvieron abiertas desde las 5:45 horas hasta las 18:00 horas, se revisaron cada hora para evitar que las aves capturadas fueran atacadas por depredadores o murieran a causa de recalentamiento o estrés y en caso de lluvia las redes fueron cerradas para evitar la muerte de individuos por enfriamiento. A los individuos capturados se les realizó lavados estomacales siguiendo la técnica de Moody (1970) modificada por Peraza (2000), en la cual se le introduce al ave una cánula metálica de 15 cm de longitud con punta redondeada por el pico, a través del esófago hasta llegar al estómago; luego se inyecta solución salina a baja presión causando regurgitación del contenido estomacal; casi al mismo tiempo que se inyecta la solución se voltea el ave se le extrae la cánula con el propósito de obtener todo el lavado y evitar que se pueda devolver por la tráquea y ahogar al ave, adicionalmente, los lavados estomacales fueron guardados en solución salina.

Se colecto un individuo representativo para cada especie, el cual fue ingresado al Museo Javeriano de Historia Natural, los individuos de las especies ya colectadas fueron marcados en sus patas con agarraderas plásticas de diferentes colores, adicionalmente cada individuo capturado en red fue fotografiado con una cámara digital (Kodak Z650), para evita el sesgo en el recuento de individuos (Figura 6).



Figura 6. Individuo marcado con agarraderas plásticas.

6.2.2.1.2 Observación de aves

Se realizaron observaciones por medio de conteo por puntos intensivos (Ralph *et al* 1997), ubicando en los cinco puntos del transecto lineal los puntos de observación (Figura 5), con un radio de observación de 27 metros. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los registros auditivos, basados en el reconocimiento de las vocalizaciones de las aves obtenidas en los primeros muestreos.

Para esta metodología se muestrearon los puntos 1, 3 y 5 en la mañana de (5:45-6:45, 6:50-7:50 y 7:55-8:55) y los puntos 4 y 5 en la tarde (16:25-17:25 y 17:30-18:30), la escogencia de los puntos en cada jornada se realizó aleatoriamente, con el fin de minimizar sesgos en el

recuento de individuos dado por la cercanía de los puntos. La identificación de los individuos se hizo a nivel de especies con la ayuda de binoculares, la Guía de aves de Colombia (Hilty y Brown 1986) y la Guía de aves de Norteamérica (National Geographic 2002). Para la recopilación de los datos se llenó el formato 1 (Anexo 1), incluyendo los registros auditivos.

6.2.2.2 Observaciones *ad libitum*

Se realizaron observaciones esporádicas mediante avistamientos *ad libitum*, en diferentes lugares de la finca, como carreteras, instalaciones (casas, planta procesadora, lagos de tratamientos de aguas, entre otras) y áreas fuera del límite de la finca. Con el fin de conocer no solo las aves presentes dentro del cultivo, sino también las de sus alrededores, y contribuir con el registro de especies para la zona. Estos datos fueron incluidos para identificar el número total de individuos muestreados, sin embargo, para los demás análisis se excluyeron (Anexo 2).

6.2.3 Fase de laboratorio

Lavados estomacales:

Se hizo una revisión de forma rápida de los lavados estomacales, para aportar en la determinación de la dieta de las aves registradas, obtenidas por medio de la revisión de literatura, para luego hacer las comparaciones de riqueza y composición del ensamble de aves entre cada rango de edad.

6.3. Análisis de la información

Teniendo en cuenta las diferencias en la cantidad de transectos para las tres edades, y la influencia que la vegetación interna en el lote de edad intermedia (laguna natural y el pastizal) sobre la presencia de especies en esta edad, se realizó un análisis de correspondencia por medio de Past, versión 1.56b (Hammer y Harper 2006).

El cual indica si las especies estaban asociadas a los puntos de cada transecto en cada edad, permitiendo escoger al azar entre los 10 puntos presentes en la edad juvenil e intermedia, tan solo 5 puntos, para homogenizar la muestra y poder realizar las correspondientes comparaciones.

Para conocer el esfuerzo de muestreo (EM) realizado en cada edad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{EM} = \left(\frac{(\#H) \times (\#R)}{2} \right)$$

Esta fórmula tiene en cuenta el número de horas que las redes estuvieran abiertas (#H), por el número de redes utilizadas (#R) y que una red estándar (12 x 2.6 m) operada durante una hora equivale a una hora/red (Peraza *et al* 2004). Adicionalmente, se determinó el éxito de captura (E), para cada rango de edad.

$$\mathbf{E} = \frac{N}{EM}$$

Donde

N = número de individuos capturados.

EM = esfuerzo de muestreo.

Para los dos grupos de datos (provenientes de las observaciones y las capturas), se generaron curvas de acumulación de especies, considerando las especies registradas en el eje Y y el número total de veces que se muestrearon los 5 puntos en el transecto en cada edad y bajo las dos diferentes técnicas, adicionalmente se tuvo en cuenta el número total de días muestreados como el esfuerzo de muestreo (Magurran 1989). La muestra fue aleatorizada 50 veces utilizando el programa EstimatesS versión 8.0 (Colwell 2006).

La diversidad del ensamble de aves fue calculado para cada edad durante todo el muestreo, utilizando dos tipos de análisis, métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y métodos basados en la estructura de la comunidad que compromete una descripción estadística de la distribución de las especies en el ensamble, para lo cual se calculó la dominancia y equidad (Magurran 1989, Moreno 2001).

6.3.1. Índices de diversidad alfa

6.3.1.1. Estructura y composición del ensamble

6.3.1.1.1. Composición del ensamble y riqueza específica

Mediante el índice alfa de Fisher, se determinó la riqueza específica para cada edad en cada técnica de muestreo utilizada. El cual se basa en el modelo de la serie logarítmica de distribución de la abundancia de especies, y donde el número de especies registradas depende fuertemente del tamaño de la muestra (Moreno 2001), el cual permite hacer comparaciones entre muestreos de diferente área y número de individuos (Magurran 1989). Este fue determinado usando el paquete estadístico Past versión 1.56b (Hammer y Harper 2006)

$$S = \alpha \ln \frac{1 + N}{\alpha}$$

Donde

N = número de especies

ln = logaritmo natural

α = índice de la serie logarítmica

6.3.1.1.2 Estructura del ensamble, dominancia y equidad de especies

Teniendo en cuenta los dos tipos de metodologías y los tres rangos de edad de la palma, se evaluó la estructura del ensamble a partir de las curvas de rango abundancia, ordenando las especies de la más a menos abundante, para determinar si se ajustaba a alguno de los cuatro

modelos paramétricos de diversidad, lo cuales son: log normal, geométrico, logarítmico y vara quebrada. Los cuales describen la relación entre el valor de importancia de las especies (generalmente en una escala logarítmica) en función de un arreglo secuencial por intervalos de las especies de la más a la menos abundante (Magurran 1989, Moreno 2001). Este se realizó mediante el paquete estadístico BioDiversity Profesional, versión 2. (McAleece *et al* 1997).

La abundancia proporcional usando los componentes de dominancia y equidad. Para el primero se utilizó en índice de Simpson (D), el cual considera que la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno 2001). Así, a medida que D incrementa, la diversidad decrece (Magurran 1989).

$$D = \sum \left[\frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)} \right]$$

Donde

n_i = número de individuos en la i -ésima especies

N = número de individuos total de individuos

La equidad se calculó utilizando el índice de Shannon, en logaritmo neperiano, el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Moreno 2001).

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Donde

P_i = proporción de la especies i en la muestra

Los dos índices se calcularon con el paquete estadístico Past versión 1.56b (Hammer y Harper 2006).

6.3.2. Índices de diversidad beta

Se realizó la comparación de riqueza y abundancia de especies entre los dos tipos de registros y tres lotes de diferente edad muestreada, mediante el índice de similitud de Jaccard, el cual presenta un intervalo de valores de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno 2001); para cada caso se construyeron clusters con ligamento simple mediante el programa Past versión 1.56b (Hammer y Harper 2006).

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

Utilizando el Índice de Bray-Curtis, se compararon las abundancias de las especies de aves entre los tres rangos de edad, este coeficiente ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras, donde los valores de esta medida de similitud oscilan de cero a uno.

$$B = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^S (X_{ij} + X_{ik})}$$

Donde

X_{ij} = número de individuos de la especie i en la muestra j

X_{ik} = número de individuos de la especie i en la muestra k

S = número de especies

6.3.1.2 Gremios

Se establecieron los gremios tróficos teniendo en cuenta los recursos consumidos y los estratos de vegetación en los que realiza esta actividad de forrajeo. Esto principalmente mediante revisión de literatura de: Hilty y Brown 2001, Ridgeley y Greenfield 2001, Rodríguez y Hernández 2002 y Stotz *et al* 1996. La riqueza fue comparada por edades, mediante el índice de similitud de Jaccard la cual tiene en cuenta la presencia y ausencia de los gremios, y la similaridad de Bray Curtis la cual realiza el análisis con las abundancias de los gremios tróficos; para los cuales se construyó un cluster con ligamento cruzado (Magurran 1989 y Hammer y Harper 2006). Para analizar los resultados obtenidos se trabajaron con los rangos de similaridad: baja (0 – 0,25), moderada (0,26 – 0,50), alta (0,51 – 0,75) y total (0,76 – 1) (Rafliff 1993 en Faggi y Perepelizin 2006).

7. Resultados

Debido a los evidentes sesgos obtenidos en los registros de *Milvago chimachima* (340) en la edad adulta a lo largo del muestreo, cuando en realidad se observaron solo 5 individuos en conjunto, se escogió este último valor como para el análisis de los datos.

Lo primero a realizar fue el análisis de correspondencia con el objetivo de conocer si las especie asociadas a los lotes muestreados estaban asociada a los puntos de cada transecto. En la edad juvenil los puntos 1 y 4 son similares, los cuales presentan mayor cantidad de especies están asociados, todas las especies se encuentran dentro del intervalo de confianza del 95%, con un porcentaje total de 64,52% entre los ejes 1 y 2 (Figura 7).

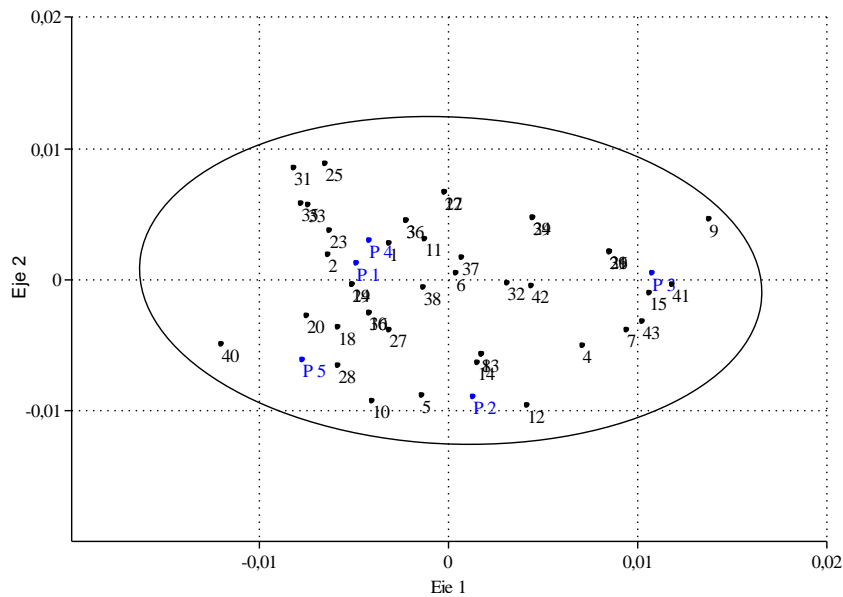
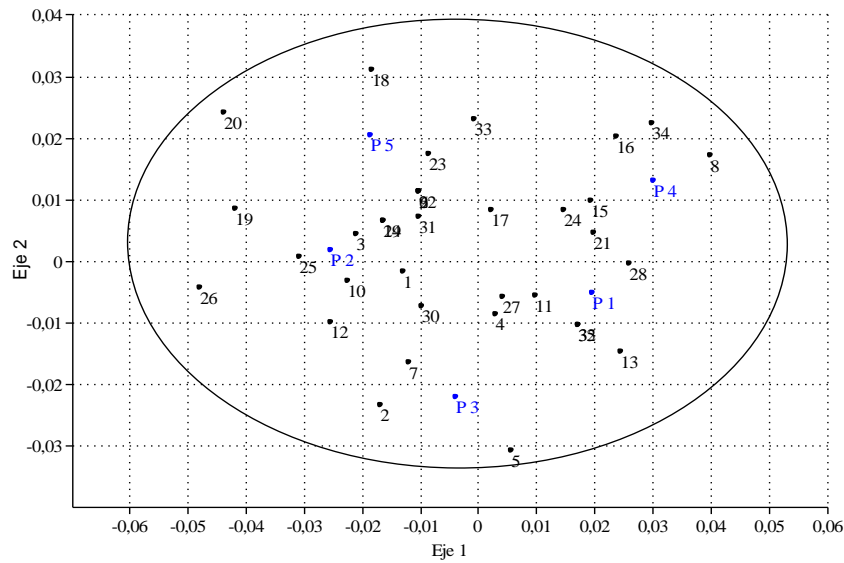
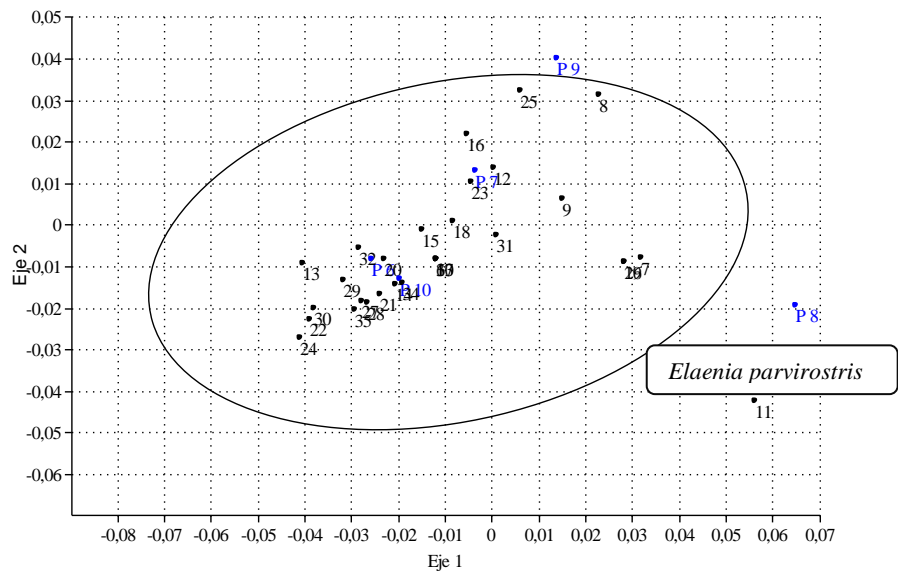


Figura 7. Grafica de correspondencia para la Edad juvenil, transecto A, con porcentaje de explicación del modelo en el eje 1 del 39.06 % y en el eje 2 del 25.46 %. 1. *Amazilia fimbriata*, 2. *Ara severa* (*severa*), 3. *Aratinga pertinax*, 4. *Ardea (Casmerodius) alba (albus)*, 5. *Bubulcus ibis*, 6. *Buteo magnirostris*, 7. *Buteogallus urubitinga*, 8. *Columbina minuta*, 9. *Columbina talpacoti*, 10. *Crotophaga ani*, 11. *Cyanocorax violaceus*, 12. *Dendrocygna autumnalis*, 13. *Egretta caerulea*, 14. *Egretta thula*, 15. *Elaenia flavogaster*, 16. *Elaenia parvirostris*, 17. *Eudocimus ruber*, 18. *Fluvicola pica*, 19. *Forpus conspicillatus*, 20. *Icterus nigrogularis*, 21. *Megarhynchus pitangua*, 22. *Milvago chimachima*, 23. *Mimus gilvus*, 25. *Myiozetetes cayanensis*, 26. *Orthopsittaca (Ara) manilata*, 27. *Oryzoborus angolensis*, 28. *Oryzoborus schistacea*, 29. *Phacellodomus rufifrons*, 30. *Phimosus infuscatus*, 31. *Piculus flavigula*, 32. *Pitangus sulphuratus*, 33. *Rostrhamus sociabilis*, 34. *Sicalis flaveola*, 35. *Sporophila intermedia*, 36. *Sporophila schistacea*, 37. *Syrigma sibilatrix*, 38. *Thraupis episcopus*, 39. *Turdus ignobilis*, 40. *Turdus nidigenis*, 41. *Tyrannus melancholicus*, 42. *Tyrannus savana*, 43. *Vanellus chilensis* y 44. *Volantinia jacarina*.

