

COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA
AVIFAUNA EN DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

GIOVANNI CÁRDENAS CARMONA

Trabajo de grado presentado como
requisito parcial para optar al título
de Biólogo - énfasis en Zoología.

DIRECTOR: LUIS GERMÁN NARANJO, Ph.D

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

SANTIAGO DE CALI, 1998

1. INTRODUCCIÓN

El incremento del número de seres humanos, su movimiento hacia las áreas naturales y la industrialización, han hecho evidente un declinamiento en la diversidad de especies asociado con la destrucción de los ecosistemas (Pimentel *et al.*, 1992). Por esta razón, es muy importante proteger la diversidad biológica tanto en los sistemas agrícolas y forestales como en los asentamientos humanos, los cuales comparten una cobertura aproximada del 95% del ambiente terrestre (apenas el 5% esta deshabitado o no tiene algún tipo de manejo). Por otra parte, aunque la mayoría de las especies están localizadas en zonas que son manejadas para la agricultura, actividades forestales y asentamientos humanos, es necesaria la conservación regional de los parches aislados de hábitats naturales y la integración en la conservación de la biodiversidad, tanto para parques naturales como para los sistemas agrícolas y forestales (Pimentel *et al.*, 1992).

El valle geográfico del Río Cauca ha sufrido muchos cambios en sus comunidades naturales, tanto florísticas como faunísticas, desde varios siglos atrás cuando los colonizadores introdujeron el cultivo de la caña de azúcar y crearon praderas artificiales para la actividad ganadera. Los remanentes de hábitats naturales son apenas algunos parches aislados de bosque y humedales siendo el paisaje dominante las amplias praderas de pastoreo y

los extensos monocultivos principalmente los de la caña de azúcar (Naranjo, 1992).

La ausencia casi total de grupos taxonómicos especializados (especies neotropicales) y aves migratorias forestales en las zonas de pastoreo y monocultivos del Valle del Cauca indican el impacto negativo que puede ocasionar la conversión de los bosques tropicales en campos de explotación agropecuaria sobre la avifauna. Pero por otro lado la existencia de pequeñas manchas de vegetación arbórea y de corredores de hábitat espacialmente heterogéneo pueden incrementar tanto la riqueza como la diversidad de aves en zonas ganaderas y/o agrícolas (Naranjo, 1992).

El conjunto completo de manchas boscosas del valle constituye importantes vínculos para aquellas especies de movimientos amplios. Además, los bosques forman un complejo importante como centros pobladores de áreas boscosas mas reducidas, tales como guaduales, arboledas campestres (sistemas silvopastoriles y agroforestales) y parques urbanos (Orejuela *et al.*, 1979b).

Programas de conservación basados en principios ecológicos pueden ayudar a incrementar la producción agrícola y forestal, mientras que al mismo tiempo mantienen la diversidad biológica. Una abundancia de biomasa, diversidad de especies de plantas, diversidad de agroecosistemas, grandes

áreas, ecosistemas estables, abundantes nutrientes en el suelo, calidad de los suelos, ciclos biogeoquímicos efectivos, suficiente agua y climas favorables benefician la diversidad de especies (Pimentel *et al.*, 1992).

El efecto de mosaico aparentemente incrementa la diversidad biológica. Otros estudios han mostrado que la diversidad estructural es importante en los diferentes agroecosistemas para proteger la biodiversidad (Pimentel *et al.*, 1992). Se sabe además que diferentes tipos de hábitats pueden contener un sin número de especies diferentes.

La relación existente entre la estructura de la vegetación y el número de especies en el medio ambiente ha sido estudiada más intensivamente para aves. Varios estudios han demostrado en una amplia variedad de ambientes, que las características estructurales de la vegetación, particularmente la distribución vertical de la vegetación es el mejor pronosticador de la diversidad de especies de aves (Orians, 1969).

Básicamente la diversidad en las comunidades aviarias se ven favorecidas por los sistemas de producción agrícolas y forestales ya que estos sistemas presentan condiciones propicias para el establecimiento de especies que no encuentran refugio en los sistemas de monocultivos o extensos pastizales.

Con el propósito de dilucidar la relación existente entre diferentes sistemas de producción silvopastoriles, agrícolas y forestales y las comunidades aviarías que de ellos dependen, en este trabajo se estudiaron características de las comunidades, tales como la composición y diversidad de especies, su organización trófica y la cronología reproductiva de las especies residentes en cada uno de los diferentes sistemas de producción de la Reserva Natural “El Hatico”, Valle del Cauca; la cual había sido sometida a la intervención antrópica para el pastoreo y extensos cultivos de caña, pero que hoy en día presenta un mosaico de sistemas de producción estables e integrados.

2. MARCO TEÓRICO

Diferentes tipos de hábitats característicamente soportan diferentes números de especies. Así, los bosques tienen muchas más especies de aves que los potreros adyacentes y hábitats tropicales usualmente tienen mas especies que sus homólogos de zonas templadas (Orians, 1969), pero estos resultados no son sorprendentes, ya que en zonas tropicales se espera encontrar en cualquier tipo de bosque una alta diversidad de especies, tanto de vegetales como animales (Orejuela, 1979).

Por otra parte, una gran variedad de hábitats (heterogeneidad espacial) ayuda a incrementar la diversidad biológica (MacArthur, 1964).

Incrementando la diversidad de hábitats físicos, se incrementa la diversidad de plantas asociadas y otros organismos presentes en el ecosistema. La diversidad de aves, artrópodos, microbios y otros organismos están asociados con diferentes cultivos y ecosistemas forestales (Pimentel *et al.*, 1992).

La reducción del bosque para crear nuevas zonas de pastoreo y/o agricultura afecta a muchas especies en diferente grado. Especies de tamaño corporal grande son particularmente sensibles a los efectos del área boscosa. Varias especies posiblemente ya se han extinguido completamente, a consecuencia principalmente de la reducción del bosque (Orejuela *et al.*, 1979b).

Con la destrucción y la fragmentación de los bosques originales, las comunidades de aves asociadas a estos hábitats han sido y están siendo perturbadas, pues las manchas de bosque remanentes ya no pueden mantener comunidades de aves de las mismas proporciones (Orejuela, 1979), ya que los diferentes factores que determinan la presencia de una población, no están presentes (Corredor, 1989). Además estas alteraciones de la estructura florística de las comunidades vegetales se sabe que afectan negativamente las comunidades de aves que se reproducen en las zonas templadas y tropicales del nuevo mundo (Saab & Petit, 1992).

En las zonas de pastoreo o potreros como se les conoce comúnmente pueden existir diferencias en cuanto al número de especies presentes en dichos hábitats de acuerdo al tipo y grado de vegetación que esté asociada. Por ejemplo retención de algunas malezas o arbustos en pastizales proveen un hábitat idóneo para numerosas especies, es decir que la retención de este tipo de vegetación en los potreros puede reducir los efectos negativos del desarrollo de pastizales sobre la población de aves de esta zona (Saab & Petit, 1992).

Además si en las zonas abiertas dedicadas al pastoreo de ganado las comunidades están empobrecidas con respecto a otros agroecosistemas adyacentes, la presencia de pequeños remanentes de los mismos y de corredores de cercas vivas o la presencia de árboles en ellas pueden proveer refugio adecuado para poblaciones de aves silvícolas (Naranjo, 1992). Por otro lado el combinar potreros con algunos cultivos por ejemplo, arbustos de leguminosas fijadores nitrógeno, incrementa la productividad total del sistema, y fomenta la diversidad vegetal, y por lo tanto el número de especies de animales asociados (Pimentel *et al.*, 1992; Murgeitio & Calle 1998).

Realmente muy pocos trabajos se han realizado acerca de la estructura y composición de la avifauna presente en estos hábitats antropógenos. Esta carencia de información es lamentable, puesto que el incremento de cultivos y zonas de pastoreo sobre la vegetación natural es cada vez mayor en

muchas áreas y estos hábitats artificiales están ocupados por comunidades aviarias de las cuales se ignoran muchos aspectos relacionados con su funcionamiento (Naranjo, 1992). Menores son los estudios que han documentado el efecto negativo de las áreas de pastoreo en el neotrópico (Saab & Petit, 1992).

3. ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio fue realizado entre los meses de abril de 1997 y marzo de 1998 en la Reserva Natural “El Hatico” localizada en el municipio de El Cerrito, Valle del Cauca ($3^{\circ} 47' N$, $76^{\circ} 16' W$) sobre la parte plana del valle geográfico, a una altura sobre el nivel del mar de 1000 m (Fig. 1).

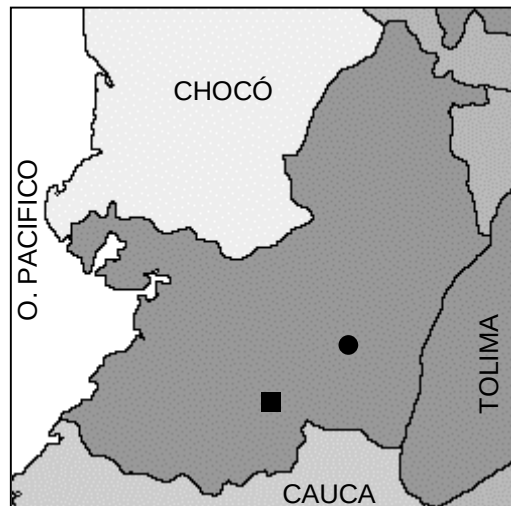


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el Departamento del Valle del Cauca, Colombia. ■ Santiago de Cali, ● El Cerrito.

La Reserva Natural tiene una extensión de 288 ha en un terreno completamente plano, presenta una temperatura promedio anual de 24° C. y una pluviosidad media anual de 850 mm. De acuerdo con estas características bioclimatológicas la Reserva Natural pertenece a la zona de vida bosque-seco Tropical (bs-T) según la clasificación de Holdridge (Espinal, 1968).

Dentro del área de la reserva se pueden diferenciar claramente varios sistemas de producción, a saber: silvopastoril, cañaduzal, guadual, bosque y frutales. La vegetación dominante en cada uno de estos sistemas de producción presenta características ecológicas y fisionómicas propias.

