

Relaciones entre avifauna silvestre y arreglos agroforestales zonas de bosque seco tropical del Tolima¹

Relationships between wild birds and agroforestry arrangements in tropical dry forest areas of Tolima

Carlos Alberto Martínez Chamorro ^A, Lucena Vásquez Gamboa^B y Jairo Mora-Delgado^A

^A Investigadores, Departamento de producción pecuaria, Sistemas Agroforestales Pecuarios, Universidad del Tolima; ^B investigadora, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira
camartin@ut.edu.co

Resumen

Se hizo inventario de aves en cinco arreglos agroforestales pecuarios en cinco localidades diferentes, en diferentes épocas del año en el bosque seco tropical del Tolima. Se demostró que los arreglos agroforestales más diversos en cobertura vegetal son los que más riqueza y abundancia de especies tiene. Los arreglos agroforestales pecuarios con más intervención antrópica son los menos diversos en cuanto a las aves. Se concluye, que una mayor cobertura arbórea está relacionada con la diversidad de avifauna. Se concluye, que una mayor cobertura arbórea está relacionada con la diversidad de avifauna.

Palabras clave: *agroecología, ganadería, silvopasturas, aves*

Abstract

An inventory of birds was made in five livestock agroforestry arrangements in five different locations, at different times of the year in the tropical dry forest of Tolima. It was shown that the most diverse agroforestry arrangements in plant cover are the ones with the greatest richness and abundance of species. The livestock agroforestry arrangements with the most human intervention are the least diverse in terms of birds.

Keywords: *agroecology, livestock, silvopastures, birds.*

Introducción

La agroecología, ha ayudado a entender las dinámicas de los agroecosistemas en diferentes esferas. Así es como, desde la década de 1970, se propone que la agroecología sea una forma de mitigar los daños ambientales y sociales que los monocultivos y la llamada "revolución verde" han provocado en los agroecosistemas.

También previene sobre el daño que la agricultura convencional hace sobre la biodiversidad, ya que ha advertido sobre el incremento en el uso de tecnologías dañinas y mal uso de las tierras con tal de incrementar la productividad de algunas pocas especies, cuando se demuestra que la biodiversidad agrícola es más productiva en términos de

¹ Derivado de la tesis doctoral: Martínez-Chamorro, C. (2023) Relaciones entre avifauna silvestre y conocimiento etnozoológico en arreglos agroforestales de dos zonas de bosque seco tropical del Tolima. Universidad Nacional de Colombia - Palmira

biomasa, que el monocultivo industrial (Altieri, Nicholls, & Montalba, 2014). Así mismo, es interesante recalcar los trabajos que se tienen sobre biodiversidad funcional asociada al agroecosistema y las relaciones con las poblaciones humanas (Garibaldi & Turner, 2004; Villamar et al., 2015). Esto es congruente con el desarrollo en publicaciones sobre tal tema, formando a partir de esta idea una corriente fuerte en el estudio de los agroecosistemas, que cada vez se ha fortalecido más. Por ejemplo, el análisis que desde lo productivo y la sostenibilidad (Gliessman, 2002), sin dejar a un lado la postura más cerca de la antropología en donde se habla de la importancia del conocimiento local (Toledo & Barrera-Bassols, 2008), posturas sociales, políticas, de género e indigenistas, que promueven una reflexión desde la diversidad y la complejidad que son una atractiva apuesta académica para la integración transdisciplinar de ciencias humanas y básicas aplicadas. En este trabajo se quiso asociar el tipo de cobertura vegetal y uso del suelo del agroecosistema productivo pecuario con la diversidad de aves silvestres verificando la importancia de la diversidad funcional asociada al agroecosistema.

Los componentes de cada comunidad vegetal son influenciados por el tipo de suelo, la topografía, el clima y el impacto humano (Pott, 2011) y por esto es importante estudiar la estructura de los agroecosistemas, y cuáles son las dinámicas agroecológicas que existen en los diversos arreglos agroforestales usados en la ganadería. Los usos de la biodiversidad son complejos y diversos, determinados en parte por el acervo de conocimientos tradicionales con los que las comunidades interactúan para el beneficio propio y comunitario. Por esto se toman varios sitios significativos de acuerdo con su arreglo agroforestal predominante. Los arreglos agroforestales pecuarios estudiados en este trabajo son Relicto de bosque primario (RBP), Pastura degradada (PD), Árboles dispersos en potrero (ADP), Banco forrajero de leñosas (BFL) Sistema silvopastoril (SSP).

Relictos de Bosque Primario (RBP), que son aquellos en los que los procesos ecológicos no han sufrido alteraciones significativas y la actividad humana no ha tenido indicaciones claramente visibles de actividad (FAO, 2010), que además ha sido usado por comunidades indígenas y autóctonas que llevan un estilo de vida tradicional (CPF, 2012). Las tendencias sobre la dinámica ecológica futura de los bosques primarios, que actualmente tiende a la disminución de estos, no ha sido fácil de discernir debido a la escasa fiabilidad de los datos y a la escasa información detallada sobre la dinámica del bosque primario (FAO, 2016). Las observaciones de campo se harán en varios relictos de bosque distribuidos entre los municipios de Armero-Guayabal, Ibagué, Natagaima y Coyaima en el departamento del Tolima, cada uno con características de la zona de vida estudiada (Bs-T). De igual forma, los muestreos de aves se hacen en zonas aledañas al bosque, pues las aves solo permanecen en el bosque cortos periodos de tiempo y para descansar, buscando alimento en los alrededores, significando que solo el 2.02% de las aves, tienen residencia permanente en el bosque (Losada-Prado & Molina-Martínez, 2011) Es importante aclarar que bosque primario no se muestrea como tal, sino sus relictos presentes en ecosistemas ganaderos, que conservan mucho de su material vegetal original y no puede decirse que sea un bosque primario por el grado de intervención que tiene esta cobertura vegetal en el departamento.

La *Pastura degradada (PD)*, es aquella que ha sufrido una disminución considerable de su productividad potencial en unas condiciones edafoclimáticas y bióticas dadas (Spain & Gualdrón, 1997). Las pasturas degradadas en el trópico americano tienen origen en el mal manejo de las gramíneas sin asociarlas adecuadamente con leguminosas, así como las malas prácticas agronómicas (Sanabria et al., 2006). Este tipo de arreglo agroforestal se va a evaluar en el municipio de Coyaima en el sur del Tolima, en el resguardo de la etnia Pijao “Chenche Aguafría”, en la vereda Tamirco en

Natagaima y en la hacienda “La Mariposa” cerca al municipio de Ibagué.

Los *Árboles dispersos en potrero* (ADP), se refiere a aquellas pasturas en las que hay árboles dispersos o agrupados provenientes de la regeneración natural y/o remanentes de la vegetación original (Villanueva et al., 2006). Este tipo de arreglo agroforestal se va a evaluar en el municipio de Coyaima, en el sur del Tolima, en el resguardo Pijao “Chenche Aguafría”, hacienda “La Mariposa” cerca al municipio de Ibagué y el Centro Universitario Regional del Norte (CURDN) en el municipio de Armero-Guayabal.

El *Banco forrajero de leñosas* (BFL) se constituye de zonas en las cuales las leñosas perennes o las forrajeras herbáceas se cultivan en bloque compacto y con alta densidad con la finalidad de maximizar la producción de fitomasa de buena calidad nutritiva (Pezo & Ibrahim, 1999). Estas prácticas se desarrollan para aumentar la producción animal y recuperar las pasturas degradadas evitando el deterioro de los recursos naturales y se logra sembrando especies leñosas en bloques de alta densidad, asegurando el componente forrajero para la ganadería que se esté manejando (Menacho Odio & Sáenz, 2004). La determinación de este componente se hará en las instalaciones del SENA en “La Granja”, en el municipio del Espinal en el Tolima y el Centro Universitario Regional del Norte (CURDN) en el municipio de Armero-Guayabal. En ambos sitios los bancos forrajeros están conformados de *Gliricidia sepium* (matarratón) y *Tithonia diversifolia*.

El *Sistema silvopastoril* (SSP) se puede definir como un agroecosistema en el que se asocia deliberadamente un componente arbóreo con uno herbáceo además del componente pecuario, en un mismo sitio con el fin de aprovechar al máximo las interacciones biológicas que suceden y así maximizar el uso de la tierra (Russo, 2015). Actualmente se están usando este tipo de arreglos agroforestales pecuarios para mejorar la conectividad de los fragmentos o relictos de bosque existentes,

mediante la restauración de los mismos paisajes seminaturales intervenidos, que permiten un flujo de organismos más eficiente en el sistema (Ulloa-Delgado, 2016). La determinación de este componente, también se hizo en las instalaciones del SENA en “La Granja”, en el municipio del Espinal en el Tolima y el Centro Universitario Regional del Norte (CURDN) en el municipio de Armero-Guayabal.

