

INFORME MONITOREO DE BIODIVERSIDAD EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE LAS UNIDADES FORESTALES

**En el marco del proyecto: AUNAR ESFUERZOS ADMINISTRATIVOS,
TÉCNICOS Y FINANCIEROS PARA EL AJUSTE AL PLAN DE
ORDENAMIENTO FORESTAL DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA
REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA, A TRAVÉS DE LA
CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO Y ACTUALIZACIÓN DE LOS
INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN FORESTAL DEL ÁREA DE SU
JURISDICCIÓN, ORIENTADO AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y
LA GOBERNANZA**

CRE - REDU

FUNDACIÓN NATIVA



**Valledupar, Cesar
Diciembre de 2025**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	14
2. GENERALIDADES.....	16
2.1. Descripción del área de estudio	16
3. METODOLOGÍA	18
3.1. Métodos aplicados para el estudio de Anfibios y Reptiles.....	18
3.1.1. Anfibios	18
3.1.2. Reptiles	20
3.2. Métodos aplicados para el estudio de las aves.....	21
3.2.1. Recorridos de Observación.....	21
3.2.2. Captura de individuos con redes niebla.....	22
3.3. Métodos aplicados para el estudio de los Mamíferos	23
3.3.1. Recorridos de observación	23
3.3.2. Cámaras trampas	24
3.3.3. Trampas Sherman.....	25
3.3.4. Redes de niebla	26
3.3.5. Registro bioacústico	26
3.3.6. Procesamiento de capturas y determinación taxonómica.....	27
3.4. Métodos aplicados para el estudio de los insectos	28
3.4.1. Diseño y método de captura	28
3.4.2. Mariposas diurnas	28
3.4.3. Hormigas.....	29
3.4.4. Escarabajos coprófagos	30
3.4.5. Determinación taxonómica de insectos	31
3.5. Análisis estadísticos para todos los grupos de fauna	32
3.5.1. Diversidad Alfa.....	32
3.5.1.1. Representatividad del Muestreo y Riqueza específica	32
3.5.1.1.1. Curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de riqueza	33
3.5.1.1.2. Índice de riqueza específica de Margalef	33
3.5.1.2. Composición y Estructura de la comunidad.....	33
3.5.1.2.1. Curvas rango abundancia	34

	INFORME MONITOREO DE BIODIVERSIDAD EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE LAS UNIDADES FORESTALES, ATLÁNTICO	Página 3 de 195	Ver. 1.1
--	--	------------------------	-----------------

3.5.1.2.2. Índice de Equidad de Shannon-Wiener.....	34
3.5.1.2.3. Índice de dominancia de Simpson	35
3.5.2. Diversidad Beta.....	35
3.5.2.1. Índices de similitud y disimilitud	35
3.5.3. Diversidad funcional	35
3.6. Especies endémicas y migratorias.....	35
3.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Fauna silvestre.....	37
4.1.1. Hallazgos en los ensamblajes de Anfibios y Reptiles en las estaciones de Unidades Forestales del departamento del Atlántico.....	37
4.1.1.1. Anfibios	39
4.1.1.1.1. Representatividad del Muestreo y Riqueza específica.....	39
4.1.1.1.2. Composición y Estructura de la comunidad	40
4.1.1.1.3. Diversidad alfa.....	46
4.1.1.1.4. Diversidad Beta	47
4.1.1.1.5. Diversidad funcional	48
4.1.1.1.6. Especies endémicas	49
4.1.1.1.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio.....	50
4.1.1.1.8. Problemática actual de la batracofauna	50
4.1.1.1.9. Conclusiones anfibios	51
4.1.1.2. Reptiles	52
4.1.1.2.1. Representatividad del Muestreo y Riqueza específica.....	52
4.1.1.2.2. Composición y Estructura de la comunidad	53
4.1.1.2.3. Diversidad alfa.....	58
4.1.1.2.4. Diversidad beta.....	59
4.1.1.2.5. Diversidad funcional	59
4.1.1.2.6. Especies endémicas	61
4.1.1.2.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio.....	63
4.1.1.2.8. Problemática actual de la fauna de reptiles.....	63
4.1.1.2.9. Conclusiones reptiles.....	65
4.1.2. Hallazgos en el ensamblaje de aves en las estaciones de Unidades Forestales del departamento del Atlántico	66
4.1.2.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica	66

4.1.2.2. Composición y estructura de la comunidad.....	66
4.1.2.3. Diversidad alfa	76
4.1.2.4. Diversidad Beta	77
4.1.2.5. Diversidad de gremios tróficos	78
4.1.2.6. Especies endémicas y migratorias	83
4.1.2.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio	86
4.1.2.8. Problemática actual de la avifauna	87
4.1.2.9. Conclusiones	89
4.1.3. Hallazgos en el ensamblaje de mamíferos en las estaciones de Unidades Forestales del departamento del Atlántico	90
4.1.3.1. Representatividad del Muestreo y Riqueza específica	90
4.1.3.2. Composición y estructura de la comunidad.....	91
4.1.3.2.1. Llamadas de ecolocación	95
• Familia Emballonuridae.....	96
• Familia Noctilionidae	96
• Familia Molossidae	97
4.1.3.3. Diversidad Alfa	103
4.1.3.4. Diversidad Beta	105
4.1.3.5. Diversidad funcional.....	106
4.1.3.6. Especies endémicas y migratorias	107
4.1.3.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio	108
4.1.3.8. Problemática actual de la mastofauna.....	110
4.1.3.9. Conclusiones mastofauna	111
4.1.4. Hallazgos en los ensamblajes de insectos en las estaciones de Unidades Forestales del departamento del Atlántico	114
4.1.4.1. Descripción general de los grupos generalistas	114
4.1.4.1.1. Representatividad del muestro y riqueza específica	115
4.1.4.1.2. Composición y estructura de la comunidad de insectos para las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.	116
4.1.4.1.3. Diversidad alfa.....	120
4.1.4.1.4. Diversidad beta.....	122
4.1.4.2. Grupo parámetro Mariposas Diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea)	124
4.1.4.2.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica	124
4.1.4.2.2. Composición y estructura de la comunidad de mariposas diurnas	125
4.1.4.2.3. Diversidad alfa.....	131

4.1.4.2.4. Diversidad beta.....	132
4.1.4.2.5. Diversidad funcional	133
4.1.4.2.6. Categorías de amenaza y restricción al comercio.....	135
4.1.4.2.7. Especies endémicas y migratorias.....	135
4.1.4.3. Grupo parámetro Hormigas (Hymenoptera: Formicidae).....	136
4.1.4.3.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica	136
4.1.4.3.2. Composición y estructura de la comunidad de hormigas	137
4.1.4.3.3. Diversidad alfa.....	141
4.1.4.3.4. Diversidad beta.....	143
4.1.4.3.5. Diversidad funcional	145
4.1.4.3.6. Categorías de amenaza y restricción al comercio.....	146
4.1.4.3.7. Especies endémicas y migratorias.....	146
4.1.4.4. Grupo parámetro Abejas (Hymenoptera: Apoidea)	147
4.1.4.4.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica	147
4.1.4.4.2. Composición y estructura de la comunidad de abejas	148
4.1.4.4.3. Diversidad alfa.....	152
4.1.4.4.4. Diversidad beta.....	154
4.1.4.4.5. Consideraciones finales	155
4.1.4.5. Grupo parámetro Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)	156
4.1.4.5.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica	156
4.1.4.5.2. Composición y estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos.....	157
4.1.4.5.3. Diversidad alfa.....	162
4.1.4.5.4. Diversidad beta.....	164
4.1.4.5.5. Diversidad funcional	165
4.1.4.5.6. Categorías de amenaza y restricción al comercio.....	166
4.1.4.5.7. Especies endémicas y migratorias.....	166
4.1.4.6. Conclusiones de insectos generalistas y grupos parámetro	167
4.1.4.7. Problemática actual de la entomofauna generalista y grupos parámetro	169
4.2. Análisis de conectividad biótica	171
4.2.1. Parcela de Ordenamiento Forestal 1 - Norte (Bosque Denso Bajo de Tierra Firme).....	171
4.2.2. Parcela de Ordenamiento Forestal 2 - Central (Vegetación secundaria baja).....	174

4.2.3. Parcela de Ordenamiento Forestal 3 - Suroccidental (Bosque de galería y ripario).....	176
4.2.4. Parcela de Ordenamiento Forestal 4 - Oriental (Bosque fragmentado con vegetación secundaria).....	179
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	182

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las estaciones de monitoreo de fauna y flora de las Unidades Forestales definidas en el marco del ordenamiento forestal del departamento del Atlántico.	16
Figura 2. Curva de acumulación de especies para los anfibios presentes en las Unidades Forestales.	40
Figura 3. Familias de anfibios presentes en las áreas de las unidades forestales, con su riqueza de especies y abundancia de individuos.	41
Figura 4. Riqueza y abundancia de anfibios por estación o cobertura vegetal evaluada en las Unidades Forestales.....	44
Figura 5. Rango de abundancias de especies de anfibios observados en las estaciones de las Unidades Forestales. <i>Boana pugnax</i> (<i>Bopu</i>), <i>Caecilia</i> sp. (<i>Caec</i>), <i>calcarata</i> (<i>Ccal</i>), <i>Engystomops pustulosus</i> (<i>Epus</i>), <i>Leptodactylus fragilis</i> (<i>Lfra</i>), <i>Leptodactylus fuscus</i> (<i>Lfus</i>), <i>Leptodactylus insularum</i> (<i>Lein</i>), <i>Pleurodema brachyops</i> (<i>Pleu</i>), <i>Pseudopaludicola pusilla</i> (<i>Ppus</i>), <i>Rhinella humboldti</i> (<i>Rhum</i>), <i>Scarthyla vigilans</i> (<i>Svig</i>), <i>Trachycephalus typhonius</i> (<i>Ttyp</i>).	45
Figura 6. Índice de similitud de Jaccard para anfibios entre las estaciones de las Unidades Forestales.	47
Figura 7. Curva de acumulación de especies para los reptiles presentes en las estaciones de monitoreo de las Unidades Forestales.	52
Figura 8. Familias de reptiles presentes en las áreas de monitoreo, con su riqueza de especies y abundancia de individuos.	55
Figura 9. Riqueza y abundancia de reptiles por estación de monitoreo evaluada en las Unidades Forestales.	56
Figura 10. Rango de abundancias de especies de reptiles observados en las estaciones biosensoras de las Unidades Forestales. <i>Ameiva praesignis</i> (<i>Apra</i>), <i>Anolis auratus</i> (<i>Aaur</i>), <i>Basiliscus basiliscus</i> (<i>Bbas</i>), <i>Bothrops asper</i> (<i>Basp</i>), <i>Caiman crocodilus</i> (<i>Ccro</i>), <i>Cnemidophorus</i> sp. (<i>Cnem</i>), <i>Dryophylax gambotensis</i> (<i>Dgam</i>), <i>Gonatodes albogularis</i> (<i>Galb</i>), <i>Helicops danielii</i> (<i>Hdan</i>), <i>Iguana iguana</i> (<i>Iigu</i>), <i>Kinosternon scorpioides</i> (<i>Ksco</i>), <i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i> (<i>Lsan</i>), <i>Marisora falconensi</i> (<i>Mfal</i>), <i>Tretioscincus bifasciatus</i> (<i>Tbif</i>).	57

Figura 11. Índice de similitud de Jaccard para reptiles entre las estaciones de monitoreo.	59
Figura 12. Curva de acumulación de especies de las aves registradas en las estaciones de monitoreo ubicadas en el departamento del Atlántico.	66
Figura 13. Representatividad taxonómica (Orden, Familia y Especies) de la avifauna presente en las estaciones de monitoreo.	70
Figura 14. Distribución porcentual de las familias registradas en las estaciones de monitoreo.	71
Figura 15. Curvas de rango abundancia por coberturas muestreadas en las áreas de monitoreo.	75
Figura 16. Riqueza y abundancia de la avifauna presente en las diferentes estaciones de monitoreo.	76
Figura 17. Análisis de similitud de Jaccard para las estaciones de monitoreo.	77
Figura 18. Distribución de la avifauna por gremios tróficos encontrados en las estaciones de monitoreo.	83
Figura 19. Curva de acumulación de especies de mamíferos en las diferentes coberturas vegetales, a partir de las especies registradas.	90
Figura 20. Número de Familias y especies por orden de mamíferos presentes en las unidades forestales.	92
Figura 21. Espectrograma de los tipos de estructura de los pulsos de ecolocación.	95
Figura 22. Espectrograma de las especies grabadas de la familia Emballonuridae.	96
Figura 23. Espectrograma de las especies grabadas de la familia Noctilionidae.	97
Figura 24. Espectrograma de las especies grabadas de la familia Molossidae.	97
Figura 25. Riqueza y Número de registros por cobertura.	102
Figura 26. Curva de rango-abundancia en total y por unidad forestal de especies mamíferos registrados en las áreas objeto de ordenamiento.	103
Figura 27. Diagrama de dispersión del índice de Dominancia de Simpson (D) para las estaciones de muestreo.	104
Figura 28. Diagrama de dispersión del índice de diversidad de Shannon (H') para las estaciones de muestreo.	104
Figura 29. Dendrograma de similaridad de Jaccard por cobertura vegetal.	105
Figura 30. Número de especies por gremio trófico.	106
Figura 31. Curva de acumulación de especies de los insectos registrados en las estaciones de muestreo de fauna de las Unidades Forestales.	116

Figura 32. Riqueza y abundancia de insectos muestreados en la temporada lluviosa de 2025 en De las Unidades Forestales, Atlántico.	117
Figura 33. Diagrama de rango de abundancia de insectos generalistas en la época lluviosa de 2025 para las estaciones de muestreo.....	120
Figura 35. Curva de acumulación de especies de las mariposas diurnas registradas en las estaciones de muestreo de fauna de las Unidades Forestales.	125
Figura 36. Riqueza y abundancia de mariposas diurnas muestreadas en la temporada lluviosa de 2025 en De las Unidades Forestales y los puntos de muestreo.....	126
Figura 37. Diagrama de rango de abundancia para la comunidad de mariposas diurnas de las Unidades Forestales y sus puntos de muestreo.	129
Figura 37. Curva de acumulación de especies de las hormigas registradas en las estaciones de muestreo de fauna de las Unidades Forestales.	136
Figura 40. Riqueza y abundancia de hormigas muestreadas en la temporada lluviosa de 2025 en las localidades de las Unidades Forestales	138
Figura 41. Diagrama de rango de abundancia para la comunidad de hormigas de la época lluviosa de 2025 para las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.	140
Figura 42. Curva de acumulación de géneros de abejas registradas en las estaciones de muestreo de fauna de Barranquilla durante la temporada lluviosa de 2025...	148
Figura 43. Riqueza y abundancia de abejas muestreadas en la temporada lluviosa de 2025 en las localidades de las unidades forestales	149
Figura 44. Diagrama de rango de abundancia para la comunidad de abejas y avispas de la época lluviosa de 2025 para estaciones de muestreo de las unidades forestales.	152
Figura 46. Curva de acumulación de especies de los escarabajos coprófagos registrados en las estaciones de muestreo de fauna de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.....	156
Figura 47. Riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos muestreados en las Unidades Forestales.	158
Figura 48. Diagrama de rango de abundancia para la comunidad de escarabajos coprófagos de la época lluviosa de 2025 para estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.	160

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Metodologías utilizadas para captura de información anfibios y reptiles, en estaciones de monitoreo de las unidades forestales. Técnicas estandarizadas para estudios y monitoreo de Anfibios y Reptiles. (A) Instalación de cerca en línea recta con trampas de pozo; (B) recorridos y búsqueda activa diurna y nocturna; (C; D) Captura observación directa de anfibios y reptiles.	19
Foto 2. Observación de aves y Recorridos de búsqueda de aves.....	21
Foto 3. Instalación y captura de aves mediante redes de niebla.	22
Foto 4. Individuo capturado en redes de niebla.	23
Foto 5. Recorridos de observación libre.....	24
Foto 6. Instalación y revisión de Cámaras Trampa, empleadas para el registro de mamíferos durante el Monitoreo de Fauna	25
Foto 7. Instalación de Trampas Sherman	25
Foto 8. Instalación de redes de niebla para captura de murciélagos.....	26
Foto 9. Registro eco-acústico de murciélagos. Registro activo en transecto lineal.	27
Foto 10. Técnicas de capturas utilizadas para la captura de mariposas en las estaciones de monitoreo de las estaciones de unidades forestales durante la temporada de lluvia. Instalación de trampas Van Someren-Rydon para mariposas, instalada a unos 3.5 m sobre el suelo, respectivamente cebada y lista para la captura de mariposas Fecha: 29/11/2025.	29
Foto 11. Técnicas de muestreo y captura de hormigas en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales durante la temporada de lluvia. Instalación de la trampa de caída para hormigas, con sus respectivo atrayente de atún Fecha: 29/11/2025.	30
Foto 12. Técnicas de muestreo y captura de escarabajos coprófagos en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales durante la temporada de lluvia. Instalación de la trampa de caída para hormigas, con sus respectivo atrayente de materia fecal. Fecha: 29/11/2025.....	31
Foto 13. Medición y determinación taxonómica de insectos generalistas y grupos parámetro en campo.	31
Foto 14. Especies de anfibios identificadas en el monitoreo de las Unidades Forestales.	43
Foto 15. Especies endémicas de anfibios registradas durante el monitoreo de las Unidades Forestales del departamento del Atlántico.	49
Foto 16. Especies de reptiles identificados en el monitoreo de las Unidades Forestales.	55