El transecto A de la Edad intermedia, se comporta de manera similar a la juvenil, aunque son pocas las especies asociadas directamente en un punto particular, todas se encuentran distribuidas de manera homogénea a lo largo de los 5 puntos; en el transecto B, *Elaenia parvirostris*, los puntos 8 y 9, se encuentran fuera del intervalo de confianza del 95% y un porcentaje total de los dos ejes de 63,09%, mostrando que la vegetación arbustiva y un canal de agua estacional, permite la presencia de especies asociadas directamente a este tipo de vegetación y presenta características diferentes a las encontradas en los puntos dentro del cultivo de palma (Figura 8).



A. Transecto A. 1. *Ammodromus humeralis*, 2. *Ara severus* (*severa*), 3. *Aratinga pertinax*, 4. *Ardea* (*Casmerodius*) *alba* (*albus*), 5. *Bubulcus ibis*, 6. *Cathartes aura*, 7. *Columbina minuta*, 8. *Columbina talpacoti*, 9. *Coragyps atratus*, 10. *Crotophaga major*, 11. *Crotophaga ani*, 12. *Dendrocygna autumnalis*, 13. *Dendrocygna viduata*, 14. *Egretta caerulea*, 15. *Egretta thula*, 15. *Estreptoprognes zonaris*, 17. *Forpus conspicillatus*, 18. *Gymnomystax mexicanus*, 19. *Icterus nigrogularis*, 20. *Milvago chimachima*, 21. *Myiozetetes cayanensis*, 22. *Opisthocomus hoazin*, 23. *Orthopsittaca* (*Ara*) *manilata*, 24. *Phacellodomus rufifrons*, 25. *Phimosus infuscatus*, 26. *Pitangus sulphuratus*, 27. *Sicalis flaveola*, 28. *Sporophila schistacea*, 29. *Syrigma sibilatrix*, 30. *Tangara cayana*, 31. *Thraupis episcopus*, 32. *Turdus ignobilis*, 33. *Tyrannus melancholicus*, 34. *Vanellus chilensis*, 35. *Volantinia jacarina*.

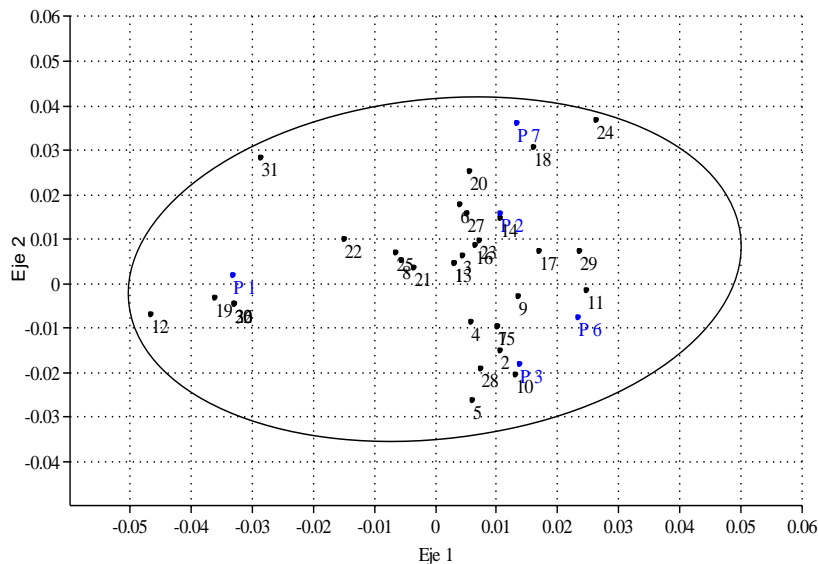


B. Transecto B. 1. *Anhinga anhinga*, 2. *Ardea* (*Casmerodius*) *alba* (*albus*), 3. *Bubulcus ibis*, 4. *Buteo magnirostris*, 5. *Buteogallus urubitinga*, 6. *Columbina talpacoti*, 7. *Crotophaga major*, 8. *Crotophaga ani*, 9. *Cyanocorax violaceus*, 10. *Dendrocygna autumnalis*, 11. *Elaenia parvirostris*, 12. *Estreptoprognes zonaris*, 13. *Fluvicola pica*, 14. *Gymnomystax mexicanus*, 15. *Icterus nigrogularis*, 16. *Jacana jacana*, 17. *Milvago chimachima*, 18. *Myiozetetes cayanensis*, 19. *Opisthocomus hoazin*, 20. *Orthopsittaca* (*Ara*) *manilata*, 21. *Oryzoborus angolensis*, 22. *Phacellodomus rufifrons*, 23. *Phimosus infuscatus*, 24. *Pitangus sulphuratus*, 25.

Sicalis flaveola, 26. *Syrigma sibilatrix*, 27. *Thraupis episcopus*, 28. *Thraupis palmarum*, 29. *Tyrannus melancholicus* y 30. *Vanellus chilensis*.

Figura 8. Figuras de correspondencia para la Edad intermedia. Figura A: el transecto A presenta los puntos (P1, P2, P3 y P5), con un porcentaje de explicación del modelo en el eje 1 del 33.78 % y en el eje 2 del 29.80. Figura B: el Transecto B sostiene los puntos (P6, P7, P8, P9 y P10), tiene un porcentaje de explicación del eje 1 es de 36.74 % y en para el eje 2 del 27.09%.

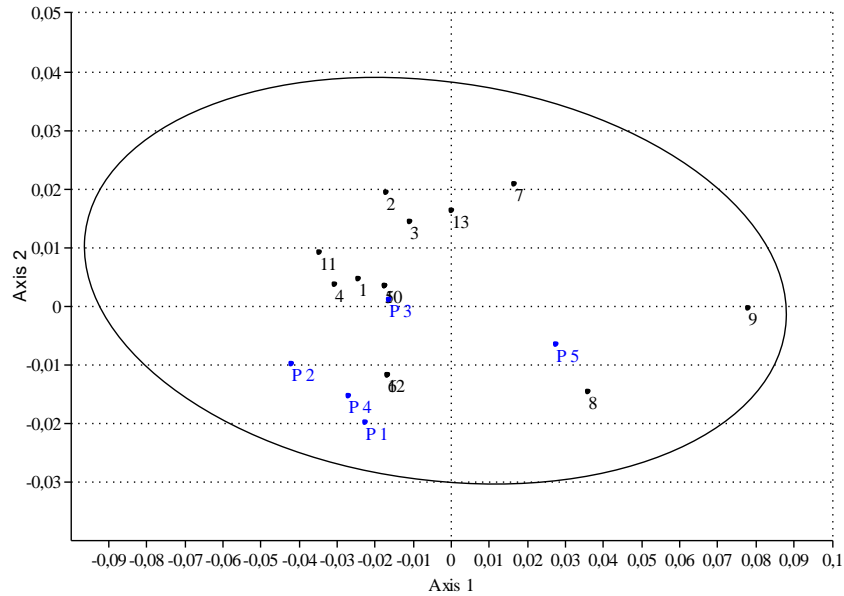
Para homogenizar la muestra se escogió un único transecto de 5 puntos, de los 10 puntos en total para la edad intermedia, se eliminaron los puntos 8 y 9 del transecto B, y se obtuvo un transecto con los puntos 1, 2, 3, 6 y 7, el cual presentan todas las especies dentro del intervalos de confianza del 95%, indicándonos que todas las especies están asociadas a los puntos de muestreo, sin embargo, la especie *Tyrannus melancholicus* (31) es la menos asociada a los 5 puntos, debido a la alta presencia en el punto 2 y la ausencia en 6 y 7 (Figura 9).



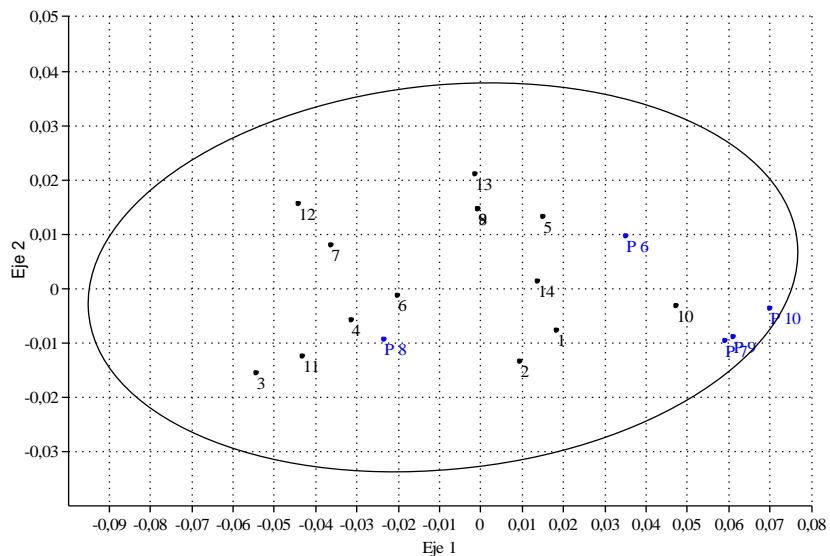
C. Transecto único edad intermedia. 1. *Ammodromus humeralis*, 2. *Ara severus (severa)*, 3. *Aratinga pertinax*, 4. *Ardea (Casmerodius) alba (albus)*, 5. *Bubulcus ibis*, 6. *Buteo magnirostris*, 7. *Columbina minuta*, 8. *Columbina talpacoti*, 9. *Crotophaga major*, 10. *Crotophaga ani*, 11. *Dendrocygna autumnalis*, 12. *Dendrocygna viduata*, 13. *Egretta caerulea*, 14. *Elaenia parvirostris*, 15. *Fluvicola pica*, 16. *Forpus conspicillatus*, 17. *Icterus nigrogularis*, 18. *Milvago chimachima*, 19. *Myiozetetes cayanensis*, 20. *Orthopsittaca (Ara) manilata*, 21. *Oryzoborus angolensis*, 22. *Phacellodomus rufifrons*, 23. *Phimosus infuscatus*, 24. *Pitangus sulphuratus*, 25. *Sicalis flaveola*, 26. *Sporophila schistacea*, 27. *Syrigma sibilatrix*, 28. *Tangara cayana*, 29. *Thraupis episcopus*, 30. *Turdus ignobilis*, 31. *Tyrannus melancholicus*, y 32. *Volantinia jacarina*.

Figura 9. Figura de correspondencia para la Edad intermedia. Figura C: Contiene los puntos (P 1, P2, P3, P6 y P7) corresponde al transecto único de la edad intermedia, presenta un porcentaje de explicación del modelo del eje 1 de (38,08%) y del eje 2 (25,01%).

En el transecto A de la edad adulta se muestra que los puntos 1, 2 y 4 presentan características similares, los cuales tiene pocas especies asociadas. En el transecto B las especies se distribuyen a lo largo de los 5 puntos, sin embargo, los puntos 7, 9 y 10 presentan pocas especies asociadas, indicando condiciones diferentes en relación con los otros puntos del transecto (Figura 10).



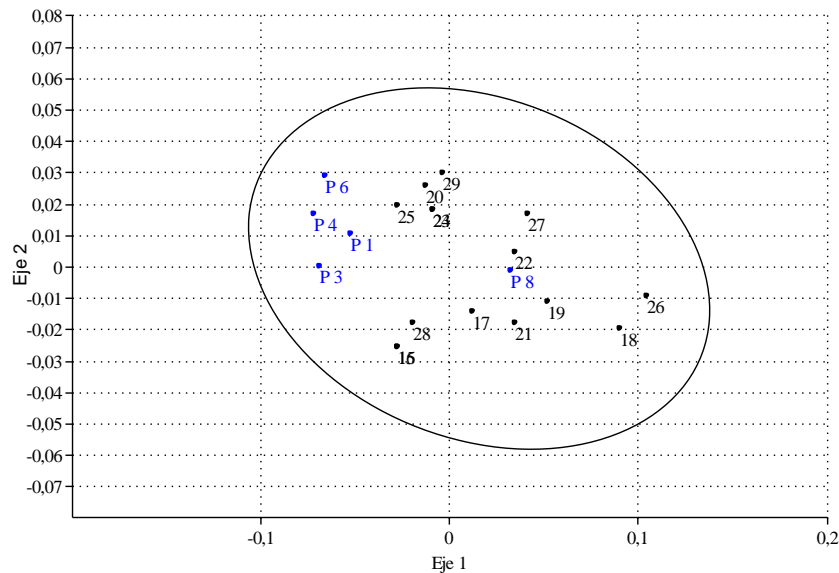
A. Transecto A. 1. *Amazona amazónica*, 2. *Ara severus (severa)*, 3. *Aratinga pertinax*, 4. *Ardea (Casmerodius) alba (albus)*, 5. *Bubulcus ibis*, 6. *Buteogallus (Heterospizias) meridionalis*, 6. *Crotophaga ani*, 7. *Dendrocygna autumnalis*, 8. *Eudocimus ruber*, 9. *Leucopternis albicollis*, 10. *Milvago chimachima*, 11. *Orthopsittaca (Ara) manilata* y 12. *Pilherodius pileatus*.



B. Transecto B. 1. *Amazona amazonica*, 2. *Ardea (Casmerodius) alba (albus)*, 3. *Bubulcus ibis*, 4. *Buteo nitidius*, 5. *Coragyps atratus*, 6. *Crotophaga ani*, 7. *Eudocimus ruber*, 8. *Falco femoralis*, 9. *Leptodon cayanensis*, 10. *Milvago chimachima*, 11. *Orthopsittaca (Ara) manilata*, 12. *Phimosus infuscatus*, 13. *Syrigma sibilatrix* y 14. *Tyrannus melancholicus*.

Figura 10. Graficas de correspondencia para la Edad adulta. Figura A: el transecto A presenta los puntos (P1, P2, P3, P4 y P5, con porcentaje de explicación del modelo en el eje 1 del 50.48% y en el eje 2 del 30.11%. Figura B: el transecto B presenta los puntos (P6, P7, P8, P9 y P10), con porcentaje de similaridad para el eje 1 del 57.82% y del eje 2 del 27.04%.

Luego de escoger al azar 5 puntos en la Edad adulta, se obtuvo un transecto único con los puntos (1, 3, 4, 6 y 8), los cuales muestran que las especies no están asociadas a un punto particular, pero si al lote de edad adulta.



C. Transecto único edad adulta. 1. *Aratinga pertinax*, 2. *Ardea (Casmerodius) alba (albus)*, 3. *Bubulcus ibis*, 4. *Buteo nitidius*, 5. *Coragyps atratus*, 6. *Crotophaga ani*, 7. *Dendrocygna autumnalis*, 8. *Eudocimus ruber*, 9. *Falco femoralis*, 10. *Leptodon cayanensis*, 12. *Milvago chimachima*, 13. *Orthopsittaca (Ara) manilata*, 14. *Phimosus infuscatus*, y 15. *Syrigma sibilatrix*.