Las condiciones micro climáticas proporcionan una diversidad de especies de plantas, sobre todo en las introducidas por el ganadero, esto también es importante en la dinámica de fauna entre arreglos. En el inventario de aves que están presentes en estos arreglos agroforestales, se tuvo en cuenta que en cada localidad hubiera por lo menos dos de los arreglos agroforestales propuestos.

Para este estudio, se realiza inicialmente un inventario de las aves en diferentes localidades y en diferentes arreglos agroforestales pecuarios. Esto se realiza con la finalidad de obtener información sobre la realidad de las aves de esta zona de vida, donde el bosque seco tropical es catalogado como uno de los ecosistemas más amenazados del planeta (Pizano et al., 2014a; Ulloa-Delgado, 2016).

Materiales y métodos

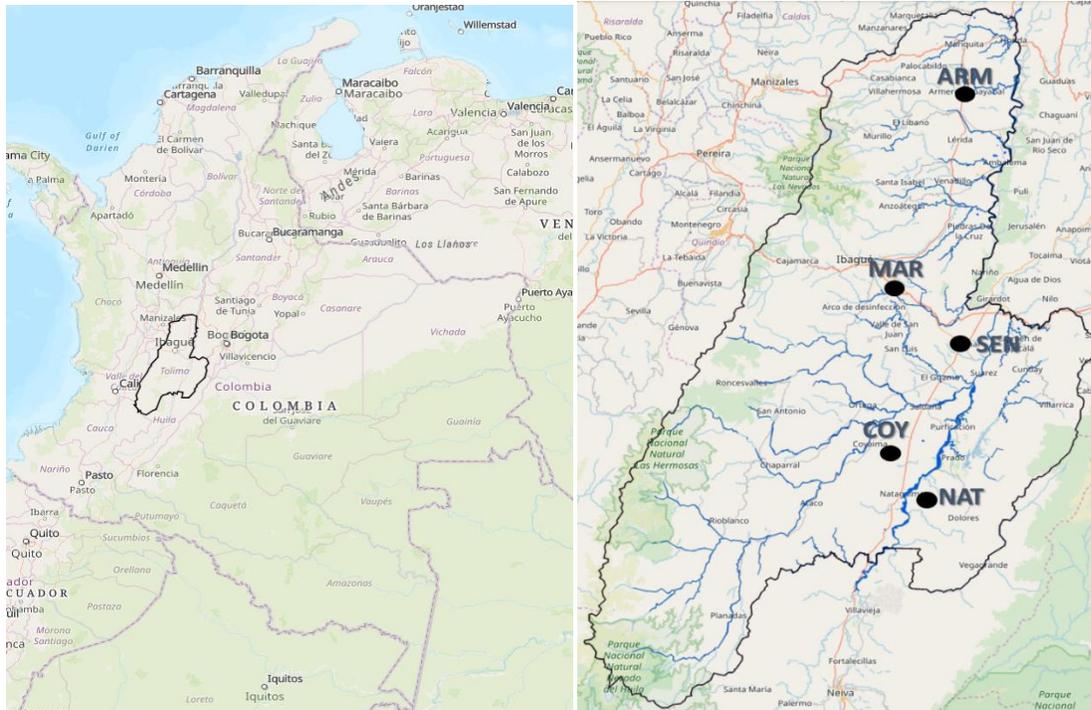
La zona de estudio se encuentra en el bosque seco tropical (Bs-T), la cual es una zona de vida que fue considerada hasta hace muchos años como la más abundante en Colombia, hoy está a punto de desaparecer. Tiene una fuerte estacionalidad y poca precipitación lo que ha hecho que la biodiversidad tenga que adaptarse a este ecosistema produciendo interesantes adaptaciones fenotípicas de muchas de las especies que viven en él (Pizano, Cabrera, & García, 2014). Se define el Bosque seco Tropical (Bs-T) como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperaturas superiores a los 24 °C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los

700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año (García, Maldonado-Estrada, & López, 2016).

Localidades y arreglos estudiados

Las localidades donde se hizo el trabajo de investigación debían tener las siguientes características para lograr cumplir con los

objetivos propuestos: 1) Uso del suelo por las personas en producción ganadera, 2) Estar dentro de la zona de vida Bosque seco tropical, según estándares para ésta (Holdridge, 1987), 3) Estar en el departamento del Tolima. Se escogieron al final 5 localidades que son representativas de los arreglos agroforestales pecuarios que se estudiaron (Figura 1)



Fuente: <http://52.24.168.194/cortolima/visorCartografico/>

Figura 1. Localización espacial de cada una de las cinco localidades estudiadas.

A cada localidad se le signó un código de tres letras, que luego sería usado en los respectivos análisis para abreviar los nombres de los sitios

de muestreo. Los sitios de muestreo se levantaron en varios arreglos agroforestales, los cuáles son descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de los sitios de muestreo para las aves ligadas a los diferentes arreglos agroforestales en el estudio, con coordenadas y uso del suelo.

	Hacienda “La Mariposa” (MAR)	Armero-Guayabal (ARM)	Natagaima (NAT)	Coyaima (COY)	SENA “LA GRANJA” (SEN)
Coordenadas	4°19'45.7"N - 75°6' 37.39"W o 4.329363, - 75.110388	5°0'6.67"N - 74°54'27.78"W o 5.001855, - 74.907718	3°37'20.7"N 75°03'07.9"W o 3.622409, - 75.052198	3°44'54.83"N - 75°9'6.41"W o 3.748564, - 75.151782	4°10'20.3" N 74°55'43,4" W o

					4.172333, - 74.928724
Uso del suelo	Actividad agropecuaria con cultivos de arroz, maíz y tienen ganado de ceiba en rotación de potreros.	Actividades agropecuarias con cultivos como arroz, sorgo, maíz y otros, además de tener una ganadería compuesta por un hato con ganado de la raza romo-sinuano puro y mestizo para carne y ganado criollo para doble propósito	Actividades agropecuarias donde tienen cultivos de pancoger y ganadería de subsistencia (ganado de ceiba bovino y ovinos).	Actividades de ganadería de subsistencia con ganado de ceiba bovino y ovinos y agricultura de plátano (cachaco), maíz, tabaco, arroz y cultivos de pancoger, primordialmente.	Es una granja donde se tiene ganado de ceiba y lechería, ovinos, caprinos y agricultura de varios tipos (arroz, algodón, cítricos, maderables, etc).
Tipo de Arreglo Agroforestal	Bosque Relicto, Pastura Dergadada y Árboles dispersos en potrero (BR, PD, ADP)	Bosque Relicto, Árboles dispersos en potrero, Banco forrajero de leñosas y Sistema silvopastoril (Pasturas en callejones) (BR, ADP, BFL, SSP)	Bosque Relicto y Pastura degradada (BR, PD)	Bosque Relicto, Pastura degradada y Árboles dispersos en potrero (BR, PD, ADP)	Banco forrajero de Leñosas y Sistema silvopastoril (BFL, SSP)

Muestreos de aves

Se hicieron muestreos de la diversidad de aves en todas localidades donde, en cada punto, se tomaron datos de altitud, precipitación y densidad de siembra de leñosas forrajeras. Para el inventario de aves que están presentes en estos arreglos agroforestales, se tuvo en cuenta que en cada localidad hubiera por lo menos dos de los arreglos agroforestales propuestos. Se usaron metodologías no invasivas, que son aquellas en las que se hacen las determinaciones sin manipular o capturar al animal objeto de estudio (Álvarez, et al., 2004). Para lograr este objetivo se diseñaron

cuidadosamente los formatos de inventarios, los cuáles determinaron la cantidad de aves por especie en cada uno de los puntos observados. El inventario se realizó por medio de tres técnicas diferentes:

Observación en puntos fijos de muestreo: El avistamiento de aves se llevó a cabo mediante la realización de muestreos en puntos estratégicos situados en el hipotético centro de un círculo con un radio aproximado de 25 metros. En cada parcela seleccionada, se establecieron dos sitios de muestreo para efectuar el conteo de aves en dos períodos del día: de 6:00 a 9:00 a.m. y de 3:00 a 6:00 p.m.

Durante estas observaciones, se documentó la especie, el número de individuos avistados y su condición (residente o migratoria) siguiendo la metodología propuesta por Ralph et al., (1996) y por Stiles & Skutch, (2003) (Enríquez-Lenis, et al., 2006), modificada por cuestiones prácticas por el autor de la investigación. Se confeccionaron hojas de campo para registrar la información, incluyendo los nombres de las aves, la hora, el día, las coordenadas del sitio de muestreo, la distancia desde el punto de observación, las condiciones climáticas y si se efectuó algún registro sonoro del ave observada. Además, se cotejó este listado con el "checklist" obtenido de investigaciones previas realizadas por otros investigadores (Parra-Hernández et al., 2007), complementándose con aportes del autor de este estudio. Se llevó a cabo un trabajo de campo de duración mínima de 4 días en cada sitio de muestreo, de acuerdo con las pautas establecidas por (Ralph et al., 1996). Este periodo fue determinado por el equipo de campo, evidenciando la curva de esfuerzo de muestreo y donde alcanza su punto máximo en diversas localidades. En total, se completaron 56 días de muestreo, con una dedicación de 8 horas hombre por día, resultando en un esfuerzo de muestreo acumulado de 448 horas/hombre. Se realizaron múltiples campañas de muestreo en distintas estaciones del año entre 2012 y 2017 con el objetivo de observar y registrar diversas fases de la vida de las aves, así como las especies migratorias. Se contabilizaron únicamente las aves visibles dentro de un rango visual factible, conforme a propuesto por Solari & Zaccagnini (2009).