Foto 17. Especies de reptiles que representan la diversidad funcional de las Unidades Forestales.	60
Foto 18. Especies de reptiles en categorías de amenaza o endémicas.	62
Foto 19. Especies con restricciones al Biocomercio según los apéndices de CITES.	63
Foto 20. Individuo de la especie <i>Leptopogon amaurocephalus</i> representante de la familia Tyrannidae, una de las más representativas para las áreas de monitoreo.	71
Foto 21. Individuo de la especie <i>Protonotaria citrea</i> representante de la familia Parulidae, una de las más representativas para las áreas de monitoreo.	74
Foto 22. Individuo de la especie <i>Nonnula frontalis</i> , representante del gremio trófico más representativo reportado para las estaciones de monitoreo.	81
Foto 23. Individuo de la especie <i>Chiroxiphia lanceolata</i> , representante del segundo gremio trófico más representativo reportado para las estaciones de monitoreo. ..	81
Foto 24. Individuo de la especie <i>Bubo virginianus</i> , representante del gremio trófico carnívoro.	82
Foto 25. Individuo de la especie <i>Claravis pretiosa</i> , representante del segundo gremio trófico granívoro.	82
Foto 26. Individuo de la especie <i>Ortalis garrula</i> , Especie endémica registrada con frecuencia en las estaciones de monitoreo.	84
Foto 27. Individuo de la especie <i>Thamnophilus melanonotus</i> , Especie casi endémica registrada con frecuencia en las estaciones de monitoreo.	84
Foto 28. Individuo de la especie <i>Buteo platypterus</i> , Especie migratoria boreal registrada con frecuencia en las estaciones de monitoreo.	86
Foto 29. Especies del Orden Chiroptera registrados con redes de niebla en las unidades forestales.	94
Foto 30. Especies del Orden Carnívora en las unidades forestales.	98
Foto 31. Especies del Orden Primates registrados en las unidades forestales.	99
Foto 32. Especies del Ordenes Pilosa y Rodentia registrados en las unidades forestales.	100
Foto 33. Especies del Ordenes Didelphimorphia registrados en las unidades forestales.	101
Foto 34. Especies del Ordenes Artiodactyla registrados en las unidades forestales.	101
Foto 35. <i>Anartia amanthea</i> , B. <i>Anthanassa hermas</i> , C. <i>Staphylus lizeri</i> , D. <i>Heliconius erato hydara</i> , E. <i>Dione vanillae</i> , F. <i>Paches lexis</i> , G. <i>Itaballia demophile</i> , H. <i>Cissia</i>	

similis y **I. Papilio thoas**. Nueve de las especies de mariposas más abundantes en el muestreo de las Unidades Forestales, Atlántico. 130

Foto 36. *Ectatomma ruidum* y **B. Odontomachus cf. chelifer**. Dos de las especies de hormigas más abundantes en el muestreo de la temporada lluviosa de 2025 para las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales 141

Foto 37. **A. Canthon septemmaculatus**, **B. Onthophagus curvicornis**, **C. Aphodius sp. 2**, **D. Dichotomius agenius**, las especies de escarabajos coprófagos más abundante en el muestreo de la temporada lluviosa de 2025 para las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales. 162

Foto 38. *Onthophagus curvicornis*: una especie de escarabajo coprófago encontrado en el muestreo de la temporada lluviosa de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales. Hasta la fecha, registra distribución endémica para Colombia. 167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación geográfica de las nueve (9) estaciones de monitoreo biosensoras de las unidades administrativas objeto de ordenamiento forestal (Unidades Forestales)..... 17

Tabla 2. Fórmulas para análisis de esfuerzo y éxito de captura e índices de diversidad del componente de mamíferos 32

Tabla 3. Lista de especies de anfibios y reptiles, con su respectiva Familia, Orden y Clase. 37

Tabla 4. Especies de anfibios identificados en las estaciones de monitoreo de las Unidades Forestales. 41

Tabla 5. Riqueza y análisis de diversidad de anfibios entre áreas de las unidades forestales..... 46

Tabla 6. Rasgos funcionales y estado de conservación de las especies de anfibios presentes en las estaciones de monitoreo de las Unidades Forestales..... 48

Tabla 7. Especies de reptiles identificados en las estaciones de monitoreo de las Unidades Forestales. 53

Tabla 8. Riqueza y análisis de diversidad de anfibios entre áreas de las Unidades Forestales. 58

Tabla 9. Rasgos funcionales y estado de conservación de las especies de reptiles presentes en las estaciones de las unidades forestales. 60

Tabla 10. Composición de la avifauna registrada en las diferentes estaciones de monitoreo.....	67
Tabla 11. Abundancia de las especies registradas en las estaciones de monitoreo.	72
Tabla 12. Índices de diversidad alfa para las diferentes estaciones de monitoreo.	76
Tabla 13. Gremios tróficos de las especies de aves registradas en las estaciones de monitoreo.	78
Tabla 14. Especies migratorias reportadas durante los días de monitoreo en las estaciones.....	85
Tabla 15. Especies migratorias reportadas durante los días de monitoreo en las estaciones.....	86
Tabla 16. Riqueza y abundancia de la mastofauna presente en las unidades forestales.....	92
Tabla 17. Valores de diversidad de Shannon (H) y Simpson (D) para las diferentes coberturas	104
Tabla 18. Categorías de Amenaza y estado de Comercio Internacional de las especies de mamíferos categorizados bajo algún grado de amenaza o alguna restricción a su comercio registrados en las Unidades Forestales.	109
Tabla 19. Abundancia de familias de insectos generalistas en las Unidades Forestales.	118
Tabla 20. Índices de diversidad alfa para las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.	121
Tabla 21. Índice de similitud de Jaccard para los insectos muestreados en los puntos de muestreo de las Unidades Forestales	123
Tabla 22. Abundancia de especies de mariposas para de las Unidades Forestales y puntos de muestreo.	127
Tabla 23. Índices de diversidad alfa para las mariposas diurnas en las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.	131
Tabla 24. Índice de similitud de Jaccard para las mariposas diurnas muestreadas en las estaciones de las unidades forestales.	133
Tabla 25. Distribución y abundancia de gremios tróficos de mariposas diurnas en las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.	134
Tabla 26. Abundancia de especies de hormigas para las Unidades Forestales....	139
Tabla 27. Índices de diversidad alfa para las hormigas en las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las Unidades Forestales, Temporada lluviosa 2025. ..	143

Tabla 28. Índice de similitud de Jaccard para las hormigas muestreadas en las estaciones de las unidades forestales.	144
Tabla 29. Distribución y abundancia de gremios tróficos de hormigas en las estaciones de muestreo para la temporada lluviosa de 2025 en las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.	146
Tabla 30. Abundancia de especies de abejas para Barranquilla.....	150
Tabla 31. Índices de diversidad alfa para las abejas en las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las unidades forestales, Temporada Lluviosa 2025.	153
Tabla 32. Índice de similitud de Jaccard para las abejas muestreados en las estaciones de las unidades forestales en la temporada lluviosa de 2025.	155
Tabla 33. Abundancia de especies de escarabajos coprófagos para de las Unidades Forestales y sus estaciones.	159
Tabla 34. Índices de diversidad alfa para los escarabajos coprófagos en las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.	163
Tabla 35. Índice de similitud de Jaccard para los escarabajos coprófagos muestreados en las estaciones de las localidades de las Unidades Forestales	165
Tabla 36. Distribución y abundancia de gremios tróficos de escarabajos coprófagos en las estaciones de muestreo para las Unidades Forestales.	166

1. INTRODUCCIÓN

Las caracterizaciones biológicas de la biodiversidad constituyen una fuente primaria de aproximación a la heterogeneidad biológica de una zona determinada. Estos estudios se consideran insumos fundamentales para establecer la diversidad de especies de fauna y flora presentes en un área, así como para comprender los procesos ecológicos que sostienen la funcionalidad de los ecosistemas. La caracterización no se limita a un inventario taxonómico, sino que aporta información sobre la estructura de las comunidades, sus interacciones y la manera en que se configuran espacialmente en el paisaje. En regiones con altos niveles de diversidad, como los fragmentos de bosque seco tropical presentes en las áreas de monitoreo de las unidades forestales, este entendimiento se convierte en una prioridad, ya que dichos ecosistemas son altamente vulnerables a la fragmentación y a la presión antrópica, pero al mismo tiempo representan reservorios críticos de biodiversidad y servicios ecosistémicos.

En este contexto, el uso de metodologías de Evaluación Ecológica Rápida (EER) se ha consolidado como una herramienta efectiva para obtener información de corto plazo sobre el estado de la fauna, la flora y los ecosistemas en general. La EER permite generar listados preliminares de especies, realizar reconocimientos de terreno y estimar parámetros básicos como riqueza, abundancia, diversidad, endemismos y estados de conservación. Su carácter ágil y flexible la convierte en una metodología idónea para escenarios donde se requiere información confiable en plazos reducidos, sin perder rigor científico. Además, la EER facilita la identificación de especies focales y de importancia ecológica, lo que permite orientar acciones de conservación y manejo adaptadas a las condiciones locales.

La generación de conocimiento biológico en las estaciones de monitoreo del proyecto de ordenamiento forestal, mediante la aplicación de esta metodología, constituye la base para proponer estrategias de manejo y conservación fundamentadas en evidencia científica, un enfoque conocido como Conservación Basada en la Evidencia (CBE). Este enfoque asegura que las decisiones ambientales se sustenten en datos verificables y en diagnósticos precisos, lo que incrementa la efectividad de las medidas de conservación y la pertinencia de las políticas de gestión. La EER, al ajustarse a las necesidades propias de cada entorno, permite evaluar el estado actual de los ecosistemas y medir la afectación derivada de diversas actividades de explotación, como la agricultura, la ganadería o la extracción forestal, sobre las especies registradas en la zona.

En este documento presentan los resultados del monitoreo del componente faunístico (i.e. anfibios, aves, mamíferos, reptiles e insectos generalistas y grupos parámetro) en cuatro estaciones de monitoreo distribuidas en las unidades administrativas objeto de ordenamiento forestal. Estas corresponden a cuatro coberturas vegetales representativas: Bosque de galería (POF-3), Bosque denso bajo de tierra firme (POF-1), Bosque fragmentado con vegetación secundaria (POF-4) y Vegetación secundaria baja (POF-2), evaluadas durante la temporada lluviosa del año 2025. Los resultados obtenidos son de gran relevancia, ya que no solo documentan los registros faunísticos y el estado actual de conservación de las áreas analizadas, sino que también permiten establecer una línea base para el posterior seguimiento de las caracterizaciones ecológicas realizadas en el marco del proyecto de ordenamiento forestal. De esta manera, se fortalece la capacidad de monitoreo y se generan insumos técnicos indispensables para la planificación, la restauración, conectividad, aprovechamiento sostenible y la conservación de los ecosistemas en la región.

2. GENERALIDADES

2.1. Descripción del área de estudio

La caracterización de fauna silvestre se realizó en cuatro conglomerados de inventario forestal, uno por cada Unidad Administrativa objeto de ordenamiento forestal o Unidad Forestal, para un total de cuatro unidades muestrales que fueron evaluadas (**Error! Reference source not found.**). De manera general, la Unidad Forestal Central, es la que concentra la mayor continuidad de cobertura boscosa y funciones de conservación y preservación, mientras que la Unidad Oriental, está caracterizada por bosques intervenidos y zonas con potencial de restauración. La Unidad Suroccidente, donde predominan sistemas agroforestales y usos mixtos que integran producción con cobertura arbórea y la Unidad Norte, conformada por áreas fragmentadas y de transición, con prioridad en la conectividad ecológica y procesos de recuperación, aunque presenta relictos de bosque denso del bosque seco tropical bien conservados. Estas unidades permiten diferenciar estrategias de manejo y asegurar que la planificación responda tanto a la conservación como al aprovechamiento sostenible del recurso forestal.

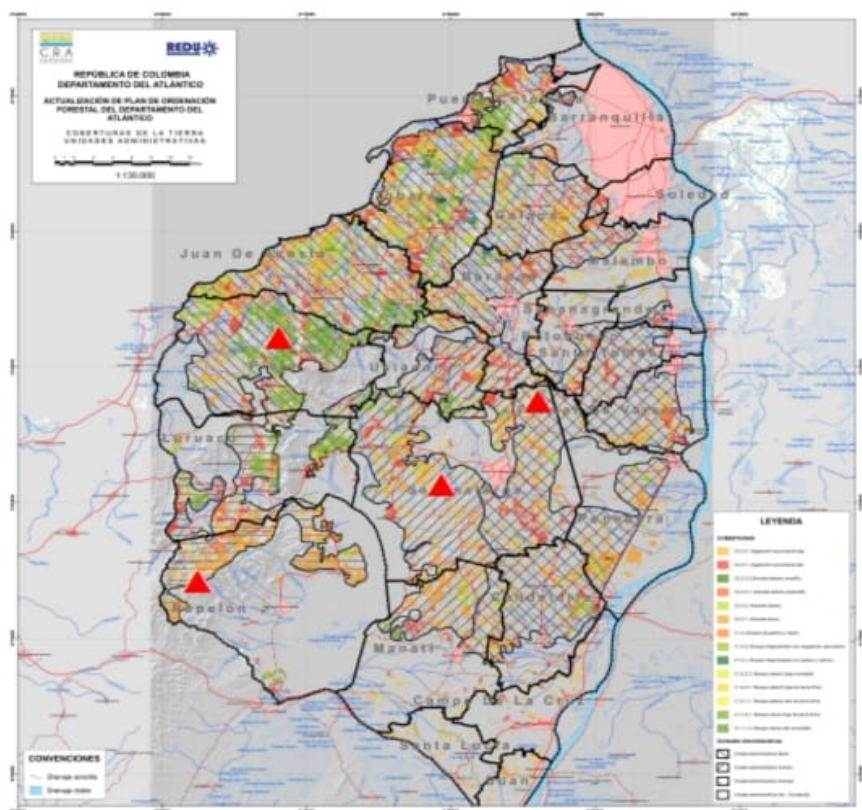


Figura 1. Distribución de las estaciones de monitoreo de fauna y flora de las Unidades Forestales definidas en el marco del ordenamiento forestal del departamento del Atlántico.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las nueve (9) estaciones de monitoreo biosensoras de las unidades administrativas objeto de ordenamiento forestal (Unidades Forestales).

ID estación de monitoreo	Ubicación unidad	Cobertura vegetal	Área (ha)	Coordenada Norte (m)	Coordenada Este (m)	Fauna
POF-1	Norte	Bosque denso bajo de tierra firme	0.35	10.765168	-75.129606	X
POF-2	Central	Vegetación secundaria baja	0.35	10.618849	-74.974111	X
POF-3	Suroccidental	Bosque de galería y ripario	0.35	10.520648	-75.205099	X
POF-4	Oriental	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	0.35	10.703105-	-74.882709	X

3. METODOLOGÍA

3.1. Métodos aplicados para el estudio de Anfibios y Reptiles

Se emplearon diferentes técnicas estandarizadas para el estudio y monitoreo de poblaciones de anfibios (*Amphibia*) y reptiles (*Reptilia*), con el fin de registrar la mayor cantidad de información sobre estos grupos biológicos. Se realizaron muestreos diurnos y nocturnos en cuatro estaciones de monitoreo.

3.1.1. Anfibios

Para el seguimiento de la comunidad de anfibios de las unidades forestales del Atlántico se implementó la combinación de diferentes técnicas estandarizadas para el estudio y monitoreo de este grupo, ajustadas a las condiciones del área y tiempo de estudio, siguiendo las sugerencias de diferentes autores (Vargas & Real, 1992; Heyer *et al.* 2001; Angulo *et al.*, 2006; Amador, 2010). Se realizaron recorridos libres sin restricción en cada estación de monitoreo (Heyer *et al.*, 2001) y de bandas auditivas (Heyer *et al.* 2001). En los transectos se emplearon las técnicas estandarizadas de observación por relevamientos visuales (VES) e inventarios completos, descritas por Heyer *et al.* (2001) (Foto 1). El número de técnicas y actividades empleadas fueron condicionadas por las características de la estación de muestreo y la posibilidad e idoneidad para aplicar la técnica de estudio y capturar la mayor y mejor información (Heyer *et al.* 2001; Amador, 2010).

Considerando obtener un esfuerzo de muestreo uniforme entre las estaciones de monitoreo evaluadas, se utilizó una distancia promedio como referencia para los transectos de muestreo (entre 1,5km - 2 Km), así como un tiempo promedio para los recorridos (2 horas), los cuales fueron adaptados a las características del terreno y de la vegetación, además de las condiciones y particularidades temporales de cada localidad de estudio. Las observaciones y búsqueda de los anfibios se realizaron frecuentemente durante los periodos comprendidos entre las 07:00 – 12:00 horas y las 17:00 – 21:00 horas, en diferentes estratos, hasta los 5 m de altura. Se consideró un tiempo promedio de muestreo por estación de monitoreo (2 horas), por jornada de trabajo (diurna y nocturna).

La determinación taxonómica de los anfibios se realizó por medio de la captura y observación de ejemplares de las especies, teniendo en cuenta las descripciones de Cochran & Goin (1970); Heyer (1978); Heyer (1979); Heyer (2005); Kluge (1979); Lynch (1989); Lynch (1999); Cuentas *et al.* (2002); Duellman (2000); Faivovich *et al.* (2005), Rodríguez-Mahecha *et al.* (2008).



Foto 1. Metodologías utilizadas para captura de información anfibios y reptiles, en estaciones de monitoreo de las unidades forestales. Técnicas estandarizadas para estudios y monitoreo de Anfibios y Reptiles. (A) Instalación de cerca en línea recta con trampas de pozo; (B) recorridos y búsqueda activa diurna y nocturna; (C; D) Captura observación directa de anfibios y reptiles.

Se complementaron aspectos descriptivos, confirmación de información ecológica y taxonómica, por medio de la consulta en base de datos y otros recursos en línea como: la lista de los anfibios de Colombia (Acosta-Galvis, 2021: <https://www.batrachia.com>); Sistema de información de la biodiversidad de Colombia – SIB Colombia (<https://www.sib.net/>); Facilitador de información de la biodiversidad global (GBIF; <https://www.gbif.org/>); el sistema integrado de información taxonómica (ITIS; <https://www.itis.gov/>); la unión internacional para la conservación de la naturaleza – IUCN (<https://www.iucn.org>) y la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora Silvestres – CITES (<https://www.cites.org/>).

3.1.2. Reptiles

Para el seguimiento de la comunidad de reptiles en las unidades forestales del Atlántico se implementó la combinación de diferentes técnicas estandarizadas para el estudio y monitoreo, ajustadas a las condiciones y el tiempo en el área de estudio (Savage, 2002; Amador, 2010; Mc Diarmid, 2012). Se realizaron recorridos libres sin restricción en cada estación de monitoreo (Savage, 2002; McDiarmid, 2012). En los transectos se emplearon las técnicas estandarizadas de observación por relevamientos visuales (VES) e inventarios completos, descritas por Heyer *et al.* (2001) y Mc Diarmid (2012). Adicionalmente, se implementó la técnica de cercas en línea recta y trampas de pozo, con cinco tanques de 40L ubicados cada 1.5m en cada una de las estaciones (Heyer *et al.*, 2001) (Foto 1). El número de técnicas y actividades empleadas fueron condicionadas por las características de la estación de muestreo y la posibilidad e idoneidad para aplicar la técnica de estudio y capturar la mayor y mejor información, siguiendo la propuesta de diferentes autores (Heyer *et al.*, 2001; Amador, 2010; McDiarmid, 2012).