Los sistemas de producción que comprenden este estudio y su vegetación dominante son los siguientes:

Silvopastoril con un área total de 140 ha, se divide en dos sub-areas: Estrella (EST): con un área de 105 ha y predominio de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), asociado con árboles de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) principalmente, además de otros árboles grandes como Matarratón (*Gliricidia sepium*), Chiminango (*Pithecellobium dulce*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Samán (*Pithecellobium saman*), Nacadero (*Trichanthera gigantea*), Ceiba (*Ceiba pentandra*) y algunas palmas reales (Fig. 2).

Figura 2. Vista panorámica del sistema silvopastoril Estrella.

Leucaena (LEU): con un área de 35 ha y predominio de arbustos de *Leucaena leucocephala* fijadores de nitrógeno, para el ramoneo del ganado, asociados con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) además de árboles de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) principalmente, Matarratón (*Gliricidia sepium*), Chiminango (*Pithecellobium dulce*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Samán (*Pithecellobium saman*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*) entre otros (Fig. 3).

Figura 3. Vista panorámica del sistema silvopastoril Leucaena.

Cañaduzal-hatico (CAH): con un área de 100 ha y predominio de caña de azúcar, este cañaduzal hace parte integral de la Reserva Natural. En sus áreas marginales presenta setos de árboles de Matarratón (*Gliricidia sepium*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*) entre otros y recibe un manejo agroecológico, es decir, sin quemas ni agroquímicos (Fig. 4).

Figura 4. Vista panorámica del sistema agrícola Cañaduzal-hatico.

Cañaduzal-trébol (CAT): con un área de 40 ha y predominio de caña de azúcar, este cañaduzal no hace parte integral de la Reserva Natural porque se encuentra a una distancia de 4 km aproximadamente. Este cultivo recibe un manejo agroecológico igual al que se encuentra dentro de los predios de la Reserva Natural, pero en este caso, toda el área está rodeada por cultivos de caña de grandes extensiones que son manejados convencionalmente, haciendo uso de la quema y los agroquímicos. Por otro lado no presenta áreas marginales con arborización, además, en muchos kilómetros a la

redonda no existe un bosque, guadual o áreas en donde el manejo de la tierra sea diferente al monocultivo de la caña de azúcar (Fig. 5).

Figura 5. Vista panorámica del sistema agrícola Cañaduzal-trébol.

Guadual (GUA): con un área de 25 ha y predominio de la gramínea *Bambusa angustifolia*, asociada con árboles de Caucho (*Ficus insipida*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Samán (*Pithecellobium saman*) y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) además de platanillas (*Heliconia* spp.), palmeras y arbustos de diferentes familias; el estrato bajo está densamente poblado por monocotiledóneas y dicotiledóneas (Fig. 6).

Figura 6. Vista panorámica del sistema forestal Guadual.

Bosque (BOS): con un área de 13 ha y predominio de árboles de gran tamaño como Caracolí (*Anacardium excelsum*), Caucho (*Ficus insipida*), Ceiba (*Ceiba pentandra*) y Samán (*Pithecellobium saman*). Contiene parches interiores de guadua muy bien definidos, palmeras de diferentes especies (14) y platanillas (*Heliconia* spp.). El estrato medio está densamente poblado por arbustos, lianas y helechos, y el estrato bajo por monocotiledóneas y dicotiledóneas; hay muy poca abundancia de epífitas y parásitas (Fig. 7).

Figura 7. Vista panorámica del sistema forestal Bosque.

Frutales (FRU): con un área de 5 ha y predominio de árboles frutales como mandarinos, naranjos, chirimoyas, guayabos, zapotes, guanábanos, pomarrosas, papayos, madroños, mangos y matas de plátano, asociados con Samanes que presentan abundancia de epífitas, además de árboles ornamentales, maderables y plantas ornamentales ubicados en los alrededores de la casa principal (Fig. 8).

Figura 8. Vista panorámica del sistema agroforestal Frutales.

También cabe notar que dentro de la Reserva Natural existen muchos cercos vivos, además de la presencia de árboles grandes y aislados en los linderos y callejones tanto en el área pecuaria como agrícola incrementando la diversidad de especies vegetales en esta zona. Por otro lado existe dentro de la reserva un área de 5 ha destinada al cultivo de árboles de Nacedero y Matarratón, los cuales constituyen un banco de proteínas para el levante de animales de cría de bovinos, ovinos, porcinos y equinos, incrementando así la diversidad física de hábitats.

4. MÉTODOS

4.1 Métodos De Muestreo

4.1.1 Avifauna

El censo de las aves se realizó por medio del método de parcelas circulares propuesto por Reynolds *et al.*, (1980). Contando todas las aves observadas y oídas alrededor de una serie de estaciones y estimando la distancia horizontal desde cada estación hasta cada ave registrada dentro de círculos concéntricos de radio fijo.

En este estudio se ubicaron cuatro estaciones por cada sistema de producción para un total de 28 en el área total de la Reserva Natural (Fig. 9), incluyendo además las 40 ha de Cañaduzal-trébol. Las cuatro estaciones dentro de un mismo sistema de producción se ubicaron al azar y estuvieron separadas entre sí por 100 m de distancia mínima, pero de tal modo que se minimizara el efecto de borde y el solapamiento de las mismas.

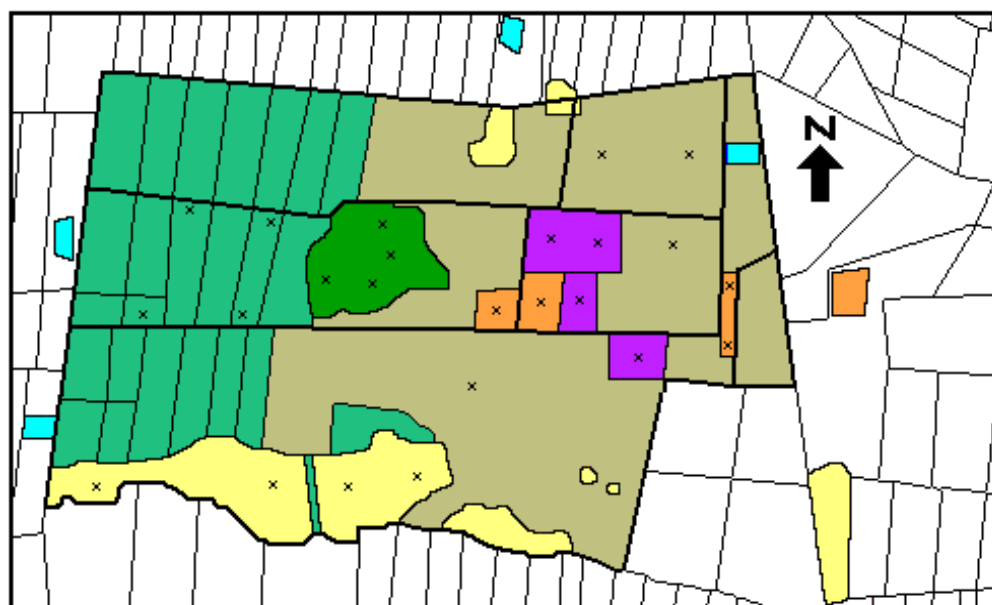


Figura 9. Mapa de la Reserva Natural “El Hatico”.

En los sistemas de producción Estrella, Cañaduzal-hatico, Cañaduzal-trébol y Frutales, el tiempo de observación en cada estación, fue de 10 min precedidos de 5 min después del arribo a la estación y el radio del borde externo de los círculos fue de 10 m. En los sistemas de producción Leucaena, Guadual y Bosque, el tiempo de observación en cada estación fue de 13 min precedidos de 5 min después del arribo a la estación y el radio del borde externo de los círculos fue de 5 m. Sólo se registraron aquellas aves que utilizaban activamente el área de censo. La diferencia en el tiempo de observación y el radio del borde externo de los círculos es una recomendación de Reynolds *et al.*, (1980), relacionada con la capacidad de observación entre espacios abiertos y cerrados.

Los censos se llevaron a cabo cada quince días durante un período de siete meses (agosto de 1997 - marzo de 1998). Las observaciones se hicieron entre las 0600 y las 0930 horas y entre las 1500 y las 1730 horas. Adicionalmente se hicieron registros visuales de las aves por fuera de las estaciones durante los recorridos en toda la Reserva Natural y sus zonas circundantes, capturas con redes de niebla en el bosque, y una búsqueda de nidos en toda el área de la Reserva Natural. Estas observaciones adicionales fueron oportunistas y no tuvieron restricción alguna en cuanto a la metodología y el horario.

4.1.2 Caracterización vegetal

En cada una de las estaciones de censo fueron establecidos transectos de 10 metros de largo y 1 metro de ancho en dirección norte-sur, en los cuales se efectuaron las mediciones para las siguientes variables de la vegetación:

- Número de estratos vegetales sobre 1.70 metros: discriminado en tres clases (medio, alto y emergente), se registró al inicio y al final de cada transecto.
- Cobertura del dosel: con un densiómetro esférico cóncavo Forestry Suppliers Inc., se hicieron 4 mediciones, una en dirección a cada punto cardinal, al inicio y al final de cada transecto, procesando los datos según la metodología de Lemmon (1957).
- Heterogeneidad vertical: con un tubo de aluminio de 6 m de altura marcado a intervalos de 10 cm, fueron contados los intervalos en los cuales se observó la intercepción de vegetación hasta una distancia de 10 cm perpendiculares a ambos lados, se hicieron mediciones al inicio y al final de cada transecto, usando la metodología descrita por Mills *et al.*, (1991).
- Heterogeneidad horizontal: Con una cinta métrica fueron tomadas las distancias al inicio y al centro de cada transecto, la altura, la cobertura y el diámetro a la altura del pecho de dicotiledóneas arbóreas con un DAP > 8 cm, y agrupándolas por clases (8-15, 15-23, 23-38, 38-53, 53-69, 69-84, 84-102 y >102 cm) siguiendo la metodología de James & Shugart (1970).

Esta medición se hizo solamente en los sistemas forestales de Bosque y Guadual.

- Diversidad de formas de desarrollo: con una cinta métrica se midió la cobertura sobre cada transecto, la altura total y el número de individuos para cada uno de cuatro formas de desarrollo de las plantas: helechos menores de 2 m, palmas menores de 2 m, monocotiledóneas y dicotiledóneas con un DAP < 8 cm, siguiendo el método (modificado) de Blake & Hoppes (1986).