Encuentros visuales/auditivos ocasionales: Son los registrados en momentos no planificados, como cambiando de transecto, cambio de ecotono, animales crípticos (solo canto), rastros (egagrópilas, plumas) o huellas.

Captura de sonidos de las aves: En cada punto de muestreo, el investigador o un colaborador orientó el micrófono hacia el ave con la intención de capturar los sonidos emitidos por el animal mediante grabadoras digitales. Cada

grabación se realizó durante la actividad de canto o vocalización de un ave específica, dirigiendo el micrófono hacia ella para registrar su actividad vocal. La duración de cada registro sonoro osciló entre un mínimo de 30 segundos y un máximo de 3 minutos. Posteriormente, las grabaciones fueron interpretadas y analizadas por el mismo observador utilizando el programa Adobe Audition® CS6 y la base de datos Xeno canto (www.xeno-canto.org), junto con diversas bases de datos adicionales (Suárez-García, et al., 2017). Las grabaciones se llevaron a cabo en varios momentos de actividad, procurando obtener representaciones sonoras significativas de las aves en el entorno, así como grabaciones de "paisajes sonoros". Estas últimas fueron posteriormente editadas y examinadas para identificar las especies que habían vocalizado en ese contexto. La norma ISO 12913-1 define el paisaje sonoro (soundscape) como el "*ambiente acústico tal como es percibido o experimentado y/o entendido por una persona o personas, en su contexto*" (Moraga, et al., 2017). Este concepto resulta sumamente útil para la determinación de poblaciones de aves no visibles, además de desempeñar un papel clave en la investigación relacionada con las interacciones entre aves y comunidades humanas.

Para el monitoreo se usaron Binoculares TASC0 10 x 45 y Telescopio Monocular NCSTAR 40 - 60X, con la ayuda de una cámara digital CANNON SX50s. La identificación de las especies y su estatus se realizó con la ayuda de la *Guía de Aves de Colombia* (Hilty & Brown, 2009) y *Field Guide to the Birds of Colombia* (McMullan, Donegan, Quevedo, Bartels, & Ellery, 2014) de la fundación PROAVES, las cuáles son guías de referencia para este tipo de actividades de caracterización. De todas formas, en cada equipo de muestreo hubo una persona capacitada en identificación de aves, quien ayudó a identificar las aves que en primera instancia no se pueda identificar por impericia del observador u otro factor humano, con esto se pretende eliminar o disminuir el error resultante por la observación de aves hecha por un solo observador, o cansancio de muestreo.

Indicadores de diversidad biológica

Se determinó la abundancia relativa de especies, además, los índices ecológicos de diversidad de Shannon- Wiener (H'), riqueza de Margalef y dominancia de Simpson, además del índice de Chao, que muestra especies raras, siguiendo protocolos de (Moreno, 2001) y análisis con ayuda del paquete estadístico Infostat®

Análisis estadístico

Los datos de campo fueron transcritos y ordenados en una hoja de Microsoft excel® para determinar medidas estadísticas de tendencia central y dispersión, mediante un análisis univariado para determinar la variabilidad de los indicadores de diversidad. Con el objeto de agrupar los sitios de muestreo en función de diferentes indicadores de diversidad biológica, se hizo un análisis multivariado. Para ello, primero se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con el objeto de identificar las variables de mayor peso en la diferenciación de las unidades de análisis, cuyo resultado fue expresado en una gráfica biplot. Posteriormente, se hizo un agrupamiento de los arreglos agroforestales mediante un análisis de conglomerados (AC). Esta técnica busca conformar grupos que presenten la menor variabilidad posible dentro de sí mismos y los que presenten la mayor variabilidad entre otros grupos; se usó el paquete estadístico Infostat® (Balzarini et al., 2012).

Resultados

Los inventarios de aves en cada uno de los arreglos agroforestales pecuarios observados dieron como resultado la observación de 5830 individuos, pertenecientes a 171 especies diferentes de aves y a 46 familias taxonómicas (tabla 4). Esto significa que si en Colombia hay registradas oficialmente 1983 especies de aves (Lepage, 2022) 8.62% de ellas están en arreglos agroforestales pecuarios en el bosque seco tropical.

Es importante destacar que en este estudio se priorizó los inventarios por familias, pues en otra etapa de investigación se toma como

objeto de análisis la percepción que las comunidades asentadas en el bosque seco tienen de las aves. Además de hacer un inventario exhaustivo, es importante reconocer las familias pues así se pudieron agremiar las aves para otros análisis importantes hechos en otra etapa de esta investigación. Con la información cuantitativa se hace otro tipo de análisis más enfocado a consideraciones ecológicas en los arreglos agroforestales evaluados.

Dentro de los hallazgos, se destacó que las familias *Thraupidae*, *Psittacidae*, *Columbidae*, *Tyrannidae*, *Cathartidae* y *Cuculidae*, entre otras, emergen como las más abundantes en términos de individuos (Figura 2). En el análisis global, se evidenció que *Columbina talpacoti* (*Columbidae*) y *Crotophaga ani* (*Cuculidae*) son aves que se encuentran presentes en todos los arreglos y en cada una de las localidades estudiadas. Asimismo, *Ardea alba*, *Brotogeris jugularis*, *Troglodytes aedon* y *Pitangus sulphuratus* se registran en 13 de las 14 localidades investigadas, representando el 92.86 % de todos los puntos de muestreo en el bosque seco tropical. *Streptoprocne zonaris* y *Bubulcus ibis* fueron identificados en 12 de las 14 localidades, abarcando el 85.71 % del área de bosque seco tropical muestreada.

Vanellus chilensis, *Leptotila verreauxi*, *Ortalis columbiana*, *Manacus manacus*, *Forpus conspicillatus*, *Thraupis episcopus*, *Sicalis flaveola*, *Phimosus infuscatus*, *Henicorhina leucosticta* y *Turdus ignobilis* fueron avistadas en 11 de las 14 localidades sujetas a muestreo, lo que constituye el 78.57 % del bosque seco monitoreado. Por su parte, *Coragyps atratus*, *Crotophaga sulcirostris*, *Melanerpes rubricapillus*, *Sporophila minuta*, *Tyrannus melancholicus* y *Hylophilus flaviceps* fueron identificadas en 10 de las 14 localidades estudiadas, abarcando el 71.43 % de los sitios de muestreo.

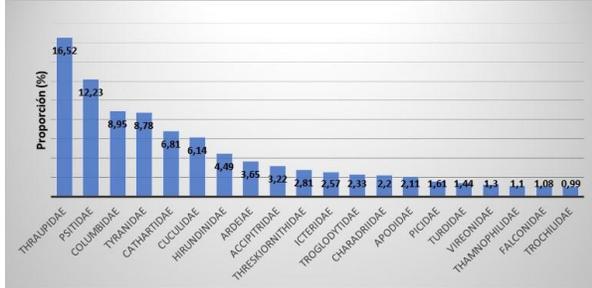


Figura 2. Relación porcentual de familias de aves en arreglos agroforestales pecuarios en el bosque seco tropical del Tolima

encuentra *Coragyps atratus*, con un 5.84 % de las aves registradas en el entorno del bosque seco tropical. *Columbina talpacoti* ocupa la tercera posición en términos de frecuencia, al encontrarse presente en todos los arreglos agroforestales examinados y representar el 4.99 % de las aves estudiadas en este ecosistema de bosque seco.

La especie de ave más predominante fue *Sicalis flaveola*, constituyendo el 6.95 % del total de aves avistadas en todas las localidades. En segundo lugar, en términos de abundancia se

Tabla 1. Listado de aves del bosque seco tropical en el Tolima por arreglo agroforestal, localidad, especie y familia.