Considerando obtener un esfuerzo de muestreo uniforme entre las estaciones de monitoreo evaluadas, se utilizó una distancia promedio, como referencia para los transectos de muestreo (1.5 Km – 2km), así como un tiempo promedio para los recorridos 2 horas por jornada de trabajo (i.e. diurna y nocturna), los cuales fueron condicionados por las condiciones propias de la cobertura, características del terreno y de la vegetación, además de las condiciones y particularidades temporales de cada estación evaluadas. Las observaciones y búsqueda de los reptiles se realizaron con frecuencia durante los periodos comprendidos entre las 07:00 – 12:00 horas y las 17:00 – 21:00 horas, en diferentes estratos, hasta los 5m de altura.

La determinación taxonómica de los reptiles se realizó por medio de la captura y observación de ejemplares de las especies, teniendo en cuenta las descripciones de Savage (2002); Bernal & Roze (2005); Campbell & Lamar (2004); Henderson (1997); Pérez-Santos (1986); Pérez-Santos & Moreno (1988); Mc Diarmid (2012); Peters *et al.* (1970); Campbell & Lamar (1989), entre otros autores. Se complementaron aspectos descriptivos, confirmación de información ecológica y taxonómica, por medio de la consulta en base de datos y otros recursos en línea como: The Reptile Database (Uetz *et al.*, 2021: <http://www.reptile-database.reptarium.cz>); Sistema de información de la biodiversidad de Colombia (SIB; <https://www.Sib.net/>); Facilitador de información de la biodiversidad global (GBIF; <https://www.gbif.org/>); el sistema integrado de información taxonómica (ITIS; <https://www.itis.gov/>); la unión internacional para la conservación de la naturaleza – IUCN (<https://www.iucn.org>)

y la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora Silvestres (CITES; <https://www.cites.org/>).

3.2. Métodos aplicados para el estudio de las aves

3.2.1. Recorridos de Observación

Se realizaron recorridos de largo y ancho variable implementando la técnica de observación de aves, usando binoculares de (8x42) y registrando de manera visual y auditiva los individuos de avifauna presentes en las diferentes estaciones de monitoreo, además para cada avistamiento se anotaron los siguientes datos: fecha, hora, sitio, cobertura vegetal de registro, especie y número de individuos.

Adicionalmente cuando las condiciones fueron ópticas se realizó los respectivos registros fotográficos de la avifauna presente en los sitios de monitoreo (Foto 2). El monitoreo de avifauna se basó en La metodología desarrollada por Ralph *et al.*, (1996) la cual consiste en una búsqueda intensiva realizando transectos sobre los senderos o trochas que pasan de forma estratégica por las diferentes estaciones de fauna definidas. Esta metodología ha demostrado ser eficiente, debido a que permitió cubrir una mayor área, además permitió registrar información sobre las actividades ecológicas, de nidos activos y comportamentales durante los censos. Las observaciones se realizaron en los picos de mayor actividad de las aves en jornadas mañana y tarde, en el siguiente horario: de 5:30 a las 10:30 horas y entre las 15:00 y las 18:00 horas. La determinación de especies se realizó con la ayuda de guías de campo de Hilty & Brown (2001) y Ayerbe-Quiñones (2022).



Foto 2. Observación de aves y Recorridos de búsqueda de aves.

Para la clasificación taxonómica de las aves se siguió la última versión (del 4 marzo 2024) de la nomenclatura propuesta por el South American Classification Committee (SACC), perteneciente a la American Ornithologists Union (AOU), en el documento "A classification of the bird species of South America" (Remsen *et al.*, 2021). Luego de la fase de campo también se consultó información de las especies de aves con algún grado de amenaza a nivel nacional, se realizó teniendo como referente la última actualización de la resolución 0126 de 2024 (MADS 2024), además se consultaron los listados de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES 2021), <https://checklist.cites.org/#/es> y para el ámbito global se consultó la UICN (2024) <https://www.iucnredlist.org/>.

3.2.2. Captura de individuos con redes niebla

Como método complementario se realizó la captura de la avifauna usando redes de nieblas cada una de 12m de largo por 2.5m de alto y con ojo de malla de 30x30 mm. Las redes de niebla se instalaron durante un día en al menos una estación de monitoreo (Foto 3). La instalación de las redes se definió analizando el paso de las aves y la buena probabilidad de capturas, además se analizaron características como la cobertura vegetal, la disponibilidad de recursos y la disponibilidad de agua. Las redes fueron abiertas en el horario de la jornada de mañana durante mínimo 4 horas al día, las redes fueron revisadas cada 45 minutos siguiendo la metodología de horario y revisión de las redes descrita por Ralph *et al.*, (1996).



Foto 3. Instalación y captura de aves mediante redes de niebla.

Una vez capturado el individuo se procedió rápidamente a extraerlo de la red y colocarlo en bolsa de tela para evitar la muerte y/o estrés del individuo. Todos los individuos fueron identificados hasta especie y posterior a ello se realizó el respectivo registro fotográfico y finalmente cada individuo capturado fue liberado en el menor tiempo posible en el sitio de captura (Foto 4).



Foto 4. Individuo capturado en redes de niebla.

3.3. Métodos aplicados para el estudio de los Mamíferos

El seguimiento de las comunidades de mamíferos asociadas a las unidades forestales se realizó en cuatro estaciones de fauna preestablecidas y que corresponden a cuatro tipos de cobertura vegetal definidas según la metodología Corine Land Cover y en las cuales se implementaron cinco tipos de metodologías que tiene en cuenta los hábitos y comportamientos de los diferentes *taxa* que conforman este grupo faunístico.

Dichas Metodologías permiten recopilar la mayor cantidad de información posible y obtener un panorama aproximado de la composición y estructura de las comunidades de mamíferos presentes en el área y realizar seguimiento de estas a lo largo del tiempo (Wilson *et al.*, 1996; Hoffmann *et al.*, 2010; Díaz-Pulido & Payán, 2012; Lira-Torres & Briones, 2012).

3.3.1. Recorridos de observación

Mediante esta metodología se realizaron registros ocasionales de observaciones directas por medio de recorridos libres durante ocho días (Foto 5). Esta metodología fue implementada para el registro de especies arborícolas como monos, ardillas,

perezosos, y algunos marsupiales, las cuales son difíciles de registrar en Cámaras Trampas debido a sus hábitos.

Además, permite el registro de la presencia de algunas especies mediante indicios tales como huellas, dormideros, letrinas, vocalizaciones entre otros rastros. Cada uno de los registros fue georreferenciado individualmente.



Foto 5. Recorridos de observación libre.

3.3.2. Cámaras trampas

Las Cámaras Trampa, son dispositivos electrónicos equipados con sensores de calor y movimiento, que permiten registrar especies de baja detectabilidad debido a sus hábitos nocturnos y evasivos. Esta técnica popularizada desde los 90`s ha incrementado significativamente el estudio de grandes mamíferos (Díaz-Pulido & Payán, 2012).

Para el presente monitoreo fueron instaladas 10 Cámaras Trampa debidamente georreferenciadas (Foto 6), teniendo en cuenta sitios con evidencia de actividad de mamíferos, como senderos, comederos, letrinas, entre otros.

Cada una de las cámaras fue instalada a 50 cm del suelo y permanecieron activas durante 24 horas por un periodo de 109 días. La información recopilada por cada una de estas trampas fue descargada dentro de una computadora para su posterior revisión y análisis.



Foto 6. Instalación y revisión de Cámaras Trampa, empleadas para el registro de mamíferos durante el Monitoreo de Fauna

3.3.3. Trampas Sherman

Esta metodología es emplea para la captura y registro de pequeños mamíferos no voladores (PMNV). Las trampas Sherman fueron ubicadas de manera ad libitum al nivel del suelo, teniendo en cuenta sitios de mayor probabilidad de captura como senderos, madrigueras y troncos huecos.

Separadas entre sí por una distancia aproximada de entre 7m y 10m, y cebadas con una mezcla de avena en hojuelas, mantequilla de maní y diferentes esencias. Las trampas permanecieron por un periodo de cinco noches y fueron recebadas todos los días en horas de la mañana para verificar posibles capturas (Foto 7).



Foto 7. Instalación de Trampas Sherman

3.3.4. Redes de niebla

Para el muestreo de mamíferos voladores (murciélagos), se usaron redes de niebla (Foto 8), las cuales fueron instaladas al interior y en el borde la cobertura vegetal correspondiente a la estación de monitoreo muestreada, teniendo en cuenta fuentes de agua, posibles corredores de vuelo y zonas de alimentación (Plantas con flores o frutos), criterios que permiten un mayor éxito de captura. Las redes permanecieron abiertas desde las 18:00 hasta las 20:00 horas, y fueron revisadas cada 15 o 30 minutos, de acuerdo con la actividad registrada de los murciélagos durante la noche.



Foto 8. Instalación de redes de niebla para captura de murciélagos.

3.3.5. Registro bioacústico

Actualmente, el método más usado para monitorear quirópteros involucra redes de niebla (Macswiney *et al.*, 2008), sin embargo, este método está limitado a especies que vuelan y/o forrajean cerca del suelo perteneciente a las familias Phyllostomidae, Noctilionidae, y algunos Vespertilionidos y Emballonuridos. Mientras que, otros grupos de murciélagos, principalmente, aquellos que cazan insectos voladores en el dosel o por encima de este no son registrados (Jung & Kalko, 2011). Debido a estas limitaciones, en los últimos años se han desarrollado técnicas complementarias como el monitoreo bioacústico, que permite a partir de la detección de señales de ecolocación de los individuos, lograr su identificación; además, de estudiar diferentes aspectos de la historia natural de dichas especies.

Por lo tanto, en los últimos muestreos de quirópteros se ha venido implementando el registro acústico (Foto 9), mediante detectores ultrasónicos como el Echo Meter

Touch 2 PRO, el cual es un dispositivo de muestreo activo mediante el cual se realizan grabaciones de 10 min en recorridos cortos dentro de las estaciones de muestreo. Las grabaciones de ultrasonido son ajustadas a una tasa de muestreo de 256khz.

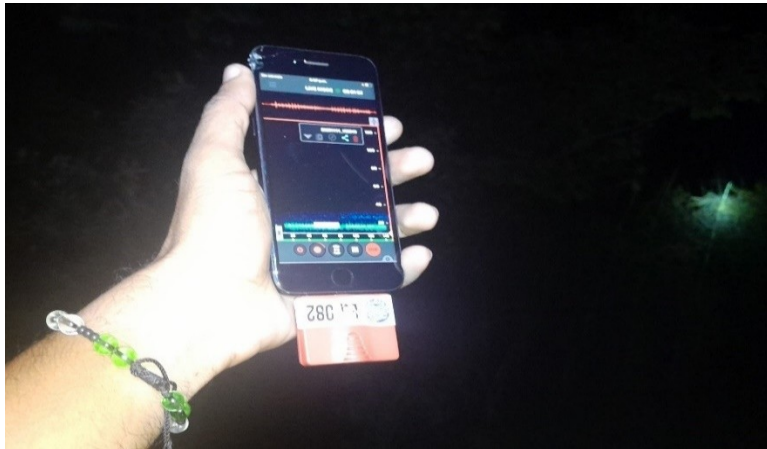


Foto 9. Registro eco-acústico de murciélagos. Registro activo en transecto lineal.

3.3.6. Procesamiento de capturas y determinación taxonómica

Los individuos capturados mediante redes de niebla y trampas Sherman fueron depositados en bolsas de tela. Posteriormente se tomaron datos como, medidas morfológicas, sexo, estado reproductivo, edad relativa, y algunos caracteres distintivos, con el fin de lograr la identificación de los individuos capturados al nivel taxonómico menos inclusivo (en lo posible hasta especie). Para la identificación se utilizaron claves especializadas y algunas revisiones taxonómicas (Emmons & Feer, 1997; Gardner, 2008; Rossi *et al.*, 2010; Zurc & Velazco, 2010; Patton *et al.*, 2015; Díaz *et al.*, 2021). Una vez identificados los individuos capturados se procedió a realizar el debido registro fotográfico y su posterior liberación.

Los registros eco-acústicos, fueron procesados con el programa Kaleidoscope de Wildlife Acoustics, el cual permite caracterizar la estructura de cada llamada y de esta forma realizar la identificación taxonómica correspondiente con la ayuda de información bibliográfica disponible y bibliotecas acústicas ya construidas (Walters *et al.*, 2012). Para las especies de mamíferos reportados se utilizó el arreglo taxonómico propuesto por Wilson & Reeder (2005), teniendo en cuenta algunas consideraciones taxonómicas que tienen en cuenta actualizaciones recientes, como la lista de mamíferos para el país de 2021 por Ramírez-Chaves *et al.* (2021).

3.4. Métodos aplicados para el estudio de los insectos

3.4.1. Diseño y método de captura

La fase de campo del monitoreo se realizó durante la temporada de lluvia en las unidades forestales del Atlántico. Se establecieron cuatro estaciones para el monitoreo, las cuales abarcaron cuatro tipos de cobertura vegetal (Bosque Fragmentado con vegetación secundaria, Bosque de galería, bosque denso bajo de tierra firme y Vegetación secundaria baja). Los monitoreos fueron dirigidos específicamente a tres órdenes pertenecientes al Filo Artrópoda y a la clase insecta: dichos órdenes fueron: Coleóptera, Hymenoptera y Lepidoptera, los cuales son fundamentales en estudios ambientales por ser importantes bioindicadores en cuanto al estado de conservación de los diferentes ecosistemas y o bosques en los que habitan, sumado a esto están los roles ambientales que tales órdenes cumplen en el medio ambiente, justificando de esta manera la importancia de monitoreos dirigidos a estos organismos. Cabe de destacar que para este estudio cada orden fue monitoreado en cada una de las coberturas vegetales. En la Tabla 1 se pueden observar los grupos muestreados para cada estación. En cada una de estas estaciones se realizó la colecta de insectos utilizando técnicas específicas de captura diseñadas para los grupos focales en estudio:

- **Hormigas (Hymenoptera: Formicidae):** Se emplearon métodos de recolección adaptados para las hormigas.
- **Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae):** Se utilizaron técnicas de captura especializadas para este grupo de insectos.
- **Mariposas (Lepidoptera: Rophalocera):** Se aplicaron técnicas específicas para la captura de mariposas.

3.4.2. Mariposas diurnas

Los individuos fueron capturados utilizando dos métodos principales. Primero, se empleó el muestreo con jama o red entomológica, donde el investigador, con ayuda del auxiliar de campo realizaban recorridos alrededor de puntos de muestreo específicos dentro de cada tipo de cobertura. Los individuos detectados dentro de una franja de cinco a 20 m desde el punto central fueron capturados entre las 06:00 h y las 16:00 h. Además, se instalaron tres trampas Van Someren Rydon con cebo a base de frutas fermentadas (i.e. piña y papaya). Estas trampas fueron colgadas en ramas de árboles a una altura de 3 a 10 m del suelo. Permanecieron en el campo durante dos días, siendo recibidas cada 24 horas (Foto 10).



Foto 10. Técnicas de capturas utilizadas para la captura de mariposas en las estaciones de monitoreo de las estaciones de unidades forestales durante la temporada de lluvia. Instalación de trampas Van Someren-Rydon para mariposas, instalada a unos 3.5 m sobre el suelo, respectivamente cebada y lista para la captura de mariposas Fecha: 29/11/2025.

3.4.3. Hormigas

La captura de los individuos se realizó mediante trampas de caída estándar con atrayente, que constan de un vaso plástico de 14 onzas en los cuales se vertió aproximadamente unos 100 a 150 ml de agua de jabón para evitar la evaporación del líquido como lógicamente sucede con el alcohol, el cual se usaba en la metodología estándar, el vaso va enterrado al ras del suelo, en los laterales del vaso se instalan un par de palillos de pincho, con la finalidad de servir de soporte para el plato de plástico de 23cm de diámetro que funciona como protección para el vaso en caso de lluvias leves o caída de hojarasca, entre otros elementos naturales que podrían afectar el método de muestreo, el cebo se coloca dentro de pequeños recuadros de 12 cm x 12 cm dicho recuadro es una tela de toldillo, el cual envuelve el cebo en forma de mochila y se cuelga a unos 3cm por encima del vaso enterrado a través de un palillo de pincho enterrado en diagonal, en este caso el cebo para hormigas fue atún (Foto 11).

Las trampas son cebadas con 20 gramos de atrayente que se reemplazó cada 24 horas durante dos días de muestreo. En cada cobertura de interés se instalaron entre una a diez trampas separadas entre sí cada 30 m para garantizar la independencia de cada trampa. Adicionalmente, se realizó colecta manual a lo largo de cada transecto (Villareal *et al.*, 2004). Los individuos capturados fueron almacenados en recipientes con alcohol al 70% para su posterior determinación en el laboratorio, (Foto 11). Cabe resaltar que hubo un significativo número de individuos muestreados que cayó en las trampas para escarabajos.



Foto 11. Técnicas de muestreo y captura de hormigas en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales durante la temporada de lluvia. Instalación de la trampa de caída para hormigas, con su respectivo atrayente de atún Fecha: 29/11/2025.

3.4.4. Escarabajos coprófagos

La captura de los individuos se realizó mediante trampas de caída estándar con atrayente, que constan de un vaso plástico de 14 onzas en los cuales se vertió aproximadamente unos 100 a 150 ml de agua de jabón para evitar la evaporación del líquido como lógicamente sucede con el alcohol, el vaso va enterrado al ras del suelo, en los laterales del vaso se instalan un par de palillos de pincho, con la finalidad de servir de soporte para el plato de plástico de 23 cm de diámetro que funciona como protección para el vaso en caso de lluvias leves o caída de hojarasca, entre otros elementos naturales que podrían afectar el método de muestreo, el cebo se coloca dentro de pequeños recuadros de 12 cm x 12 cm dicho recuadro es una tela de toldillo, el cual envuelve el cebo en forma de mochila y se cuelga a unos 3 cm por encima del vaso enterrado a través de un palillo de pincho enterrado en diagonal, en este caso el cebo utilizado para las escarabajos fueron heces humanas, importante atrayente para especies coprófagos (Foto 12).