4.2 Tratamiento De Datos

Las observaciones de campo fueron sistematizadas en una base de datos del programa Excel 5.01 para Windows 95. En esta base de datos se registró el nombre científico hasta especie utilizando la guía de campo de Hilty & Brown (1986), la fecha, la hora, el sistema de producción, la estación, la distancia estimada en metros hasta el ave y el número de individuos de cada especie.

Para las mediciones de la vegetación se elaboró una base de datos en el programa Excel 5.01 para Windows 95. En esta base de datos se registraron las medidas tomadas para el número de estratos sobre 1.70

metros, cobertura del dosel, volumen total de la vegetación, diversidad horizontal, diversidad de formas de desarrollo y diversidad vertical.

4.2.1 Abundancia, riqueza y diversidad de aves

Para las especies registradas en los censos se calculó la abundancia arbitrariamente asignada según la probabilidad de observación, así: Probabilidad de observación = calculada como el producto de la frecuencia de observación (No. de registros / Total de censos [14]) y la proporción de sitios en donde se observó la especie (No. de estaciones / Total de estaciones [28]). Así, los valores de 1.0 indican la virtual seguridad de observación de una especie en cualquier fecha en la Reserva Natural (Naranjo & Estela, en prensa).

Abundancia :

- C (común) = 1.0 – 0.25
- A (abundante) = como el anterior, pero 18 o más individuos observados
- PC (poco común) = 0.24 – 0.10
- R (rara) = 0.09 – 0.01

La densidad de las especies que fueron comunes en la Reserva Natural en los censos en cada sistema de producción fue determinada mediante la inspección de un histograma de la moda del número de individuos por unidad de área en círculos concéntricos de radio determinado desde la estación, escogiendo el círculo donde la densidad empieza a declinar, sumando el

número de individuos registrados dentro del círculo de radio fijo (Punto de inflexión) y dividiéndolo por el área. Convirtiendo así la densidad resultante en un área estándar de aves por hectárea en cada sistema de producción (Reynolds *et al.*, 1980).

4.2.2 Caracterización vegetal

Las mediciones de la vegetación permitieron el calculo de las siguientes variables:

- Número de estratos vegetales sobre 1.70 metros (NEV): calculado al sumar el número de estratos presentes por transecto.
- Cobertura del dosel (COB): calculada al promediar las mediciones por transecto y multiplicar este valor por 1.04 para obtener el valor de descubertura, el cual se le resta a 100 para obtener el porcentaje de cobertura.
- Volumen total de la vegetación (TVV): calculado como; $TVV = h/10p$, donde h = número total de intercepciones de la vegetación sobre el tubo de aluminio y p = número de repeticiones por transecto.
- Diversidad horizontal (HSD): calculada mediante el índice de Shannon-Wiener, donde las “especies” corresponden a cada una de las categorías de DAP.
- Diversidad de formas de desarrollo (DFD): calculada mediante el índice de Shannon-Wiener, donde las “especies” corresponden a cada una de las categorías de formas de desarrollo.

- Diversidad vertical (FHD): calculada mediante el índice de Shannon-Wiener, donde las “especies” corresponden a cada intervalo de 60 cm, y los valores a la sumatoria de los contactos en ellos.

4.2.3 Análisis estadísticos

Los estimados de abundancia, riqueza y el número de especies compartidas entre las estaciones de censo, al igual que los datos y curvas de los datos estimados y observados, se obtuvieron mediante el programa EstimateS Versión 5 (Colwell, 1997), para Windows 95.

Los índices de diversidad (H') y riqueza (S) de la avifauna fueron calculados con el programa Excel 5.01 para Windows 95.

El agrupamiento de los hábitats según la composición y abundancia de especies, el agrupamiento de los hábitats con base en la composición de la avifauna y el agrupamiento de las localidades vallecaucanas con base en la composición de su avifauna, se hicieron mediante un análisis de similitud basado en distancias euclidianas (UPGMA).

Con base en las medidas de la vegetación se calcularon las diversidades con el índice de Shannon-Wiener, de las variables para la caracterización de la heterogeneidad espacial de los sistemas de producción.

5. RESULTADOS

5.1 Avifauna

5.1.1 Composición general

Un total de 135 especies de aves, pertenecientes a 39 familias de 17 ordenes se observó en toda el área de la Reserva Natural (ver Anexo 1 para la composición taxonómica y algunos de los atributos ecológicos de la avifauna registrada en la Reserva Natural). De éstas, 89 (66%) se encontraron haciendo uso efectivo de los diferentes agroecosistemas durante los censos, pero solo 25 (18.5% del total) de éstas a su vez fueron comunes en los censos en los siete sistemas de producción.

Para el área total de la Reserva Natural, es notable la riqueza de especies de aves. La familia más rica es Tyrannidae con 19 especies (14%) seguida por Fringillidae con 11 especies (8%) y Thraupidae con ocho especies (6%), treinta familias estuvieron representadas por 4 especies o menos (Fig. 10).

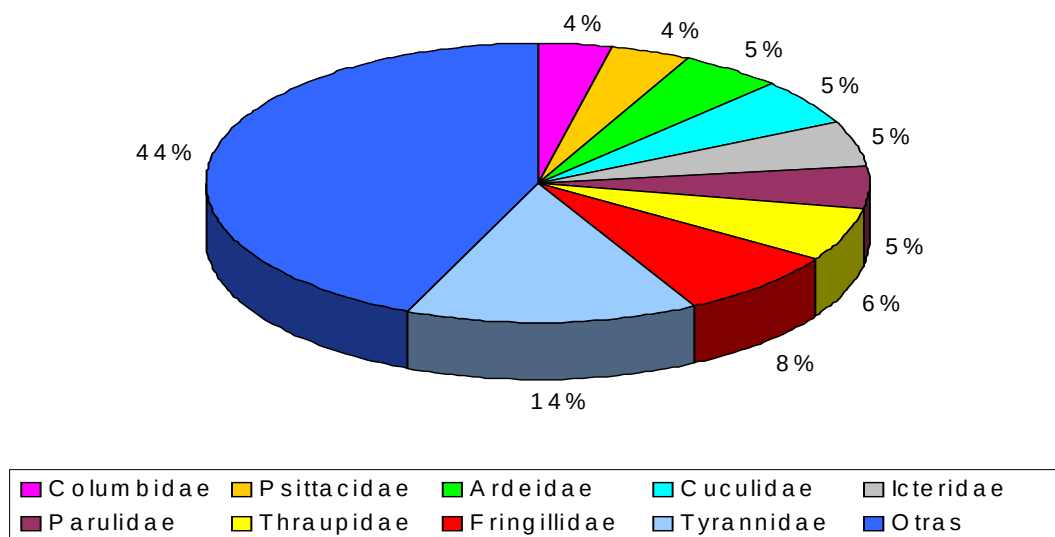


Figura 10. Composición porcentual de las familias.

Se registraron también nueve especies de las cuales no se tienen registros con anterioridad para el Valle del Cauca y no existe concordancia con la distribución latitudinal descrita por Hilty & Brown (1986). También es importante resaltar la riqueza de especies de aves no passeriformes, especialmente de aves acuáticas y la presencia de especies de grupos taxonómicos especializados.

5.1.2 Datos observados y estimados

Los datos de la riqueza de especies observadas y los datos estimados en las 28 estaciones son muy similares entre sí. Las mayores diferencias

encontradas están en las estaciones de los sistemas forestales de Bosque (21-24) y Guadual (25-28), debido a lo denso e inaccesible de otras partes de estos sistemas distintas a las estaciones de observación. Por otro lado Cañaduzal-trébol (13-16) y Cañaduzal-hatico (17-20) presentaron menor riqueza de especies tanto observada como estimada, contrario a lo observado en los sistemas de producción Estrella (1-4), Leucaena (5-8) y Frutales (9-12), donde los índices de riqueza de especies fueron las mas altas de todos los sistemas de producción (Fig. 11).

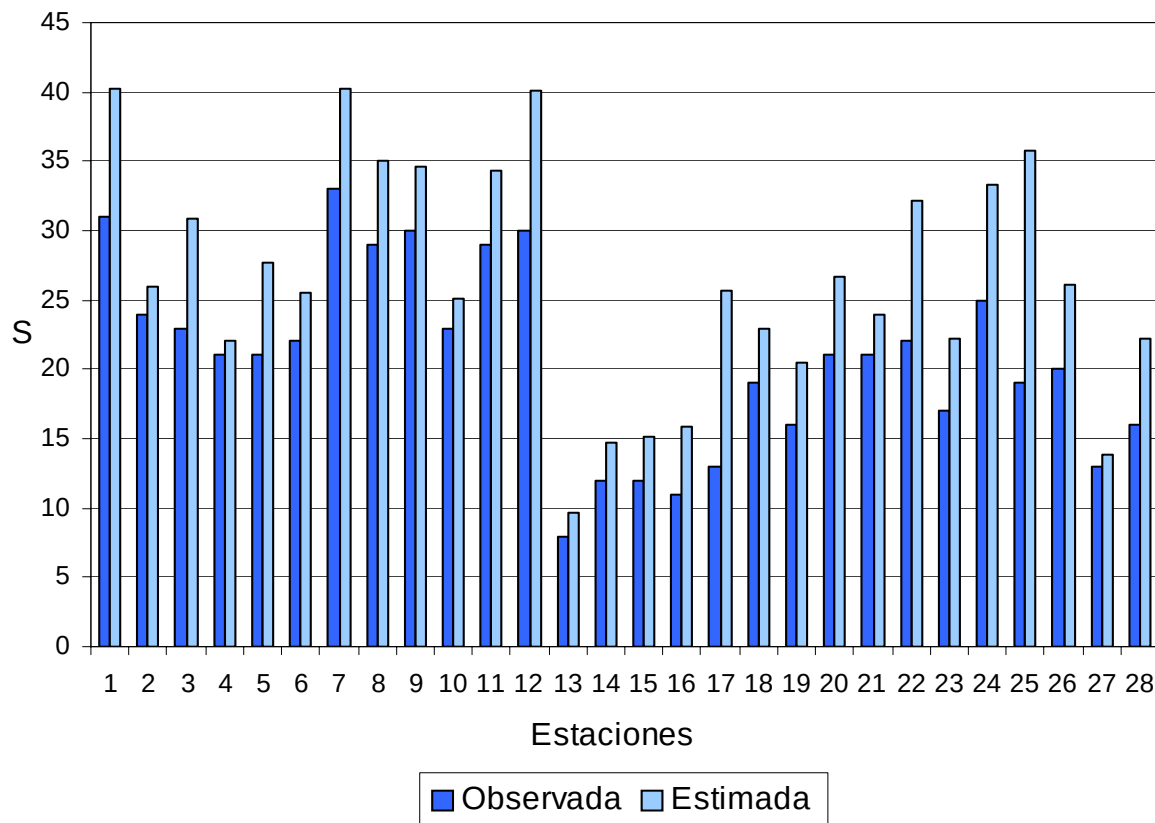


Figura 11. Riqueza observada y estimada de especies en las estaciones de muestreo.