Género	Especie	Familia	# por Espe cie	# por familia	RBP	ADP	PD	SSP	BFL
Buteogallus	<i>Meridionallis</i>	ACCIPITRIDAE	5	188	3	11	12	94	68
Buteo	<i>magnirostris</i>		31						
Herpetotheres	<i>cachinnans</i>		17						
<i>Rostramus</i>	<i>sociabilis</i>		2						
<i>Buteo</i>	<i>swainsoni</i>		130						
<i>Elanus</i>	<i>laeruleus</i>		3						
<i>Chloroceryle</i>	<i>americana</i>	ALCEDINIDAE.	2	2			1	1	
<i>Dendrocygna</i>	<i>autumnalis</i>	ANATIDAE	43	43			22	5	16
<i>Anhinga</i>	<i>anhinga</i>	ANHINGIDAE	6	6	2	4			
<i>Streptoprocne</i>	<i>zonaris</i>	APODIDAE	123	123	21	30	28	36	8
<i>Butorides</i>	<i>striatus</i>	ARDEIAE	12	213	45	15	69	64	20
<i>Egretta</i>	<i>caerulea</i>		2						
<i>Egretta</i>	<i>thula</i>		27						
<i>Ardea</i>	<i>herodias</i>		4						
<i>Ardea</i>	<i>cocoi</i>		9						
<i>Ardea</i>	<i>alba</i>		48						
<i>Bubulcus</i>	<i>ibis</i>		111						
<i>Nyctridomus</i>	<i>albicolis</i>	CAPRIMULGIDAE	13	13	3	3	2	5	
<i>Coragyps</i>	<i>atratus</i>	CATHARTIDAE	341	397	20	39	50	195	93
<i>Cathartes</i>	<i>aura</i>		33						

<i>Cathartes</i>	<i>burruvianus</i>		22						
<i>Sarcoramphus</i>	<i>papa</i>		1						
<i>Vanellus</i>	<i>chilensis</i>	CHARADRIIDAE	128	128	4	18	21	57	28
<i>Megaceryle</i>	<i>torquata</i>	CERYLIDAE	1	1			1		
<i>Coereba</i>	<i>flaveola</i>	COEREBIDAE	2	2	2				
<i>Claravis</i>	<i>pretiosa</i>	COLUMBIDAE	8	522	66	77	40	196	143
<i>Columbina</i>	<i>passerina</i>		17						
<i>Columbina</i>	<i>talpacoti</i>		291						
<i>Columbina</i>	<i>minuta</i>		26						
<i>Leptotila</i>	<i>verrauxi</i>		46						
<i>Zenaida</i>	<i>auriculata</i>		122						
<i>Columba</i>	<i>livia</i>		12						
<i>Cyanacorax</i>	<i>affinis</i>	CORVIDAE	43	43	6	7	11	11	8
<i>Ortalis</i>	<i>columbiana</i>	CRACIDAE	36	36	17	10	2	5	2
<i>Crotophaga</i>	<i>major</i>	CUCULIDAE	62	358	43	69	27	153	66
<i>Crotophaga</i>	<i>sulcirostris</i>		128						
<i>Crotophaga</i>	<i>ani</i>		157						
<i>Piaya</i>	<i>cayana</i>		3						
<i>Tapera</i>	<i>naevia</i>		8						
<i>Lonchura</i>	<i>malacca</i>	ESTRILIDAE	9	9	7		2		
<i>Falco</i>	<i>ruficularis</i>	FALCONIDAE	1	63	7	9	20	16	11
<i>Falco</i>	<i>sparverius</i>		5						
<i>Caracara</i>	<i>cheriway</i>		14						
<i>Milvago</i>	<i>chimachima</i>		43						
<i>Euphonia</i>	<i>concinna</i>	FRINGILIDAE	9	55	2	1		26	26
<i>Carduelis</i>	<i>psaltira</i>		13						
<i>Euphonia</i>	<i>laniirostris</i>		33						
<i>Synallaxis</i>	<i>albescens</i>	FURNARIIDAE	19	41	3	7	4	13	14
<i>Synallaxis</i>	<i>brachyura</i>		2						
<i>Dendroplex</i>	<i>picus</i>		15						
<i>Certiaxis</i>	<i>cinamomea</i>		5						
<i>Galbula</i>	<i>ruficauda</i>	GALBULIDAE	11	11	3			1	7
<i>Progne</i>	<i>chalybea</i>	HIRUNDINIDAE	60	262	20	13		164	65
<i>Stelgidopteryx</i>	<i>ruficollis</i>		197						
<i>Notiochelidon</i>	<i>cyanoleuca</i>		3						
<i>Tachycineta</i>	<i>albiventer</i>		2						
<i>Molothrus</i>	<i>bonariensis</i>	ICTERIDAE	38	150	13	15	14	62	46
<i>Icterus</i>	<i>nigrogularis</i>		6						

<i>Chrysomus</i>	<i>icterocephalus</i>		57						
<i>Sturnella</i>	<i>militaris</i>		20						
<i>Quiscalus</i>	<i>lugubris</i>		29						
<i>Jacana</i>	<i>jacana</i>	JACANIDAE	11	11	4	1	4		2
<i>Mimus</i>	<i>gilvus</i>	MIMIDAE	21	21	8	2	5	4	2
<i>Nyctibius</i>	<i>griseus</i>	NYCTIBIIDAE	11	11	3	1	3		4
<i>Colinus</i>	<i>cristatus</i>	ODONTHOPHORIDAE	45	45	5	31	4	3	2
<i>Pandion</i>	<i>haliaetus</i>	PANDIONIDAE	2	2		1		1	
<i>Phaeothlypis</i>	<i>fulvicauda</i>		16						
<i>Tachifuns</i>	<i>luctuosus</i>	PARULIDAE	1	46	6	2	8	19	11
<i>Basileuterus</i>	<i>rufifrons</i>		29						
<i>Phalacrocorax</i>	<i>brasilianus</i>	PHALACROCORACIDAE	20	20		13	6		1
<i>Pteroglossus</i>	<i>torquatus</i>		5						
<i>Melanerpes</i>	<i>rubricapillus</i>		31						
<i>Drycopus</i>	<i>lineatus</i>	PICIDAE	17	94	13	7	5	32	37
<i>Colaptes</i>	<i>puncticula</i>		2						
<i>Picumnus</i>	<i>olivaceus</i>		130						
<i>Veliniornis</i>	<i>kirki</i>		3						
<i>Chiroxiphia</i>	<i>lanceolata</i>	PIPRIDAE	2	54	14	7	7	11	15
<i>Manacus</i>	<i>manacus</i>		52						
<i>Amazona</i>	<i>ochrocephala</i>		52						
<i>Aratinga</i>	<i>pertinax</i>		8						
<i>Aratinga</i>	<i>weddenlii</i>		120						
<i>Forpus</i>	<i>conspicillatus</i>	PSITIDAE	243	713	98	95	99	275	146
<i>Brotogeris</i>	<i>jugularis</i>		272						
<i>Pionus</i>	<i>menstrus</i>		14						
<i>Pionus</i>	<i>chalcopterus</i>		4						
<i>Polioptila</i>	<i>plumbea</i>	POLIOPTILIDAE	16	16	1	1		6	8
<i>Porphyrio</i>	<i>martinicus</i>		8						
<i>Aramides</i>	<i>cajanea</i>	RALLIDAE	18	29	2	5	3	11	8
<i>Anurolimnas</i>	<i>viridis</i>		3						
<i>Tringa</i>	<i>solitaria</i>	SCOLOPACIDAE	4	7		1		2	4
<i>Actitis</i>	<i>macularia</i>		3						
<i>Asio</i>	<i>stygius</i>	STRIGIDAE	2	17	2	7	4	3	1

<i>Megacops</i>	<i>choliba</i>		13						
<i>Athene</i>	<i>cunicularia</i>		2						
<i>Thamnophilus</i>	<i>doliatus</i>	THAMNOPHILIDAE	41	64	6	5	5	26	22
<i>Formicivora</i>	<i>grisea</i>		12						
<i>Thamnophilus</i>	<i>atrilucha</i>		4						
<i>Myrmeciza</i>	<i>longipeps</i>		2						
<i>Cercomacra</i>	<i>nigricans</i>		5						
<i>Thraupis</i>	<i>episcopus</i>		THRAUPIDAE						
<i>Thraupis</i>	<i>palmarum</i>	44							
<i>Ramphocelus</i>	<i>dimidiatus</i>	44							
<i>Saltator</i>	<i>striatipectus</i>	30							
<i>Saltator</i>	<i>maximus</i>	4							
<i>Tiaris</i>	<i>bicolor</i>	30							
<i>Tiaris</i>	<i>olivacea</i>	3							
<i>Sporophila</i>	<i>minuta</i>	74							
<i>Sporophila</i>	<i>intermedia</i>	52							
<i>Sporophila</i>	<i>schistacea</i>	5							
<i>Sporophila</i>	<i>nigricollis</i>	18							
<i>Tangara</i>	<i>cyanicollis</i>	18							
<i>Tangara</i>	<i>gyrola</i>	12							
<i>Tangara</i>	<i>vitriolina</i>	12							
<i>Sicalis</i>	<i>flaveola</i>	405							
<i>Oryzoborus</i>	<i>angolensis</i>	4							
<i>Oryzoborus</i>	<i>funerus</i>	8							
<i>Coryphospingus</i>	<i>pileatus</i>	12							
<i>Volatinia</i>	<i>Jacarina</i>	8							
<i>Arremon</i>	<i>aurantiiorostri</i>	12							
<i>Coereba</i>	<i>flaveola</i>	29							
<i>Tachyphonus</i>	<i>luctuosos</i>	6							
<i>Dacnis</i>	<i>lineata</i>	6							
<i>Tachyphonus</i>	<i>luctuosos</i>	5							
<i>Eucometis</i>	<i>penicillata</i>	13							
<i>Phimosus</i>	<i>infuscatus</i>	THRESKIORNITHIDAE		164	164	13	13	29	68
<i>Cryptorellus</i>	<i>soui</i>	TINAMIDAE	9	9	3	2	1	1	2
<i>Pachyramphus</i>	<i>rufus</i>	TITYRIDAE	11	12	1			4	7
<i>Tityra</i>	<i>inquisitor</i>		1						
<i>Colibri</i>	<i>coruscans</i>	TROCHILIDAE	7	58	10	6	4	24	14