Figura 11. Graficas de correspondencia para la Edad adulta. Figura C: transecto único, el cual presenta los puntos (P1, P3, P4, P6 y P8), con porcentaje de explicación del modelo de 55,90% en el eje 1 y 29,39% en el eje 2.

7.1. Esfuerzo de muestreo

Se obtuvieron en total 2005 registros, entre observaciones (2084) y capturas (90). Se presentaron 27 familias con 62 especies (Tabla 5). Mediante un esfuerzo total de muestreo de 4859.5 horas/red, y un éxito de captura total de 0.131 individuos/horas red (Tabla 3).

Tabla 3. Esfuerzo de muestreo, éxito de capturas y proporción de capturas, teniendo en cuenta el número de redes, horas muestreadas, número de individuos capturados, y visitas a cada edad.

Edad	Visitas	Redes totales	Horas	Individuos capturados	Especies capturadas	Esfuerzo de muestreo	Éxito de captura
<i>Juvenil</i>	1	5	122.1	15	12	305.2	0.049
	2	5	127.7	21	7	319.3	0.066
	3	5	127.5	18	8	318.7	0.056
	4	5	49.8	11	8	124.6	0.088
<i>Intermedia</i>	1	5	123.3	6	5	308.3	0.019
	2	5	127.6	5	5	319	0.016
	3	5	127.2	7	7	318	0.022
	4	5	127.1	4	2	318.5	0.013
<i>Adulta</i>	1	10	123.4	0	0	616.9	0
	2	10	127.9	0	0	639.4	0
	3	10	126.9	0	0	634.5	0
	4	10	127.4	0	0	637.1	0

Al comparar los tres rangos de edad, la edad juvenil sustentó el mayor número de individuos y especies capturadas, un menor esfuerzo de muestreo y el mayor éxito de captura, contrario a lo observado en la edad adulta, la cual no presentó capturas, sin embargo, su esfuerzo de muestreo es el mayor (9326.7) entre las tres edades (Tabla 3).

7.2. Diversidad alfa

7.2.1. Riqueza, dominancia, equitabilidad y abundancia del ensamblaje de aves

7.2.1.1. Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies obtenidas para los tres lotes en cada técnica de muestreo, mostraron comportamientos similares (Figuras 12 y 13). La acumulación de especies fue más rápida en las observaciones, con 53 especies acumuladas. Estos resultados son obtenidos ubicando en el eje *Y* las especies presentes en cada muestra, sin embargo, al ajustar las curvas a los números de individuos para observar su comportamiento a lo largo del muestreo no se presentó ninguna variación, para las tres edades y las dos técnicas de muestreo, por lo cual no se incluyeron las graficas.

Mediante la técnica de observación, el intervalo de confianza del 95 % muestra una variación de máximos y mínimos de 4 especies al finalizar la curva, menor que en la técnica de capturas la cual es de 6 especies. La comparación de los tres rangos de edad mediante esta primera técnica nos muestra que la edad juvenil e intermedia presentan una alta similaridad, ya que sus curvas se unen en algún momento del muestreo, la edad juvenil presenta el mayor número de especies esperadas en comparación con las otras dos (Chao 1), la edad intermedia presenta mayor número de registros, seguida por la juvenil y adulta, adicionalmente.

La curva de Coleman nos indica que las especies se distribuyen de manera dispersa, ya que la curva en las primeras semanas se encuentra separada de la curva de individuos observados (línea continua); sin embargo, las especies presentes en la edad adulta se distribuyen de manera normal y presenta el menor número de registros. Observándose así que ninguna de estas tres curvas de acumulación se estabiliza, y que el esfuerzo realizado no es suficiente para abarcar la totalidad de especies presentes en los tres rangos de edad (Figuras 12 y 13).

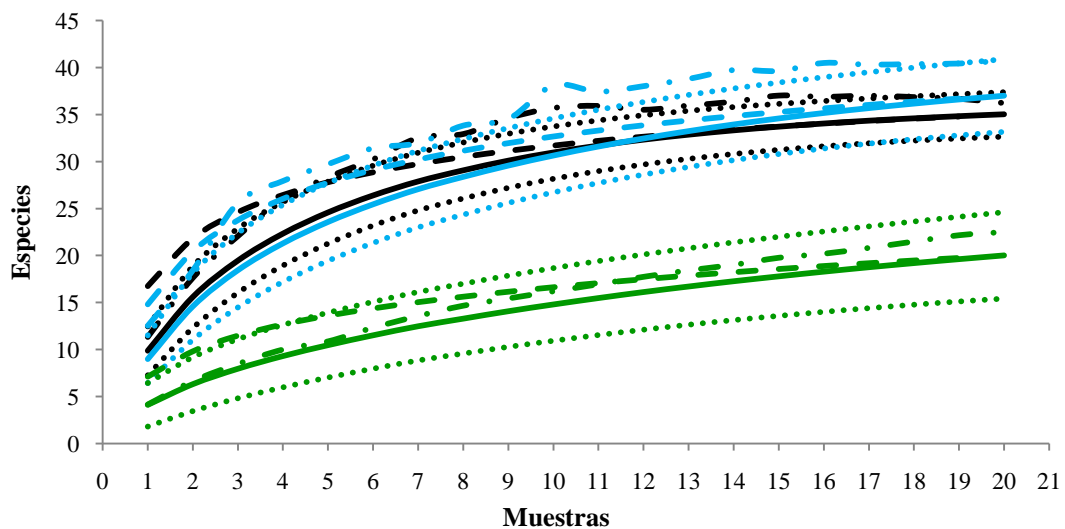


Figura 12. Curvas de acumulación de especies observadas para los tres lotes. Línea negra-Edad juvenil, línea azul-Edad intermedia y verde-Edad adulta. Línea continua (Mao tao), guion (Curva de rarefacción de Coleman) y punto redondo (Bondad de ajuste del 95%).

Mediante la captura de individuos la acumulación de especies fue más lenta en contraste con la técnica de observaciones, mostrando para la edad juvenil e intermedia, una variación de 6 especies, Chao 1 nos indica que en la dos edades se presentan más individuos que los

colectados, aunque para la edad intermedia este número es mayor. Podemos observar que las especies se encuentran distribuidas de manera normal. Sin embargo, al igual que en las observaciones ninguna de las curvas de acumulación alcanza la asíntota (Figura 13).

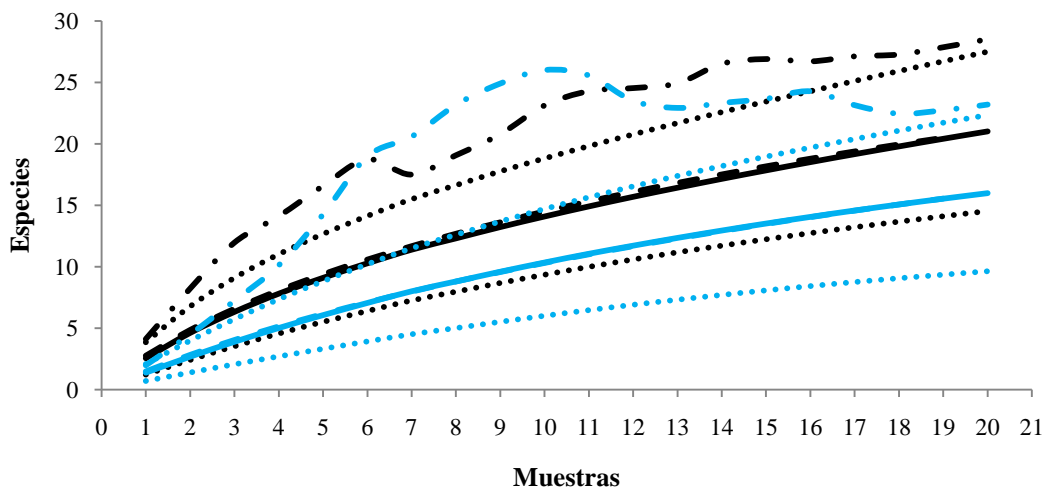


Figura 13. Curvas de acumulación de especies capturadas para los tres lotes. Línea negra-Edad juvenil y línea azul-Edad intermedia. Línea continua (Mao tao), guion (Curva de rarefacción de Coleman) y punto redondo (Bondad de ajuste del 95%).

7.2.1.2. Abundancia de las especies

La abundancia total inicial obtenida presentes en todo el muestreo fue de 3195 registros y de observaciones fuera del muestreo (595), los cuales se dividen en: registros fuera del cultivo (342), registros en lotes de palma diferentes a los muestreados (238) y registros fuera del límite de la plantación (15).

Después de realizar el análisis de correspondencia y homogenizar la muestra a un transecto por lote, los resultados del muestreo fueron 2005 registros totales, donde la mayor cantidad de registros se presentó en la edad juvenil (854), el mayor número de familias (24) lo sustentó la edad intermedia, el mayor registro de especies por familia lo presentó la edad juvenil con 9 especies de la familia Tyrannidae, y la familia con mas alto número de registros fue la Tyrannidae (203) en la edad juvenil (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados por lotes.

Datos muestreo	Edad juvenil	Edad intermedia	Edad adulta
Registros totales	854	602	549
Familias totales	21	24	13
Familias mayor registros de especies	Tyrannidae (9)	Tyrannidae (6)	Ardeidae (4) Psittacidae (4)
Familia con mayor número de registros	Tyrannidae (203)	Tyrannidae (178)	Psittacidae (58)
Especies totales	43	44	20
Especies con mayor número de registros	<i>Phacellodomus rufifrons</i> (97)	<i>Pitangus sulphuratus</i> (81)	<i>Orthopsittaca (Ara) manilata</i> (58)

El lote con mayor número de especies fue el intermedio con 44, y el que presentó la especie con mayor número de registros fue la edad juvenil con 97 registros de *Phacellodomus rufifrons*, seguida de la edad intermedia con *Pitangus sulphuratus* y la edad adulta con *Orthopsittaca (Ara) manilata*. Las distribuciones de las abundancias para cada edad y técnica utilizada, fueron ajustadas a modelos paramétricos que describen la relación grafica entre el valor de importancia de las especies en función del arreglo secuencial por intervalos de las especies de la más a la menos importante (Moreno 2001).

Los modelos de rango abundancia para las tres edades fueron los mismos para las dos técnicas de muestreo. La edad juvenil e intermedia mostro un modelo normal logarítmico, indicando pocas especies dominantes, mientras la edad adulta exhibe un modelo serie logarítmica donde una especie domina en el ensamblaje (Figuras 12 y 13) (Magurran 1989).

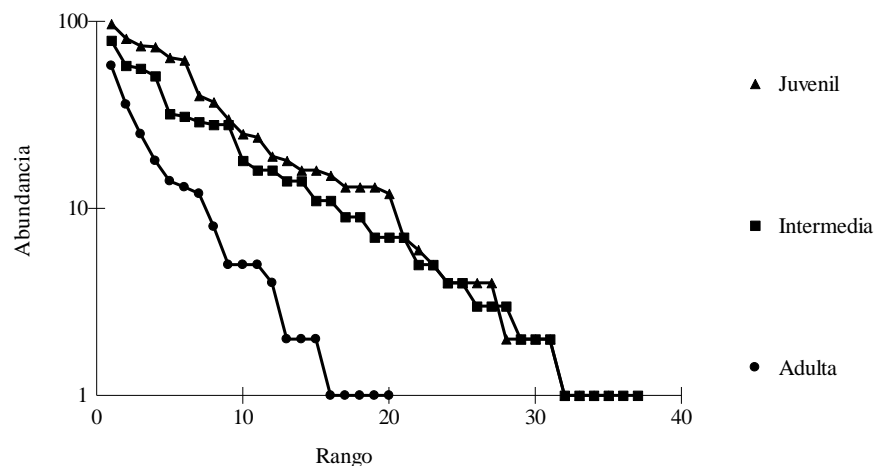


Figura 12. Curva de acumulación de especies para las observaciones.

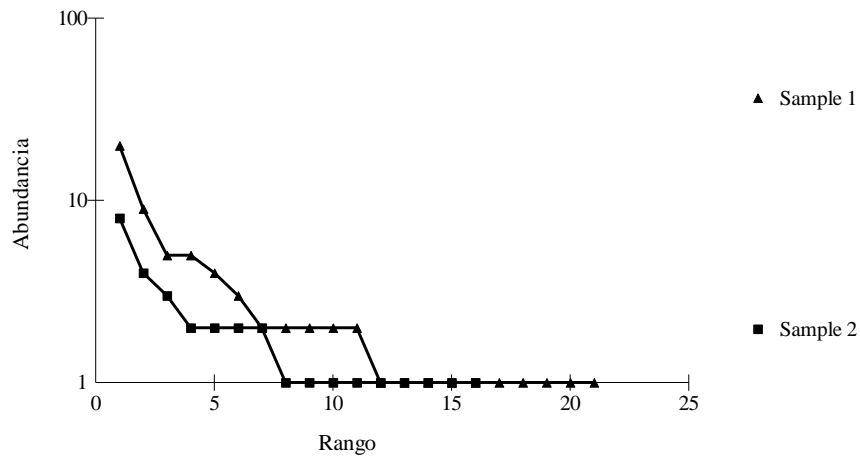


Figura 13. Curva de acumulación de especies para las capturas. No se presenta la Edad adulta debido a la ausencia de capturas.

7.2.1.3. Equidad y dominancia

Se realizó la comparación de las abundancias de los datos obtenidos mediante observaciones y capturas para cada rango de edad, discriminando los componentes de dominancia y equidad. Esta comparación permite establecer la probabilidad de que dos individuos del ensamble sean extraídos al azar (Magurran 1989). La dominancia se calculó usando el índice de Simpson (D) y la equidad con el índice de Shannon (H'), para estas comparaciones se calcularon intervalos de confianza del 95% mediante técnica de remuestreo (50 interacciones) mediante EstimateSWin versión 8 (Tabla 5). Mediante las observaciones se muestra una alta dominancia en el ensamble de la edad adulta, en comparación con las otras edades, basada en las capturas la edad juvenil presentó esta alta dominancia. Adicionalmente, mediante el índice de Shannon se observa una alta equitatividad tanto en observaciones como en redes para la edad intermedia (Tabla 5).

Tabla 5. Índices de dominancia y equidad con 95% de confianza, para los métodos de observación y captura.

Edad	Método	Índice Simpson	Índice Shannon
<i>Juvenil</i>	Observaciones	0,067	3,025

	Capturas	0,234	1,954
Intermedia	Observaciones	0,066	3,017
	Capturas	0,111	2,496
Adulta	Observaciones	0,395	1,555
	Capturas	0	0

7.2.1.4. Riqueza

El número de especies y la identidad de las mismas varían entre lotes y técnicas de muestreo. Para calcular esto se utilizó el Índice de Fisher (S). El valor más alto se alcanzó en la edad intermedia mediante las capturas (S= 12.730), mientras la edad adulta presentó el más bajo por medio de las observaciones (S= 0.611) (Tabla 6).

Tabla 6. Índices de riqueza, para los métodos de observación y captura.

Edad	Método	Índice de Fisher
Juvenil	Observaciones	9,444
	Capturas	7,136
Intermedia	Observaciones	8,850
	Capturas	12,730
Adulta	Observaciones	0,611
	Capturas	0

7.2.2. Composición del ensamble de aves

En el muestreo se registraron 62 especies de aves, pertenecientes a 27 familias. La familia más representativa en todo el cultivo fue Tyrannidae con 9 especies, seguida de Emberizidae (7 especies), Accipitridae y Ardeidae con 6 especies registradas (Tabla 4). De las 62 especies, en las tres edades se presentaron 2 especies migratorias, la edad juvenil e intermedia. *Elaenia parvirostris* (migratorias australes) y *Tyrannus savana* (migratorias australes y boreales), aunque las dos especies tienen poblaciones residentes. Al contrastar el listado con la clasificación de AICAS, se encontró que la edad juvenil presenta 9 especies en categoría congregatorias nacional (CO4) y en criterio nacional e internacional A4 (AICAS 2005). Mientras la edad juvenil presenta 8 y la adulta 2 (Tabla 7).