Los datos de las especies compartidas observadas y estimadas entre pares de estaciones de muestreo son muy similares entre sí. Se observa que para los sistemas silvopastoriles y agroforestal (1-11) los valores son los mas altos, es decir que comparten un mayor número de especies con los otros sistemas, para los sistemas agrícolas (12-19) encontramos valores intermedios es decir que comparten en cierto grado las especies con otros sistemas y que para los sistemas forestales (20-27) son los más bajos o comparten un menor número de especies con otros sistemas de producción (Fig. 12).

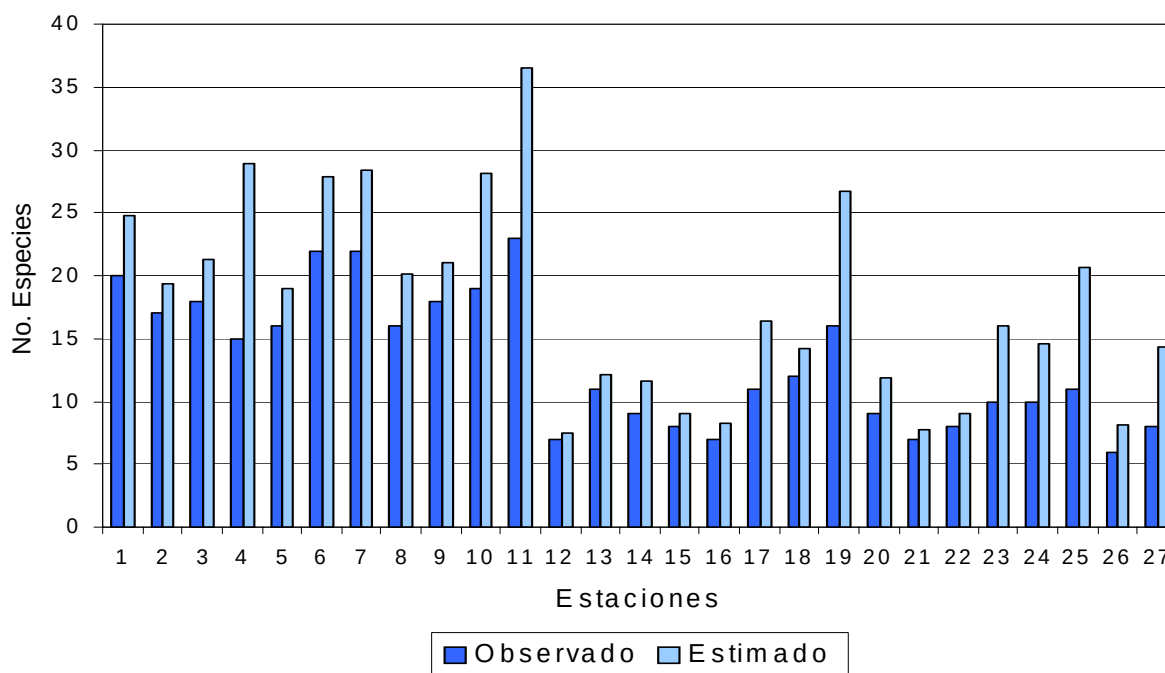


Figura 12. Número observado y estimado de especies compartidas en las estaciones de muestreo.

La curva del número de especies observadas y de los índices de riqueza (Chao 1, 2 y Jackknife 1, 2), nos muestra una buena aproximación entre los valores observados y las estimaciones realizadas por el programa estadístico utilizado lo que nos indica una buena cobertura del inventario realizado; estas curvas se encuentran por encima de la curva de especies observadas debido obviamente a que las observaciones nunca superan las estimaciones. En caso de que el muestreo alcance a registrar la totalidad de las especies presentes, la curva de las observaciones máximo igualaría la curva de las estimaciones (Fig. 13).

En cuanto a las curvas de especies que presentan un solo individuo y aquellas que presentan mas de un individuo se presenta un comportamiento esperado, ya que al inicio de los muestreos la primera se encuentra por encima de la segunda, pero esta tendencia se invierte a medida que avanzan los muestreos y se registra un mayor número de individuos por especie (Fig. 13).

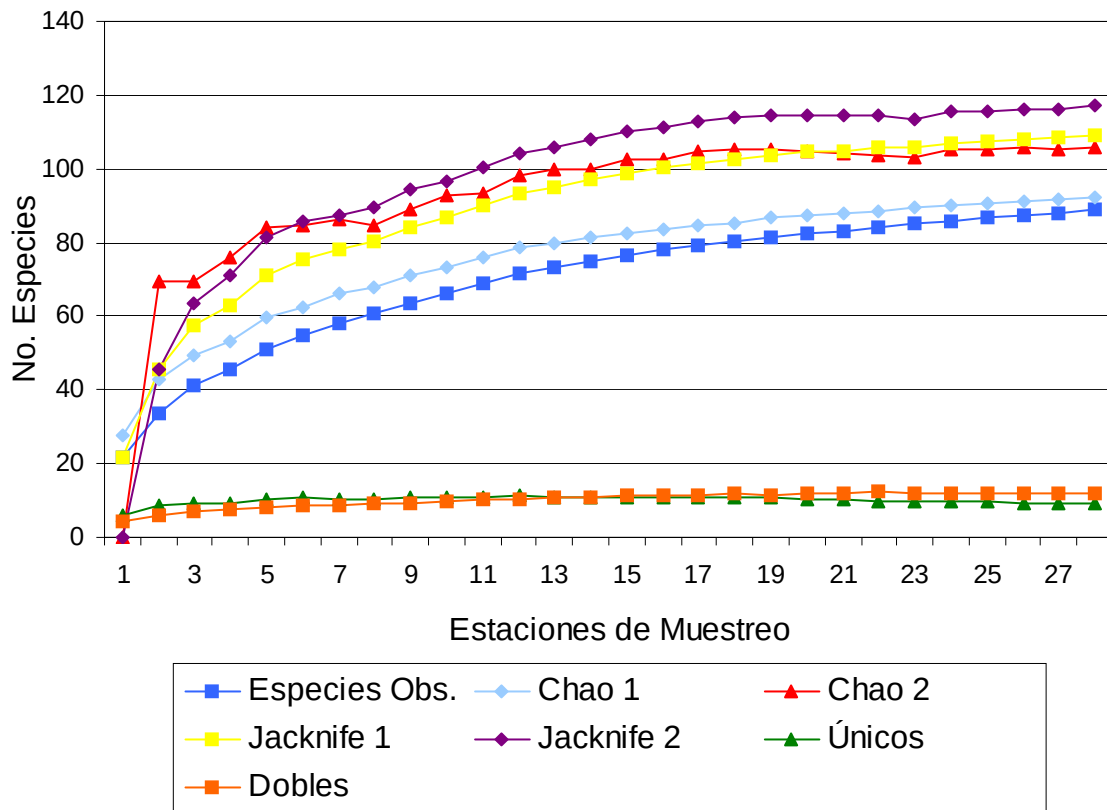


Figura 13. Curvas de saturación de las especies, de los índices de riqueza Chao y Jackknife y de los únicos y dobles.

5.2 Comparación Entre Sistemas De Producción

5.2.1 Riqueza y diversidad de aves

En cuanto a la riqueza de aves de los diferentes sistemas de producción se observó que los sistemas silvopastoriles son los más ricos: Frutales presentó una riqueza de 57 especies, Leucaena de 46 y Estrella de

43 y les siguen en orden descendente Bosque y Cañaduzal-hatico con 33 especies cada uno; por ultimo se encuentran Guadual y Cañaduzal-trébol con 29 y 19 especies respectivamente.

En cuanto a la diversidad los sistemas silvopastoriles siguen siendo los más diversos, Frutales con una diversidad de 3.21, Leucaena con 3.07 y Estrella con 2.98, les siguen Bosque con 2.86, Guadual con 2.73, Cañaduzal-hatico con 2.43 y por último esta Cañaduzal-trébol con una diversidad de 1.53.

5.2.2 Especies exclusivas y compartidas

Tres de los sistemas estudiados presentaban una sola especie exclusiva compartiendo el resto con uno o más de los sistemas: Cañaduzal-trébol, Guadua y Leucaena. Dos sistemas presentaron un número elevado de especies exclusivas (Frutales y Bosque), y por último, Cañaduzal-hatico y Estrella presentaron un número moderado de especies exclusivas (Fig. 14).