<i>Thalurania</i>	<i>colombica</i>		8						
<i>Amazilia</i>	<i>tzacatl</i>		17						
<i>Amazilia</i>	<i>amabilis</i>		3						
<i>Phaetirnis</i>	<i>guy</i>		14						
<i>Anthrathocora</i> <i>x</i>	<i>nigricolis</i>		4						
<i>Florisuga</i>	<i>mellivora</i>		4						
<i>Chalybura</i>	<i>buffonii</i>		1						
<i>Campylorhynchus</i>	<i>griseus</i>	TROGLODYTID AE	11	136	20	25	12	51	28
<i>Henicorhina</i>	<i>leucosticta</i>		39						
<i>Pheugopedius</i>	<i>fasciatoven tris</i>		18						
<i>Troglodytes</i>	<i>aedon</i>		68						
<i>Turdus</i>	<i>leucomelas</i>	TURDIDAE	9	84	9	2	5	37	31
<i>Turdus</i>	<i>ignobilis</i>		75						
<i>Myiarchus</i>	<i>apicalis</i>	TYRANIDAE	18	512	64	38	41	215	154
<i>Myiarchus</i>	<i>crinitus</i>		1						
<i>Tyrannus</i>	<i>sabana</i>		13						
<i>Tyrannus</i>	<i>melancholic us</i>		74						
<i>Tyrannus</i>	<i>tyranus</i>		1						
<i>Tyarannulus</i>	<i>elatus</i>		1						
<i>Elaenia</i>	<i>flavogaster</i>		45						
<i>Pitangus</i>	<i>sulphuratus</i>		86						
<i>Pitangus</i>	<i>lictor</i>		1						
<i>Myiozetetes</i>	<i>cayanensis</i>		21						
<i>Myiozetetes</i>	<i>similis</i>		47						
<i>Mionectes</i>	<i>oliagineus</i>		17						
<i>Myiodynates</i>	<i>maculatus</i>		5						
<i>Megarynchus</i>	<i>pitangua</i>		15						
<i>Machetornis</i>	<i>rixosus</i>		12						
<i>Pirocephalus</i>	<i>rubinus</i>		28						
<i>Fluvicola</i>	<i>pica</i>		10						
<i>Zimmerius</i>	<i>crysops</i>		33						
<i>Todirustrum</i>	<i>cinereun</i>		53						
<i>Arundinicola</i>	<i>leucocephal a</i>		2						
<i>Phaeomyias</i>	<i>murina</i>		11						
<i>Sayornis</i>	<i>nigricas</i>		8						
<i>Legatus</i>	<i>leucophagu s</i>		4						

<i>Contopus</i>	<i>cinereus</i>		3						
<i>Leptopogon</i>	<i>superciliaris</i>		3						
<i>Cyclarhis</i>	<i>gujanensis</i>	VIREONIDAE	24	76	12	7	6	19	32
<i>Vireo</i>	<i>olivaceus</i>		1						
<i>Vireo</i>	<i>leucophys</i>		4						
<i>Hylophilus</i>	<i>flaviceps</i>		47						
Total			5830	5830	659	720	633	2396	1422

En el bosque seco tropical existen dinámicas de las poblaciones de aves en los diferentes arreglos agroecosistémicos que tienen que ver con la composición del paisaje, tipo de explotación ganadera y la época del año, pues algunas son migratorias (Vergara Paternina, Ballesteros Correa, González Charrasqui, & Linares Arias, 2017). Aun así, en los hallazgos de éste trabajo, se tiene que en el relicto de bosque primario es donde más especies de aves se reportaron (198 Spp), seguido en número por el sistema silvopastoril (181 Spp), pero hay que tener en cuenta que el número de especies no tiene variaciones en algunos arreglos pues son especies comunes en todo el bosque seco, lo que varía es el número de individuos en cada arreglo, y eso también depende de la composición florística y condiciones micro ecológicas de cada sitio (Collazos-González & Echeverry-Galvis, 2017). Por esto mismo, se deduce que en el banco forrajero de leñosas hay un número más bajo de especies debido a la homogeneidad del componente vegetal (151 especies y 1421 individuos) (Figura 3).

De igual forma se identifica que en los arreglos agroforestales estudiados, el que menos tiene familias de aves, es el Banco Forrajero de Leñosas, siguiendo la dinámica propuesta en el análisis anterior (Figura 3). Existe una ligera homogeneidad en cuanto a la cantidad de familias taxonómicas vistas en el estudio, y un predominio en cuanto a número de especies en el bosque primario. También es de resaltar que en el sistema silvopastoril se presentó la mayor abundancia de aves de todos los arreglos agroforestales y así mismo un mayor número de familias taxonómicas diferentes. La información obtenida acerca de las comunidades de aves en

los sistemas de producción y otros arreglos agroforestales, no determinan datos suficientes sobre la distribución de las aves entre los diferentes arreglos y escalas del paisaje, corroborando observaciones hechas por Velásquez Valencia (2018), quien afirma que las comunidades de aves son sensibles a la modificación del hábitat.



Figura 3. Número de especies de aves por arreglo agroforestal en el Bosque seco tropical del Tolima.

En relación con la composición de las comunidades, se destaca que en los sistemas silvopastoriles se registra el mayor número de aves, con 2396 individuos, representando el 41.09% del total. Le sigue en importancia el banco forrajero de leñosas, que alberga 1422 individuos, constituyendo el 24.39% del conjunto, y posteriormente, el arreglo de árboles dispersos en potrero, con 720 individuos, equivalente al 12.34%. Por otro lado, el inventario de aves en el bosque primario contabiliza 659 individuos, lo que representa el 11.30%. Este último resultado evidencia que las aves no son tan abundantes en este entorno, ya que el bosque primario cumple funciones de refugio, dormitorio y área de cría (Losada-Prado & Molina-Martínez, 2011), pero en cambio fue

el arreglo agroforestal con más número de especies diferentes, lo que también se apoya en la tesis que, en el paisaje ganadero, donde los animales domésticos tienen un buen manejo, propiciando la biodiversidad funcional en el agroecosistema, con criterios de conservación para la preservación de las aves de una región, evitando el desarrollo de monocultivos y mejorando las condiciones ambientales (Fajardo et al., 2009; Russo, 2015). El bajo conteo del arreglo de pastura degradada demuestra que, por la baja cobertura vegetal y poca disponibilidad de sitios de sitios de descanso, alimentación y refugio, el conteo es el más bajo de todos los arreglos estudiados (633 individuos, 10.85 %), datos que son corroborados por otros investigadores (Enríquez-Lenis et al., 2006) (Figura 5).

Diversas herramientas están disponibles para la descripción de comunidades, detallando los ensamblajes o taxocenosis de individuos. Para un análisis más preciso, se recurre a índices de biodiversidad diseñados específicamente para asignar un valor distintivo a cada comunidad, especialmente a cada conjunto o taxocenosis presente en cada localidad (Velázquez Velázquez, et al., 2008).



Figura 4. Número de familias de aves por arreglo agroforestal en el Bosque seco tropical del Tolima



Figura 5. Número de individuos de aves en diferentes arreglos agroecosistémicos con actividad ganadera en el bosque seco tropical.

Indicadores de biodiversidad

Tabla 2. Individuos forestales de *Ceiba pentandra* y sus variables según clase diamétrica en las dos zonas de estudio

	NATAGAIMA		COYAIMA			SENA ESPINAL		MARIPOSA IBAGUÉ			ARMERO CURDN			
	PD	RBP	ADP	PD	RBP	SSP	BFL	ADP	PD	RBP	SSP	ADP	BFL	RBP
Taxa_S	71	52	43	54	48	121	119	43	31	44	60	67	32	54
Individuals	189	100	141	222	179	2009	1259	386	222	228	383	193	162	152
Simpson_1-D	0,98	0,9826	0,952	0,968	0,9638	0,964	0,9725	0,9475	0,9342	0,9379	0,9306	0,9801	0,8811	0,9753
Shannon_H	4,157	4,033	3,473	3,739	3,633	3,933	4,108	3,311	3,007	3,275	3,357	4,103	2,848	3,924
Margalef	13	11,07	8,487	9,81	9,06	15,78	16,53	7,052	5,553	7,92	9,919	12,54	6,093	10,55
Chao-1	96,24	68,5	49,95	57,65	56,23	134,9	130	46,49	33,13	49,48	67,04	77,45	35,58	59,32

En relación a los índices, la tabla muestra que la diversidad alfa se manifiesta a través de valores elevados en los índices de Shannon, Simpson y Margalef. No obstante, el índice de Chao-1, que identifica especies poco comunes, señala que en el sistema silvopastoril (SSP) y el banco forrajero de leñosas (BFL) en la localidad con mayor cantidad de individuos (SEN), existe una cantidad significativa de especies que aún no han sido inventariadas. Este fenómeno se atribuye a la homogeneidad del arreglo, que incluye especies permanentes y territoriales ya establecidas en combinación con el sistema ganadero. A pesar de ser uno de los arreglos con mayor cantidad de individuos, la diversidad de especies no es tan amplia en comparación con otras localidades, como Armero (ARM).