Las trampas son cebadas con 20 gramos de atrayente que se reemplazó cada 24 horas durante dos días de muestreo. En cada cobertura de interés se instalaron entre una a diez trampas separadas entre sí cada 30 m para garantizar la independencia de cada trampa. Adicionalmente, se realizó colecta manual a lo largo de cada transecto (Villareal *et al.*, 2004). Los individuos capturados fueron almacenados en recipientes con alcohol al 70% para su posterior determinación en el laboratorio (Foto 12).



Foto 12. Técnicas de muestreo y captura de escarabajos coprófagos en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales durante la temporada de lluvia. Instalación de la trampa de caída para hormigas, con sus respectivo atrayente de materia fecal. Fecha: 29/11/2025.

3.4.5. Determinación taxonómica de insectos

La determinación taxonómica de las mariposas se realizó siguiendo las claves propuestas por Chacón & Montero (2007), García-Robledo & Kattan (2002), las especies fueron verificadas mediante el catálogo interactivo “American Butterflies” (<https://www.butterfliesofamerica.com/>) (Warren *et al.*, 2016). En el caso de las hormigas, su identificación taxonómica se realizó mediante las claves de Serna & Vergara (2001), y Fernández (1992, 2008 y 2019) para géneros y especies. Los escarabajos coprófagos fueron identificados con las claves taxonómicas de Medina & Lopera (2001), Vaz-De-Mello *et al.* (2011) y Sarmiento-Garcés & Amat-García (2014). La identificación de insectos generalistas y grupos parámetros se basó en la determinación de caracteres morfológicos establecidos en campo (Foto 13).



Foto 13. Medición y determinación taxonómica de insectos generalistas y grupos parámetro en campo.

3.5. Análisis estadísticos para todos los grupos de fauna

El cálculo del esfuerzo y la representatividad del muestreo, así como de los índices de diversidad para las comunidades de insectos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales, se realizó teniendo en cuenta tres dimensiones de diversidad: diversidad alfa, diversidad beta y diversidad funcional, como se muestra a continuación.

3.5.1. Diversidad Alfa

Hace referencia a la diversidad puntual registrada en un espacio y tiempo determinado, y puede ser analizada a partir de dos variables ecológicas, como la riqueza y la abundancia.

3.5.1.1. Representatividad del Muestreo y Riqueza específica

La riqueza específica **S**, de las comunidades de insectos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, hace referencia al número de especies encontrado en las estaciones de monitoreo.

Para la evaluación de la representatividad del muestreo del componente de mamíferos se tuvo en cuenta el esfuerzo de muestreo y el éxito de captura dentro de cada una de las metodologías aplicadas, como: redes de niebla, trampas Sherman, observaciones directas, rastros y registros eco-acústicos (Tabla 2), además, se utilizaron medidas no paramétrica y curvas de acumulación de especies, que permiten un comparativo entre la riqueza observada y esperada, para obtener un aproximado de la completitud de los muestreo en el área de estudio.

Tabla 2. Fórmulas para análisis de esfuerzo y éxito de captura e índices de diversidad del componente de mamíferos

Esfuerzo de muestreo y éxito de captura	
Redes de niebla	$EM = \sum m \cdot h$; Dónde: m= metros de red h= horas en el que permanecieron abiertas las redes Éxito de captura: $E = n/EM$ Donde n es el número de individuos capturados en total.
Observación directa e indirecta (Rastros), por puntos.	$EM = h$; Donde: h= horas totales de detección visual/auditiva Éxito de captura: $E = n/EM$ Donde n: número de individuos registrados
Cámaras Trampa	$EM = C \cdot N$; Donde: C: Número de Cámaras Trampa N: Noches de monitoreo Éxito de captura: $E = n/EM$ Donde n: número de individuos registrados

Trampas Sherman	EM: T* N; Donde: T: Número de trampas N: noches en que permanecieron instaladas Éxito de captura: E=n/EM Donde n es el número de capturas.
Registros Eco-acústicos	EM: Minutos totales de registro acústico Éxito de captura: E=n/EM; Donde: n: número total de registros

3.5.1.1.1. Curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de riqueza

Para el análisis de la completitud del inventario y la estimación de la diversidad de especies de las comunidades de insectos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos del proyecto de ordenamiento forestal se utilizaron curvas de acumulación de especies y los estimadores no paramétricos Chao 1 y Jack nife de primer orden.

Los cálculos fueron realizados con las matrices de datos construidas a partir del número de capturas por especie, la presencia-ausencia de los registros acústicos y los registros independientes obtenidos de cámaras trampa. Para los cálculos se utilizó el programa PAST versión 4.03.

3.5.1.1.2. Índice de riqueza específica de Margalef

Este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S=k_N$ donde k es constante (Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando $S-1$, en lugar de S, da $DMg = 0$ cuando hay una sola especie.

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Dónde:

S = número de especies

N = número total de individuos

3.5.1.2. Composición y Estructura de la comunidad

La evaluación de la composición y estructura de las comunidades de insectos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos se realizó de acuerdo con los registros obtenidos por las diferentes metodologías. Para el componente de mamíferos los registros de individuos son reportados teniendo en cuenta cada una de las metodologías empleadas, para redes de niebla, Trampas Sherman y observaciones directas, fueron

reportadas las abundancias absolutas; mientras que, para los registros obtenidos por fototrampeo se reportan como “**registros independientes**”, entendidos como fotografías consecutivas de especies diferentes y las fotografías consecutivas de la misma especie separadas por un intervalo de tiempo mínimo 24 horas, mediante los cual se calcula el Índice de Abundancia Relativa (IAR) (Lira-Torres & Briones-Salas, 2012; Jenks *et al.*, 2011), que hace referencia a la frecuencia de actividad de las especies en una determinada cobertura, interpretado como un proxy de las especies registradas:

IAR = $C/EM * 100$ días-trampa, donde:

- C = Capturas o eventos fotografiados.
- EM=Esfuerzo de Muestreo (No. de cámaras*noche de monitoreo) Estacional o Total.
- 100 días-trampa= Unidad Estándar.

Los registros acústicos y rastros fueron tomados como datos de presencia-ausencia, debido a la dificultad para estimar su abundancia.

3.5.1.2.1. Curvas rango abundancia

Para evaluar la estructura de las comunidades de insectos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, entre estaciones de muestreo de los dos proyectos mineros, se construyeron curvas rango-abundancia con base en los registros obtenidos con las diferentes metodologías (Feinsinger, 2001).

Estas curvas grafican el valor “pi” de cada especie y el rango de dicha especie, el cual disminuye directamente con valores menores de la variable “pi”. Entre más elevado la riqueza y/o la equitatividad de las especies, más se aproxima la curva de rango-abundancia a un pendiente plano ($m = 0$). Entre más pobre la riqueza y/o equitatividad de especies (es decir, entre más dominancia por pocas especies existe en un hábitat) más empinado se vuelve la pendiente de la curva de rango-abundancia ($m < 0$).

3.5.1.2.2. Índice de Equidad de Shannon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

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

3.5.1.2.3. Índice de dominancia de Simpson

Este índice hace referencia a la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Dónde, p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

3.5.2. Diversidad Beta

3.5.2.1. Índices de similitud y disimilitud

Los análisis de comparación entre estaciones de fauna del área de monitoreo se realizaron mediante el índice de similitud de Jaccard, a través del programa PAST versión 4. 03, generando así un clúster o dendrograma de Similitud. (Moreno, 2001). El Coeficiente de similitud de Jaccard, funciona con intervalos de valores que van desde 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

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

Dónde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

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

3.5.3. Diversidad funcional

La diversidad funcional es considerada como la clave para entender la relación entre la funcionalidad de los ecosistemas y la biodiversidad que los componen (Schmera *et al.*, 2009). En el presente informe la diversidad funcional será interpretada como la distribución de los gremios tróficos en las distintas comunidades faunísticas (Wilson, 1973, Soriano, 2000), como una aproximación al entendimiento de la red trófica y la distribución de recursos en las diferentes áreas de monitoreo.

3.6. Especies endémicas y migratorias

Para el reconocimiento de las especies endémicas se revisó la última lista de especies de Colombia, entre otros documentos que permiten reconocer las distribuciones de

especies y posibles endemismos (Díaz *et al.*, 2021; Ramírez-Chaves *et al.*, 2021). Por otra parte, la identificación de especies migratorias se basó en la información contenida en la guía de las especies migratorias de la biodiversidad de Colombia (Amaya-Espinel, 2014).

3.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio

Para el reconocimiento de las especies endémicas del área se revisaron las listas actualizadas de Colombia para los diferentes grupos faunísticos (Ayerbe, 2018; Acosta-Galvis, 2021; Díaz *et al.*, 2021; Ramírez-Chaves *et al.*, 2021; Uetz *et al.*, 2021). Por otra parte, la identificación de especies migratorias para el país se basó en la información contenida en la guía de las especies migratorias de la biodiversidad de Colombia (Amaya-Espinel, 2014).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fauna silvestre

4.1.1. Hallazgos en los ensamblajes de Anfibios y Reptiles en las estaciones de Unidades Forestales del departamento del Atlántico

Durante los muestreos realizados en las unidades forestales detectados un total de 26 especies de anfibios y 40 especies de reptiles. Con respecto a los anfibios, se registraron en total 385 individuos, identificando 26 especies, estas especies se agruparon dos órdenes (Anura y Gymnophiona) y en nueve familias. Por otro lado, en los reptiles se registró un total de 40 especies, con 337 individuos registrados, agrupándose en tres órdenes (Crocodylia, Squamata y Testudines), 16 familias: una (1) especie de crocodílido, dos especies de tortuga, 14 especies de serpientes y 23 especies de lagartos (Tabla 3).

Durante el muestreo realizado en época de lluvias, se presentaron diversas dificultades metodológicas que potencialmente afectaron la detectabilidad de ciertas especies y la eficiencia de las metodologías utilizadas. En el caso de los reptiles, algunas especies tienden a reducir sus patrones de actividad durante las temporadas lluviosas, lo que reduce su probabilidad de detección (Bernardo *et al.*, 2012). En cuanto a las trampas de caída ("pitfalls"), su efectividad puede verse comprometida debido a la saturación del suelo, lo que expulsa los baldes instalados y aunque estos eran reinstalados diariamente, su tiempo efectivo de operación se veía reducido considerablemente.

Tabla 3. Lista de especies de anfibios y reptiles, con su respectiva Familia, Orden y Clase.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo lechoso	7
			<i>Rhinella humboldti</i>	Sapo lechoso	6
		Ceratophryidae	<i>Ceratophrys calcarata</i>	Sapo cachón	2
		Craugastoridae	<i>Craugastor raniformis</i>	Ranita de tierra	1
		Hylidae	<i>Boana platanera</i>	Rana arborícola, rana platanera	52
			<i>Boana pugnax</i>	Rana arborícola, rana platanera	46
			<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Ranita enana	7
			<i>Scarthyla vigilans</i>	Ranita enana	4
			<i>Scinax rostratus</i>	Rana	1
			<i>Scinax ruber</i>	Ranita	7
			<i>Scinax x-signatus</i>	Ranita x	8
			<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola, rana lechosa	6
		Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulosus</i>	Sapito	108

			<i>Leptodactylus bolivianus</i>	Sapo gigante	2
			<i>Leptodactylus colombiensis</i>	Rana saltarina	8
			<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana saltarina	19
			<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rana picuda	23
			<i>Leptodactylus insularum</i>	Rana saltarina	2
			<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	Rana, rana de cristal	16
			<i>Leptodactylus savagei</i>	Rana saltarina, rana brazuda	4
			<i>Pleurodema brachyops</i>	Sapito de paticas rojas	20
			<i>Pseudopaludicola pusilla</i>	Sapito	21
		Microhylidae	<i>Elachistocleis panamensis</i>	Ranita	2
		Phyllomedusidae	<i>Phyllomedusa venusta</i>	Rana hoja verde	6
		Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana verde	6
Gymnophiona	Caeciliidae	<i>Caecilia subnigricans</i>	Cecilia	1	
Total Amphibia	2	9	26		385
Reptilia	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	Babilla	40
	Squamata	Boidae	<i>Corallus ruschenbergerii</i>	Boa arborícola	5
		Colubridae	<i>Dryophylax gambotensis</i>	Falsa patoco, pajera	1
			<i>Enulius flavitorques</i>	Culebrita, cordondillo	1
			<i>Erythrolamprus melanotus</i>	Guardacaminos	4
			<i>Imantodes cenchoa</i>	Bejuquillo	2
			<i>Leptodeira annulata</i>	Falsa mapana, ojo e' gato	7
			<i>Leptodeira ornata</i>	Falsa mapana, ojo e' gato	1
			<i>Mastigodryas pleii</i>	Cazadora	1
			<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuquillo	1
			<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	Vibora de sangre	1
			<i>Sibon nebulatus</i>	Caracolera	1
			<i>Tantilla melanocephala</i>	Culebrita	1
		Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Saltarrojo, pasarrojo, gautaquí	16
		Dactyloidae	<i>Anolis auratus</i>	Lobito, lobita, camaleoncito	4
			<i>Anolis cf. tropidogaster</i>	Lobito, lobita, camaleoncito	5
			<i>Anolis gaigei</i>	Lobito, lobita, camaleoncito	4
			<i>Anolis sulcifrons</i>	Lobito, lobita, camaleoncito	1
		Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Tuqueca, tuteca	1
		Gymnophthalmidae	<i>Bachia bicolor</i>	Culebrita	4
	<i>Gymnophthalmus speciosus</i>		Loba lisa	2	

			<i>Loxopholis rugiceps</i>	Lobo colilargo, lagartija	2
			<i>Tretioscincus bifasciatus</i>	Lobito coliazul	6
		Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana, gallina de árbol	10
		Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus ventralis</i>	Tuteca	2
			<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Tuqueca, tuteca	15
		Polychrotidae	<i>Polychrus marmoratus</i>	Camaleón	1
		Scincidae	<i>Marisora cf. falconensis</i>	Loba lisa, lisa	17
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Lobito cabecirojo, tuquequitas	68
			<i>Gonatodes sp. 1</i>	Tuquiquita, lobito cabecirojo	2
			<i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i>	Lobito	35
		Teiidae	<i>Ameiva bifrontata</i>	Lobo pollero, lobo	2
			<i>Ameiva praesignis</i>	lobo, lobo pollero	13
			<i>Cnemidophorus cf. gaigei</i>	Lobo, lobo rayado	23
			<i>Holcosus festivus</i>	Lobo pollero, lobo	1
			<i>Tupinambis teguixin</i>	Lobo marino, lobo pollero	2
		Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Mapaná, boquidorá	17
			<i>Porthidium lansbergii</i>	Patoco, saltadora	9
	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys callirostris</i>	Hicotea, icotea, galapaga	1
		Testudinidae	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Morrocoyo	8
Total Reptilia	3	16	40		337
Total general	4	25	66		722

4.1.1.1. Anfibios

4.1.1.1.1. Representatividad del Muestreo y Riqueza específica

De acuerdo con los estimadores de no paramétricos usados, con el esfuerzo de muestreo aplicado se obtuvo representatividades de especies observadas de entre el 81.89% y 98.11% de la diversidad esperada según los estimadores Jack 1 y Chao 1 respectivamente (Figura 2). Esto significa que la diversidad observada fue representativa de acuerdo con el esfuerzo de muestreo ejecutado. Bootstrap (96.40%) muestra consistencia en sus estimaciones, siendo un método balanceado

y fiable, proporciona un buen equilibrio entre los valores observados y estimados. Sin embargo, Chao1 (73%) podría considerarse el mejor estimador para anfibios.

La robustez de ambos estimadores en la estimación de especies raras y su alta representatividad en escenarios de baja diversidad los hacen particularmente útil para anfibios, que suelen tener especies difíciles de detectar. Además, la literatura científica respalda la efectividad de ambos estimadores 1 en estudios herpetológicos (Hernandez-Salinas & Ramírez-Bautista, 2012; Roach *et al.*, 2020). Vale la pena resaltar que, ya que se conoce la fauna del departamento y sus ensamblajes de anfibios asociados históricamente así como los comportamientos fosoriales o críptico de algunas especies presentes en estos predios, es posible asumir que la lista de anfibios puede ser ligeramente mayor a la encontrada.

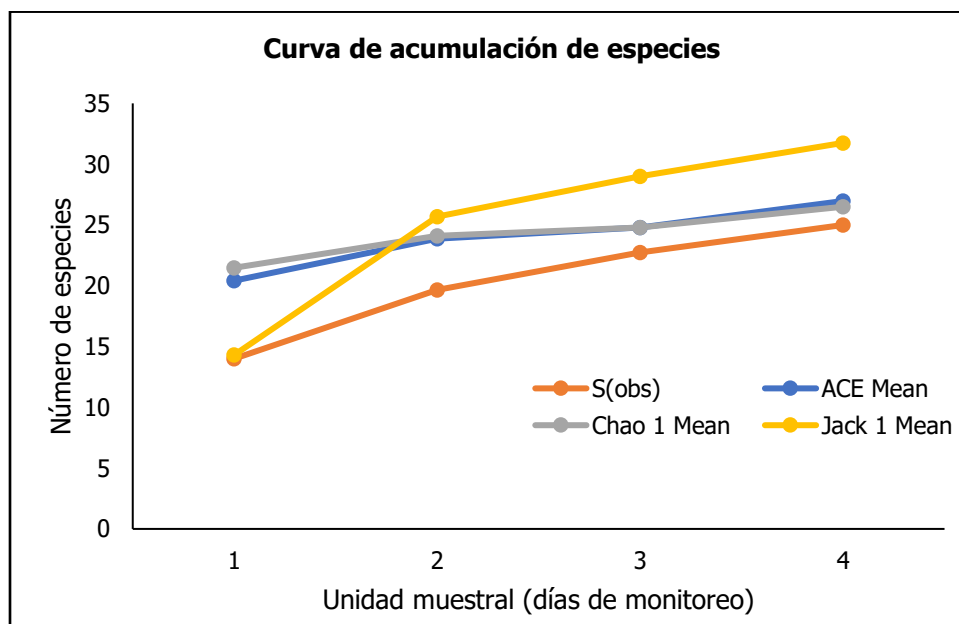


Figura 2. Curva de acumulación de especies para los anfibios presentes en las Unidades Forestales.

4.1.1.1.2. Composición y Estructura de la comunidad

Durante el monitoreo en las cuatro estaciones de fauna de las Unidades Forestales fueron identificadas 26 especies de anfibios con un total de 385 individuos. De estas especies, 25 pertenecen al orden Anura (ranas y sapos) y una (1) al orden Gymnophiona (cecilias, culebras ciegas) (Tabla 4).