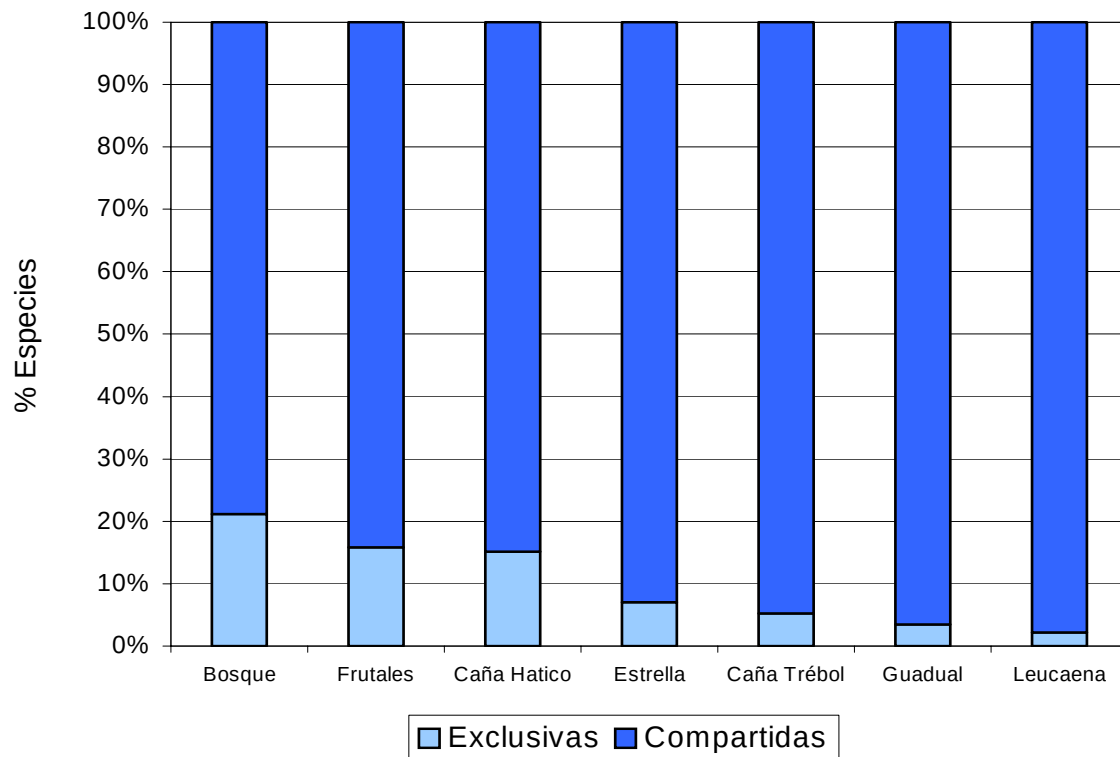


Figura 14. Porcentaje de especies exclusivas y compartidas en los sistemas de producción.

Se observó que una especie en particular presenta densidades diferentes, muy probablemente a las diferencias en las características estructurales, fisionómicas y de manejo de cada sistema de producción (Tabla 1.).

Al igual que las especies que están restringidas a ciertos tipos de sistemas como los forestales y en alguna medida, también los agrícolas, estas diferencias en los sistemas dentro de un mismo grupo de ellos están

dadas por características intrínsecas y extrínsecas de los sistemas de producción, tales como el área, oferta de recursos y manejo de las zonas circundantes.

Tabla 1. Densidad de las especies comunes en los sistemas de producción.

<i>Especie</i>	BOS	CAH	CAT	EST	FRU	GUA	LEU
<i>Bubulcus ibis</i>	----	31.8	4.3	36.9	7.7	----	18.6
<i>Coragyps atratus</i>	24.7	----	----	8.8	14.1	15.9	0.7
<i>Buteo magnirostris</i>	3.9	0.6	----	1.9	1.5	4.2	0.8
<i>Milvago chimachima</i>	----	14.1	15.2	1.7	3.9	10.6	1.4
<i>Ortalis motmot</i>	19	----	----	----	----	15.6	----
<i>Vanellus chilensis</i>	----	3.4	0.5	4	8.4	----	28.3
<i>Columba subvinacea</i>	15.2	10.6	----	----	3.5	31.8	4.4
<i>Columbina talpacoti</i>	----	5.1	17.9	6	29.8	----	9.1
<i>Forpus conspicillatus</i>	18.8	----	----	28	254.6	47.7	28.3
<i>Pionus menstruus</i>	35.8	----	----	4.1	19.4	33.8	5.2
<i>Crotophaga ani</i>	----	37.8	24.3	39.4	12	21.8	25.3
<i>Amazilia tzacatl</i>	28.2	3.5	----	1.5	25.42	42.4	31.8
<i>Cercomacra nigricans</i>	9.9	----	----	----	----	20.3	----
<i>Elaenia flavogaster</i>	7.8	----	----	3.8	10.6	42.4	9.9
<i>Todirostrum cinereum</i>	----	31.8	----	14.1	14.1	----	17.6
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	----	17.6	31.8	6.2	4.2	----	6.8
<i>Fluvicola pica</i>	----	17.6	31.8	3.5	7.9	----	11.4
<i>Pitangus sulphuratus</i>	28.3	4.2	15.9	3.1	6	19.8	9.1
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	10.1	6.1	15.2	6	12.3	18.1	11.5
<i>Myiodynastes maculatus</i>	28.2	----	----	3.5	5	17.6	7.9
<i>Tyrannus melancholicus</i>	16.5	3.7	5	3.7	5.7	19.8	4.6
<i>Troglodytes aedon</i>	----	10.4	23.8	5.1	9	8	12.5
<i>Turdus ignobilis</i>	11	28.3	----	3.2	6	16	4.4
<i>Thraupis episcopus</i>	27.8	----	----	19	25.6	39.7	7.8
<i>Sicalis flaveola</i>	----	6.2	----	6.5	21.8	----	31.8

densidad = aves / ha.

Se encontró que los sistemas forestales Guadua y Bosque presentan un mayor número de especies con máximas abundancias, 8 y 5 respectivamente; para los sistemas silvopastoriles curiosamente fueron dos especies con máximas abundancias en cada uno de ellos y por último los sistemas agrícolas presentaron seis especies con máximas abundancias, Cañaduzal-trébol con cuatro y Cañaduzal-hatico con dos.

También se puede apreciar que dentro de estas especies comunes solo tres se observaron en todos los sistemas de producción: *Pitangus sulphuratus*, *Myiozetetes cayanensis* y *Tyrannus melancholicus*, con densidades muy variables entre los sistemas y dos especies están restringidas a los sistemas forestales *Ortalis motmot* y *Cercomacra nigricans*.

5.2.3 Composición y abundancia de especies

De acuerdo con el análisis de similitud basado en la composición de la avifauna en los diferentes sistemas de producción muestra un agrupamiento de los sistemas congruente con sus características de manejo y/o de producción: un grupo forestal que incluye los sistemas Guadua y Bosque, un grupo agrícola con los sistemas Cañaduzal-hatico y Cañaduzal-trébol y por último un grupo silvopastoril con los sistemas Leucaena y Estrella. El sistema agroforestal Frutales está también asociado con los silvopastoriles pero en diferente proporción (Fig. 15).

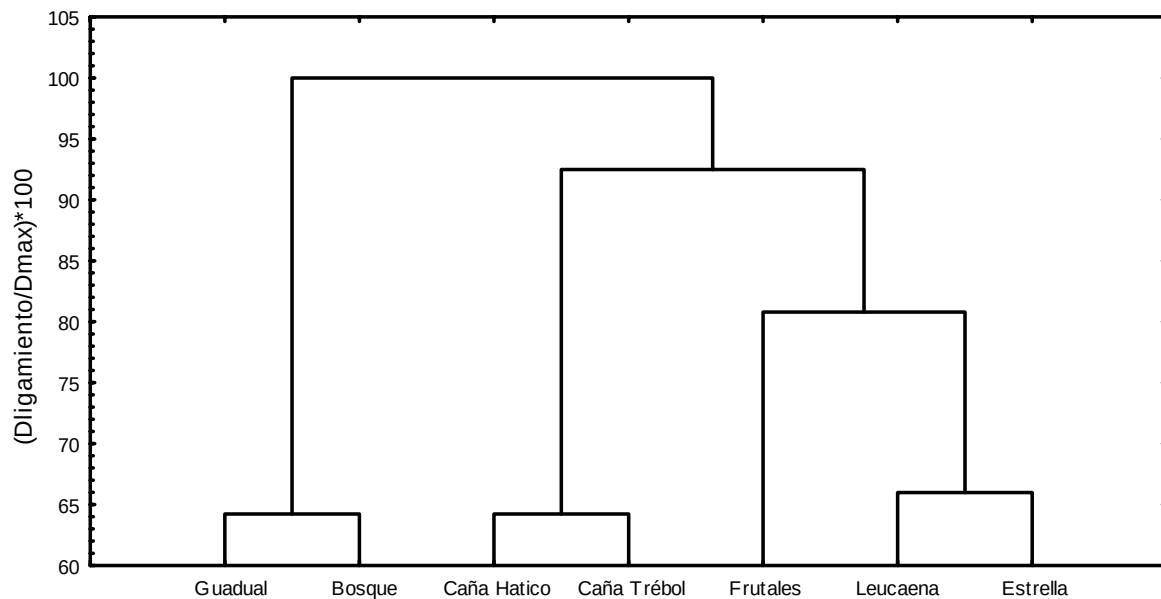


Figura 15. Agrupamiento de los hábitats con base en la composición de la avifauna.

El análisis de similitud efectuado con base en la composición y la abundancia de especies de la avifauna en los sistemas de producción muestra un agrupamiento diferente. Cañaduzal-trébol se encuentra totalmente aislado de los otros sistemas, Frutales se agrupa con los sistemas forestales Guadual y Bosque, Cañaduzal-hatico se agrupa con el sistema Leucaena y el sistema Estrella está “aislado” de los otros, pero ligado a los sistemas agroforestal y agrícola (Fig. 16).