Un indicador crucial en la tabla es el valor del índice de Shannon. Si bien este índice es un indicador de la diversidad alfa, que se centra en la diversidad de especies dentro de una única comunidad o lugar, también se puede emplear para calcular la diversidad beta. Esta medida tiene en cuenta tanto la abundancia de especies como su distribución relativa en distintos lugares o comunidades. Un valor elevado indica un alto recambio de especies entre arreglos, lo que sugiere que los arreglos más diversos actúan como corredores biológicos eficaces.

Con base en esta información, se puede afirmar que los arreglos agroforestales más diversos,

como los sistemas silvopastoriles (SSP) y el banco forrajero de leñosas (BFL), albergan no solo un mayor número de individuos, sino que, de manera general, son los dos arreglos con mayor diversidad de especies (Figura 5). Además, se puede concluir a partir de estos datos que los arreglos agroforestales intervenidos de manera técnica, como SSP y BFL, tienen la capacidad de sustentar una mayor variedad de aves, lo que resulta en un aumento de la biodiversidad asociada al agroecosistema, con las ventajas ecológicas que esto implica. Otro aspecto relevante que se desprende del análisis es que, en ecosistemas con menor cobertura vegetal, como árboles dispersos en potrero (ADP) y pastura degradada (PD), los inventarios mostraron recuentos más bajos tanto en términos de especies como de individuos. Asimismo, en los relictos de bosque primario (RBP), se observó un recuento más elevado de especies, aunque no de individuos, indicando posiblemente una alta riqueza, pero no una abundancia tan marcada de especies.

Luego, se lleva a cabo el procesamiento de la información previa, considerando las variables de "altitud", "precipitación" y "leñosas/ha" como variables agroclimáticas, dependientes de factores ambientales. Este análisis tiene como objetivo examinar los agrupamientos de los sistemas analizados en función de los indicadores de biodiversidad de aves, además de las condiciones ambientales.

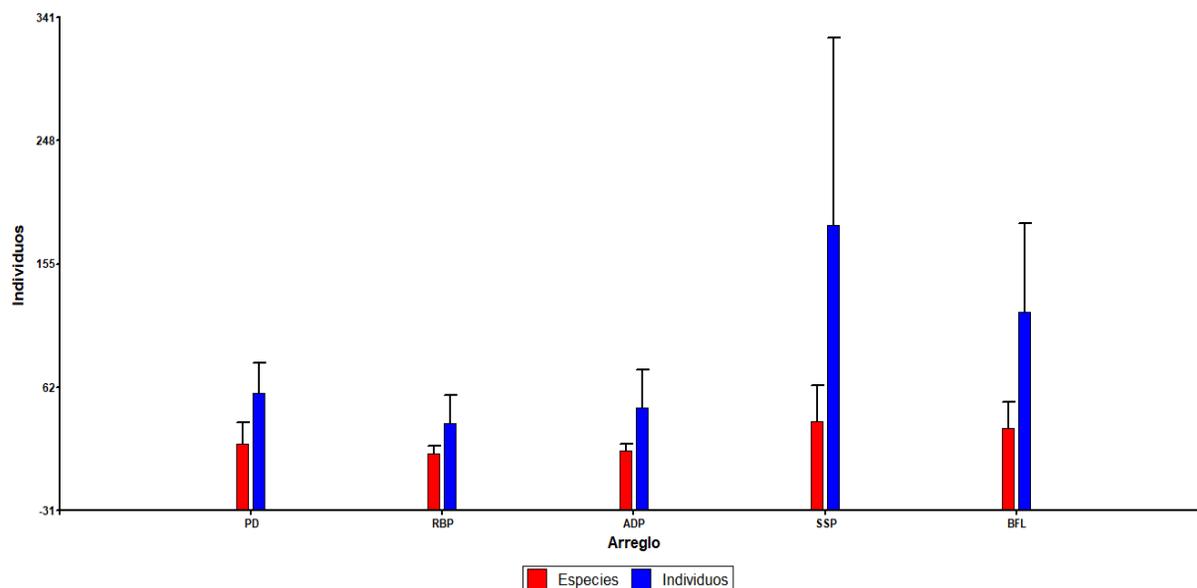


Figura 6. Distribución de aves en número de especies e individuos en cinco arreglos agroforestales pecuarios

Después de procesar la información mediante el programa InfoStat®, surgieron dos componentes principales representados en dos ejes, cada uno representando una variable sintética. En el eje 1, los indicadores de Margalef y Chao-1 se destacan con mayor fuerza, siendo a su vez indicadores de diversidad alfa, y constituyen la variable sintética denominada "Indicadores de diversidad" (Figura 7).

El índice de Margalef, que refleja tanto la riqueza como la abundancia del sitio, contribuye a explicar la notable diversidad de aves en algunos lugares, como la localidad de Espinal (SEN), que registró la mayor cantidad de individuos en todo el estudio. La elevada diversidad de individuos en este sitio se traduce en un valor elevado en la categoría de "especies", ya que estas forman parte del inventario realizado. Este fenómeno también se justifica por el exhaustivo conteo de individuos pertenecientes a diversas especies en este sitio específico.

El índice de Chao-1, también una variable significativa en el estudio, representa una

estimación de la riqueza total de especies encontradas, teniendo en cuenta tanto especies únicas como repetidas. Este estudio revela que muchas especies, la gran mayoría, están presentes en al menos dos arreglos agroforestales, lo que pone de manifiesto la notable capacidad adaptativa de las aves en el bosque seco tropical. Chao-1 indica que, si una muestra incluye numerosas especies poco comunes, es probable que algunas especies no se hayan observado. Esto se debe a que utiliza la frecuencia de especies poco comunes en una muestra para estimar el número de especies no observadas, lo que también sugiere la posibilidad de que estas especies estén presentes en otros arreglos. Este índice puede interpretarse como un indicador indirecto de la diversidad beta.

En el eje 2, las dos variables con más fuerza fueron las de "Precipitación" y "Altitud", constituyendo la variable sintética llamada "Condiciones ambientales". Estas variables sintéticas se agrupan en lados contrarios de la gráfica (figura 7).

Los resultados obtenidos en el análisis sugieren que los dos primeros componentes principales contienen la mayor parte de la variabilidad de los datos, abarcando más del 75% de las observaciones. Esto indica que los Componentes Principales 1 (CP1) y 2 (CP2) son capaces de explicar prácticamente toda la diversidad de aves estudiada en las cinco localidades y en los distintos arreglos agroforestales presentes en ellas. Estos componentes principales, por ende, ofrecen una representación significativa del comportamiento de los datos en esta zona de vida, especialmente en los diversos arreglos agroforestales pecuarios analizados (Tabla 3).

Tabla 3. Autovalores de análisis de componentes principales de 5 indicadores de biodiversidad en 5 arreglos agroforestales pecuarios.

Lambda	Valor	Proporción	Prop. Acum.
1	5.13	0.57	0.57
2	1.65	0.18	0.75
3	1.20	0.13	0.89
4	0.64	0.07	0.96
5	0.15	0.02	0.97

Asimismo, la gráfica de dispersión generada con la ayuda del software estadístico InfoStat® (Figura 7) presenta todos los puntos de datos (filas) como una proyección de las variables en forma de coordenadas, proporcionadas por los componentes. En la gráfica, se observa que los valores del CP1 (eje 1), relacionados con indicadores de biodiversidad, se agrupan en una

zona, indicando valores similares o cercanos en los arreglos agroforestales pecuarios analizados. Es importante señalar que esta agrupación se manifiesta en los arreglos con menor diversidad de especies de aves, mientras que, en aquellos más diversos, los valores se alejan ligeramente de la tendencia, desplazándose hacia la derecha en la gráfica.

Se destaca que en la localidad de Espinal (SEN), los arreglos estudiados (SSP) exhiben los valores más altos en relación con las variables que lo diferencian de las demás localidades. Esto sugiere que los sistemas silvopastoriles son los entornos donde se pueden encontrar la mayor cantidad de aves y especies de aves en los diversos agroecosistemas analizados. Las demás localidades tienen una representación en la gráfica de dispersión en una zona donde se puede determinar que los índices son muy similares, estando muy próximos unos de otros.