Tabla 7. Especies de aves registradas en cada edad del cultivo de palma africana, por medio de observaciones y capturas. Se identifica el carácter migratorio con (*) (Anónimo 2004). Edad: J (Juvenil), I (Intermedia) y A (Adulta); Técnica: O (Observaciones) y C (Capturas).

Familia	Especies	Lote			Metodología	
		Juv	Int	Adu	Obs	Red
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	1	3		3	1
	<i>Buteo nitidius</i>			5	5	
	<i>Buteogallus (Heterospizias) meridionalis</i>			1	1	
	<i>Buteogallus urubitinga</i>		1		1	
	<i>Leptodon cayanensis</i>			1	1	
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	2			2	
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	13	32	2	47	
	<i>Dendrocygna viduata</i>		2		2	
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>		1		1	
Apodidae	<i>Streptoprognes zonaris</i>		5		5	
Ardeidae	<i>Ardea (Casmerodius) alba (albus)</i>	19	16	18	53	
	<i>Bubulcus ibis</i>	73	29	13	115	
	<i>Egretta caerulea</i>	1	2		3	
	<i>Egretta thula</i>	4	1		5	
	<i>Pilherodius pileatus</i>			1	1	
	<i>Syrigma sibilatrix</i>	1	7	5	13	
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>		1		1	
	<i>Coragyps atratus</i>		1	2	3	
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	2	11		13	
Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	1	2			3
	<i>Columbina talpacoti</i>	21	17		28	10
Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>		5		5	
	<i>Crotophaga ani</i>	74	51	36	161	
	<i>Cyanocorax violaceus</i>	81	3		84	
Emberizidae	<i>Ammodromus humeralis</i>		1			1
	<i>Oryzoborus angolensis</i>	1	1			2
	<i>Oryzoborus schistacea</i>	5			5	
	<i>Sicalis flaveola</i>	36	19		34	21
	<i>Sporophila intermedia</i>	2				2
	<i>Sporophila schistacea</i>	25	2		25	2
	<i>Volantinia jacarina</i>	7	1		7	1
Falconidae	<i>Buteo magnirostris</i>	4			4	
	<i>Falco femoralis</i>			1	1	
	<i>Leucopternis albicollis</i>			1	1	
	<i>Milvago chimachima</i>	25	59	340	412	12
	<i>Buteogallus urubitinga</i>	32			30	2

Furnaridae	<i>Phacellodomus rufifrons</i>	99	11	106	4
Icteridae	<i>Gymnomystax mexicanus</i>		9	9	
	<i>Icterus nigrogularis</i>	38	31	68	1
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>		4	4	
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	4		4	
Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>		14	14	
Picidae	<i>Piculus flavigula</i>	1		1	
Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>			8	8
	<i>Ara severus (severa)</i>	4	4	4	12
	<i>Aratinga pertinax</i>	18	3	12	33
	<i>Forpus conspicillatus</i>	16	7		23
	<i>Orthopsittaca (Ara) manilata</i>	6	28	58	92
Thraupidae	<i>Tangara cayana</i>		2		2
	<i>Thraupis episcopus</i>	13	29		39
	<i>Thraupis palmarum</i>		1		1
Threskiornithidae	<i>Eudocimus ruber</i>	15		25	40
	<i>Phimosus infuscatus</i>	2	11	14	27
Trochilidae	<i>Amazilia fimbriata</i>	2			2
Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	6	1	1	6
	<i>Turdus nidigenis</i>	1			1
Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	4		2	2
	<i>Elaenia parvirostris</i>	1	22	14	9
	<i>Fluvicola pica</i>	1	2	2	1
	<i>Megarhynchus pitangua</i>	1			1
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	16	11	20	7
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	45	82	119	8
	<i>Thraupis episcopus</i>	1	1	2	
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	68	56	2	122
	<i>Tyrannus savana</i>	62		62	

La composición de familias entre la edad juvenil e intermedia es similar, la familia Tyrannidae dominan estos lotes, presentando de igual manera una gran cantidad de especies dentro de esta familia; mientras en la edad adulta se presentan la familia Psittacidae como dominante de este microecosistema, donde las especies presentan pocos registros.

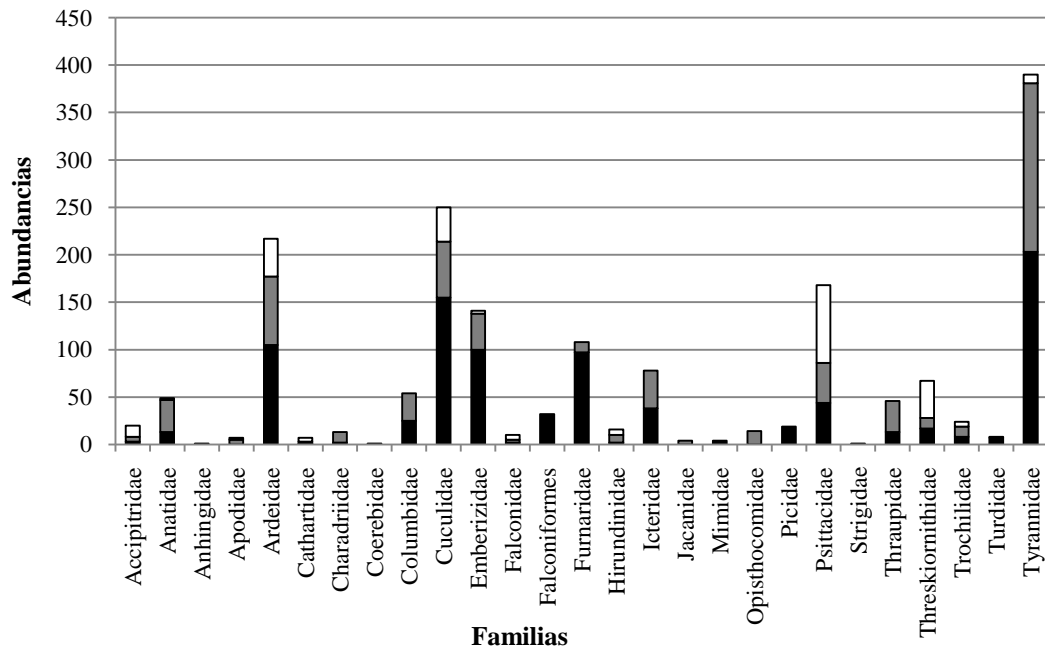


Figura 16. Familias presente en los tres rangos de edad. Color negro: edad juvenil, color gris: edad intermedia y color blanco: edad adulta.

Las especies registradas fueron obtenidas mediante observaciones y capturas, para la primera se registraron 52 especies, y bajo la segunda técnica 26 especies. La edad con mayor cantidad de especies observadas y capturadas fue la edad intermedia con 35 y 21 especies respetivamente, seguida de la juvenil y adulta.

7.3. Diversidad beta

7.3.1. Abundancia

Al compara las similaridad de las tres edades muestreadas usando la presencia y ausencia de las especies, mediante en índice de Jaccard y la abundancia de sus especies, mediante el índice de Bray Curtis, es clara la alta similaridad presente entre la edad juvenil e intermedia

(58% Jaccard y 52% Bray-Curtis), las cuales cuentan con 32 especies en común. Mientras la edad adulta muestra una similitud moderada (24% Jaccard y 26% Bray-Curtis), con relación a la edad juvenil e intermedia, presentando 15 especies en común (Figuras 14 y 15) (Raflinff 1993 en Faggi y Perepelizin 2006).

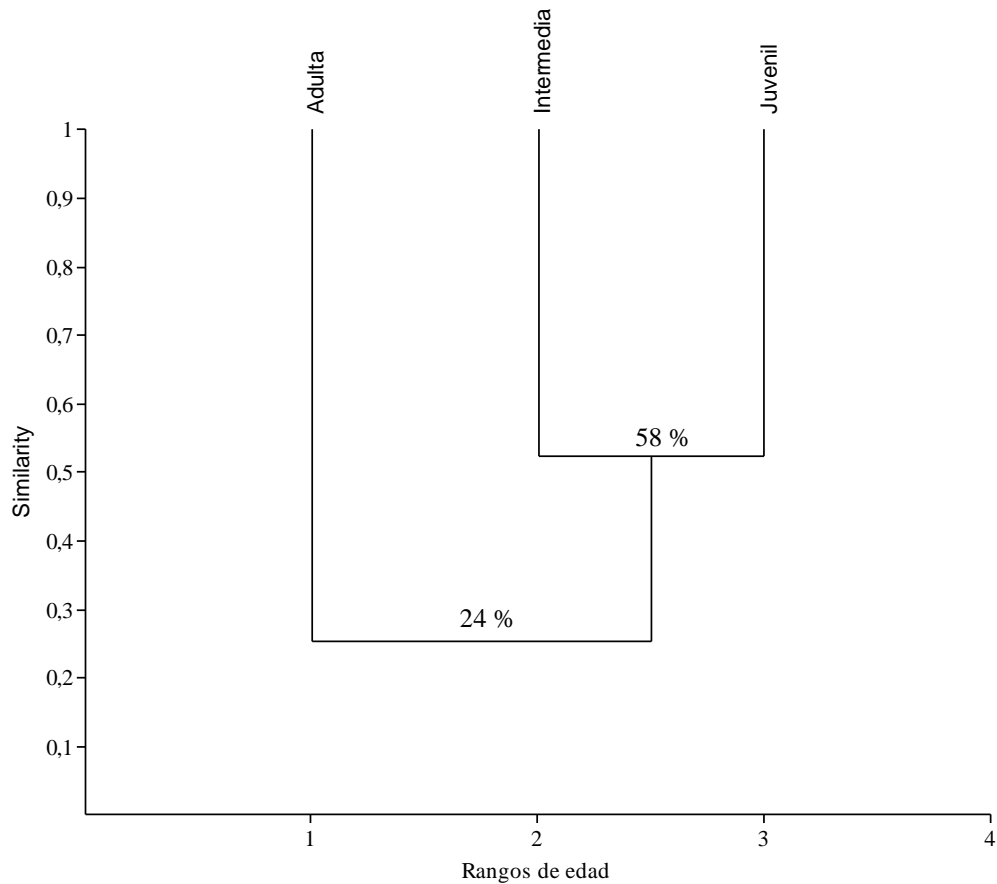


Figura 14. Comparación del grado de similitud de las especies entre los tres rangos de edad, se utilizo el coeficiente de similitud de Jaccard con ligamiento pareado.

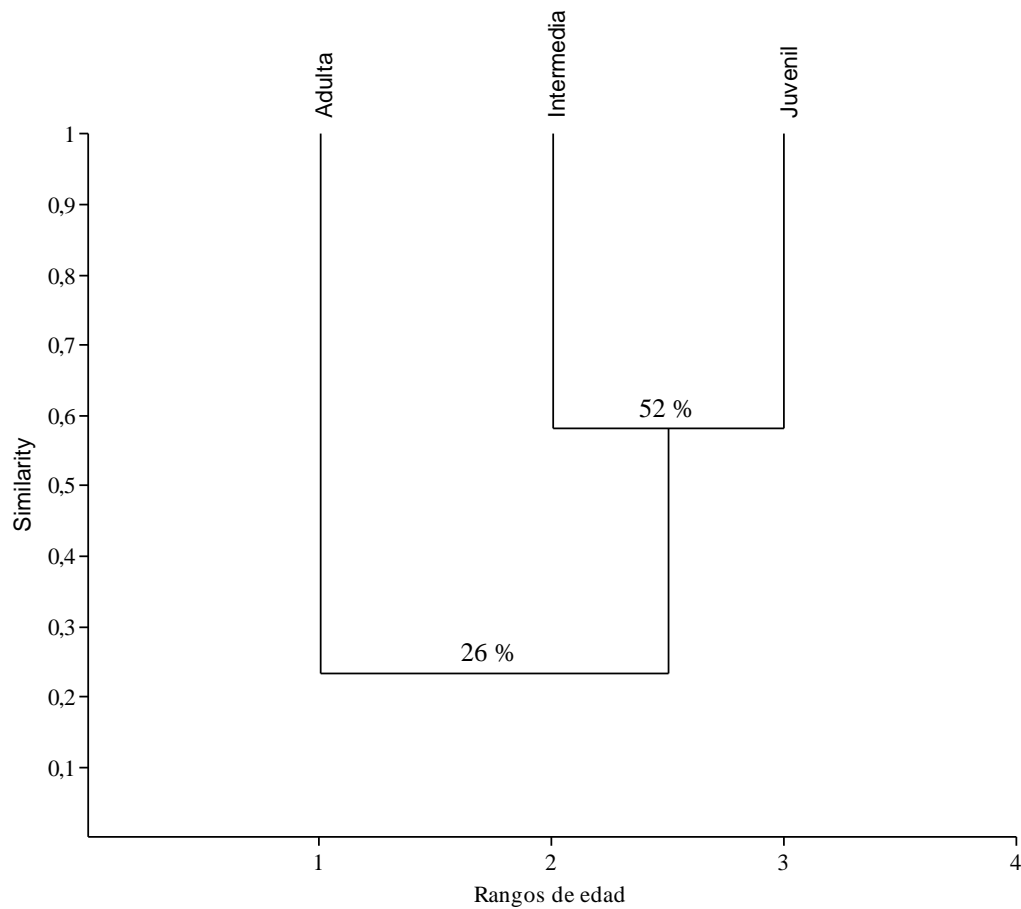


Figura 15. Comparación del grado de similitud de las especies entre los tres rangos de edad, se utilizo el coeficiente de similitud de Bray-Curtis con ligamiento pareado.

7.3.2. Gremios tróficos del ensamble de aves

Se establecen y comparan descriptivamente los gremios tróficos, por medio de la riqueza y abundancia de las especies e individuos por gremio para cada edad muestreada y metodología utilizada. Con el fin de conocer la distribución de los gremios dentro del cultivo de palma de aceite y los diferentes rangos de edad. Se registraron en total para los tres lotes muestreados, 7 gremios tróficos considerando el recurso alimenticio y 34 considerando estrato de forrajeo y el gremio alimenticio (Tabla 8).

Tabla 8. Definición de gremios para las especies.

Gremios			
Tipo de Dieta		Estrato de forrajeo	
C	Carnívoro	A	Acuático
CA	Carroñero	T	Terrestre
F	Frugívoro	S	Sotobosque
G	Granívoro	SU	Subdosel
I	Insectívoro	D	Dosel
		AE	Aéreo

Al agrupar las especies y los individuos, el tipo de gremio alimenticio más abundante es el insectívoro, seguido por el carnívoro, mientras que el más escaso fue el nectarívoro, el cual solo se presentó en la edad juvenil (Figura 17).