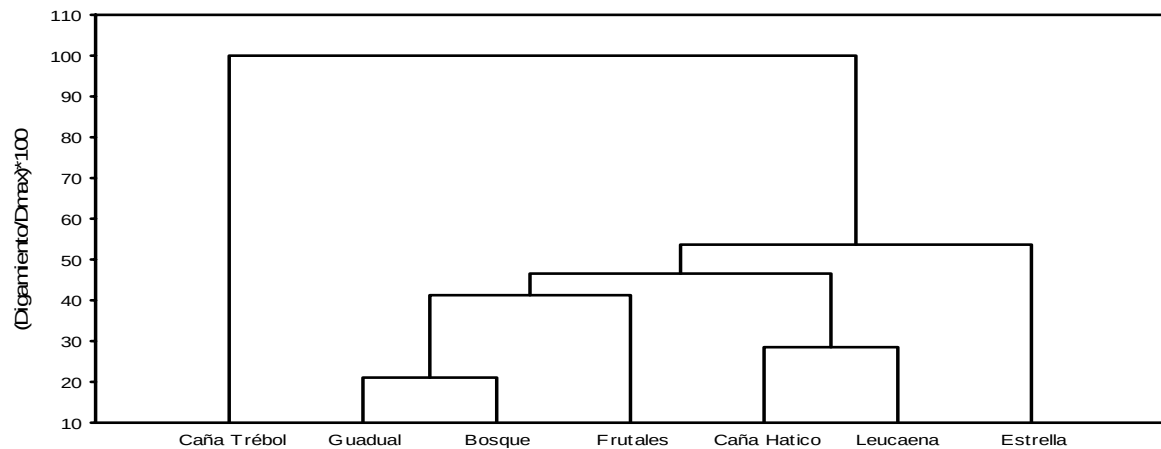


Figura 16. Agrupamiento de los hábitats según la composición y la abundancia de especies.

Efectuando un agrupamiento de diferentes localidades vallecaucanas con base en la composición de sus avifaunas encontramos que la Reserva Natural “El Hatico” (GC98) se encuentra agrupada en primera instancia con el club Farallones de Cali (GN96) (Naranjo & Estela, en prensa), y estas dos a su vez con las localidades de Ansermanuevo (GN92) (Naranjo, 1992) y la laguna de Sonso (HA94) (Alvarez-López, com pers). Otro agrupamiento claro se da para localidades ubicadas en el municipio de Jamundí, en un guadual (OG79) (Orejuela, 1979) y un relicto de bosque inundable (OB79) (Orejuela, *et al.*, 1979b), a estas dos localidades se agrupa en otro nivel otra localidad ubicada en el municipio en mención, pero en este caso se trata de un arrozal (MS 88) (Sarmiento, 1988) (Fig. 17).

La localidad del bosque de Yotoco (OY79) esta totalmente separada de las demás debido a que la composición de su avifauna es muy diferente a la encontrada en las localidades del valle geográfico del Río Cauca (Orejuela *et al.*, 1979a), como lo indica su separación con respecto al listado total de aves del valle geográfico del Río Cauca según los mapas de rango de Hilty & Brown (1986), (HB86) (Fig. 17).

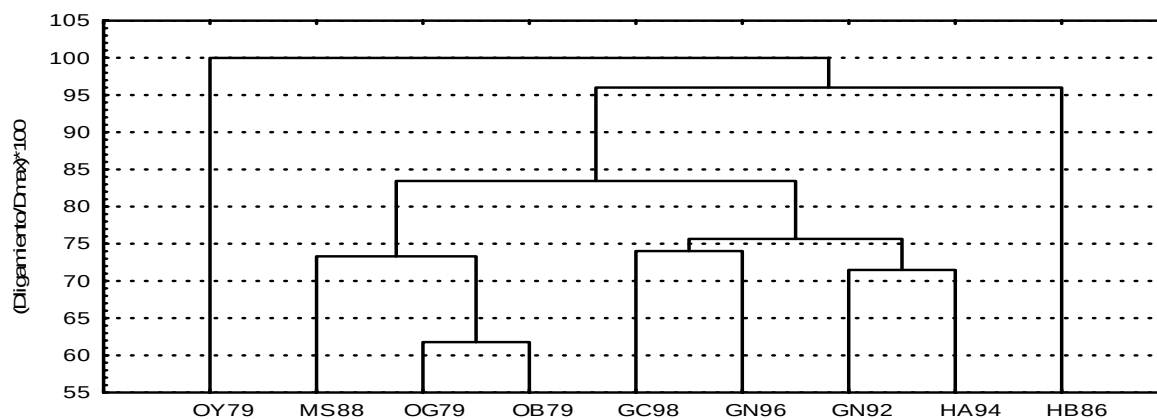


Figura 17. Agrupamiento de localidades vallecaucanas con base en la composición de sus avifaunas.

5.2.4 Reproducción

Se utilizó evidencia directa y circunstancial de reproducción de diferentes especies, como nidos activos o en construcción, individuos alimentando volantones, juveniles, adultos con signos (cópulas, material en el

pico, despliegues, plumaje). Un total de 51 especies presentaron algún tipo de evidencia reproductiva. Solamente se obtuvieron datos en seis sistemas de producción, en el sistema Cañaduzal-trébol no se registró ninguna especie con evidencia de reproducción pero dentro del área de la Reserva Natural se encuentran varios reservorios y pozos estercoleros, en estas áreas se registraron varias especies con evidencia y fueron incluidas para los análisis. En el Anexo 1 se señalan aquellas especies para las cuales existe evidencia reproductiva.

El sistema de producción en el que se presentó un mayor número de especies con evidencia de reproducción fue Estrella con un total de 25 / 15 especies anidantes, seguido por Leucaena con un total de 8 / 4 anidantes, Cañaduzal-hatico y Reservorio con 7 / 1, Bosque y Frutales con 6 / 6, y por ultimo Guadua con 3 / 2 especies respectivamente (Fig. 18).

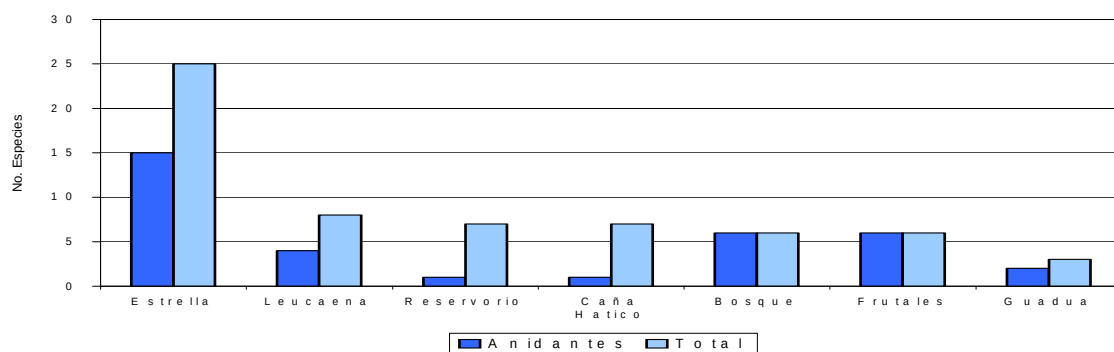


Figura 18. Número de especies anidantes y en reproducción en los sistemas de producción.

Las aves residentes en la Reserva Natural que mostraron evidencias de reproducción en cada uno de los sistemas de producción, presentaron la siguiente proporción dentro del ensamblaje de la avifauna presente en cada uno de ellos. Se encontró que para el sistema Estrella 58.1% del total de aves ahí registradas presentó algún tipo de evidencia reproductiva, Reservorio el 36.8%, Cañaduzal-hatico el 21.2%, Bosque el 18.1%, Leucaena el 17.4%, Frutales el 10.5% y Guadual el 10.3%.

Examinando el número de especies en reproducción mes a mes, se observa que las aves residentes en la Reserva Natural se reproducen en mayor proporción inmediatamente después de la primera época de lluvias del año en los meses de mayo y junio con 8 y 12 especies respectivamente. La incidencia de reproducción se vuelve a incrementar justo después de la segunda época de lluvias del año en los meses de enero y febrero con 8 y 7 especies respectivamente, después de una larga época (90 días) de no lluvias entre los meses de junio y septiembre. En suma, la época de mayor actividad reproductiva en la Reserva Natural esta comprendida entre los meses de enero y junio, y presenta un patrón bimodal a lo largo del año (Fig. 19).

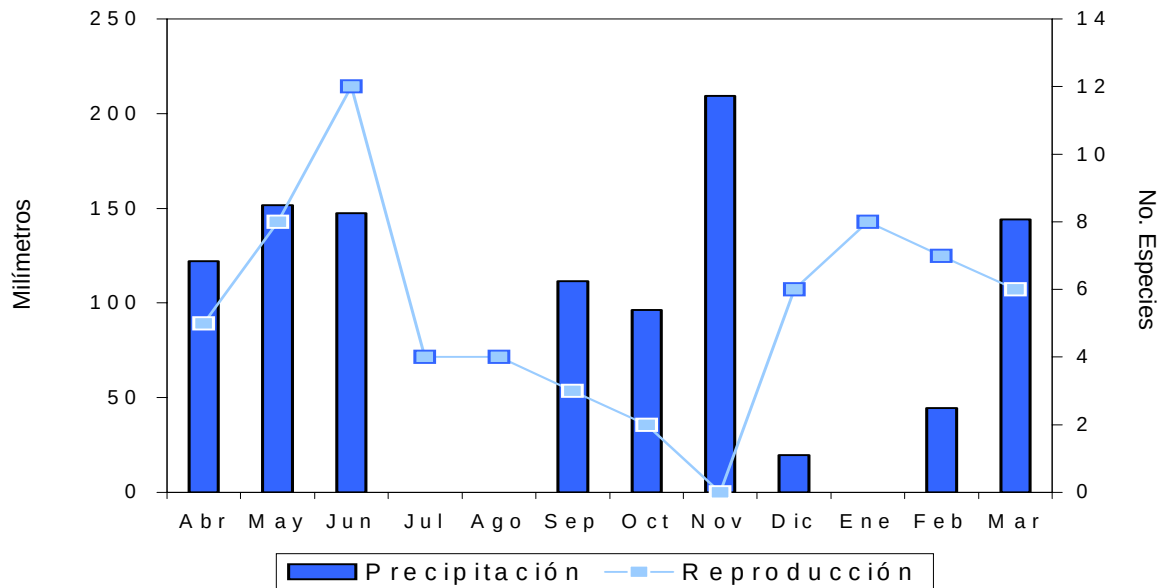


Figura 19. Cronología de la reproducción de la avifauna en relación con la precipitación

5.3 Vegetación

5.3.1 Estructura vegetal - composición de la avifauna

En el Anexo 2 está consignada la tabla con los valores de la media y desviación estándar para cada una de las cinco variables estructurales de la vegetación en cada uno de los diferentes sistemas de producción.