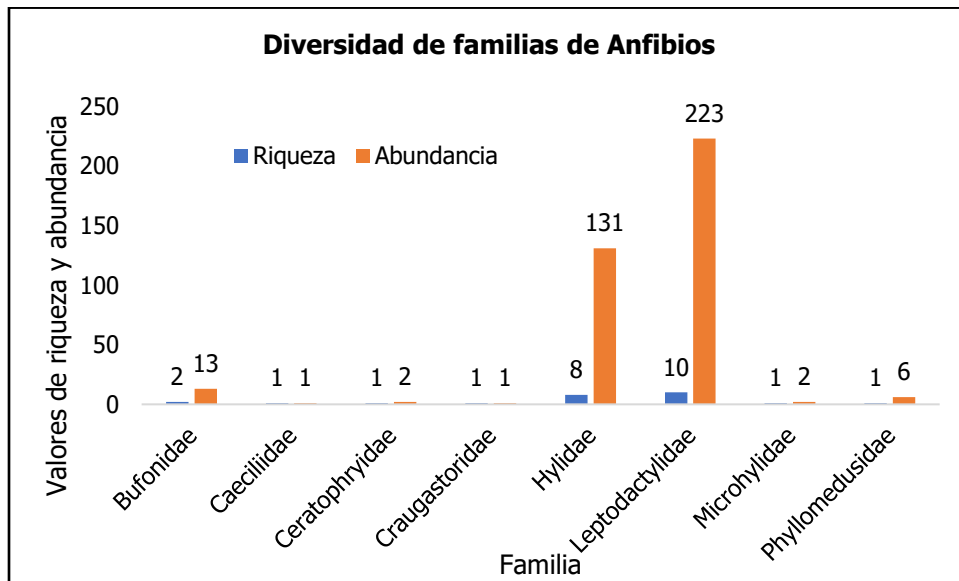


Figura 3. Familias de anfibios presentes en las áreas de las unidades forestales, con su riqueza de especies y abundancia de individuos.

Las 26 especies identificadas se distribuyen en nueve familias (Figura 3). La familia con mayor abundancia y riqueza es la familia Leptodactylidae, con 10 especies y 223 registros de anfibios (Figura 3). La familia Leptodactylidae es la más abundante en el estudio, debido a varios factores ecológicos, biológicos y metodológicos que influyen en su presencia y detectabilidad. Los miembros de la familia Leptodactylidae son altamente adaptables y pueden ocupar una amplia variedad de microhábitats, desde zonas abiertas hasta bosques cerrados (Duellman & Trueb, 1994). Su capacidad para aprovechar diferentes tipos de refugios, como hojarasca y troncos en descomposición, les proporciona una ventaja competitiva en ambientes diversos.

Tabla 4. Especies de anfibios identificados en las estaciones de monitoreo de las Unidades Forestales.

Orden	Familia	Especie	POF_01 (BDBTF)	POF_02 (Vsb)	POF_03 (BG)	POF_04 (BFVS)	Abundancias	
							Absoluta	Relativa
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	0	5	0	2	7	0.018
		<i>Rhinella humboldti</i>	2	4	0	0	6	0.016
	Ceratophryidae	<i>Ceratophrys calcarata</i>	2	0	0	0	2	0.005
	Craugastoridae	<i>Craugastor raniformis</i>	1	0	0	0	1	0.003
	Hylidae	<i>Boana platanera</i>	9	27	4	12	52	0.135
		<i>Boana pugnax</i>	16	21	6	3	46	0.119
		<i>Dendropsophus microcephalus</i>	7	0	0	0	7	0.018
		<i>Scarthyla vigilans</i>	4	0	0	0	4	0.010
		<i>Scinax rostratus</i>	0	0	0	1	1	0.003
		<i>Scinax ruber</i>	0	6	0	1	7	0.018

		<i>Scinax x-signatus</i>	1	3	4	0	8	0.021
		<i>Trachycephalus typhonius</i>	1	4	0	1	6	0.016
	Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulosus</i>	42	23	15	28	108	0.281
		<i>Leptodactylus bolivianus</i>	0	2	0	0	2	0.005
		<i>Leptodactylus fragilis</i>	1	17	0	1	19	0.049
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	1	19	0	3	23	0.060
		<i>Leptodactylus insularum</i>	0	0	0	2	2	0.005
		<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	4	11	0	1	16	0.042
		<i>Leptodactylus savagei</i>	0	4	0	0	4	0.010
		<i>Pleurodema brachyops</i>	8	4	2	6	20	0.052
		<i>Pseudopaludicola pusilla</i>	12	8	0	1	21	0.055
		<i>Leptodactylus colombiensis</i>	8	0	0	0	8	0.021
		Microhylidae	<i>Elachistocleis panamensis</i>	1	0	0	1	2
	Phyllomedusidae	<i>Phyllomedusa venusta</i>	2	4	0	0	6	0.016
Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i>	1	4	1	0	6	0.016	
Gymnophiona	Caeciliidae	<i>Caecilia subnigricans</i>	1	0	0	0	1	0.003
Total general	9	26	124	166	32	63	385	1.000

BDBTF, Bosque denso bajo de tierra firme; **VSb**, Vegetación secundaria baja; **BG**, Bosque de galería y ripario; **BFVS**, Bosque fragmentado con vegetación secundaria

La especie más abundante del muestreo fue *Engystomops pustulosus* (Foto 14A), representando el 28.05% de todos los individuos de anfibios registrados (Tabla 4). Además, junto a otras tres especies, son las únicas especies que se encuentran representada en todas las unidades forestales. La segunda especie en abundancia fue *Boana platanera* (Foto 14B) y posteriormente *Boana pugnax*. Estas tres especies son tolerantes a la perturbación y habitan distintas coberturas, pudiendo habitar zonas abiertas o semi-abiertas, aunque las dos últimas prefieren árboles propiamente formados. Esto concuerda con la estructura de las estaciones, ya que la mayoría de ellas están ubicadas en zonas semi-abiertas o boscosas, como lo son las coberturas evaluadas. También es importante resaltar la presencia de especies fosoriales o semi-fosoriales como *Caecilia subnigricans* (Foto 14D) y *Cerathophrys calcarata* (Foto 14C).



Foto 14. Especies de anfibios identificadas en el monitoreo de las Unidades Forestales.

Las Unidades Forestales/coberturas vegetales con mayor riqueza y abundancia de anfibios fueron POF-1 y POF-2, con 20 especies y 166 individuos respectivamente (Tabla 4; Figura 4). Se resalta que en estas estaciones es donde se instalaron las trampas de caída (pitfalls) y representan tipos de cobertura vegetal que favorece mayor registro de individuos (Tabla 4). En estas estaciones se presentó la mayor abundancia de anfibios, posiblemente debido a su alta oferta de hábitat favorable para especies de zonas boscosas, que suelen ser abundantes en estos entornos. Adicionalmente, la vegetación densa en estas áreas ayuda a mantener una humedad constante, un factor crítico para la supervivencia de los anfibios, ya que muchos dependen de ambientes húmedos para la respiración cutánea y la reproducción (Wells, 2007). Además, la densidad de vegetación favorece la abundancia de insectos y otros invertebrados, incrementando la capacidad de carga e idoneidad de hábitat (Donnelly & Crump, 1998). La cobertura de Bosque denso bajo de tierra firme (POF-1) (Figura 4) mostró una alta abundancia y riqueza de especies. Los bosques de galería, situados a lo largo de cursos de agua y asociados a esta unidad forestal, ofrecen una gran variedad de microhábitats, incluyendo áreas inundadas,

charcas temporales y vegetación riparia, lo que favorece la coexistencia de múltiples especies de anfibios (Guyer & Donnelly, 2005).

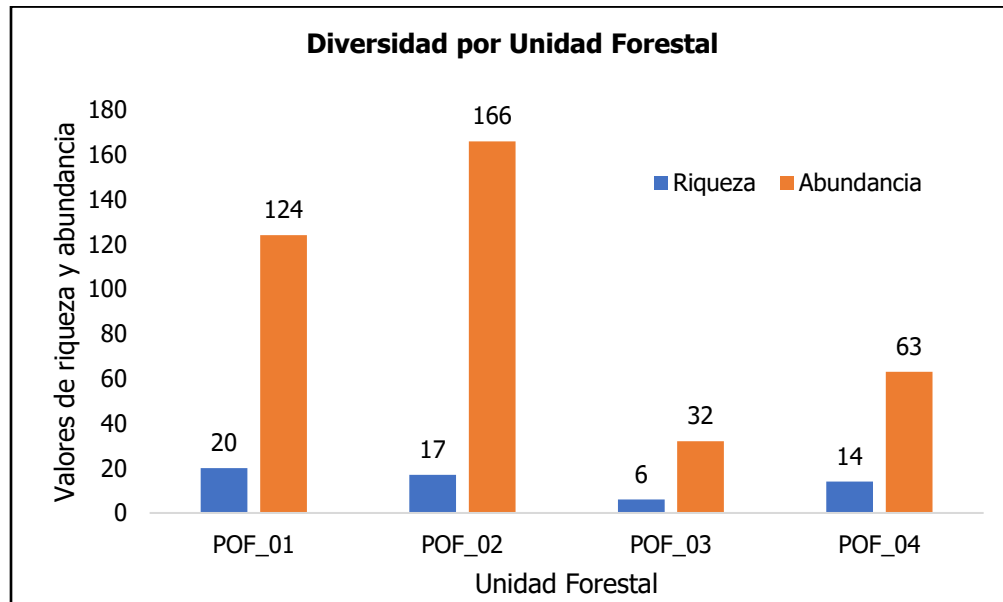


Figura 4. Riqueza y abundancia de anfibios por estación o cobertura vegetal evaluada en las Unidades Forestales.

En términos de exclusividad de especies, POF-1 (Figura 4; Tabla 4) presentó una alta exclusividad: destacando la presencia de *Caecilia subnigrans*, *Craugastor raniformis* y *Scinax rostratus* (**Error! Reference source not found.**C) se encontraron únicamente en esta estación. Asimismo, en el Bosque denso bajo de tierra firme (POF-1) fue en la que se registró la mayor cantidad de especies privadas, lo que indica que solo fueron registradas en esta estación *Leptodactylus fragilis*, destacando la importancia de esta cobertura para la conservación de especies exclusivas y elusivas.

En conclusión, las coberturas/unidades forestales de POF-1 y POF-2 mostraron la mayor abundancia y riqueza de especies de anfibios. Esto puede atribuirse a las condiciones microclimáticas estables, la alta humedad y la disponibilidad de recursos, como presas y hábitats diversos, que estas coberturas proporcionan. La heterogeneidad ambiental en estos entornos promueve la coexistencia y sostenibilidad de una amplia variedad de especies de anfibios.

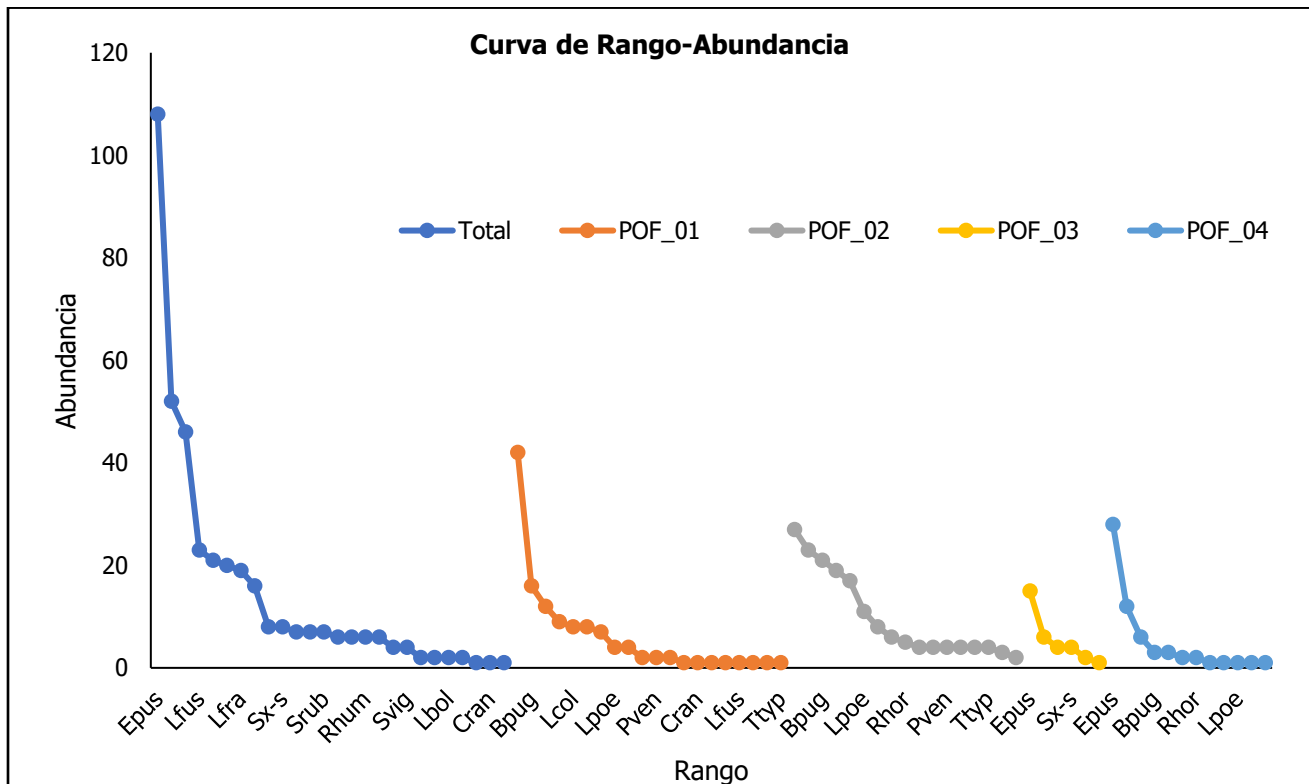


Figura 5. Rango de abundancias de especies de anfibios observados en las estaciones de las Unidades Forestales. *Boana platanera* (Bpla), *Boana pugnax* (Bopu), *Caecilia subnigrificans* (Csub), *calcarata* (Ccal), *Craugastor raniformis* (Cran), *Dendropsophus microcephalus* (Dmic), *Elachistocleis panamensis* (Epan), *Engystomops pustulosus* (Epus), *Leptodactylus bolivianus* (Lbol), *Leptodactylus colombiensis* (Lcol), *Leptodactylus fragilis* (Lfra), *Leptodactylus fuscus* (Lfus), *Leptodactylus insularum* (Lein), *Leptodactylus poecilochilus* (Lpoe), *Leptodactylus savagei* (Lsav), *Lithobates vaillanti* (Lvai), *Phyllomedusa venusta* (Pven), *Pleurodema brachyops* (Pleu), *Pseudopaludicola pusilla* (Ppus), *Rhinella horribilis* (Rhor), *Rhinella humboldti* (Rhum), *Scarthyla vigilans* (Svig), *Scinax rostratus* (Sros), *Scinax ruber* (Srub), *Scinax x-signatus* (Sx-s) *Trachycephalus typhonius* (Ttyp).

Por otro lado, al analizar la curva de rango-abundancia de manera general, se resalta la marcada pendiente de las especies más abundantes (*Engystomops pustulosus*, **Error! Reference source not found.**A y las especies del género *Boana*), con respecto a las demás especies de anfibios, posteriormente se observa un segundo segmento con una pendiente suavizada, que muestra una distribución de las abundancias uniforme entre las especies de anfibios (Figura 5). Este escenario difiere un poco al que se observa en la distribución de abundancia observada en las unidades forestales POF-1, POF-3 y POF-4, donde las pendientes del rango-abundancia son leves, lo que indica una mayor uniformidad en los registros, lo que se ajusta a las comunidades del bosque seco tropical, donde no se evidencias marcadas sobrerrepresentaciones de pocas especies. Sin embargo, en todas las

estaciones destacan siempre levemente las especies *Engystomops pustulosus* y *Boana platanera* (Figura 5).

4.1.1.1.3. Diversidad alfa

Los índices de diversidad facilitan la interpretación de los valores de abundancia (número de individuos) y riqueza (número de especies). El índice de Margalef es una medida de la riqueza de especies ajustada por el número de individuos. En este índice, las estaciones POF-1 (3.94) y POF-4 (3.14) presentan los valores más altos, resaltando la riqueza específica de POF-2 (3.13), mientras que POF-3 (1.44) tienen los valores más bajos de riqueza de especies ajustada por el número de individuos (Tabla 5). El índice de Shannon (H) mide la diversidad considerando tanto la riqueza de especies como la equitatividad en su distribución. Los valores de diversidad en este índice siguen el mismo patrón observado anteriormente, POF-2 ($H'=2.58$) y POF-1 ($H'=2.37$) mostrando los valores más altos, y POF-3 ($H'=1.55$) los más bajos. El índice de Simpson (1-D) también refleja este mismo patrón.

En conclusión, las estaciones POF-1 (Bosque denso bajo de tierra firme) y POF-2 (Vegetación secundaria baja) se destacan por su alta riqueza y diversidad de especies según todos los índices analizados (Tabla 5). Esto puede deberse a una mayor variedad de microhábitats y condiciones ambientales favorables en estas estaciones. Estas coberturas, junto con los bosques fragmentados suelen ser coberturas heterogéneas que mantienen una humedad constante, reducen la evaporación del agua del suelo y proporcionan refugios adecuados. La densidad de vegetación favorece la abundancia de insectos y otros invertebrados, incrementando los recursos disponibles para los anfibios (Donnelly & Crump, 1998; Wells, 2007).

Por otro lado, las áreas de vegetación secundaria son matrices de coberturas que suelen presentar menor heterogeneidad y complejidad estructural en comparación con los bosques de galería y los bosques fragmentados. La vegetación secundaria típicamente tiene menos estratos de vegetación y puede carecer de la diversidad de microhábitats encontrados en hábitats más maduros o estructuralmente complejos. Además, la disponibilidad de agua y refugios adecuados puede ser menor en estos hábitats, afectando negativamente la diversidad y abundancia de anfibios (Gardner *et al.*, 2007).

Tabla 5. Riqueza y análisis de diversidad de anfibios entre áreas de las unidades forestales.