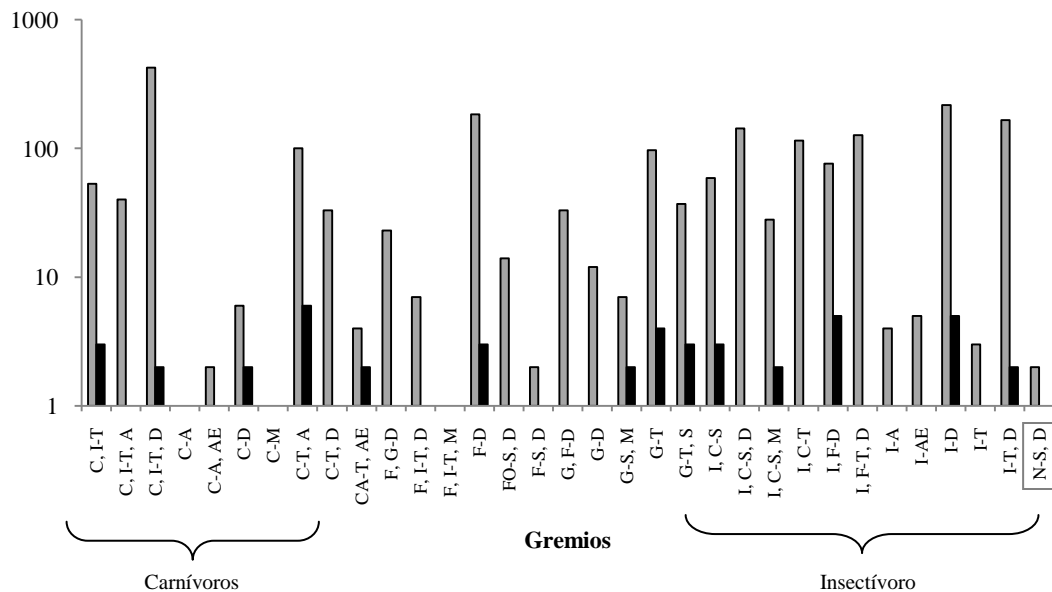


Figura 17. Gremios tróficos según el recurso alimenticio del ensamble de aves de hábitos diurnos terrestres asociado al cultivo de palma africana. Individuos (barra gris) y Especies (barra negra). En el eje x se presentan primero los gremios y luego los estratos de forrajeo, separados por (-). Gremios: C (carnívoro), F (frugívoros), G (granívoro), I (insectívoro), N (nectarívoro), CA (carroñero) y FO (folívoro). Estratos: T (terrestre), A (acuático), S (sotobosque), SU (sub dosel), D (dosel) y AE (aérea).

Al comparar los gremios entre cada rango de edad, se observa una variación, para la edad juvenil los insectívoros son los más abundantes con 8 gremios, sin embargo los gremios tróficos con mayor cantidad de especies fueron los insectívoros de dosel (5), insectívoros-frugívoros de dosel (4) y carnívoros terrestres y acuáticos (4). Pero al realizar la comparación con los individuos, los insectívoros siguen siendo los más abundantes y los que sustentan mayor cantidad de individuos son los insectívoros de dosel, insectívoros-carnívoros de sotobosque y dosel y los insectívoros terrestres de dosel (Figuras 18 y 19).

En la edad intermedia, al igual que la juvenil los insectívoros cuentan con el mayor número de gremios tróficos (11), sin embargo, la mayor cantidad de especies se encuentran en los carnívoros terrestres acuáticos, con 5 especies. Al ubicar en el eje Y los individuos, los insectívoros siguen siendo más abundantes, donde los insectívoros-frugívoros terrestres de dosel sustentan mayor cantidad de individuos (80) (Figuras 18 y 19).

En la edad adulta, los carnívoros son más abundantes teniendo en cuenta las especies y los individuos, teniendo en cuenta las especies los carnívoro-insectívoros terrestre y acuático. Basados en los individuos los carroñeros terrestres aéreos (112) son los dominantes, seguidos por los frugívoros de dosel (60) (Figuras 17 y 18).

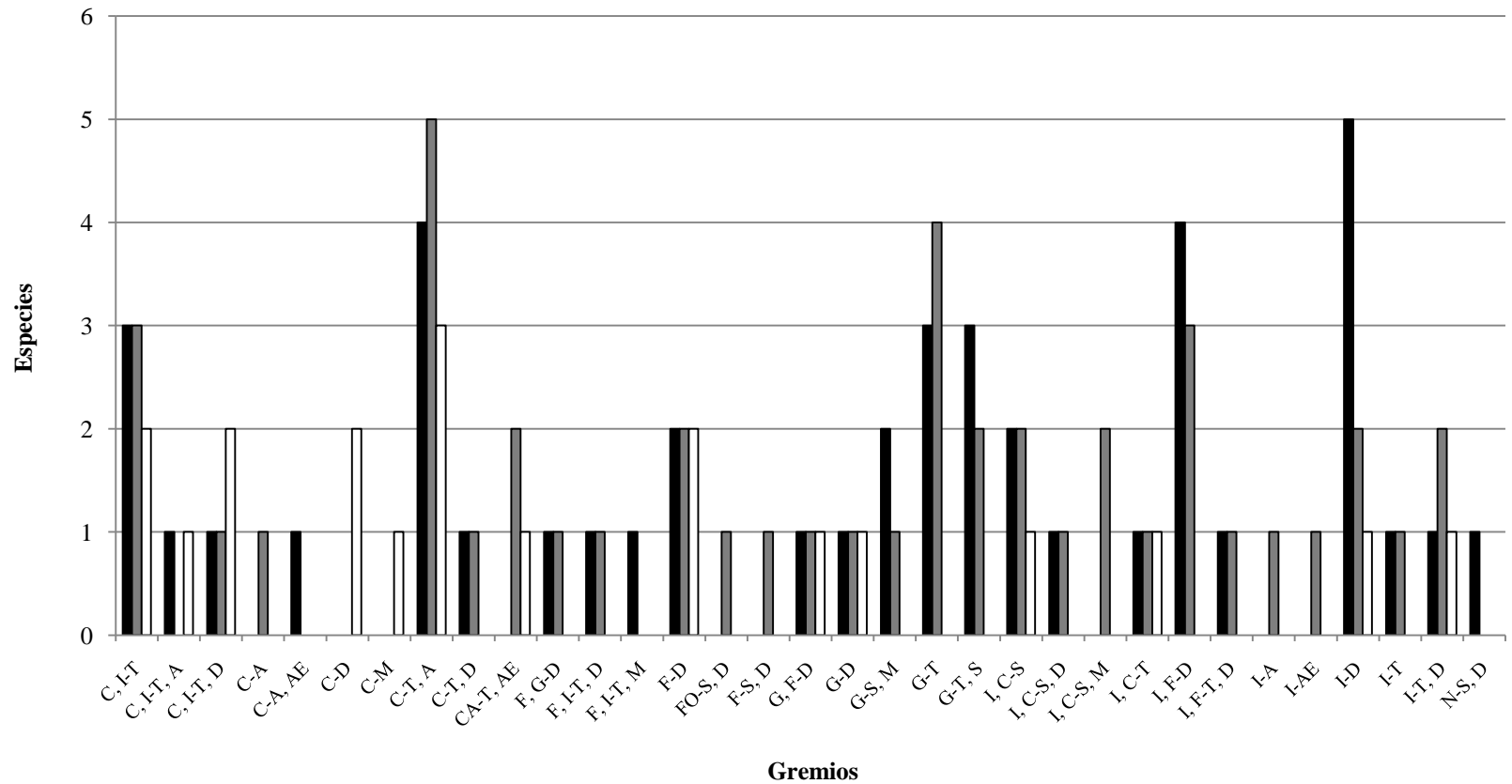


Figura 18. Comparación de gremios tróficos según el recurso alimenticio y las especies presentes en el ensamble de aves de hábitos diurnos terrestres asociado al cultivo de palma africana entre tres edades. Edad juvenil (barra negra), edad intermedia (barra gris) y edad adulta (barra blanca). En el eje x se presentan los gremios y los estratos de forrajeo, separados por (-). Gremios: C (carnívoro), F (frugívoros), G (granívoro), I (insectívoro), N (nectarívoro), CA (carroñero) y FO (folívoro). Estratos: T (terrestre), A (acuático), S (sotobosque), SU (sub dosel), D (dosel) y AE (aérea).

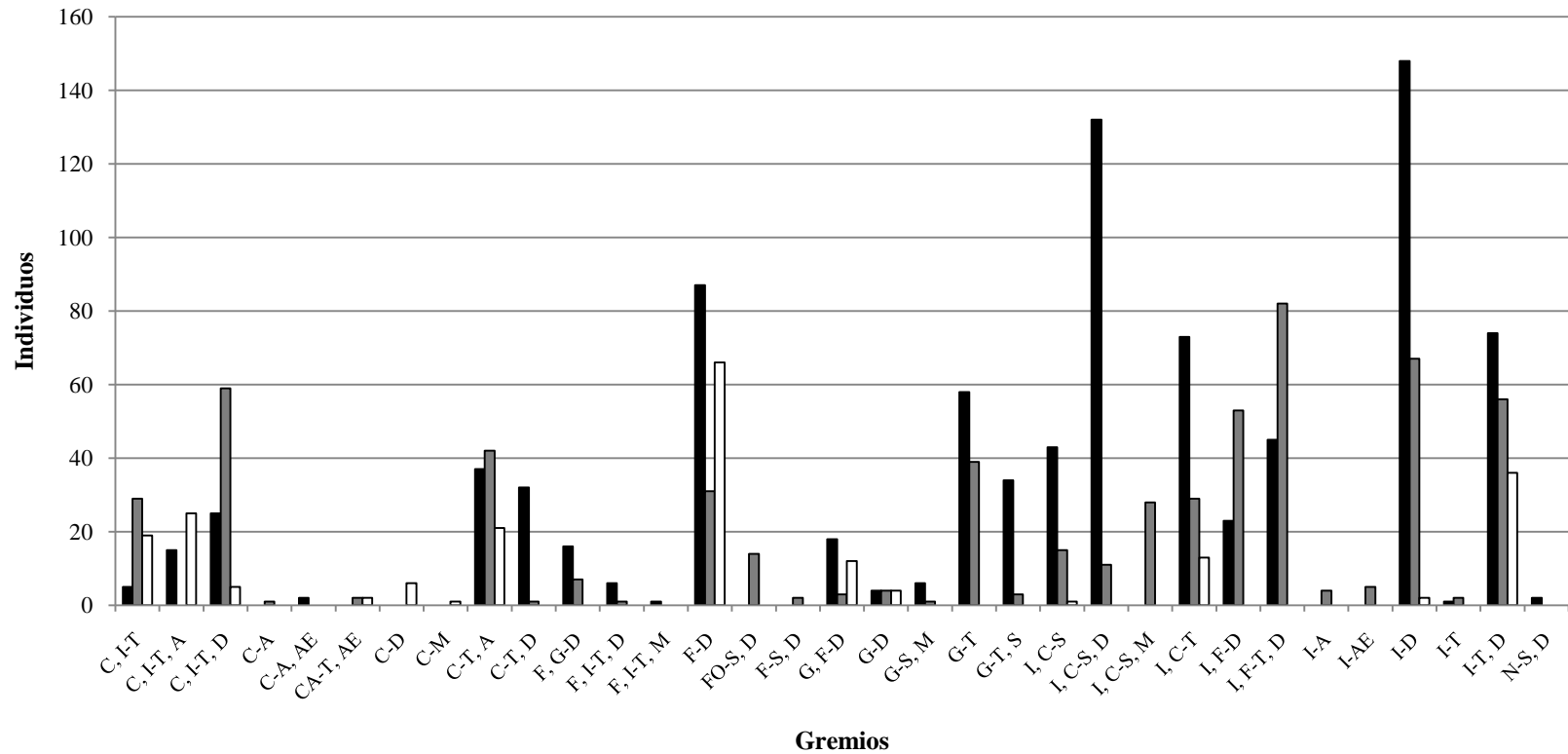


Figura 19. Comparación de gremios tróficos según el recurso alimenticio y los individuos presentes en el ensamble de aves de hábitos diurnos terrestres asociado al cultivo de palma africana entre tres edades. Edad juvenil (barra negra), edad intermedia (barra gris) y edad adulta (barra blanca). En el eje x se presentan los gremios y los estratos de forrajeo, separados por (-). Gremios: C (carnívoro), F (frugívoros), G (granívoro), I (insectívoro), N (nectarívoro), CA (carroñero) y FO (fólvoro). Estratos: T (terrestre), A (acuático), S (sotobosque), SU (sub dosel), D (dosel) y AE (aérea).

Mediante el índice de similitud de Jaccard se estableció los valores de similitud entre los tres lotes muestreados en el cultivo de palma africana (Figuras 20 y 21). Teniendo en cuenta los gremios, la similitud entre la edad juvenil e intermedia es alta (65%), mientras la edad adulta presenta una similitud muy baja (39%) con las edades restantes (Raflinff 1993 en Faggi y Perepelizin 2006).

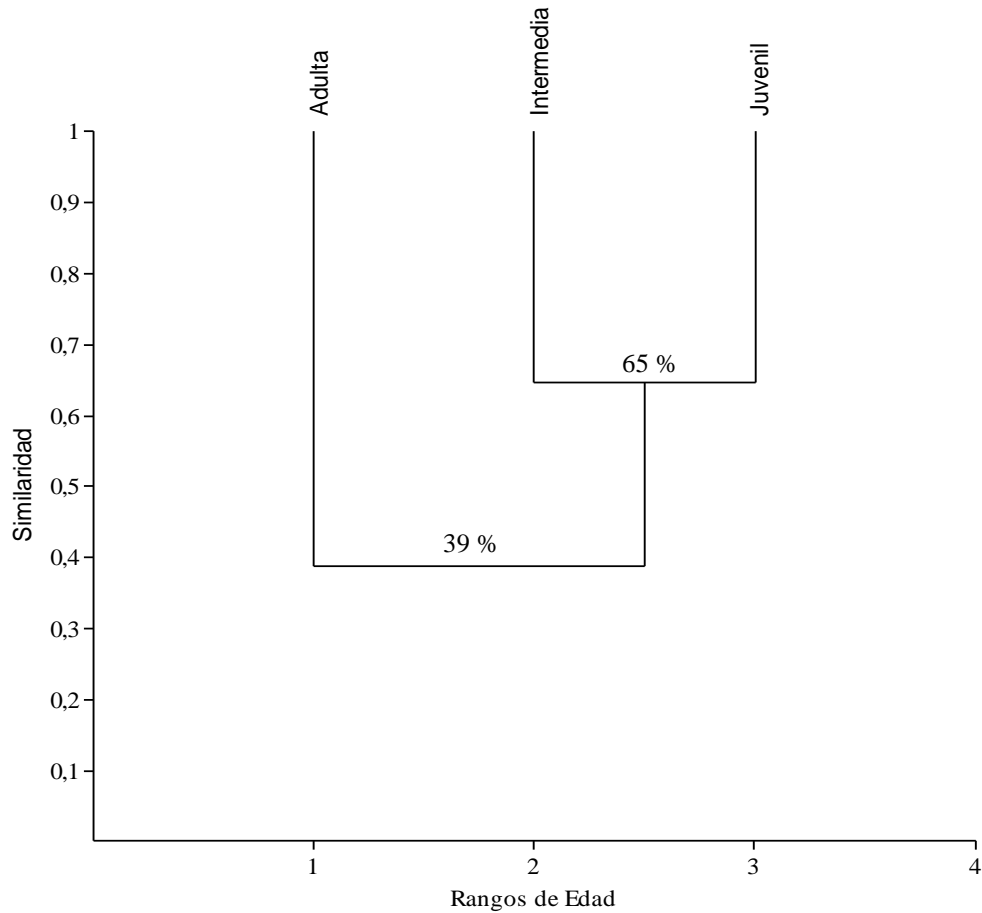


Figura 20. Comparación del grado de similitud de los gremios entre los tres rangos de edad, se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard con ligamiento pareado.

Teniendo en cuenta la abundancia de los gremios tróficos, se observa una similitud de especies media entre la edad juvenil y la intermedia alta (55%), y una muy baja similitud (34%) entre la edad adulta y las otras edades (Raflinff 1993 en Faggi y Perepelizin 2006) (Figura 20).