De acuerdo con las variables estructurales de la vegetación en los distintos hábitats agrupados por la composición de la avifauna y el sistema de producción en sistemas silvopastoriles, forestales y agrícolas se observan

patrones que explican la estructura de la avifauna (Tabla. 2). En primer lugar, el número de estratos vegetales > 1.70 m alcanzó su valor mas alto en los sistemas forestales y está ausente por completo en los sistemas agrícolas debido a que siempre se trabajó en cañaduzales con una altura no superior a este límite. Como era de esperarse, el porcentaje de la cobertura del dosel obtuvo su valor mas alto en los forestales y el más bajo en los agrícolas. Así mismo, el volumen de la vegetación fue mayor en los forestales y menor en los silvopastoriles, debido a que con excepción de *Leucaena* los otros dos sistemas no presentan un estrato arbustivo entre el pasto y los árboles.

La diversidad horizontal o de DAP solo tiene valores en los sistemas forestales, debido a que en los transectos de los otros sistemas no había presencia de dicotiledóneas con un DAP mayor ocho centímetros. La alta diversidad de las formas de desarrollo en los forestales y casi cero en los agrícolas, debido a su erradicación en estos sistemas de estas formas de desarrollo como control de malezas. Por último, la diversidad vertical o de estratos foliares fue mayor en los forestales y menor en los silvopastoriles, debido a lo mencionado anteriormente para el caso del volumen de la vegetación.

Tabla 2. Variables estructurales de la vegetación en los sistemas de producción definidos por la composición de la avifauna.

	Silvopastoriles		Forestales		Agrícolas	
	Media	D. E.	Media	D. E.	Media	D. E.
No. Estratos	1.4	1.0	5.1	1.1	----	----
Cobertura (%)	42.03	36.30	99.10	0.82	31.27	19.36
Vol. vegetación	9.45	9.17	13.58	14.14	13.06	13.10
Div. horizontal*	----	----	0.78	0.17	----	----
Div. formas*	0.60	0.10	0.64	0.15	0.27	0.28
Div. vertical*	0.76	0.65	1.73	0.53	1.20	0.05

* medida con el índice de Shannon-Wiener.

6. DISCUSIÓN

La composición taxonómica y la riqueza de la avifauna total de la Reserva Natural “El Hatico” es de mucho interés, debido a que contiene un gran número de especies de amplia distribución tanto geográfica como ecológica, especies propias de bosques secundarios avanzados o bosque primario, y también la presencia de especies como *Buteo nitidus*, *Aratinga pertinax*, *Amazona ochrocephala*, *Chaetura* spp., *Myiozetetes similis*, *Gymnomystax mexicanus*, *Dendroica striata*, *Spiza americana* y *Oryzoborus crassirostris* que no se habían registrado con anterioridad para el Valle del Cauca. La presencia de aves especialistas de hábitat en un área tan intervenida, pese a ser inesperada, indica como la existencia de pequeñas manchas de vegetación arbórea pueden proveer refugio adecuado para poblaciones de aves silvícolas (Naranjo, 1992), mientras que las adiciones

recientes a la avifauna del área indican la calidad de los sistemas de producción como refugio.

La mayor riqueza y diversidad de especies de aves en los sistemas de producción silvopastoriles como Frutales, presumiblemente se relaciona con una elevada oferta de alimento, pues en estos hábitats se registraron especies de gremios tróficos variados como insectívoras-frugívoras, nectarívoras y granívoras. En los otros sistemas la ausencia en especial de los gremios frugívoros y/o nectarívoros era predecible, pues como ya se había señalado anteriormente (Saab & Petit, 1992) estos gremios no están capacitados para establecerse en sistemas de pastizales.

La diferencia entre los sistemas silvopastoriles Leucaena y Estrella, radica en el incremento del número de estratos vegetales con la presencia de un estrato medio de arbustos de leucaena (*Leucaena leucocephala*), aumentando la productividad total del sistema, la diversidad vegetal y por lo tanto el número de especies asociadas (Pimentel *et al.*, 1992; Saab & Petit, 1992).

En general para este grupo de sistemas de producción la presencia de otros elementos lineales del paisaje, tales como cercos vivos o setos de arbustos, la presencia de árboles (30 árboles/ha) y de arbustos en sistemas silvopastoriles no solo permite el movimiento de variadas especies (Naranjo,

1992) sino que además provee un hábitat adecuado para numerosas especies nativas (Murgueitio & Calle 1998; Lynch, 1989) y reduce el efecto negativo de la formación de pastizales sobre las poblaciones de aves (Saab & Petit 1992).

Los sistemas forestales presentaron una diversidad intermedia quizás por el área tan reducida que presentan ambos sistemas en comparación con los demás (4.5% para Bosque y 8.6% para Guadual) y porque las zonas que los circundan presentan un uso de la tierra muy diferente; por ejemplo el guadual está rodeado en un 50% de cañaduzales que son manejados convencionalmente, en un 40% de cañaduzales con manejo agroecológico y en un 10% de potreros.

Bosque presenta una riqueza y diversidad superior a la encontrada en Guadual pese a su menor área. Aunque la reducción del área afecta particularmente a las especies de tamaños corporales grandes (Orejuela *et al.*, 1979b) dentro de Bosque se encuentran especies como *Dryocopus linneatus*, *Campephilus melanoleucos*, *Leptotila plumbeiceps* y *Ortalis motmot*. Se encontraron gremios de depredadores generalizados de insectos, frugívoros y nectarívoros.

Todas las especies insectívoras se mueven regularmente a través de muchas especies de arboles (Orians, 1969); parece ser que las aves

residentes permanentes en Bosque que tienen fluctuaciones muy marcadas en disponibilidad alimenticia, tienen estrategias abiertas y oportunistas, y tienden a ser generalistas, tanto en la utilización del espacio como del alimento (Orejuela *et al.*, 1979b), muchas de estas especies generalistas encontradas en el bosque son también especies invasoras que aprovechan primeramente los bordes boscosos alterados por la extracción de madera y posteriormente penetran por las zonas alteradas donde árboles del interior del bosque se caen. La tala o caída de árboles robustos siempre dejan claros notables en el interior de los bosque y es allí donde se establecen estas especies invasoras (Orejuela *et al.*, 1979a).

Guadual presenta una riqueza muy inferior inclusive por debajo de la del Cañaduzal-hatico, lo cual se explica en función de tres factores: impacto humano, área y aislamiento, los cuales tienden a reducir la riqueza y posiblemente la diversidad. La homogeneidad estructural del hábitat y la reducida diversidad de especies vegetales contribuyen adicionalmente a reducir estos factores de la comunidad aviaria (Orejuela, 1979).

Las especies de aves que mejor explotan los recursos alimenticios del guadual son las que pertenecen al gremio de las insectívoras; el guadual en su fase de reproducción vegetativa o asexual, consume la mayor parte de los nutrientes pero no los incorpora en flores ni en semillas y por lo tanto no los hace disponibles para mantener grupos numerosos de gremios de aves

frugívoras y/o nectarívoras que dependen en mayor o menor proporción de la mayor diversidad de especies vegetales que se encuentran en los bordes, y en asociaciones marcadas con algunas especies que han logrado un desarrollo marcado en el interior del guadual (Orejuela, 1979). No obstante su área reducida, su aislamiento, su homogeneidad estructural y su pobreza de especies vegetales característico, aún el guadual de “El Hatico” presenta una diversidad aviaria considerable.

Como era esperado los sistemas agrícolas presentaron diversidades muy reducidas, esto es mas notable en Cañaduzal-trébol, debido a la localización del mismo, traducida en una heterogeneidad espacial mínima: totalmente rodeado por otros cañaduzales, no presenta setos de arbustos u otros elementos vegetales que no sean la caña de azúcar. Esta simplicidad de la fisionomía en estos sistemas agrícolas indudablemente afecta la riqueza de aves.

Por el contrario, la riqueza se incrementa en los cañaduzales así sea momentáneamente cuando se presenta una alteración brusca como durante la cosecha o cuando se realizan otro tipo de actividades agrícolas como la remoción de la capa de materia orgánica que está por encima del suelo y/o el suelo mismo. En estas ocasiones se presentan especies como *Bubulcus ibis*, *Theristicus caudatus*, *Polyborus plancus*, *Milvago chimachima*, *Vanellus*

chilensis, *Zenaida auriculata* y *Crotophaga ani*, explotando la abundancia súbita de invertebrados y pequeños vertebrados (Figs. 20 - 21).

Figura 20. Coclíes (*Theristicus caudatus*) cerca del Cañaduzal-hatico.

La diversidad y riqueza de aves se ven favorecidas en Cañaduzal-hatico gracias a que en él se encuentran variados elementos vegetales tales como linderos y callejones bien arborizados que incrementan su diversidad estructural y florística (Pimentel *et al.*, 1992). Este favorecimiento también se da debido a que este cañaduzal a diferencia del otro se encuentra dentro de los predios de la Reserva Natural y está en contacto con áreas boscosas como el guadual en la parte sur y el bosque por el costado oriental, las

cuales actúan como centros pobladores de áreas con estructuras vegetales menos complejas.

Figura 21. Pellar común (*Vanellus chilensis*) anidando en lindero de Caña-hatico

Cañaduzal-hatico presentó inesperadamente una riqueza de aves igual a la registrada en Bosque, muy superior a la de Guadual como se había mencionado antes. Esto se explica por el hecho que muchas especies de aves registradas en los sistemas forestales son invasoras de los mismos y utilizan estas áreas como refugio solo durante ciertas épocas del día para evadir los rigores climáticos (Orejuela, 1979). Es el caso de especies que

pertenecen a gremios de insectívoros generalistas, granívoros y omnívoros especialmente que se alimentan en esta área agrícola. Esto es muy importante pues el Bosque es refugio de depredadores naturales como las aves que frecuentan las zonas agrícolas posiblemente ayudando a controlar los brotes de insectos que se puedan presentar durante algunas épocas del año.

Al hacer una comparación de los sistemas de acuerdo con la composición de la avifauna de cada uno de ellos, se observa claramente que estos se agrupan básicamente por el tipo de sistemas de producción, el manejo y el propósito con el cual fueron diseñados (Janzen, 1986), estando los sistemas silvopastoriles Leucaena y Estrella muy estrechamente relacionados entre sí debido a su estructura fisionómica; el sistema agroforestal Frutales esta agrupado en diferente proporción a los sistemas mencionados anteriormente lo que es atribuible a que presenta una estructura vegetal más compleja que los anteriores pero menos estructurada que los forestales, además de una mayor oferta de alimento.