Áreas	POF_01	POF_02	POF_03	POF_04
Número de especies	20	17	6	14
Número de individuos	124	166	32	63
Margalef	3.94	3.13	1.44	3.14

Shannon_H	2.37	2.58	1.55	1.97
Simpson_1-D	0.85	0.91	0.73	0.76

4.1.1.1.4. Diversidad Beta

Las estaciones muestran una considerable similitud entre sí según el índice de Jaccard, como la que se observa entre POF-1 y POF-2 (Figura 6), las cuales tienen una alta diversidad de anfibios y comparten un 56% de sus elementos faunísticos. Esto se debe a que, aunque se trate de coberturas distintas, tienen elementos estructurales en común, con ofertas ecológicas similares, lo que favorece la presencia en ambas coberturas tanto de especies generalistas como especialistas. El otro caso de similitud es entre estas unidades forestales y POF-4 (50% de elementos en común), se explica en la similitud en la composición de especies se explica por las condiciones ambientales similares presentes en estas coberturas, así como en la poca distancia que separa las estaciones de monitoreo que representan ambas coberturas.

En general, la similitud entre las diferentes estaciones está influenciada principalmente por la presencia de especies generalistas. En muy pocos casos se detectaron especies exclusivas de alguna cobertura en particular, lo cual indica que las agrupaciones de especies no están necesariamente relacionadas con las coberturas específicas de cada estación.

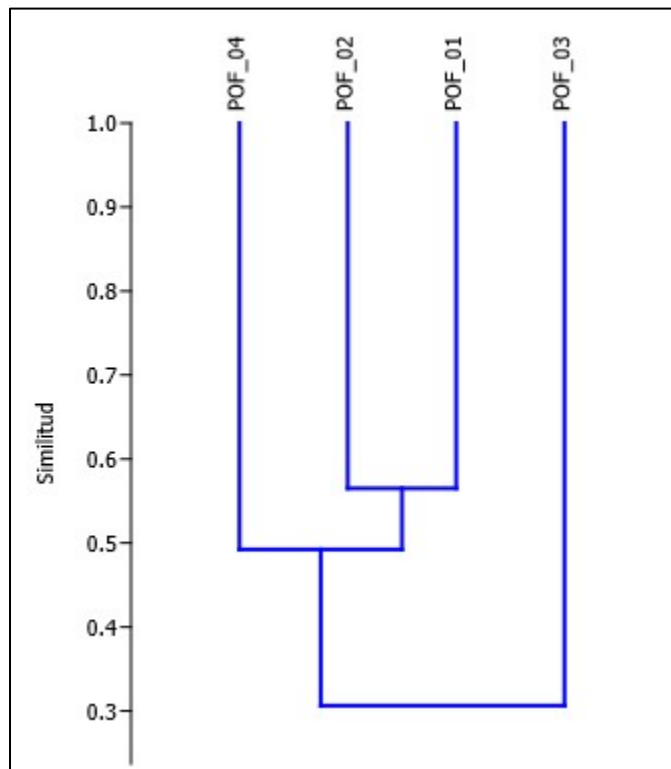


Figura 6. Índice de similitud de Jaccard para anfibios entre las estaciones de las Unidades Forestales.

4.1.1.1.5. Diversidad funcional

La mayoría de las especies de anfibios tienen hábitos terrestres, con excepción de las especies de Hylidae, que son arborícolas, y las especies de *Caecilia subnigricans* y *Cerathophrys calcarata* que son fosoriales (Tabla 6). Esta diversidad de hábitos sugiere que los anfibios ocupan diferentes nichos ecológicos, lo cual puede ser una estrategia para reducir la competencia por recursos. Todas las especies presentan un pico de actividad nocturna. Este patrón de actividad nocturna podría estar relacionado con las condiciones de humedad más favorables para la fisiología de los anfibios durante la noche. En cuanto al gremio trófico, la mayoría de las especies registradas son insectívoras y generalistas, resaltando que *Cerathophrys calcarata* en su estado adulto se alimenta principalmente de vertebrados y que *C. subnigricans* puede incorporar también este tipo de elementos alimenticios en su estado adulto (Tabla 6), aunque sin desconocer que su dieta está compuesta principalmente por insectos y otros invertebrados pequeños, lo que refleja una adaptación a la disponibilidad de estos recursos en su hábitat.

Tabla 6. Rasgos funcionales y estado de conservación de las especies de anfibios presentes en las estaciones de monitoreo de las Unidades Forestales

Especie	Hábitos	Pico de	Gremio	Dieta
---------	---------	---------	--------	-------

		Actividad	trófico	
<i>Boana pugnax</i>	A	N	Insectívoro	In, G
<i>Boana pugnax</i>	A	N	Insectívoro	In, G
<i>Caecilia subnigricans</i>	F	N	Insectívoro	In, V, G
<i>Ceratophrys calcarata</i>	T F	N	Carnívoro	In, V, G
<i>Craugastor raniformis</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Elachistocleis panamensis</i>	T F	N	Insectívoro	In, G
<i>Engystomops pustulosus</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Leptodactylus bolivianus</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Leptodactylus fragilis</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Leptodactylus fuscus</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Leptodactylus insularum</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Leptodactylus savagei</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Lithobates vaillanti</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Phyllomedusa venusta</i>	A	N	Insectívoro	In, G
<i>Pleurodema brachyops</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Pseudopaludicola pusilla</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Rhinella horribilis</i>	T	N	Omnívoro	In, P, G
<i>Rhinella humboldti</i>	T	N	Omnívoro	In, P, G
<i>Scarthyla vigilans</i>	T	N	Insectívoro	In, G
<i>Scinax rostratus</i>	SA	N	Insectívoro	In, G
<i>Scinax ruber</i>	SA	N	Insectívoro	In, G
<i>Scinax x-signatus</i>	SA	N	Insectívoro	In, G
<i>Trachycephalus typhonius</i>	A	N	Insectívoro	In, G

Rasgos funcionales: Hábitos: **T:** Terrestre; **F:** Fosorial; **A:** Arborícola; **SA,** semiarborícola. Pico de actividad= **D:** Diurna; **N:** Nocturna. Dieta= **Iv:** Invertebrados; **V:** Vertebrados; **G:** Generalista; **P,** materia de origen vegetal.

4.1.1.1.6. Especies endémicas

Durante el monitoreo biótico en las Unidades Forestales del departamento del Atlántico, se identificó a las especies *Caecilia subnigricans* (Foto 14D), *Leptodactylus colombiensis* (Foto 15A) y *Phyllomedusa venusta* (Foto 15B), son los anfibios anuros cuya distribución se restringe a las tierras bajas del Caribe colombiano y con algunos registros aislados en el occidente venezolano (Acosta-Galvis, 2012). *P. venusta* es una especie de hábito arborícola, que habita normalmente asociada a bosque primario de tierra firme y bosques secundario. Es una especie predominantemente nocturna. En general, la especie es rara tanto en época seca como lluviosa (presuntamente se entierra en zonas asociadas a zonas con cuerpos de agua), mientras que el pico de su actividad está relacionado con reproducción en la época lluviosa (Blanco-Torres *et al.*, 2013).

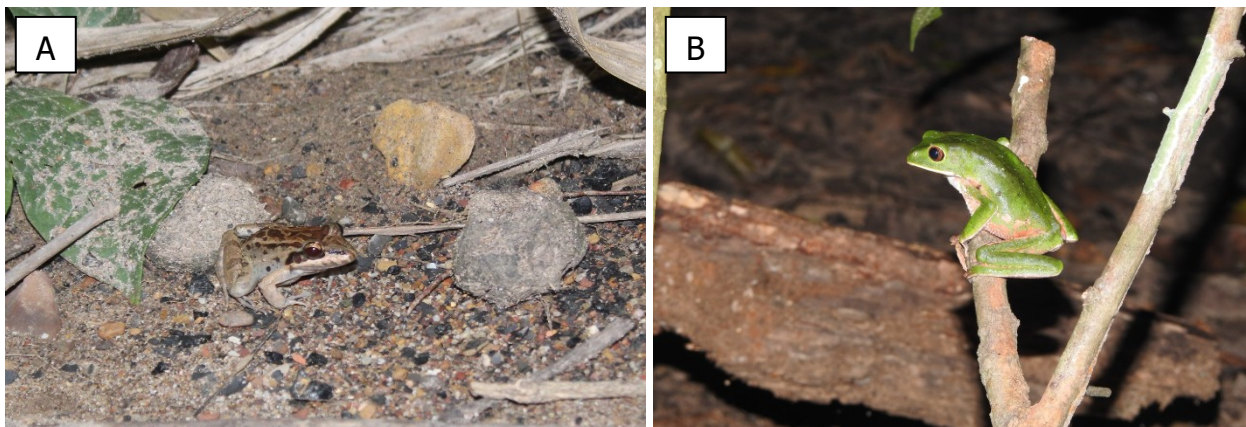


Foto 15. Especies endémicas de anfibios registradas durante el monitoreo de las Unidades Forestales del departamento del Atlántico.

Por otro lado, si bien no fue posible su identificación a nivel de especie, en las estaciones de monitoreo se ha reportado previamente la especie *Caecilia subnigricans*, anfibio apodo del Orden Gymnophiona cuya distribución se restringe a las tierras bajas del Caribe colombiano y valles interandinos (Rivera-Correa, 2006), siendo una especie de hábito fosorial, que habita normalmente asociada a la hojarasca de bosque primario de tierra firme y bosques secundario, fuertemente asociada a suelos blandos del bosque seco tropical del Caribe colombiano, llevando normalmente una vida acuática, buscando comida en el lecho de estanques y ríos con su cabeza. Como todos los anfibios, estas Cecilias en su estado adulto son predadores oportunistas, la captura de su alimento depende del tamaño de este (e.g. lombrices, insectos, arácnidos, otros anfibios y pequeñas lagartijas y roedores). Es una especie predominantemente nocturna. En general, la especie es rara tanto en época seca como lluviosa (presuntamente se entierra en el fango de cuerpos de agua lotica), mientras que el pico de su actividad está relacionado con reproducción en la época seca (Acosta-Galvis, 2000; Rivera-Correa, 2006; Lynch, 1999).

4.1.1.1.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio

Ninguna de las especies registradas durante el monitoreo de las unidades forestales durante el ordenamiento forestal del Atlántico se encuentra en alguna categoría de amenaza, según la UICN, libro rojo, o la resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Asimismo, no se identificaron especies incluidas en ningún apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

4.1.1.1.8. Problemática actual de la batracofauna

La herpetofauna del departamento del Atlántico, representada por especies como enfrenta una problemática compleja vinculada al uso ineficiente de la fauna silvestre y a la intervención desmedida de los ecosistemas. Aunque los anfibios no constituyen tradicionalmente un recurso de caza intensiva como ocurre con aves o mamíferos, sí se ven afectados por prácticas extractivas puntuales, como la captura para consumo local, uso en medicina tradicional o comercio ocasional de especies llamativas, lo que incrementa la presión sobre poblaciones ya vulnerables (Duellman & Trueb, 1994; Rodríguez-Mahecha et al., 2005).

El impacto más crítico sobre los anfibios del Atlántico proviene de la desaparición de entornos viables para la permanencia de la diversidad de anfibios (e.g. humedales, bosques secos tropicales y cuerpos de agua temporales), esenciales para la reproducción y supervivencia de anfibios. La expansión agrícola, la deforestación y la urbanización han reducido drásticamente la disponibilidad de hábitats adecuados, generando procesos de fragmentación que limitan la conectividad ecológica y aumentan la vulnerabilidad de las poblaciones (Lips et al., 2006).

A esta problemática se suma la creciente incidencia de enfermedades emergentes en anfibios, como la quitridiomycosis causada por *Batrachochytrium dendrobatidis*, que ha sido documentada como uno de los principales factores de declive poblacional a nivel global. La alteración de los ecosistemas y el estrés ambiental derivado de la intervención humana favorecen la propagación de patógenos y reducen la capacidad de respuesta inmunológica de especies locales, afectando tanto a anuros comunes, como a especies de mayor sensibilidad ecológica (e.g. *Phyllomedusa venusta*) (Berger et al., 1998; Stuart et al., 2004).

En síntesis, la problemática de los anfibios en el Atlántico no se centra únicamente en la presión directa por caza, sino en un uso ineficiente de la fauna silvestre que se traduce en la degradación de hábitats, la ausencia de estrategias de manejo y la falta de control sobre factores de riesgo sanitario. La combinación de pérdida de entornos reproductivos, contaminación de cuerpos de agua y propagación de enfermedades emergentes configura un escenario de alta vulnerabilidad para la herpetofauna regional. La implementación de programas de monitoreo epidemiológico, restauración de hábitats y educación ambiental se plantea como una condición indispensable para garantizar la conservación de estos grupos en el marco del ordenamiento forestal del Atlántico (UICN, 2022).

4.1.1.1.9. Conclusiones anfibios

Durante la temporada de lluvias de 2025, en el marco del ordenamiento forestal del Atlántico, se observaron un total de 26 especies de anfibios en las unidades forestales. La mayoría de estas especies son generalistas que habitan distintas coberturas. Las coberturas que alojaron mayor diversidad de anfibios fueron el bosque denso bajo de tierra firme (POF-1) y la vegetación secundaria baja (POF-2), probablemente debido a la heterogeneidad que ofrecen ambas coberturas. Esto puede atribuirse a la oferta ecológica y trófica de estas estaciones, que normalmente se asociaron a cuerpos de agua lotica, que favorecen el registro de especies tanto comunes como de rara observación.

No se detectaron especies bajo alguna de las categorías de amenaza o con restricciones al Biocomercio, aunque se resalta la posible presencia de *Caecilia subnigricans* está catalogada según la lista roja de la UICN como DD, con Datos Deficientes. Como especies endémicas, se reporta a de *Caecilia subnigricans*, *Ceratophrys calcarata* y *Leptodactylus colombiensis*, todas restringidas a bajas del Caribe colombiano y valles interandinos.

4.1.1.2. Reptiles

4.1.1.2.1. Representatividad del Muestreo y Riqueza específica

Según los estimadores utilizados, se obtuvo una representatividad que oscila entre el 76.65% (ACE) y el 86.70% (Bootstrap) (Figura 7). Bootstrap proporciona una estimación más alta de la riqueza potencial de especies, lo cual es útil para obtener un límite superior en estudios con una alta probabilidad de especies no detectadas. Sin embargo, este estimador tiende a sobrestimar la riqueza de especies. En contraste, el estimador ACE ofrece una estimación más conservadora, adecuada para contextos donde la variabilidad en la detección es menor. Los reptiles a menudo presentan patrones de actividad y distribución espacial altamente variables, influenciados por factores como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de refugios y presas. Debido a esto, suelen ser menos detectables, especialmente durante la época de lluvias. En el Neotrópico, las lluvias intensas pueden reducir la actividad de los reptiles, lo que hace que sean menos detectables durante los muestreos, resultando en una menor abundancia y diversidad observada (Greene, 1997). Sin embargo, ya que se conoce la fauna del departamento y los ensamblajes de reptiles asociados históricamente a las Unidades Forestales del Atlántico y los comportamientos fosoriales o críptico de algunas especies presentes en el Caribe, es posible inferir que la lista de reptiles puede ser mucho mayor a la encontrada.

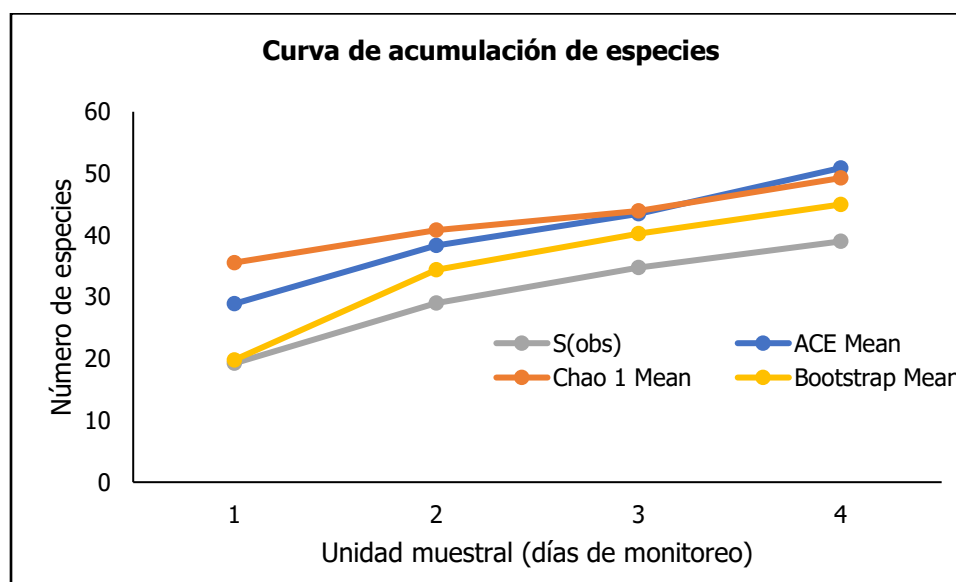


Figura 7. Curva de acumulación de especies para los reptiles presentes en las estaciones de monitoreo de las Unidades Forestales.

En conclusión, aunque los valores de representatividad son altos, aunque la curva no muestra una tendencia claramente asintótica, este es un patrón común en

reptiles, especialmente durante las épocas de lluvias. Esta variabilidad en la detectabilidad destaca la importancia de utilizar múltiples estimadores y técnicas complementarias de muestreo para obtener una imagen más precisa de la biodiversidad de reptiles en estas condiciones.

4.1.1.2.2. Composición y Estructura de la comunidad

Durante el monitoreo en las Unidades Forestales definidas en el marco del ordenamiento forestal del departamento del Atlántico, se detectaron 40 especies de reptiles con un total de 337 individuos, pertenecientes a tres órdenes: Crocodylia (1 especie), Squamata (37 especies) y Testudines (2 especies) (Tabla 7). Estas especies se distribuyen en diversas coberturas vegetales, siendo la familia Colubridae la de mayor riqueza de especies, con 11 especies (Figura 8), lo que representa el 27.5% del total de la riqueza. Por otro lado, Sphaerodactylidae fue la familia más abundante (105 registros) y una de las de mayor riqueza, representada principalmente por *Gonatodes albogularis* (A) y *Lepidoblepharis sanctaemartae*, que constituyeron el 20.18% y el 10.38% de todas las observaciones respectivamente (68 y 35 individuos). Las siguientes familias más abundantes fueron Teiidae, con *Cnemidophorus cf. gaigei* (23 individuos, 6.82%) como la especie de mayor representatividad de la familia (Figura 8). Las familias con menor riqueza, siendo familias representadas por una especie (Tabla 7) fueron, Alligatoridae (caimanes), Boidae (boas), Corytophanidae (saltarroyos) y Emydidae (icoteas), Polychrotidae (camaleones), Testudinidae (tortugas de tierra) con entre uno y 40 registros totales.