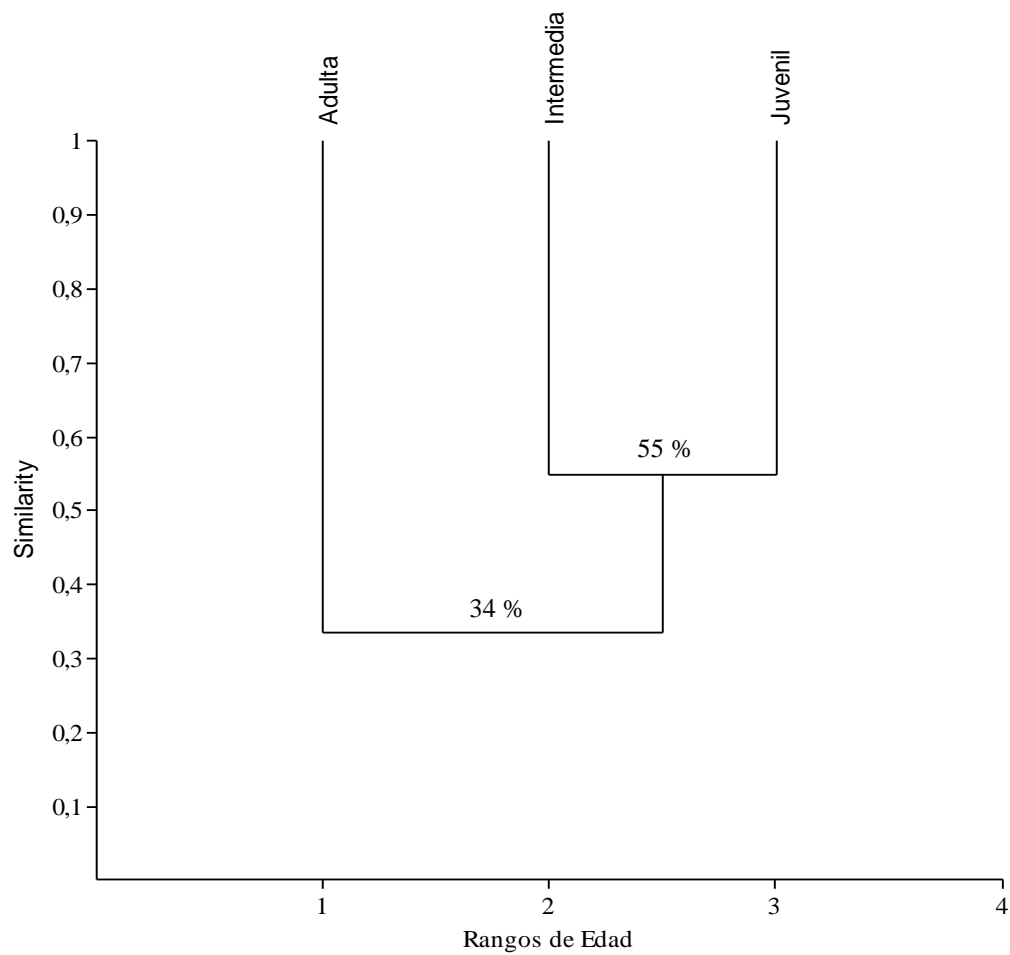


Figura 21. Comparación del grado de similitud de las abundancias de los gremios entre los tres rangos de edad, se utilizó el coeficiente de similitud de Bray-Curtis con ligamiento pareado.

8. Discusión

8.1. Representatividad del muestreo

Al comparar el muestreo realizado para llevar a cabo la comparación entre la estructura y composición del ensamble de aves en tres rangos de edad de un cultivo de aceite, considerando el comportamiento de las curvas de acumulación de especies (Figuras 10 y 11)

y el esfuerzo de muestreo, se encontró que la edad juvenil presenta el menor esfuerzo de muestreo (1067.87 horas/red por una persona) pero presentó la mayor riqueza de especies (9.444), mientras la edad adulta sustenta el mayor esfuerzo (2542.915 horas/red por una persona) sin obtener especies capturadas. Las curvas de acumulación para las observaciones nos muestran que hay una variación de especies para las tres edades de cuatro especies y para las capturas la variación es de seis especies, adicionalmente la curva nunca se estabiliza, por lo cual se calculo la pendiente de la curva, donde se encontró que esta oscila entre 73% y 100%, donde la edad juvenil mediante las observaciones presenta la pendiente más baja (73%).

Lo anterior nos indica que el tiempo usado en campo para realizar el presente proyecto (3 meses) no es suficiente para abarcar todas las especies presentes en las tres edades del cultivo de palma africana estudiadas, lo cual, puede ser consecuencia de la alta dinámica que estos lotes presentan, donde sus especies cambian rápidamente y no se establecen en un lote particular consecuencia de las características del manejo que se le da al cultivo y las características internas de los lotes. Disminuyendo la cantidad y distribución de los recursos alimenticios y así el sistema de dispersión espacial de las aves (Remsen y Good 1996).

8.2. Estructura y composición del ensamble

El ensamble de aves terrestres de hábitos diurnos en el agroecosistema estudiado, está compuesto es su mayoría por especies residentes (99.7%), aunque las especies migratorias son dos, el aérea de muestreo se encuentra en el corredor de paso de la Orinoquia para las aves migratorias boreales, y se encuentra dentro de las áreas de llegada para las migratorias australes, las cuales se podrían haber encontrado en el cultivo en la época en que se realizo el muestreo (Anónimo 2004), sin embargo, el porcentaje de registros es muy bajo para este cultivo de palma africana, lo cual nos puede indicar que este tipo de monocultivo no proporciona una hábitat favorable para albergar estas especies. Aunque, las variaciones en la abundancia de estas se ve condicionada principalmente por la ruta migratoria que establezcan. Al comparar las abundancias obtenidas por especies entre edades, no solo se

observan diferencias sino también una zonificación por parte de algunas especies migratorias y residentes, evidenciada por una mayor concentración de individuos en una edad (Anónimo 2004).

Teniendo en cuenta que cada rango de edad es una unidad independiente, se establecen diferencias entre cada ensamble. Las familias más abundantes en la edad juvenil e intermedia son los Tyránidos y en la adulta los Psittácidos, mostrándonos similitud entre las dos primeras edades en cuanto a disponibilidad de recursos. Las especies más abundantes para la edad juvenil e intermedia aunque son diferentes presentan un mismo tipo de dieta (los insectos), mientras en la edad adulta la especie *Orthopsittaca (Ara) manilata* es la más abundante, la cual siempre se observo pasando sobre el lote, nunca dentro del mismo, sin embargo, fuera del muestreo se registro una pareja de *A. manilata* consumiendo fruto de palma de aceite en este cultivo (Obs. per.), lo cual hace suponer que de manera esporádica, el fruto de palma puede estar incluido dentro de su dieta.

Especies residentes como *Amazilia fimbriata* y *Elaenia flavogaster* fue observadas solo en la edad juvenil, *Ammodramus humeralis*, *Anhinga anhinga*, *Thraupis palmarum*, *Jacana jacana*, *Dendrocygna viduata* y *Opisthocomus hoazin* solo se observaron en la Edad intermedia; *Buteo nitidus*, *Buteogallus meridionalis*, *Falco femoralis*, *Leptodon cayanensis*, *Leucopternis albicollis* y *Ptilinopus pileatus*, se presentaron exclusivamente en la Edad adulta. Dadas las características de cada lote (Figuras 2, 3 y 4), se evidencia que al haber mayor abundancia de vegetación dentro del lote, como arbustos, epifitas y flores, la presencia de especies insectívoras y nectarívoras domina el ensamble, al mismo tiempo el cuerpo de agua en la edad intermedia permite la presencia de aves exclusivamente acuáticas.

El alto porcentaje de especies raras observadas y capturadas en los tres rangos de edad, pueden ser consecuencia de los aspectos naturales de las especies (Karr 1980, Remsen y Good 1996), y la ausencia de una gran variedad recursos disponibles en el área de estudio, generada por el reemplazamiento de la vegetación nativa por el monocultivo, simplificando la matriz de vegetación y ocasionando aislamientos de varias especies (Bravo 2006, Herrera *et al* 2005, Rodríguez y Van 2004, Calvachi 1999) consecuencias del cambio en estructura y

composición de la vegetación. Sin embargo, para otras especies los lotes o el cultivo en si puede permitir que estas lo usen como corredores o áreas de paso, los cuales les podrían generar protección de sus predadores al momento de moverse en busca de recurso alimenticio, generando conectividad entre diferentes tipos de matriz de vegetación según la región y así manteniendo algunas especies de hábitats intervenidos (Rengifo 2001).

La edad juvenil e intermedia se ajustaron al modelo log normal en las dos técnicas de muestreo (Figura 12 y 13), lo cual sugiere que la comunidad de aves en estos lotes puede ser extensa y variada, especializada en diferentes elementos del hábitat que se subdividen jerárquicamente (Magurran 1989 y Moreno 2001). Indicando que el ensamble en las dos edades está condicionado por la dominancia de algunas especies, mostrándonos una baja variabilidad de recurso alimenticio. Indicando la presencia de varios micro hábitats generados por las características internas de lotes (sombra, humedad, vegetación interna, entre otros).

Por otro lado, la edad adulta se ajusto al modelo de serie logarítmica, indicando que en el ensamble uno o pocos factores dominan las relaciones ecológicas de una comunidad, donde no se presenta muchas especies abundantes (Magurran 1989 y Moreno 2001). Esto podría indicar la presencia de un recurso alimenticio dominante, generado por la homogeneidad del ecosistema. En esta edad la cantidad de vegetación asociada es baja consecuencia de una posible baja fertilidad del suelo dado por la implementación de plaguicidas y desgaste del suelo, además de una baja humedad generada por la poca vegetación presente. Por otra parte, estas mismas características sumadas a la altura de las palmas le brindan a ciertas especies el espacio apropiado para alimentarse de pequeños vertebrados, perchados a grandes alturas, lo cual permite la presencia de gran diversidad de rapaces en este lote, las cuales se encontraban con mayor diversidad en esta edad, aunque nunca se observaron alimentándose, otros estudios han reportado observaciones de algunas especies de las familias Falconidae y Cathartidae se alimentan del fruto de la palma, así como del posible uso de esta familia como controladores biológicos de roedores que afectan la producción de aceite de palma.

Esta edad presenta un ecosistema mas simplificado sustentando una dominancia mayor ($D = 0,133$), en comparación con las otras dos edades. La edad juvenil sustenta la mayor equidad

seguida por la juvenil, las cuales presentan la mayor cantidad de especies compartidas (Tabla 5). Lo cual se ve reflejado en los clusters (Figuras 14 y 15). Esta semejanza en su composición pueden estar dadas por similitud en las características internas de los lotes (incidencia de luz, humedad, tipo de arbustos y plantas afines asociadas al tallo de las palmas), sin embargo, a la edad intermedia presentaba mayor incidencia de luz sobre el suelo con una mayor exposición de calor, las cuales podrían limitar la presencia de especies vegetales (Geiger 1965, Murcia 1995), y se ha documentado para plantaciones de cafetales con sombrío (Greenberg *et al* 1997), donde la presencia de sombra parece ser un factor favorable para los ensambles de diferentes grupos como los mamíferos en agroecosistemas de cafetales (Gallina *et al* 1996). Sin embargo, la presencia de diferentes tipos de vegetación como una laguna natural, claros y arbustos altos, permitiendo un mayor sostenimiento de la diversidad de aves.

La edad juvenil e intermedia presenta una alta similitud (58% y 52%) bajo el índice de Jaccard y Bray Curtis, teniendo en común 17 especies, indicándonos que los cambios generados por el crecimiento de la palma y el constante manejo que a este se le da, no causa grandes cambios entre estas dos edades. La edad juvenil presenta 32 especies en común, la edad juvenil sustenta 13 especies únicas pertenecientes a las familias Tyrannidae y Emberizidae, y la edad intermedia 11 ubicadas principalmente en la familia Cuculidae, mostrándonos que los ensambles entre las edades varían, sugiriendo que presentan diferentes tipos de composición vegetal interna.

8.3. Gremios

El número y diversidad de gremios tróficos para las tres edades presentan una tendencia similar a la descrita en anteriores estudios para monocultivos como cultivos de arroz (Blanco *et al* 2006), agroecosistemas como cafetales con sombrío y cacao, en donde las especies insectívoras son más abundantes que las carnívoras, frugívoras, granívoras y nectarívoras (Krichner 2000). Aunque al cultivo de palma africana se le realizan controles de plagas con agroquímicos, plateos y podas en todas las edades (Ministerio del medio ambiente *et al*

2003), la dominancia de este gremio alimenticio podría estar relacionado con la estructura de la vegetación presente en el monocultivo, considerando que ciertas especies vegetales favorece principalmente la abundancia de insectos (Sherry y Holmes 1996).

Al examinar aspectos relacionados con el manejo de este monocultivo, es evidente que la vegetación asociada a canales de riego, lagunas naturales o claros, poseen la capacidad de proporcionar variedad de recursos alimenticio o nidación, generando áreas importantes para el sostenimiento de la avifauna en el cultivo de palma africana. Esto se puede observar en la edad juvenil, donde se observaron gran variedad de especies asociada a ambientes acuáticos, los cuales adicionalmente nunca se observaron dentro del lote.

Al comparar los gremios en los tres rangos de edad, observamos nuevamente que la edad juvenil e intermedia presenta una composición similar, donde las especies insectívoras dominan el ensamble. La edad juvenil sustenta una gran cantidad de individuos y especies pertenecientes a insectívoros de dosel, contrario a los frugívoros en cualquier estrato (Figuras 18 y 19). La edad intermedia presenta dominancia de especies carnívoras terrestres y acuáticas, seguida por especies granívoras terrestres, sin embargo, al nivel de individuos los insectívoros-frugívoros terrestres y de dosel son los dominantes. En la edad adulta las especies pertenecientes al gremio de los carnívoro-insectívoros terrestres y acuáticos son dominantes, mientras los individuos muestran una dominancia del gremio carroñeros terrestres o aéreos.

Para la edad juvenil, dominan las especies de borde de bosque y áreas abiertas, lo cual nos podría indicar que esta edad presenta características semejantes a los dos tipos de habitats nombrados, sosteniendo así una gran cantidad de especies e individuos insectívoros de dosel e insectívoros-carnívoros de sotobosque y dosel. En la edad intermedia se observa la incidencia de la vegetación circundante asociada sobre la estructura y composición de las especies de aves, ya que se presenta una alta cantidad de especies asociadas a cuerpos de agua como esteros, lagunas, ríos entre otras (McNish 2007); tipos de paisaje que no se encuentran en el interior de los lotes de palma africana. Incidencia que se observa en la presencia de la familias ubicadas dentro del gremio de los carnívoros terrestres y acuáticos,

como son: Anatidae, Anhingidae, Ardeidae, Charadriidae, Jacanidae, Opisthocomidae y Threskiornithidae (Anexo 3).

En la edad adulta, la dominancia de carroñeros y frugívoros de dosel y carnívoros insectívoros terrestres y acuáticos, acompañado de la frecuencia de observaciones de estos dentro del cultivo de palma, hace suponer que gran variedad de especies pertenecientes a familias como Psittacidae y Ardeidae las cuales sustentan la mayor cantidad de especies, no usan el lote con frecuencia, ya que observarlo dentro del lote no era común, casi siempre pasaban sobre la palma usando esta como área de paso. De los cuales muchos están asociados al borde de bosque de galería, aéreas abiertas y ambientes acuáticos (McNish 2007), características que no presenta el lote.

Las especies carnívoras y granívoras fueron menos frecuentes, en la edad juvenil se presentaron pocas especies y pocos individuos, en comparación con la edad intermedia y adulta. Como ya se dijo en el párrafo anterior las especies carnívoras van aumentando con la altura y edad de las palmas, mientras las especies granívoras van disminuyendo. Las especies pertenecientes a este último gremio estaban asociadas principalmente a frutos de gramíneas, las cuales según observaciones van disminuyendo al aumentar la edad, posiblemente consecuencia del manejo que a estos se les da.

Las especies frugívoras, folívoras y nectarívoras presentan el menor número de registros. Rodríguez en 1986 encontró que algunas especies de las familias Cathartidae y Falconidae han sido reconocidas como aves plagas para el cultivo de palma africana ya que se alimentan del fruto maduro. Diferentes investigadores han observado a *Cathartes aura*, *Coragyps atratus* (Gongora, McNish, Murillo y Navarro, com. pers. 2008), *Steathornis caripensis* consumiendo frutos de palma africana en diferentes zonas del país (McNish, com. pers. 2008), adicionalmente fue avistada una pareja de *Orthopsittaca (Ara) manilata* consumiendo frutos maduros en un lote de edad adulta ubicado fuera del muestreo (Obs. pers.). Considerando probable la inclusión de esta especie en el registro de especies dañinas para la producción de palma de aceite registrada por Rodríguez (1986).