El CP2 (eje 2), a pesar de no tener tanto peso en la distribución de los datos, revela una tendencia en el número de individuos. En la gráfica, se evidencia claramente cómo los valores de "Precipitación" y "Altitud" adquieren importancia al presentarse casi juntos, marcando una tendencia hacia la izquierda de la gráfica y agrupándose con la mayoría de los puntos de muestreo. Esto contrasta con los indicadores de biodiversidad analizados, que se inclinan hacia el lado opuesto de la gráfica, hacia la derecha (Figura 7). Es relevante destacar la importancia de los indicadores ambientales, donde se demuestra que tienen una relación directa con la presencia de aves en los sitios más diversos. Esto sugiere que, a medida que las condiciones ambientales mejoren, los inventarios de aves aumentarán en cualquier arreglo agroforestal.

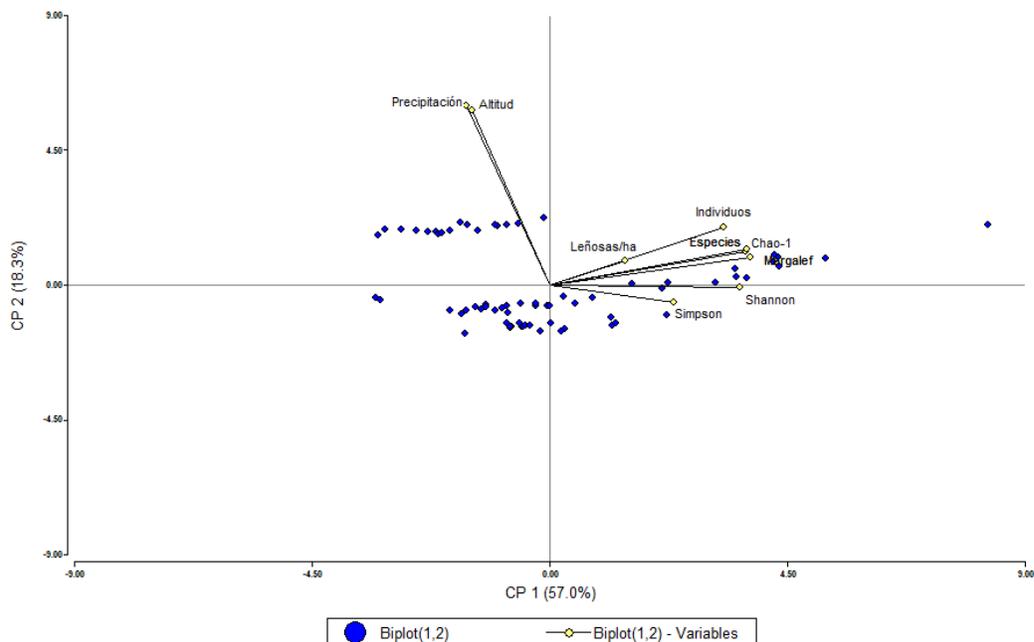


Figura 7. Diagrama de dispersión de análisis de componentes principales de indicadores de biodiversidad de 5 arreglos agroforestales pecuarios en el bosque seco tropical del Tolima

Discusión

Los datos obtenidos directamente en campo sirven para hacer un análisis de la comunidad, donde se evalúa el tipo de arreglo agroforestal pecuario usado y su relación con las aves. Aquí se demuestra la participación activa de este componente de la fauna silvestre como parte de la biodiversidad funcional del agroecosistema, reafirmando lo observado por otros investigadores que estudian la diversidad de aves en sistemas ganaderos, donde en los agroecosistemas más diversos, como el sistema silvopastoril, banco forrajero de leñosas y árboles dispersos en potrero son los más abundantes en aves (Carrillo-Fajardo et al., 2007; Enríquez-Lenis et al., 2006; Fajardo et al., 2009; Harvey et al., 2006, 2007; Menacho Odio & Sáenz, 2004; Sáenz et al., 2006; Vergara Paternina et al., 2017). Se demostró que en los arreglos agroforestales pecuarios del bosque seco tropical tolimense están presentes por lo menos 171 especies de aves, pertenecientes a 46 familias taxonómicas, demostrando que en esta zona de vida se presenta el 8.95% de las aves presentes en Colombia (Asociación

Colombiana de Ornitología, 2019; Renjifo & Amaya-Villarreal, 2017).

En el bosque primario sucede algo interesante que ya Losada-Prado & Molina-Martínez (2011) habían comprobado cuando explican que en el bosque primario la presencia de aves no es tan alta por ser un sitio de refugio, dormitorio y sitio de cría. Los resultados de los conteos que se hicieron en el relicto de bosque fueron bajos, corroborando la afirmación de los autores citados, aunque también se dio esto por el tipo y características del monitoreo, pues no se hicieron uso de trampas o redes de niebla, lo que determina la calidad y cantidad de datos a la experticia del observador y sus ayudantes.

En este estudio se analizaron los datos obtenidos de la comunidad de aves, que ayudaría a darle sentido a la interpretación de cada taxocenosis de cada localidad. La información obtenida en cada muestreo se sistematiza y analiza por medio de herramientas estadísticas que ayudan a concluir que en términos de comunidad de aves, los

agroecosistemas pecuarios intervenidos de manera técnica y pensando en el bienestar del ganado y la sostenibilidad ambiental, tienen un conteo de especies y familias de aves más alto que aquellos agroecosistemas pecuarios descuidados y mal planeados, como el caso de la “pastura degradada”, que fue donde menos aves se presentaron, demostrando los factores antrópicos que Renjifo & Amaya-Villarreal, (2017) incluyen las actividades productivas agropecuarias como uno de los factores que llevan a la disminución de aves en algunos territorios.

Es importante también tener en cuenta el hecho que en el análisis multivariado fue importante la relación que tiene la precipitación promedio y la altitud con las poblaciones de aves presentes, siendo un factor agroclimático del que depende la diversidad vegetal y por consecuencia, las poblaciones de aves, corroborando los estudios de Enríquez-Lenis et al., (2006) y Fajardo et al., (2009) quienes aseguraron que las condiciones ambientales son importantes en el establecimiento de agroecosistemas pecuarios. En este estudio es clara la relación entre los indicadores biológicos (índices de diversidad) y los indicadores agroclimáticos (precipitación y altura msnm), siendo importante entender la dinámica ecológica de las aves a usar agroecosistemas pecuarios bien diseñados para su beneficio, sin dejar su entorno natural en el bosque. Se demuestra que la altitud y la precipitación son condiciones necesarias para que se establezcan aves en estos arreglos, demostrando el papel que los sistemas agroforestales pecuarios bien diseñados pueden funcionar como sitios de conservación de aves.

Conclusiones

Respecto a los inventarios de aves hechos en arreglos agroforestales pecuarios en el bosque seco tropical del Tolima, se puede concluir de manera asertiva que en el sistema silvopastoril (SSP) fue donde se encontraron más cantidad de individuos y de especies que en todos los demás arreglos agroforestales, siendo similares los conteos a los del relicto de bosque primario

(RBP). De esta forma se concluye que los sitios con mayor diversidad vegetal tienen mayor presencia en número de individuos y de especies de aves, siendo esto corroborado por los datos de los índices obtenidos. Tratándose de inventarios de aves que están en ecosistemas dinámicos (cambios de animales, cambios de pasturas, presencia de otros animales y personas, etc) es importante recalcar que las aves presentes permanecen en estos sitios y se adaptan a las condiciones, que antrópicamente, se han acomodado a beneficio de la producción pecuaria. Esto es visto de manera especial en Sistemas silvopastoriles (SSP) con 2392 individuos y 181 especies diferentes y banco forrajero de leñosas (BFL) con 1421 individuos pertenecientes a 151 especies diferentes, que fue donde mayores conteos se hicieron en los inventarios.

Es importante tener en cuenta la relación que estadísticamente representa las variables agroclimáticas dependientes del ambiente como precipitación (mm) y altura (msnm), pues son determinantes en la variedad y calidad del componente vegetal presente en el arreglo agroforestal pecuario, quedando demostrada esta relación en el análisis multivariado. Este hallazgo es un punto a favor para el diseño de sistemas productivos donde el recambio de materia orgánica sea dado por la diversidad asociada (aves) mejorando las mismas condiciones ecológicas del potrero, a favor de la productividad y el medio ambiente, además de los servicios ecosistémicos que puedan surgir (turismo, gastronomía, artesanía, polinización, disminución de huella de carbono, etc).

En el arreglo llamado relicto de bosque primario (RBP) se encontraron 659 individuos pertenecientes a 198 familias, y en árboles dispersos en potrero (ADP) 153 especies con 920 individuos inventariados, demostrando esto que las poblaciones de aves en arreglos seminaturales como estos también tienen una importante abundancia demostrando así que la diversidad vegetal presente tiene relación con la preferencia de las aves por estos sitios. Así mismo, el arreglo de pastura degradada (PD)

tuvo un conteo total de 552 individuos pertenecientes a 145 especies y árboles dispersos en potrero (ADP) 153 especies con 920 individuos siendo los dos arreglos agroforestales con menos individuos y especies.