Tabla 7. Especies de reptiles identificados en las estaciones de monitoreo de las Unidades Forestales.

Orden	Familia	Especie	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04	Abundancias	
							Absoluta	Relativa
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	2	34	0	4	40	0,119
Squamata	Boidae	<i>Corallus ruschenbergerii</i>	1	3	1	0	5	0,015
	Colubridae	<i>Dryophylax gambotensis</i>	0	0	0	1	1	0,003
		<i>Enulius flavitorques</i>	0	0	1	0	1	0,003
		<i>Erythrolamprus melanotus</i>	1	2	0	1	4	0,012
		<i>Imantodes cenchoa</i>	2	0	0	0	2	0,006
		<i>Leptodeira annulata</i>	0	2	3	2	7	0,021
		<i>Leptodeira ornata</i>	0	0	1	0	1	0,003
		<i>Mastigodryas pleii</i>	0	0	0	1	1	0,003
		<i>Oxybelis aeneus</i>	1	0	0	0	1	0,003
		<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	0	1	0	0	1	0,003
		<i>Sibon nebulatus</i>	1	0	0	0	1	0,003

		<i>Tantilla melanocephala</i>	0	0	1	0	1	0,003
	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	10	0	6	0	16	0,047
	Dactyloidae	<i>Anolis auratus</i>	0	2	0	2	4	0,012
		<i>Anolis cf. tropidogaster</i>	2	3	0	0	5	0,015
		<i>Anolis gaigei</i>	0	3	0	1	4	0,012
		<i>Anolis sulcifrons</i>	0	0	0	1	1	0,003
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	1	0	0	0	1	0,003
	Gymnophthalmidae	<i>Bachia bicolor</i>	2	1	1	0	4	0,012
		<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	1	0	1	0	2	0,006
		<i>Loxopholis rugiceps</i>	2	0	0	0	2	0,006
		<i>Tretioscincus bifasciatus</i>	0	3	1	2	6	0,018
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	1	3	0	6	10	0,030
	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus ventralis</i>	2	0	0	0	2	0,006
		<i>Thecadactylus rapicauda</i>	7	5	1	2	15	0,045
	Polychrotidae	<i>Polychrus marmoratus</i>	1	0	0	0	1	0,003
	Scincidae	<i>Marisora cf. falconensis</i>	5	12	0	0	17	0,050
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	22	26	12	8	68	0,202
		<i>Gonatodes sp. 1</i>	0	1	0	1	2	0,006
		<i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i>	12	22	1	0	35	0,104
	Teiidae	<i>Ameiva bifrontata</i>	0	2	0	0	2	0,006
		<i>Ameiva praesignis</i>	4	0	9	0	13	0,039
		<i>Cnemidophorus cf. gaigei</i>	0	13	4	6	23	0,068
		<i>Holcosus festivus</i>	0	1	0	0	1	0,003
		<i>Tupinambis teguixin</i>	0	0	2	0	2	0,006
	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	4	12	1	0	17	0,050
		<i>Porthidium lansbergii</i>	3	6	0	0	9	0,027
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys callirostris</i>	0	0	0	1	1	0,003
	Testudinidae	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	1	7	0	0	8	0,024
Total	16	40	88	164	46	39	337	1,000

BDBTF, Bosque denso bajo de tierra firme; **VSb**, Vegetación secundaria baja; **BG**, Bosque de galería y ripario; **BFVS**, Bosque fragmentado con vegetación secundaria

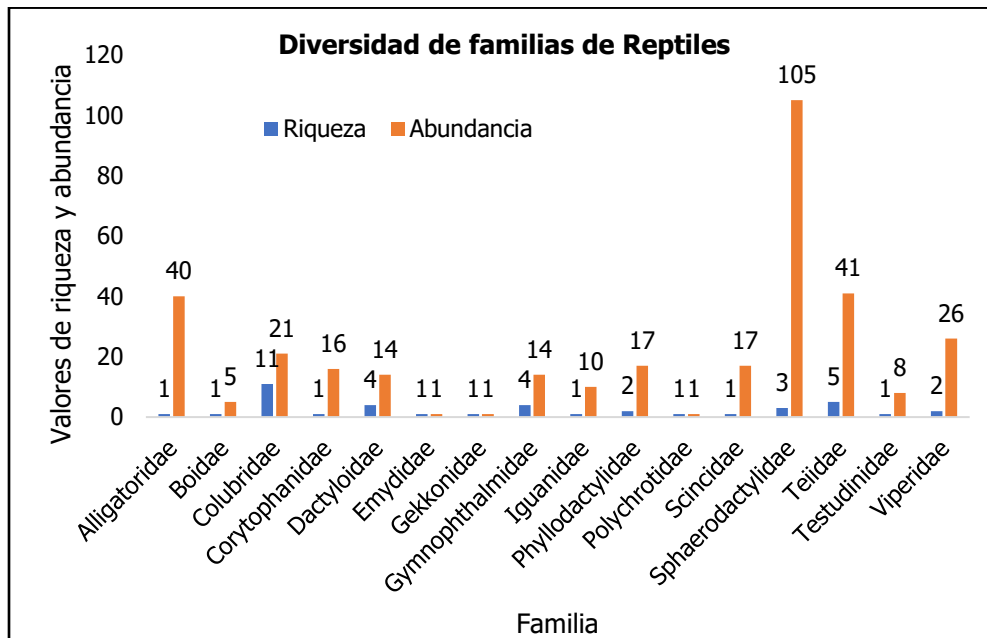


Figura 8. Familias de reptiles presentes en las áreas de monitoreo, con su riqueza de especies y abundancia de individuos.



Foto 16. Especies de reptiles identificados en el monitoreo de las Unidades Forestales.

Las especies *Thecadactylus rapicauda* y *Gonatodes albogularis* (Foto 16A) fueron las únicas que se registraron en todas las unidades forestales, mostrando una distribución amplia en diferentes coberturas, lo que sugiere una alta capacidad de adaptación y una presencia notable en el área de estudio. Esta especie fue particularmente abundante en las estaciones POF-1 y POF-2, lo que puede atribuirse a las características del hábitat, tales como la disponibilidad de presas y hábitats relativamente abiertos, algo importante para el desempeño locomotor de reptiles heliotermos.

Respecto a las coberturas/unidades forestales, las coberturas más diversas y abundantes son Bosque denso bajo de tierra firme (POF-1) y Vegetación secundaria baja (POF-2) (Figura 8). Esto puede ser debido a la combinación de una alta heterogeneidad de hábitats, estabilidad microclimática, disponibilidad de recursos y la adaptabilidad de las especies presentes (Guyer & Donnelly, 2005). La interacción de estos factores crea condiciones óptimas para la supervivencia y proliferación de una amplia variedad de reptiles en estas áreas. Las coberturas con menor riqueza y abundancia fueron herbazal denso y pastos enmalezados. Las estaciones de monitoreo revelan diferencias significativas en términos de diversidad y composición específica (Figura 9). POF-1 y POF-2 exhiben una alta diversidad con 23 y 22 especies. Bosque de galería y ripario y Bosque fragmentado con vegetación secundaria muestran solo entre 15 y 16 especies (Tabla 7).

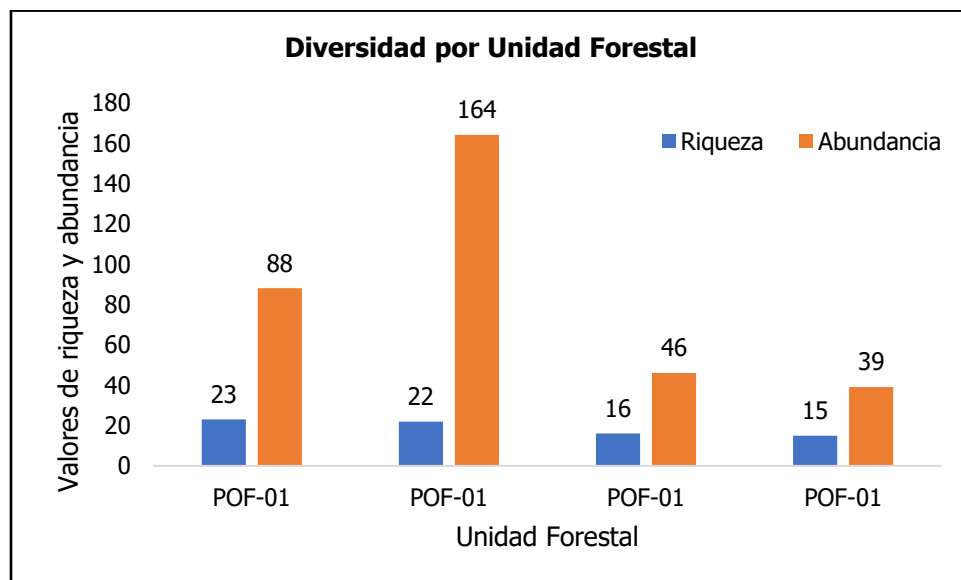


Figura 9. Riqueza y abundancia de reptiles por estación de monitoreo evaluada en las Unidades Forestales.

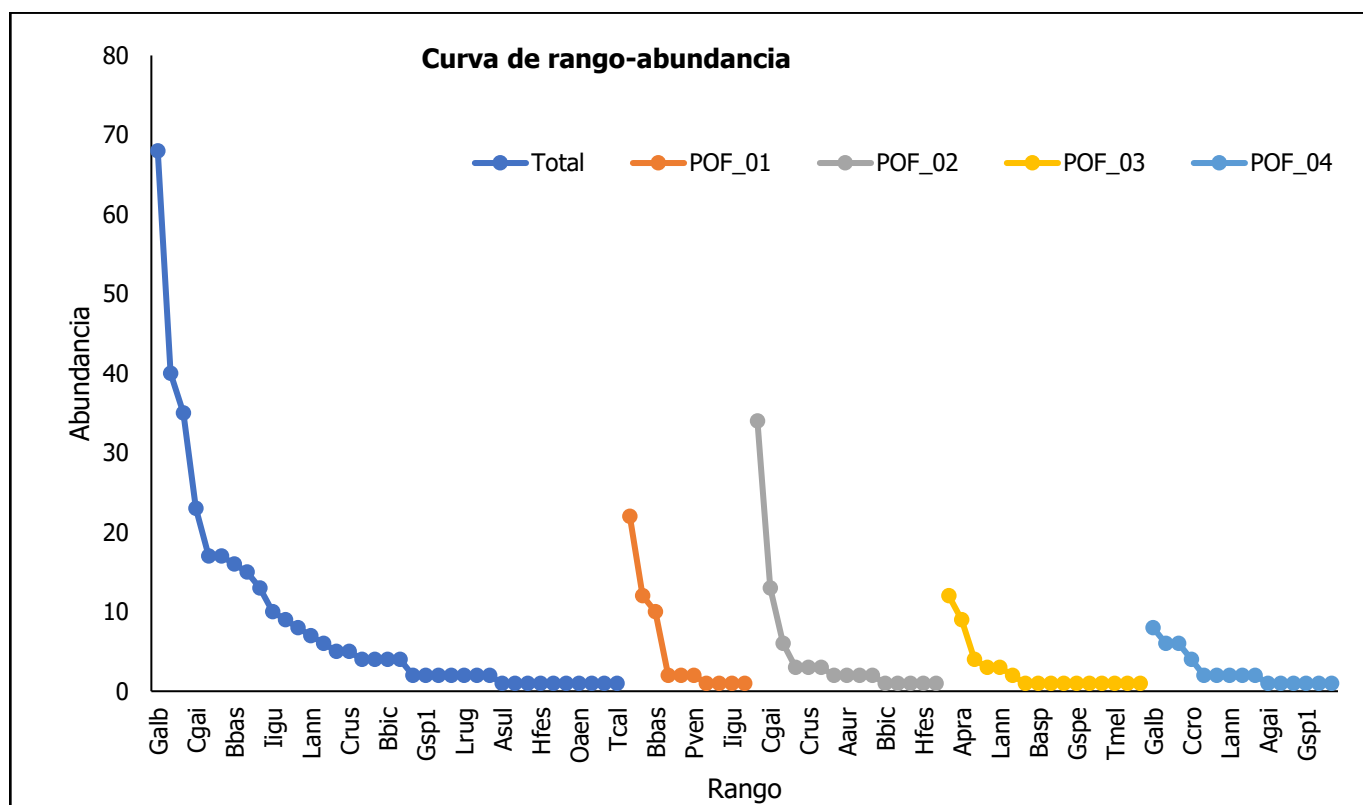


Figura 10. Rango de abundancias de especies de reptiles observados en las estaciones biosensoras de las Unidades Forestales. *Ameiva bifrontata* (Abif), *Ameiva praesignis* (Apra), *Anolis auratus* (Aaur), *Anolis cf. tropidogaster* (Atro), *Anolis gaigei* (Agai), *Anolis sulcifrons* (Asul), *Bachia bicolor* (Bbic), *Basiliscus basiliscus* (Bbas), *Bothrops asper* (Basp), *Caiman crocodilus* (Ccro), *Chelonoidis carbonarius* (Ccar), *Cnemidophorus sp.* (Cnem), *Corallus ruschenbergerii* (Crus), *Dryophylax gambotensis* (Dgam), *Enulius flavitorques* (Efla), *Erythrolamprus melanotus* (Emel), *Gonatodes albogularis* (Galb), *Gonatodes sp. 1* (Gsp1), *Gymnophthalmus speciosus* (Gspe), *Hemidactylus frenatus* (Hfre), *Holcosus festivus* (Hfes), *Iguana iguana* (Iigu), *Imantodes cenchoa* (Icen), *Lepidoblepharis sanctaemartae* (Lsan), *Leptodeira annulata* (Lann), *Leptodeira ornata* (Lorn), *Loxopholis rugiceps* (Lrug), *Marisora falconensis* (Mfal), *Mastigodryas pleii* (Mple), *Oxybelis aeneus* (Oaen), *Phyllodactylus ventralis* (Pven), *Polychrus marmoratus* (Pmar), *Porthidium lansbergii* (Plan), *Pseudoboa neuwiedii* (Pneu), *Sibon nebulatus* (Sneb), *Tantilla melanocephala* (Tmel), *Thecadactylus rapicauda* (Trap), *Trachemys callirostris* (Tcal), *Tretioscincus bifasciatus* (Tbif), *Tupinambis teguixin* (Tteg).

Por otro lado, al analizar la curva de rango-abundancia de manera general se resalta la marcada pendiente de las cinco especies más abundantes, resaltando *Gonatodes albogularis* y *Caiman crocodilus* (Foto 16B) formando un primer segmento de la curva, posteriormente se observa un segundo segmento con una pendiente suavizada, con menor pendiente que muestra una distribución de las abundancias uniforme entre las especies de reptiles. Sin embargo, de manera general la curva de rango-abundancia se ajusta a la distribución de individuos con respecto a especies que se espera para comunidades de fauna terrestre del bioma bosque seco tropical (Ibarra-Polesel *et al.*, 2015). Este escenario de homogeneidad en la distribución es

similar al que se observa en la distribución de abundancia observada en las unidades, donde no se observan especies muy dominantes, con segmentos de pendientes más suavizadas, de abundancias mejor distribuidas, lo que indica una mayor uniformidad en los registros de individuos, ajustándose a comunidades de fauna terrestre del bioma bosque seco tropical (Figura 10).

4.1.1.2.3. Diversidad alfa

El análisis de los índices de diversidad alfa en las estaciones de monitoreo de fauna revela patrones distintivos en la composición y estructura de las comunidades de reptiles evaluadas. En términos de riqueza taxonómica, POF-1 (Bosque denso bajo de tierra firme) y POF-2 (vegetación secundaria baja) destacan con la mayor cantidad de especies, con 23 y 22 taxones identificados respectivamente. Por el contrario, POF-3 y POF-4 muestran una menor diversidad taxonómica con entre 16 y 15 especies en ese orden. Es así como el índice de diversidad de Shannon destaca a POF-1 con el valor más alto ($H' = 2.73$), seguido por POF-2 con $H' = 2.60$, indicando una alta diversidad y equitatividad. POF-3 muestra el valor más bajo en este índice con $H' = 2.46$, lo que si bien señala una menor uniformidad en la abundancia relativa de especies, acorde al índice, se considera como una riqueza específica media-alta (Tabla 8), tendencia que también se observa para el índice de Margalef.

Los índices de diversidad de Simpson (Simpson 1-D) revelan que POF-4 tiene la menor dominancia con un valor de 0.91, seguido por POF-1 y POF-2, ambos con 0.90, indicando una distribución más equitativa de las especies presentes. Por otro lado, POF-3 muestra el valor más bajo en este índice con 0.88, sugiriendo una dominancia más marcada de especies específicas en esa estación. En resumen, de acuerdo con lo reflejado en los índices de diversidad, se subraya la importancia de las estaciones POF-1 y POF-2, por su alta diversidad tanto en términos de especies como de individuos, mientras que POF-4 muestra una menor diversidad y equitatividad en la composición de especies.

Tabla 8. Riqueza y análisis de diversidad de anfibios entre áreas de las Unidades Forestales.

Áreas	POF-01	POF-02	POF-03	POF-04
Taxa_S	23	22	16	15
Individuals	88	164	43	40
Simpson_1-D	0.90	0.90	0.88	0.91
Shannon_H	2.73	2.60	2.46	2.58
Margalef	4.91	4.12	3.92	3.82

4.1.1.2.4. Diversidad beta

Según la salida gráfica del índice de similitud Jaccard (Figura 11), las cuatro unidades forestales/coberturas muestran una similitud cercana al 50% en la composición de especies. Esta observación se debe a la predominancia de especies generalistas que pueden habitar en diferentes tipos de cobertura. Se evidencia una agrupación clara entre las estaciones según el tipo de cobertura, es así como entre las estaciones POF-2 y POF-4, ambas ubicadas en fragmentos de bosque heterogéneo y complejos estructuralmente, comparten el 60%, siendo esta la única relación de similitud que supera el 50% de elementos compartidos.