La alta similaridad entre los diferentes gremios para la edad juvenil e intermedia (Figura 20), pero su baja similaridad entre las abundancias de estos gremios tróficos (Figura 21), reflejan la alta cantidad de individuos en la edad juvenil y la alta cantidad de especies en la edad intermedia, los cuales están asociados al interior de lote y a la vegetación circúndate asociada, ya que fueron observados en estos lugares forrajeando, perchados y en movimiento. El número de especies, sus abundancias y la cantidad de gremios tróficos presentes en un ensamble es el resultado de la disponibilidad de recurso y la manera en la que estos son compartidos (Terborgh *et al* 1990). En estos tres ensambles, la disponibilidad de recurso alimenticio dentro de cada lote de palma africana es uno de los factores que puede estar determinando la diversidad, como se ha sugerido en otros estudios (Wunderle y Latta 1998), sin embargo, dada la poca complejidad estructural vertical de la vegetación, es de esperar que dentro de cada lote la diversidad y abundancia de recurso sea baja, por lo cual, se cree la vegetación asociada a los lotes permite sostener gran parte del ensamble de aves. Bravo en el 2006 encontró que hay una mayor diversidad de aves en un cultivo de palma africana mientras más cerca se encuentre de un bosque de galería, lo cual podría corroborar nuestra predicción.

8. Conclusiones

- Los cambios en la temporalidad climática y el crecimiento de las palmas generan variaciones en la matriz, lo cual exige realizar un esfuerzo de muestreo mayor a tres meses, para poder abarcar estos cambios y entender cómo se comportan las aves en este monocultivo.
- La estructura y composición de los tres rangos de edad de palma africana difieren entre sí, indicándonos que las características internas de los lotes son diferentes y ofrecen diferentes tipos de beneficio a las especies de aves.
- Las especies utilizan con mayor frecuencia la edad juvenil para alimentarse, donde las condiciones internas de gramíneas, epifitas y poca incidencia de luz, podrían favorecer la presencia de insectos.

- La edad juvenil podría generar un hábitat que permita la movilización de especies entre los lotes y la vegetación asociada.
- En la edad intermedia y adulta se observaron especies dentro del lote y pasando sobre estos, indicando una relación entre la simplificación del hábitat en los lotes y la ausencia de especies dentro de los mismos.
- Unido a las características internas de los lotes la vegetación circúndate o asociada a estos puede favorecer la presencia de aves en la matriz de palma africana, generándoles mayor diversidad de recurso y áreas de descanso.
- A medida que van creciendo las palmas los lotes se van simplificando, presentan menos vegetación interna, los suelos se van desgastando.

9. Recomendaciones

- Realizar el manejo adecuado a las áreas de vegetación adyacentes a los lotes y área total cultivada establecidas por las corporaciones regionales, para favorecer la presencia de avifauna en el área de estudio.
- Se recomienda aumentar el tiempo de muestreo, pues como se observó en las curvas de acumulación no se alcanzó a registrar un número de especies suficiente para abarcar toda la comunidad de aves, así mismo escoger mayor cantidad de lotes para abarcar más especies de la comunidad del área de estudio.
- Tener en cuenta la variación en la época climática, y esta investigación fue realizada durante la época de transición verano invierno en la primera mitad del año, se recomienda realizar muestreos durante la época contraria en esta plantación, para así ver si existe un recambio de especies en el tiempo.
- Para realizar un análisis más específico de la estructura trófica de cada ensamble, se recomienda analizar muestras fecales para cada especie y una caracterización de la

vegetación encontrada tanto en los bordes como en el interior de los lotes de palma, para entender que utilidad le das las aves a esta vegetación.

- Se recomienda establecer transectos con mayor longitud y puntos de conteo con una duración de 10 minutos aproximadamente, para abarca todo el lote, y disminuir los sesgos en la observación de las especies.
- A partir del presente estudio se obtuvo un inventario parcial de la avifauna presente en la plantación Palmeras el Morichal, se recomienda continuar y completar dicho inventario.

10. Referencias descansando

- ADIDHARMA, D. 2002a. Biological control of rats (*Rattus tiomanicus* Miller) using barn owls (*Tyto alba*) at PT Astra Agro Lestari Tbk. International Oil Palm Conference. 379-383.
- ADIDHARMA, D. 2002b. Natural breeding of bar owls, *Tyto alba* at Tungal perkansa oil palm plantation, air molek, riau, Indonesia. International Oil Palm Conference. 536-541.
- Áreas Importantes para la Conservación de las aves en los Andes Tropicales - AICAS. 2005. Revisión en línea <http://www.humboldt.org.co/conservacion/aicas/index.html> (16 Enero de 2009).
- ALAYON Y. A. 2006. Caracterización de la estructura y composición del ensamble de aves de hábitos diurnos terrestres, asociado a un agroecosistema de cafetal con sombrío. Tesis Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, 123p.
- ANONIMO. 2004. Manual para el Monitoreo de Aves Migratorias. Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil. Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia-Calidris. WWF Colombia. 54p.
- BRAVO, G. A. 2006. Cambios en la composición de la avifauna a lo largo de un gradiente de distancia a bosque nativo en una plantación de palma de aceite en Villanueva – Casanare. Tesis Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 84p.
- BLANCO, D. E., B. LÓPEZ, R. ANTUNES, A. AZPIROZ Y F. RILLA. 2006. Uso de arrozceras por chorlos y playeros migratorios en el sur de América del Sur Implicancias de conservación y manejo. Wetlands International. Buenos Aires, Argentina. 56p.
- BOZZI, O. M. Y O. D. JARAMILLO. 1998. La palma africana en Colombia, apuntes y memorias, Volumen 1. Bogotá, Colombia. Fedepalma. 232p.
- BOZZI, O. M. I. 1998. La palma africana en Colombia, apuntes y memorias, Volumen 2. Bogotá, Colombia. Fedepalma. 387p.
- COLWELL, R. K. 2006. EstimateS (Statistical estimation of species richness and shared species from samples). Version 7. Website purl.oclc.org/estimates.
- CONNER, R., C. E. SHACKELFORD, R. R. SCHAEFER, D. SAENZ Y D. RUDOLPH. 2002. Avian community response to southern pine ecosystem restoration for Red-cockaded woodpeckers. The Wilson Bulletin. (114) 3: 324-332.

- DUCKETT, J. E. 1981. Barn Owls (*Tyto alba*) - A proven natural predator of rats in oil palm. International conference on oil palm in agriculture in the eighties. 2: 461-473p.
- DUCKETT, J. E. Y S. KARUPPIAH. 1990. A guide to the planter in utilizing barn owls (*Tyto alba*) as an effective biological control of rats in mature oil palm plantations. Kuala Lumpur, PORIM (International Palm Oil Development Conferencie). 357-372.
- DURAN, N., R. SALAS, C. CHINCHILLA Y F. PERALTA. 1999. Manejo de la nutrición y fertilización en palma aceitera en costa rica. XI Congreso Nacional Agronómico. Revisión en línea www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-III_305.pdf (26 de Mayo de 2008).
- DODSON, C.H. Y A. H. GENTRY. 1991. Biological extinction in western Ecuador. Annuals of the Missouri Botanical Garden. 78: 273-295.
- ENRÍQUEZ, L. M. 2006. Estructura y composición de la comunidad de aves asociadas a plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en "Agropecuaria La Loma" (Acacias - Meta). Tesis Faculta de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 128p.
- FAUTH, J. E., M. BERNARDO, W. J. CAMARA, Jr. RESETARITS, J. VAN BUSKIRK Y S. A. McCOLLUM. 1996. Simplifying the jargon of community ecology; a conceptual approach. American Naturalist. 147: 282-286.
- FAGGI, A. Y P. PEREPELIZIN. 2006. Riqueza de aves a lo largo de un gradiente de urbanización en la ciudad de Buenos Aires. Review Museo Argentino de Ciencias. (8) 2: 289-297.
- FASOLA, M. Y X. RUIZ. 1996. The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for Waterbirds in the Mediterranean region. Colonial Waterbirds 19 (Special Pub. 1): 122-128.
- Fedepalma (Colombia). Federación nacional de cultivadores de palma de aceite. Revisión en línea www.fedepalma.org. (1 de Junio de 2008).
- FRANKLIN, J. F., K. CROMACK, W. DENISON, A. MCKEE, C. MASER, J. SEDELL, F. SWANSON Y G. JUDAY. 1981. Ecological Characteristics of Old-Growth Douglas-Fir Forests. U.S. Dept of Agriculture, General Technical Report PNW. 1-48.
- Food and agriculture organisation - FAO. Revisión en línea www.fao.org (2 de Enero 2009).
- GREENBERG, R., P. BICHIER, A. CRUZ Y R. REITSMA. 1997. Birds populations in shade and sun coffee plantations in central Guatemala. Conservation Biology. 11: 448-459.

- GOTELLI NJ, GRAVES GR: *Null models in ecology* Washington DC: Smithsonian Press; 1996.
- HALFFER, G. Y C. MORENO 1992. La diversidad biológica de Iberoamerica I. Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial. Programa Iberoamericano de Ciencia y Trabajo para el desarrollo. México. 390p.
- HAMMER, O. Y D. A. HARPER. 2006. Palentiological statistic. Version 1.56b Persistent URL <www.uio.no/~ohammer/past>.
- HAWKINS, C. P. Y J. A. MacMAHON. 1989. Guild: the multiple meanings of a concept. Annual Review Entomologies. 34. 423-451.
- HERRERA, J., P. CADENA Y S. SANCLEMENTE. 2005. Diversidad de la artropofauna en monocultivo y policultivo de maíz (*Zea mays*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*). Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. 6(1):23-31.
- HILTY, L. S. Y W. L. BROWN. 1986. Guía de las aves de Colombia. Imprelibros S.A. Colombia. 836p.
- HILTY, L. S. Y W. L. BROWN. 2001. Guía de las aves de Colombia. Imprelibros S.A. Colombia. 1030p.
- HOONG, H. W. 2000. The introduction of barn owl (*Tyto alba*) to sabah for rat control in oil palm plantations. The Planter. (76) 889: 215-222.
- IBARRA, A., S. ARRIAGA Y A. ESTRADA. XXXX. Avifauna asociada a dos cacaotales tradicionales en la región de la Chontalpa. Tabasco, México. Universidad y Ciencia. (17) 34: 101-122.
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA Y Cooperativa de agricultores del Meta - COAGROMETA. 1988. Seminario taller: Manejo de roedores en cultivos de palma africana y arroz. Fedepalma. Colombia. 31p.
- Convenio de Diversidad Biológica – CDB. Revisión en línea <www.biodiv.org> (6 de Febrero 2009).
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM. 2005. Atlas climatológico de Colombia. IDEAM. Bogotá. 219 p.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH. 1998a. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad Colombiana 1997, tomo I, Diversidad biológica. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 535p.

- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH. 1998b. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad Colombiana 1997, tomo I, Diversidad biológica. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 535p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. 1996a. Diccionario Geográfico de Colombia, Tomo 3. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Colombia. 2504p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. 1996b. Diccionario Geográfico de Colombia, Tomo 4. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Colombia. 2504p.
- KATTAN, G. H. 2002. Fragmentación, patrones y mecanismos de extinción de especies, Capítulo 2, paginas 562-590 en KATTAN G. H. Y M. R. GUARIGUATA. Ecología y conservación de bosques neotropicales. 691p.
- KARR, J. 1980. Geographical variation in the avifauna of tropical forest undergrowth. *The Auk*. 97: 283-298.
- KOH, L. P. 2008a. Birds defend oil palm from herbivorous insects. *Ecological applications*. (18) 4: 821-825.
- KOH, L. P. 2008b. Can oil palm plantations be made more hospitable for forest butterflies and birds?. *Journal of applied ecology*. 45: 1002-1009.
- KRICHIER, J. 2000. Part I. Evaluating shade-grown coffee and it's important to birds. *Birding*. (32) 1: 56-60.
- LEGRAND, H. G., M. J. CHAMBERLAIN Y E. B. MOSER. 2007. Diversity and abundance of breeding birds in a managed loblolly pine forest in Louisiana. *The American Midland Naturalist*. (157) 2: 329-344.
- LENTIJO, G. M. Y G. H. KATTAN. 2005. Estratificación vertical de las aves en una plantación monoespecífica y en bosque nativo en la cordillera central de Colombia. *Ornitología Colombiana* 3: 51-61.
- LIM, J. L., G. P. FENN, A. P BUCKLE Y M. VISVALINGA 1993. Prey selection by barn owls (*Tyto alba*) and its impact on rat control in oil palm plantations. Kuala Lumpur, PORIM. 458-465.
- Mac ARTHUR, R. Y J. W. Mac ARTHUR. 1961. On the relation between habitats selection and species diversity. *Ecology* (42) 3: 594-598.
- MAGURRAN, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra. España. 195p.

- MAURER, B. A. Y R. C. WHITMORE. 1981. Foraging of five bird species in two forests with different vegetation structure. *Willson Bulletin* 93: 478-490.
- McALEECE, N., P. J. D. LAMBSHEAD, G. L. J. PATERSON Y J. D. GAGE. 1997. *BioDiversity Prosefional*, version 2. URL <<http://www.sams.ac.uk/research/software>>.
- Ministerio del medio ambiente, Sociedad de agricultores de Colombia -SAC- y Fedepalma. 2003. Guía ambiental para el subsector de la agroindustria de la palma de aceite. Molher Impresiones Ltda. Bogotá, Colombia. 136p.
- McNISH, T. 2007. Las aves de los llanos de la Orinoquia. Colombo Andina de Impresos S.A. Colombia. 302p.
- MORENO, C. E. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad, M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. GORFI, S.A. Zaragoza, España. 82p.
- MOGUEL, P. Y TOLEDO V. M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. *Conservation Biology* (13) 1: 11-21.
- MURILLO, J. 2005. Evaluación de la distribución y estado actual de los registros ornitológicos de los llanos orientales de Colombia. Tesis Facultad de ciencias naturales y matemáticas. Universidad de Nariño. 141p.
- National Geographic. 2002. Field guide of the birds of North America, fourth edition. National Geographic. Washington D.C. 504p.
- NIÑO, B. F. 2005. El cultivo de palma africana de la palma de aceite y su beneficio, guía general para el nuevo palmicultor. Fedepalma. Bogotá, Colombia. 186p
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación - FAO. 2007. Diversidad biológica en la alimentación y la agricultura. Revisión en línea <www.fao.org> (2 de Julio 2007).
- NOSS, R. F. 1900. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*. (4) 4: 355-364.
- ORTÍZ, A. F. 1996. Labores de mantenimiento en cultivos establecidos de palma de aceite. Memorias, primer curso internacional de Palma de aceite. Fedepalma. Bogotá, Colombia. 173-178p.
- PADILLA, M., C. CHINCHILLA, E. ARIAS Y I. FLORES. 1995. Aves depredadoras diurnas y daño por ratas en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Honduras. *ASD Oil Palm Papers*. 10: 1-12.