Los inventarios de aves en arreglos agroforestales sirven como medio para determinar el impacto que tienen las transformaciones antrópicas que derivan en modificaciones del agroecosistema, sobre la diversidad funcional del mismo.

Referencias

- Altieri, M., Nicholls, C., & Montalba, R. (2014). El papel de labiodiversidad en la agricultura campesina en América Latina. *LEISA Revista de Agroecología*, 30(1), 5–8.
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. M., & Villareal, H. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (C. M. Villa, Ed.).
- Asociación Colombiana de Ornitología. (2019). *Lista de referencia de especies de aves de Colombia*. <https://doi.org/https://doi.org/10.15472/qhsz0p>
- Balzarini, M., Di Rienzo, J., Tablada, M., González, L., Bruno, C., Córdoba, M., Robledo, W., & Casanoves, F. (2012). *Estadística y Biometría. Ilustraciones del Uso de InfoStat en Problemas de Agronomía* (1a ed.). Editorial Brujas.
- Carrillo-Fajardo, M., Rivera-Díaz, O., & Sánchez-Montaño, R. (2007). Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 29(86), 55–73. <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/actbio/article/view/329348>
- Collazos-González, S. A., & Echeverry-Galvis, M. Á. (2017). Comunidad de aves del bosque seco tropical en la Mesa de Xéridas, Santander, Colombia. *Ornitología Neotropical*, 28, 223–235.
- CPF. (2012). *El MFS y los bosques primarios*. <http://www.cpfweb.org/32857-04174f2cee36c34938d7ca757532bcd04.pdf>
- Enríquez-Lenis, M., Sáenz, J. C., & Ibrahim, M. (2006). Riqueza, abundancia y diversidad de aves y su relación con la cobertura arbórea en un agropaisaje dominado por la ganadería en el trópico subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería de Las Américas*, 45(45), 49–57. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7749/Riqueza_abundancia_y_diversidad_de_aves.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fajardo, D., Johnston-González, R., Neira, L., Chará, J., & Murgueitio, E. (2009). Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*, 58, 9–16. <https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fmedia.utp.edu.co%2Fciebreg%2Farchivos%2Fpublicaciones-divulgativas%2Ffrnarno58.pdf>
- FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe principal*.
- FAO. (2016). *El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*.
- García, G., Maldonado-Estrada, J. G., & López, J. G. (2016). Revista colombiana de ciencias pecuarias. In *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* (Vol. 16, Issue 2). Colvesa.
- Garibaldi, A., & Turner, N. (2004). Cultural Keystone Species: Implications for Ecological Conservation and Restoration. *Ecology and Society*, 9(3). <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art1>
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE.
- Harvey, C. A., Medina, A., Merlo Sánchez, D., Vilchez, S., Hernández, B., Sáenz, J. C., Maes, J. M., Casanoves, F., & Sinclair, F. L. (2006). Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications*, 16(5), 1986–1999.
- Harvey, C. A., Sáenz, J. C., & Montero, J. (2007). Conservación de la biodiversidad en agropaisajes de Mesoamérica: ¿qué hemos aprendido y qué nos falta conocer? In C. A. Harvey & J. C. Sáenz (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica* (pp. 579–599).

- Hilty, S. L., & Brown, W. L. (2009). *Guía de las aves de Colombia*. Princeton University Press.
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Lepage, D. (2022). *Colombia lista de aves - Avibase - Listas de Aves del Mundo*. <https://avibase.bsc-eoc.org>
- Losada-Prado, S., & Molina-Martínez, Y. (2011). Avifauna del bosque seco tropical en el departamento del Tolima (Colombia): Análisis de la comunidad. *Caldasia*, 33(1). <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/36390>
- McMullan, M., Donegan, T., Quevedo, A., Bartels, A., & Ellery, T. (2014). *Field Guide to the Birds of Colombia (2°)*. Proaves.
- Menacho Odio, R. M., & Sáenz, J. (2004). Monitoreo de la avifauna en fincas con sistemas de producción silvopastoril del Cantón de Esparza, Costa Rica. *Zeledonia*, 8(2), 2–6. <https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fwww.zeledonia.com%2Fuploads%2F7%2F0%2F1%2F0%2F70104897%2F2004-8-2.pdf>
- Moraga, P. A., Barrigón, J. M., Rey, G., & Montes, D. (2017). Sonidos naturales y entorno urbano. ¿Son compatibles? In *Libro de Comunicaciones de Técnica Acústica. 48° Congreso español de acústica*.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp
- Parra-Hernández, R. M., Carantón-Ayala, D. A., Sanabria-Mejía, J. S., Barrera-Rodríguez, L. F., Sierra-Sierra, A. M., Moreno-Palacios, M. C., Yate-Molina, W. S., Figueroa-Martínez, W. E., Díaz-Jaramillo, C., Florez-Delgado, V. T., Certuche-Cubillos, J. K., Loaiza-Hernández, H. N., & Florido-Cuellar, B. A. (2007). Aves del municipio de Ibagué - Tolima, Colombia. *Revista Biota Colombiana*, 8(2), 199–220.
- Pezo, D., & Ibrahim, M. (1999). *Sistemas silvopastoriles* (2a ed., Issue Materiales de enseñanza N°44).
- Pizano, C., Cabrera, M., & García, H. (2014a). Bosque seco tropical en Colombia; Generalidades y contexto. In *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 37–47). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH).
- Pizano, C., Cabrera, M., & García, H. (2014b). Bosque seco tropical en Colombia; Generalidades y contexto. In *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 37–47). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH).
- Pott, R. (2011). Phytosociology: A modern geobotanical method. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 145(sup1), 9–18. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.602740>
- Ralph, J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Renjifo, L. M., & Amaya-Villarreal, Á. M. (2017). Evolución del riesgo de extinción y estado actual de conservación de las aves de Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Física y Naturales*, 41(161), 490–510. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.461>
- Russo, R. (2015). Reflexiones sobre los sistemas silvopastoriles. *Pastos y Forrajes*, 38(2), 157–161.
- Sáenz, J., Villatoro, F., Ibrahim, M., Fajardo, D., & Pérez, M. (2006). Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería de Las Américas*, 45, 37–48.
- Sanabria, D., Silva-Acuña, R., Marcano, M., Barrios, R., Rivas, E., & Rodríguez, I. (2006). Evaluación de tres sistemas de labranza en la recuperación de una pastura degradada de *Brachiaria humidicola*. *Zootecnia Tropical*, 24(4), 417–433. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000400003
- Solari, L. M., & Zaccagnini, M. H. (2009). Efecto de bordes arbóreos y terrazas sobre la riqueza y densidad de aves en lotes de soja de Entre Ríos, Argentina. *Revista BioScriba*, 2(2), 90–100.
- Spain, J., & Gualdrón, R. (1997). Degradación y rehabilitación de pasturas. In J. Spain & C. Lascano (Eds.), *Establecimiento y renovación de*

- pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de investigación* (pp. 268–283). CIAT.
- Stiles, G., & Skutch, A. (2003). *Guía de aves de Costa Rica* (D. Ávila Solera, Ed.; 3a ed.). Editorial INBio.
- Suárez-García, O., González-García, F., & Celis-Murillo, A. (2017). Entendiendo la complementariedad de dos métodos de muestreo en el estudio de comunidades de aves de un bosque mesófilo de montaña en temporada reproductiva. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4), 880–887. <https://doi.org/10.1016/J.RMB.2017.10.029>
- Toledo, V., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria editorial.
- Ulloa-Delgado, G. A. (2016). *Aspectos ecológicos del bosque seco tropical en el Caribe colombiano*. Machete Diseño y diagramación.
- Velasquez Valencia, A. (2018). *Influencia de la configuración y composición de los paisajes agroforestal y silvopastoril en la estructura de la comunidad de aves del piedemonte amazónico*. Universidad Nacional de Colombia.
- Vergara Paternina, J. A., Ballesteros Correa, J., González Charrasqui, C., & Linares Arias, J. C. (2017). Diversidad de aves en fragmentos de bosque seco tropical en paisajes ganaderos del Departamento de Córdoba, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 65(4), 1625–1634.
- Villamar, A. A., Corona-M., E., Alcántara-Salinas, G., Santos-Fita, D., Maya, E. M. A., Velázquez, R. S., Solano, C. T., & Astorga-Domínguez, M. (2015). Historia, Situación Actual y Perspectivas de La Etnozoología en México. *ETNOBIOLOGÍA*, 10(1), 18–40.
- Villanueva, C., Tobar, D., Ibrahim, M., Casasola, F., Barrantes, J., & Arguedas, R. (2006). Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería En Las Américas*, 45, 12–20. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/11554/7946/1/Arboles_Dispersos.pdf %0A