Los sistemas agrícolas están agrupados entre sí como era de esperarse puesto que la composición de la avifauna entre Cañaduzal-hatico y trébol no varía, estos sistemas están agrupados discretamente con los sistemas anteriormente mencionados. Los sistemas forestales están agrupados por aparte porque la composición y patrones de actividad de las especies en las

áreas boscosas son drásticamente diferentes de las de áreas abiertas (Escobar, 1994) y además se debe reconocer que especies individuales difieren grandemente en sus tendencias a usar vegetación no perturbada en contra de la vegetación perturbada (Lynch, 1989).

Cuando se comparan la composición y la abundancia de especies de los sistemas, el agrupamiento por sistemas de producción no es tan claro como el discutido anteriormente, en este caso las diferencias radican básicamente en los sistemas agrícolas, Cañaduzal-hatico se encuentra agrupado con el sistema silvopastoril Leucaena debido a que por su ubicación dentro de la Reserva Natural se encuentra junto a los sistemas forestales y muchas especies de aves que en ellos anidan o se perchan se desplazan hasta estas áreas agrícolas para alimentarse como es el caso de pequeños frugívoros, insectívoros y nectarívoros (Janzen, 1986). Para el caso de Cañaduzal-trébol, este no se encuentra ligado a ninguno de los sistemas de producción puesto que la abundancia de especies en esta zona es muy reducida gracias a que el cañaduzal fuera de ser un monocultivo de caña con manejo agroecológico se encuentra inmerso dentro de un gran “desierto verde” de cultivos de caña, el cual mantiene completamente aislada esta área de zonas donde la utilización del suelo sea diferente.

Comparando la composición de la avifauna total presente en la Reserva Natural “El Hatico” con aquellas de otras localidades del valle del Río Cauca,

ésta se encuentra agrupada con la de un campo de golf en el municipio de Cali, porque desde un punto de vista muy amplio se puede considerar esta última localidad como un sistema silvopastoril con pastizales amplios en asociación con conjuntos de árboles y arbustos además de la presencia de matorrales distribuidos por toda el área. Estas dos localidades están ligadas a su vez con las de un área ganadera al norte del Valle y la laguna de Sonso, localidades que se agrupan gracias a que dentro del área ganadera existen grandes lagunas donde se encuentran un gran número de especies acuáticas que son compartidas con las de la laguna de Sonso.

En un segundo plano se observa un agrupamiento de las diferentes localidades de acuerdo a su ubicación geográfica teniendo un grupo claramente demarcado localizado en el municipio de Jamundí, al sur del Valle, y el otro grupo en zonas localizadas al centro y norte del Valle. Puede entonces decirse que la comunidad de aves de “El Hatico” esta compuesto por un conjunto principal de especies generalistas de amplia distribución y un pequeño grupo de aves silvícolas de sistemas forestales.

Las proporciones entre las especies con evidencia de reproducción y las especies anidantes en los sistemas de producción son de 1:1 en Bosque y Frutales, lo que nos indica que las especies que anidan en estos sistemas de producción probablemente sean especies de aves residentes permanentes y realizan todo su ciclo de vida en estos sistemas. En los

sistemas silvopastoriles las proporciones encontradas son de 2:1 debido tal vez a que la mitad de las especies observadas con evidencia de reproducción solo utilizan el hábitat como zona de paso o de alimentación y realizan las actividades concernientes a la anidación en otros sistemas de producción aledaños, como los guaduales (Orejuela, 1979).

Las proporciones altas de especies con actividad reproductiva del total de aves registradas en Estrella (Fig. 22) y Cañaduzal-hatico puede ser un sesgo de observación por la facilidad de encontrar nidos y observar individuos adultos realizando actividades concernientes a la reproducción. Igualmente, el alto número de especies reproduciéndose en Reservorio está dado por la facilidad de observar individuos con caracteres juveniles, muy bien presentados en las especies de aves acuáticas como: *Podilymbus podiceps*, *Dendrocygna autumnalis*, *Anas cyanoptera*, *Porphyrio martinica*, *Gallinula chloropus* y *Jacana jacana* (Fig. 23).

Para el resto de sistemas de producción las proporciones de especies en reproducción son bajas puesto que en ellos es muy difícil encontrar estas evidencias sobre todo en los forestales o con un mayor grado de complejidad estructural: el reducido número de evidencias no quiere decir que en ellos no haya reproducción de la avifauna que los habita.

Figura 22. Nidada de Pellar Común (*Vanellus chilensis*) en el sistema silvopastoril Estrella.

En general, las aves residentes en la Reserva Natural “El Hatico” se reproducen inmediatamente después de las temporadas de lluvia y la mayor demanda de energía en este período podría hacer que muchas aves de las zonas arboladas se desplacen hasta las zonas de pastoreo en busca de alimento (Naranjo, 1992), posiblemente debido al incremento en el número de artrópodos observados después de la época de lluvias (Orejuela *et al.*, 1979a).

Figura 23. Vista panorámica del reservorio.

La época de mayor actividad reproductiva durante el año parece estar comprendida entre enero y junio y presenta un patrón bimodal encontrado en la reproducción de las aves en el Valle del Cauca como ha sido reseñado repetidamente (Naranjo, 1992; Orejuela *et al.*, 1979b) e incluso para zonas fuera del valle geográfico ubicadas sobre las estribaciones de la cordillera occidental (Orejuela *et al.*, 1979a) (Fig. 24).

Figura 24. Evidencia de reproducción, der. nidos de Turpial amarillo (*Icterus nigrogularis*); izq. nido de Bichofué gritón (*Pitangus sulphuratus*).

Aunque se consideraba improbable detectar patrones claros en un mosaico formado por unidades relativamente pequeñas, la Reserva Natural “El Hatico” en general muestra diferencias interesantes en la riqueza y diversidad de aves. Es indudable que precisamente estas unidades sean las que incrementan la diversidad física de hábitats y micro-hábitats (heterogeneidad espacial) y por ende aumentan la diversidad de plantas y animales asociados. Además la diversidad de especies vegetales, los cultivos asociados, los setos, cercos vivos y corredores de hábitats, la

diversidad de hábitats y el manejo apropiado de praderas incrementan tanto la riqueza como la diversidad de aves dentro del área de la Reserva Natural “El Hatico”.

Samán de la Reserva Natural “El Hatico” (*Pithecellobium saman*)

1998

7. LITERATURA CITADA

BLAKE, J. G. & W. G. HOPPES. 1996. Influence of resource abundance on use of the tree-fall gaps by birds in an isolated woodlot. *Auk* 103: 328-340.

COLWELL, R. K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>

CORREDOR, G. 1989. Estudio comparativo entre la avifauna de un bosque natural y un cafetal tradicional en el Quindío. Tesis de Grado, Cali: Universidad del Valle.

ESCOBAR, F. 1994. Excremento, coprófagos y deforestación en bosques de montaña al suroccidente de Colombia. Tesis de Grado, Cali: Universidad del Valle.

ESPINAL, L. S. 1968. Visión ecológica del Departamento del Valle del Cauca. Cali: Universidad del Valle.

HILTY, S. L. & W. L. BROWN. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton: Princeton University Press 717p.

JAMES, F. C. & H. H. SHUGART, Jr. 1970. A quantitative method of habitat description. Audubon Field Note 24: 727-736.

JANZEN, D. H. 1986. The future of tropical ecology. Ann. Rev. Ecol. Syst 17: 305-324.

LEMMON, P. E. 1957. A new instrument for measuring forest overstory density. Journal of Forestry 55: 667-668.

LYNCH, J. F. 1989. Distribution of overwintering nearctic migrants in the Yucatan peninsula, II: Use of native and human-modified vegetation. Manomet Symposium 178-195.

MACARTHUR, R. H. 1964. Environmental factors affecting bird species diversity. Amer. Nat. 98: 387-397.

MILLS, G. S., J. B. DUNNING, Jr., J. M. BATES. 1991. The relationship between breeding bird density and vegetation volumen. Wilson Bull 103: 468-479.

MURGUEITIO, E. & Z. CALLE. 1998. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica En agrofor1-l@mailserv.fao.org 10p.

NARANJO, L. G. 1992. Estructura de la avifauna en un área ganadera en el Valle del Cauca, Colombia. Caldasia 17: 55-66.

_____, & F. Estela. (en prensa). Inventario de la avifauna de un área suburbana de la ciudad de Cali. Boletín SAO.

OREJUELA, J. E. 1979. Estructura de la comunidad aviaría en un guadual (*Bambusa guadua*) en el municipio de Jamundí, Valle, Colombia. Cespadesia 8: 43-57.

_____, R. J. RAITT & H. ALVAREZ-LÓPEZ. 1979a. Relaciones ecológicas de las aves en la reserva forestal de Yotoco, Valle del Cauca. Cespadesia 8: 7-28.

_____, R. J. RAITT, H. ALVAREZ-LÓPEZ, C. BENALCÁZAR & F. S. DE BENALCÁZAR. 1979b. Poblaciones de aves en un bosque relictual en el valle del Río Cauca, cerca a Jamundí, Valle, Colombia. Cespadesia 8: 29-42.

ORIAN, G. H. 1969. The number of bird species in some tropical forests. Ecology 50: 783-801.

PIMENTEL, D., U. STACHOW, D. A. TAKACS, H. W. BRUBAKER, A. R. DUMAS, J. J. MEANEY, J. A. S. O'NEIL, D. E. ONSI and D. B. CORZILIUS. 1992. Conserving Biological Diversity in Agricultural/Forestry Systems. BioScience 42: 354-362.

REYNOLDS, R. T., J. M. SCOTT and R. A. NUSSBAUM. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. Condor 82: 309-313.

SAAB, V. A. & D. R. PETIT. 1992. Impact of pasture development on winter bird communities in Belize, Central America. Condor 94: 66-71.

SARMIENTO, M. H. 1988. Estudio ecológico de las aves asociadas a los arrozales en el Valle del Cauca. Tesis de Grado, Cali: Universidad del Valle.