- PERAZA, C. A., Y. CIFUENTES, Y. ALAYON Y C. CLAVIJO. 2004. Adiciones a la avifauna de un cafetal con sombrío en la Mesa de los Santos (Santander, Colombia). *Universitas Scientiarum*. 9: 19-32.
- PROCTOR, N. Y P. LYNCH. 1993. *Manual of ornithology, avian structure y function*. Yale University. New Haven. 340p.
- RALPH, J. C., G. R., GEUPE, P. PYLE, T. E. MARTIN, D. F. DESANTAFE Y B. MILÁ. 1997. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. General Technical Report PSW-GTR-159. Pacific Southwest Research Station. United States Department of Agriculture. Government Printing Office. 44p.
- RANGEL, CH. J. O., C. H. SANCHEZ, C. P. LOWY, P. M. AGULAR Y G. A. CASTILLO. 1987. Región de la Orinoquía. 239 – 254p. En RANGEL J. O. 1987. *Colombia biodiversa biótica I*. Editorial Guadalupe LTDA. Colombia. 442p.
- REMSEN, J. V. Y D. A. GOOD. 1996. Misuse of data from mist-net capture to asses relative abundance in birds population. *The Auk*. (113) 2: 381-398.
- RENJIFO, L. M. 2001. Effect of natural and anthropogenic landscape matrices of the abundance of subandean birds species. *Ecological Applications* 11:14-31.
- RENGIFO, M. J., FRANCO-MAYA, J. AMAYA-ESPINEL, KATTAN Y B. LÓPEZ. 2002. *Libro rojo de aves de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 562p.
- RICKLEFS, R. E. Y G. L. MILLER. 2000. *Ecology*, fourth edition. W.H. Freeman. New York. 822p.
- RIDGELY, R. Y P. J. GREENFIELD. 2001. *The Birds of Ecuador Field Guide*, volume II. Cornell University Press. Hong Kong. 740p.
- ROBINSON, S. K. Y R.T. HOLMES. 1982. Foraging behavior of forest birds: the relationships among search tactics, diet, and habitat structure. *Ecology* 63: 1918-1931.
- RODRÍGUEZ, S. L. C. 1986. Reconocimiento de aves plagas de la palma africana de aceite (*Elaeis guinesis* Jacq) y evaluación de sus daños. Tesis Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Córdoba. Montería. 231p.
- RODRÍGUEZ, J. V. Y J. I. HERNANDEZ. 2002. *Loros de Colombia*. Conservación Internacional. Colombia. 478p.
- SALAMAN P., D. THOMAS Y C. DAVID. 2007. *Listado de la avifauna Colombiana*. Conservación Colombiana. 85p.

- SANCHEZ, S. 2000. Vertebrados silvestres registrados en una parcela de palma aceitera en Tabasco, México. ASD Oil Palm Papers. 20: 17-18.
- SHERRY, T.W. Y R.T. HOLMES. 1996. Winter habitat quality, population limitation, and conservation of Neotropical-Nearctic migrant birds. *Ecology* 77: 36-48.
- SMALL, C. N. 1990. Research on the use of barn owls *Tyto alba* for biological control of rats in oil palm plantations: 1986-1989. Kuala Lumpur, PORIM (International Palm Oil Development Conference). 342-356.
- STOTZ, D. F., J. W. FITZPATRICK, T. A. PARKER III Y D. K. MOSKOVITS. 1996. Neotropical Birds, Ecology and Conservation. The University of Chicago Press. Chicago and London. 478p.
- TERBORGH, J. 1977. Bird Species Diversity on an Andean Elevational Gradient. *Ecology*, (58) 5: 1007-1019.
- TERRY, M. 1997. Esos dañinos roedores, daños y control de ratas y ratones en importantes cultivos de campo y de plantación. Agricultura de las Américas. Colombia. 34-39p.
- VILLARREAL, H., M. ÁLVAREZ, S. CÓRDOBA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. OSPINA Y A. M. UMAÑA. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p.
- WAHIDSUBOH, M. B., I. NORMAN Y KAMARUDIN. 1996. The extent of biological control of rats with Barn Owls, *Tyto alba* Javanica in Malaysian oil palm plantations. *The Planter*. 72: 838. 5-18.
- WILSON, Y. V., M. VELÁZQUEZ, C. A. PÉREZ, T. CORONA, T. CORONA, A. M. CASTILLO Y O. L. RAMOS. 2003. Diagnóstico Nutricional de Palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) Para el sur del estado de Veracruz, México. Revisión en línea www.chapingo.mx/Fitos/gral/inv/31.-%2008-06-01.pdf (13 Abril de 2008).

11. Anexos

Anexo 1. Formato para registrar las observaciones. Transecto (A o B), Punto (P1: Punto1), Registro (V: Visual, A: Auditivo), Sexo (H-hembra y M-macho), Edad (Adu: adulto, Juv: juvenil, SuAdu: sub adulto), Estructura social (S: Solitario, P: En pareja, GC: Grupo conspecífico y GM: Grupo mixto), Movimiento (T: Transeúnte, S: Sobrevuela, P: Perchado y M: Movimiento dentro del lote), Comportamiento (PE: Percha y F: forrajeo) y Observaciones adicionales.

Lote: _____ Fecha: _____ Ciclo lunar: _____

Metodología	Transecto	Hora	Punto	Coord. Norte	Coord. Oeste	+/- metros	Altura

Hora	Especie	N° individuos	Registro	Sexo	Edad	Estructura Social	Movimiento

Comportamiento	Observaciones adicionales

Anexo 2. Lista de especies observadas fuera del muestreo.

<i>Lote 10 A</i>	<i>Cacicus cela</i>
<i>Canal ext. de 8B</i>	<i>Rostrhamus sociabilis</i>
<i>Canal ext. las 35</i>	<i>Donacobius atricapilla</i> (incertea sedis) <i>Rostrhamus sociabilis</i> <i>Volantinia jacarina</i>
<i>Canal fuera de 8B</i>	<i>Rostrhamus sociabilis</i>
<i>Cancha fútbol</i>	<i>Burhinus bistriatus</i> <i>Leucopternis princeps</i>

<i>Casa Armando</i>	<i>Columbina (Scardafella) squammata</i>
<i>Casa verde</i>	<i>Ara severus (severa)</i> <i>Columbina (Scardafella) squammata</i> <i>Columbina minuta</i> <i>Crotophaga ani</i> <i>Icterus nigrogularis</i> <i>Machetornis rixosa (rixosus)</i> <i>Milvago chimachima</i> <i>Orthopsittaca (Ara) manilata</i> <i>Paroaria gularis</i> <i>Pteroglossus castanotis</i> <i>Quiscalus lugubris</i> <i>Sicalis flaveola</i> <i>Thamnophilus doliatus</i> <i>Thraupis palmarum</i> <i>Todirostrum cinereum</i> <i>Troglodytes aedon</i>
<i>Casino</i>	<i>Cyanocorax violaceus</i> <i>Icterus chrysater</i> <i>Icterus nigrogularis</i> <i>Mimus gilvus</i> <i>Quiscalus lugubris</i> <i>Tangara cayana</i>
<i>Entrada las 35</i>	<i>Elaenia flavogaster</i> <i>Forpus conspicillatus</i> <i>Pitangus sulphuratus</i> <i>Ramphocelus carbo</i> <i>Tangara cayana</i>
<i>Laguna las 35</i>	<i>Anhinga anhinga</i> <i>Butorides striata (striatus)</i> <i>(Polyborus plancus) Caracara cheriguey</i> <i>Ardea (Casmerodius) alba (albus)</i>

	<i>Chloroceryle amazona</i> <i>Dendrocygna autumnalis</i> <i>Egretta thula</i> <i>Fluvicola pica</i> <i>Ixobrychus involucris</i> <i>Jacana jacana</i> <i>Leistes militaris</i> <i>Milvago chimachima</i> <i>Opisthocomus hoazin</i> <i>Phimosus infuscatus</i> <i>Piculus chrysochloros</i> <i>Pitangus sulphuratus</i> <i>Vanellus chilensis</i>
Lote búfalos	<i>Platalea (Ajaia) ajaja (ajaia)</i> <i>(Polyborus plancus) Caracara cheriguy</i> <i>Vanellus chilensis</i>
Matorral fuera de 8B	<i>Donacobius atricapilla (incertea sedis)</i> <i>Sicalis flaveola</i> <i>Sporophila schistacea</i> <i>Volantinia jacarina</i>
Lote con pasto	<i>Columbina talpacoti</i> <i>Himantopus mexicanus</i> <i>Icterus nigrogularis</i> <i>Ramphocelus carbo</i> <i>Tangara cayana</i>
Portería	<i>Crotophaga ani</i> <i>Milvago chimachima</i> <i>Orthopsittaca (Ara) manilata</i> <i>Sicalis flaveola</i> <i>Todirostrum cinereum</i> <i>Tyrannus melancholicus</i>
Pozos tratamiento de aguas	<i>Bubulcus ibis</i>

<i>Buteo magnirostris</i>	
<i>Butorides striata (striatus)</i>	
<i>(Polyborus plancus) Caracara cheriguey</i>	
<i>Chloroceryle amazona</i>	
<i>Chloroceryle americana</i>	
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	
<i>Dendrocygna viduata</i>	
<i>Eudocimus ruber</i>	
<i>Fluvicola pica</i>	
<i>Icterus nigrogularis</i>	
<i>Jacana jacana</i>	
<i>Milvago chimachima</i>	
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	
<i>Pilherodius pileatus</i>	
<i>Paroaria gularis</i>	
<i>Phimosus infuscatus</i>	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	
<i>Polytmus guainumbi</i>	
<i>Syrigma sibilatrix</i>	
<i>Todirostrum cinereum</i>	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	
<i>Vanellus chilensis</i>	
<hr/>	
<i>Río guayuriba</i>	<i>Rynchops niger (nigra)</i>

Anexo 3. Lista de especies del muestreo por lote, mediante cada una de las técnicas de muestreo y agremiación de las especies considerando el tipo de recurso y el estrato de forrajeo. Gremios: C (carnívoro), F (frugívoros), G (granívoro), I (insectívoro), N (nectarívoro), CA (carroñero) y FO (folívoro). Estratos: T (terrestre), A (acuático), S (sotobosque), SU (sub dosel), D (dosel) y AE (aérea).

Edad	Familia	Especies	Gremio	Registros	Capturados
<i>Juvenil</i>	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	C-A, AE	2	
		<i>Buteo magnirostris</i>	I, C-S	1	1
	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	C-T, A	13	
	Ardeidae	<i>Syrigma sibilatrix</i>	C, I-T	1	
		<i>Ardea (Casmerodius) alba (albus)</i>	C-T, A	19	
		<i>Egretta caerulea</i>		1	

		<i>Egretta thula</i>		4	
		<i>Bubulcus ibis</i>	I, C-T	73	
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	C, I-T	2	
	Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	G-T	1	1
		<i>Columbina talpacoti</i>		21	9
	Cuculidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	F-D	81	
		<i>Crotophaga ani</i>	I-T, D	74	
	Emberizidae	<i>Oryzoborus angolensis</i>	G-S, M	1	1
		<i>Oryzoborus schistacea</i>		5	
		<i>Sicalis flaveola</i>	G-T	36	20
		<i>Sporophila intermedia</i>	G-T, S	2	2
		<i>Sporophila schistacea</i>		25	1
		<i>Volantinia jacarina</i>		7	
	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	C, I-T, D	25	
		<i>Buteo magnirostris</i>	I, C-S	4	
	Falconiformes	<i>Buteogallus urubitinga</i>	C-T, D	32	
	Furnaridae	<i>Phacellodomus rufifrons</i>	I, C-S, D	99	5
	Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	I, C-S	38	1
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	I, F-D	4	
	Picidae	<i>Piculus flavigula</i>	I-D	1	
	Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	F, G-D	16	
		<i>Orthopsittaca (Ara) manilata</i>	F-D	6	
		<i>Aratinga pertinax</i>	G, F-D	18	
		<i>Ara severus (severa)</i>	G-D	4	
	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	I, F-D	13	
	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	C, I-T	2	
		<i>Eudocimus ruber</i>	C, I-T, A	15	
	Trochilidae	<i>Amazilia fimbriata</i>	N-S, D	2	1
	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	F, I-T, D	6	5
		<i>Turdus nidigenis</i>	F, I-T, M	1	1
	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	I, F-D	4	2
		<i>Elaenia parvirostris</i>		1	1
		<i>Thraupis episcopus</i>		1	
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	I, F-T, D	45	
		<i>Megarhynchus pitangua</i>	I-D	1	1
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>		16	
		<i>Tyrannus melancholicus</i>		68	4
		<i>Tyrannus savana</i>		62	
		<i>Fluvicola pica</i>	I-T	1	1
<i>Intermedia</i>	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	C-T, D	1	
		<i>Buteo magnirostris</i>	I, C-S	3	

Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	C-T, A	32	
	<i>Dendrocygna viduata</i>		2	
Anhingiidae	<i>Anhinga anhinga</i>	C-A	1	
Apodidae	<i>Streptoprognes zonaris</i>	I-AE	5	
Ardeidae	<i>Syrigma sibilatrix</i>	C, I-T	7	
	<i>Ardea (Casmerodius) alba (albus)</i>	C-T, A	5	
	<i>Egretta caerulea</i>		2	
	<i>Egretta thula</i>		1	
	<i>Bubulcus ibis</i>	I, C-T	29	
	<i>Ardea (Casmerodius) alba (albus)</i>	(en blanco)	10	
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	CA-T, AE	1	
	<i>Coragyps atratus</i>		1	
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	C, I-T	11	
Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	G-T	2	2
	<i>Columbina talpacoti</i>		17	1
Cuculidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	F-D	3	
	<i>Crotophaga major</i>	I-T, D	5	
	<i>Crotophaga ani</i>		51	
Emberizidae	<i>Oryzoborus angolensis</i>	G-S, M	1	1
	<i>Ammodromus humeralis</i>	G-T	1	1
	<i>Sicalis flaveola</i>		19	1
	<i>Sporophila schistacea</i>	G-T, S	2	1
	<i>Volantinia jacarina</i>		1	1
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	C, I-T, D	59	
Furnaridae	<i>Phacellodomus rufifrons</i>	I, C-S, D	11	
Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	I, C-S	12	
	<i>Gymnomystax mexicanus</i>	I, C-S, M	9	
	<i>Icterus nigrogularis</i>		19	
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	I-A	4	
Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	FO-S, D	14	
Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	F, G-D	7	
	<i>Orthopsittaca (Ara) manilata</i>	F-D	28	
	<i>Aratinga pertinax</i>	G, F-D	3	
	<i>Ara severus (severa)</i>	G-D	4	
Thraupidae	<i>Tangara cayana</i>	F-S, D	2	2
	<i>Thraupis episcopus</i>	I, F-D	29	2
	<i>Thraupis palmarum</i>		1	1
Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	C, I-T	11	
Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	F, I-T, D	1	1
Tyrannidae	<i>Elaenia parvirostris</i>	I, F-D	22	1
	<i>Thraupis episcopus</i>		1	

<i>Adulta</i>		<i>Pitangus sulphuratus</i>	I, F-T, D	82	3
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	I-D	11	4
		<i>Tyrannus melancholicus</i>		56	
		<i>Fluvicola pica</i>	I-T	2	
	Accipitridae	<i>Buteo nitidius</i>	C-D	5	
		<i>Buteogallus (Heterospizias) meridionalis</i>	C-M	1	
		<i>Leptodon cayanensis</i>	I, C-S	1	
	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	C-T, A	2	
	Ardeidae	<i>Syrigma sibilatrix</i>	C, I-T	5	
		<i>Ardea (Casmerodius) alba (albus)</i>	C-T, A	18	
		<i>Pilherodius pileatus</i>		1	
		<i>Bubulcus ibis</i>	I, C-T	13	
	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	CA-T, AE	2	
	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	I-T, D	36	
	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	C, I-T, D	1	
		<i>Milvago chimachima</i>		340	
		<i>Leucopternis albicollis</i>	C-D	1	
	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	F-D	8	
		<i>Orthopsittaca (Ara) manilata</i>		58	
		<i>Aratinga pertinax</i>	G, F-D	12	
	<i>Ara severus (severa)</i>	G-D	4		
Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	C, I-T	14		
	<i>Eudocimus ruber</i>	C, I-T, A	25		
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	I-D	2		