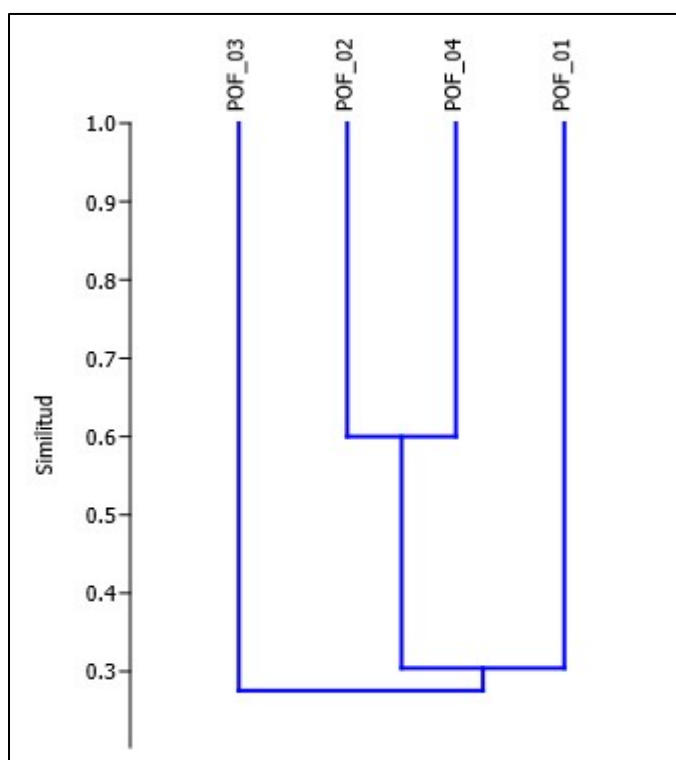


Figura 11. Índice de similitud de Jaccard para reptiles entre las estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

4.1.1.2.5. Diversidad funcional

La mayoría de las especies registradas exhiben hábitos terrestres o arborícolas, salvo *Caiman crocodilus* y *Trachemys callirostris* (Foto 19F), ambas de hábitos acuáticos. En términos de actividad, la mayoría son nocturnas (23 especies), como *Bothrops asper* y *Caiman crocodilus*. Esto ocurre porque principalmente fueron detectados serpientes, en este grupo es muy común encontrar animales de actividad nocturna (Tabla 9).

La dieta de las especies registradas varía significativamente, la mayoría son insectívoras, como *Anolis auratus* y *Gonatodes albogularis*, resaltando que se incluye en este gremio trófico a *Sibon nebulatus* (Foto 17A), especie que se alimenta casi exclusivamente de caracoles y babosas, resaltando que esta caracterización incluye cierta ambigüedad en el uso y determinación de los gremios, ya que, en categorías como insectívoros, pueden reunirse jerarquías taxonómicas superiores o diferentes a la clase *Insecta*. Algunas especies, como *Caiman crocodilus* y *Bothrops asper*, son carnívoras, mientras que *Iguana iguana* y *Chelonoidis carbonarius* se distinguen como herbívoras, alimentándose exclusivamente de materia vegetal. *Basiliscus basiliscus* (Foto 17B) y *Ameiva praesignis* son omnívoros, capaces de consumir tanto materia vegetal como animal (Tabla 9).

En términos de gremio trófico, la mayoría de las especies se clasifican como insectívoras, subrayando su especialización en la caza y consumo de insectos. Las especies carnívoras y herbívoras son menos comunes, reflejando diversidad en las estrategias alimentarias adaptativas de este grupo en distintos entornos ecológicos.



Foto 17. Especies de reptiles que representan la diversidad funcional de las Unidades Forestales.

Tabla 9. Rasgos funcionales y estado de conservación de las especies de reptiles presentes en las estaciones de las unidades forestales.

Especie	Hábitos	Pico de Actividad	Dieta	Gremio trófico
<i>Ameiva praesignis</i>	T	D	In, Cñ, P, G	Omnívoro
<i>Ameiva praesignis</i>	T	D	In, Cñ, P, G	Omnívoro
<i>Anolis auratus</i>	T SA	D	In, G	Insectívoro
<i>Anolis cf. tropidogaster</i>	T SA	D	In, G	Insectívoro
<i>Anolis gagei</i>	T SA	D	In, G	Insectívoro
<i>Anolis sulcifrons</i>	T SA	D	In, G	Insectívoro

<i>Bachia bicolor</i>	T F	N	In, G	Insectívoro
<i>Basiliscus basiliscus</i>	T	D	In, V, P, G	Omnívoro
<i>Bothrops asper</i>	T	N	V, G	Carnívoro
<i>Caiman crocodilus</i>	Ac	N	V, G	Carnívoro
<i>Chelonoidis carbonarius</i>	T	D	P, G	Herbívoro
<i>Cnemidophorus cf. gagei</i>	T	D	In, Cñ, P, G	Omnívoro
<i>Corallus ruschenbergerii</i>	A	N	V, G	Carnívoro
<i>Enulius flavitorques</i>	T	N	V, G	Carnívoro
<i>Erythrolamprus melanotus</i>	T	N	V, G	Carnívoro
<i>Gonatodes albogularis</i>	A	D	In, G	Insectívoro
<i>Gonatodes sp. 1</i>	A	D	In, G	Insectívoro
<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	T F	N	In, G	Insectívoro
<i>Hemidactylus frenatus</i>	A	N	In, G	Insectívoro
<i>Holcosus festivus</i>	T	D	In, Cñ, P, G	Omnívoro
<i>Iguana iguana</i>	A	D	P, G	Herbívoro
<i>Imantodes cenchoa</i>	A	N	In, G	Insectívoro
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Ac	D N	In, V, P, G	Omnívoro
<i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i>	T	D	In, G	Insectívoro
<i>Leptodeira annulata</i>	T	N	V, G	Carnívoro
<i>Leptodeira ornata</i>	T	N	V, G	Carnívoro
<i>Loxopholis rugiceps</i>	T F	N	In, G	Insectívoro
<i>Marisora cf. falconensis</i>	T	N	In, G	Insectívoro
<i>Mastigodryas pleii</i>	T	D	V, G	Carnívoro
<i>Oxybelis aeneus</i>	T	D N	V, G	Carnívoro
<i>Phyllodactylus ventralis</i>	A	N	In, G	Insectívoro
<i>Polychrus marmoratus</i>	A	D	In, P, G	Herbívoro
<i>Porthidium lansbergii</i>	T	N	V, G	Carnívoro
<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	T	N	V, G	Carnívoro
<i>Sibon nebulatus</i>	T	N	In	Insectívoro*
<i>Tantilla melanocephala</i>	T	N	V, G	Carnívoro
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	A	N	In, G	Insectívoro
<i>Trachemys callirostris</i>	Ac	D N	In, V, P, G	Omnívoro
<i>Tretioscincus bifasciatus</i>	T, F	N	In, G	Insectívoro
<i>Tupinambis teguixin</i>	T	D	In, Cñ, P, G	Omnívoro

Rasgos funcionales: Hábitos: **Ac**, Acuática **T**: Terrestre; **F**: Fosorial; **SA**: Semiarbórea; **A**: Arbórea. **Pico de actividad (A)**= **D**: Diurna; **N**: Nocturna. **Dieta**= **Iv**: Invertebrados; **V**: Vertebrados; **G**: Generalista; **Cñ**: carroñero; **P**: material vegetal. **Gremio trófico**: **O**: Omnívoro; **I**: Insectívoro, **C**: Carnívoro.

4.1.1.2.6. Especies endémicas

Durante el monitoreo del ordenamiento forestal en el departamento del Atlántico, se identificó un individuo de *Dryophylax gambotensis*, sin embargo, no existe actualmente un consenso taxonómico que determine el estatus actual de esta especie, y debe ser homonimizada con *Dryophylax paraguanae*, aunque *Dryophylax gambotensis* es una especie endémica del país y de la región, su distribución está restringida a la región Caribe colombiana y a valles interandinos. Esto, hasta que haya claridad y sea revisada la taxonomía de este grupo (Franco *et al.*, 2017)

Adicionalmente, se identificaron dos especies de lagartos endémicos del país y más específicamente de la región Caribe y los valles interandinos colombianos, estas especies son: *Anolis gaigei*, *Anolis cf. tropidogaster* (Foto 18C) y *Anolis sulcifrons*, cuyas distribuciones remanentes exceden los 20.000 km² y 50.000 km² respectivamente (Moreno-Arias *et al.*, 2021).



Foto 18. Especies de reptiles en categorías de amenaza o endémicas.

Adicionalmente, se registró cuatro individuos de *Bachia bicolor* (Foto 18A), que según Ramos-Pallares *et al.* (2017) su distribución se encuentra restringida a los valles interandinos colombianos y al Caribe colombiano, así como al oriente de Venezuela, siendo un caso de casi endemismo (<https://www.gbif.org/>).

Por último, se resalta la presencia (por confirmar) de *Cnemidophorus cf. gaigei* (Foto 18B), especie que según Carvajal-Cogollo *et al.* (2020) está restringido al Caribe colombiano, con registros recientes en los valles interandinos consultados en el Facilitador de información de la biodiversidad global – GBIF (<https://www.gbif.org/>).

4.1.1.2.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio

Según la denominación de grados de amenaza del libro rojo de reptiles de Colombia, la especie *Trachemys callirostris* (Morales-Betancourt et al., 2015) y la lista del ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible (Resolución 0126 de 2024), aparece catalogada bajo la categoría de amenaza de Vulnerable (VU). Sin embargo, vale la pena resaltar que esta especie fue incluida recientemente como subespecie dentro del linaje de *Trachemys venusta* y es denominada actualmente como *Trachemys venusta callirostris* (Vargas-Ramírez et al., 2017), por lo tanto, se le considera como una especie amenazada dentro de las identificadas en el marco del ordenamiento forestal del departamento del Atlántico. Caso similar al de *Chelonoidis carbonarius* (Foto 18D), catalogada como Vulnerable (VU) en Colombia por la Resolución 0126 de 2024 del MADS. No se encontró que estuviese reportada en la lista roja de especies de la UICN, siendo registrada como No evaluada (NE).

Por otro lado, en los Apéndices de CITES de especies con restricciones al Biocomercio, se encuentran en el apéndice II las especies: *Caiman crocodilus*, *Corallus ruschenbergerii*, *Chelonoidis carbonarius*, *Iguana iguana* (Foto 19B), *Trachemys callirostris* (Foto 19A) y *Tupinambis teguixin*. Esta inclusión en CITES subraya la regulación internacional para controlar su comercio y fomentar su conservación.

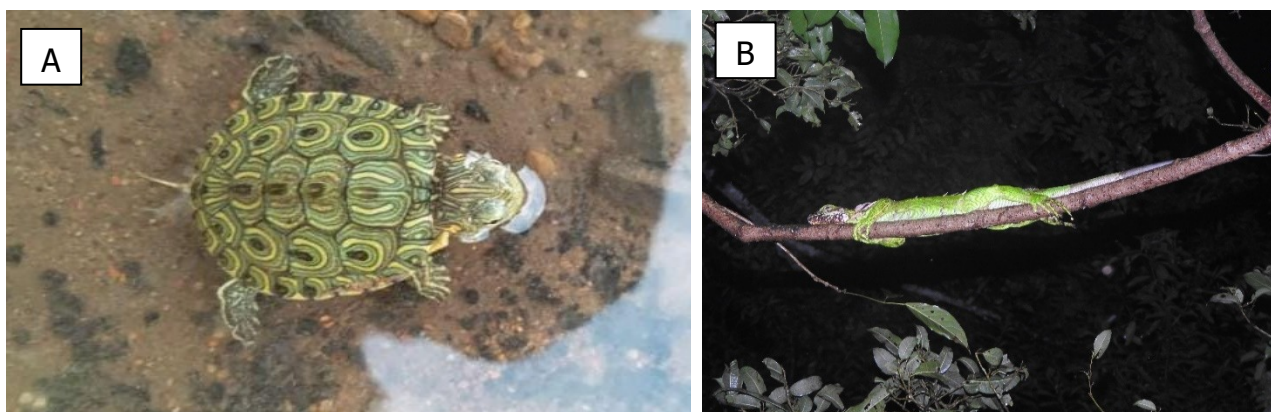


Foto 19. Especies con restricciones al Biocomercio según los apéndices de CITES.

4.1.1.2.8. Problemática actual de la fauna de reptiles

El uso ineficiente de la fauna silvestre se manifiesta en la extracción no regulada, la baja tasa de aprovechamiento sostenible y la alta mortalidad asociada a las prácticas de captura y manejo, lo que contribuye a la reducción de las poblaciones y a la erosión genética de las especies. Además, el tráfico ilegal de fauna, impulsado por

la demanda nacional e internacional de aves ornamentales y mascotas, ha consolidado rutas de comercio ilícito que atraviesan el Atlántico, utilizando corredores terrestres, fluviales y aéreos.

Es así como la herpetofauna del departamento del Atlántico, enfrenta una problemática marcada por la presión de caza, el aprovechamiento ineficiente y los conflictos derivados de la interacción con comunidades humanas. Aunque los reptiles han sido históricamente considerados recursos de interés económico y cultural, la ausencia de sistemas productivos sostenibles ha favorecido prácticas extractivas que comprometen la viabilidad de sus poblaciones (Rodríguez-Mahecha et al., 2005). En este contexto, un caso emblemático lo constituye la desaparición local del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*), especie que antaño ocupaba humedales y desembocaduras de ríos en la región Caribe. La presión por caza para obtener pieles y carne, sumada a la pérdida de hábitat por expansión urbana y agrícola, ha llevado a la extinción funcional de sus poblaciones en el Atlántico, reflejando la magnitud del impacto humano sobre los grandes reptiles (Thorbjarnarson et al., 2006). De manera similar, las tortugas de agua dulce, como *Trachemys callirostris* (registrada en este estudio) y *Mesovlemmys dahli*, han sufrido reducciones poblacionales significativas debido a la extracción de individuos para consumo, comercio ilegal y pérdida de sitios de anidación, lo que compromete su rol ecológico en la regulación de ecosistemas acuáticos y terrestres (Forero-Medina et al., 2011). Otras especies como las especies del género *Podocnemis* prácticamente han desaparecido localmente (Mendoza-Roldan, 2025).

La iguana verde (*Iguana iguana*) y el lobo pollero (*Tupinambis teguixin*) son especies de alto interés económico, utilizadas como fuente de proteína y en mercados locales. Sin embargo, la explotación se realiza de manera no planificada, sin programas de cría o manejo que permitan un aprovechamiento sostenible. La falta de estos sistemas regulados perpetúa el ciclo de extracción ineficiente que amenaza la permanencia de poblaciones y limita su potencial renovable (Ojasti, 2000).

Por otro lado, las serpientes venenosas como *Bothrops asper* y *Porthidium lansbergii* generan conflictos frecuentes con comunidades rurales, donde son percibidas como una amenaza directa para la seguridad humana. Esta percepción conduce a la eliminación indiscriminada de individuos, incluso en contextos donde su presencia es clave para el control de poblaciones de roedores y otros vertebrados pequeños. La ausencia de estrategias de educación ambiental y de protocolos de manejo de fauna conflictiva intensifica la presión sobre estos grupos, reduciendo su abundancia y alterando las dinámicas ecológicas locales (Campbell & Lamar, 2004).

En síntesis, la problemática de los reptiles en el Atlántico se centra en la tensión entre su valor económico y cultural y la falta de mecanismos de manejo sostenible. La desaparición de especies emblemáticas como *Crocodylus acutus*, la reducción de poblaciones de tortugas de agua dulce, la explotación ineficiente de iguanas y lobos polleros, y los conflictos con serpientes reflejan un escenario crítico que demanda la implementación de programas de conservación, producción sostenible y educación comunitaria. Solo mediante la integración de estas estrategias será posible garantizar la persistencia de la herpetofauna y su aporte a la funcionalidad de los ecosistemas en el marco del ordenamiento forestal del Atlántico (UICN, 2022).

4.1.1.2.9. Conclusiones reptiles

Durante el monitoreo en las cuatro estaciones biosensoras de fauna de las unidades forestales, se identificaron 40 especies de reptiles con un total de 337 individuos, agrupados en 16 familias, pertenecientes a tres órdenes: Crocodylia, Squamata y Testudines. La familia Sphaerodactylidae, particularmente *Gonatodes albogularis*, fue la más abundante, representando el 20.18% de todas las observaciones. Las especies mostraron una distribución amplia en diversas coberturas vegetales, siendo el bosque denso bajo de tierra firme y la vegetación secundaria baja las más propicias para una mayor riqueza.

El análisis de diversidad alfa indicó que las estaciones POF-1 y POF-2 destacaron por su alta diversidad taxonómica, con 23 y 22 especies respectivamente, mientras que en POF-3 y POF-4 se registró entre 16 y 15 especies en ese orden. En estas dos últimas estaciones se observó la menor uniformidad en la abundancia relativa de especies según el índice de Shannon. En términos de conservación, las especies *Trachemys callirostris* y *Chelonoidis carbonarius* se encuentran categorizados como Vulnerables (VU) según la IUCN y la Resolución 0126 de 2024 del MADS. En cuanto a restricciones al biocomercio, *Caiman crocodilus*, *Corallus ruschenbergerii*, *Chelonoidis carbonarius*, *Iguana iguana*, *Trachemys callirostris* y *Tupinambis teguixin* están reguladas bajo el apéndice II de CITES, destacando la importancia de implementar medidas de gestión y conservación efectivas. Por último, respecto a especies con distribuciones restringidas, *Dryophylax gambotensis*, *Anolis gaigei*, *Anolis tropidogaster*, *Anolis sulcifrons*, *Bachia bicolor* y *Cnemidophorus gaigei* son especies en su mayoría elusivas y cripticas (a excepción de *C. gaigei* que es relativamente común de tierras bajas), son endémicas del Caribe colombiano y los valles interandinos del país.

4.1.2. Hallazgos en el ensamblaje de aves en las estaciones de Unidades Forestales del departamento del Atlántico

4.1.2.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica

De acuerdo con los resultados obtenidos en la curva de acumulación de especies en las diferentes estaciones de monitoreo, Se pudo observar un crecimiento constante hasta el final del muestreo (Figura 12) los valores comparados de los estimadores no paramétricos Chao 1, Jack 1 y Bootstrap fueron relativamente diferentes con valores de 115.6, 130.75 y 122.59 especies esperadas contra 115 especies registradas de manera directa. Con base a estos resultados se puede decir que para las estaciones de monitoreo de fauna muestreadas se logró registrar cerca del 99.48% de especies de la avifauna presente en estas áreas de monitoreo, considerándose así un muestreo representativo.

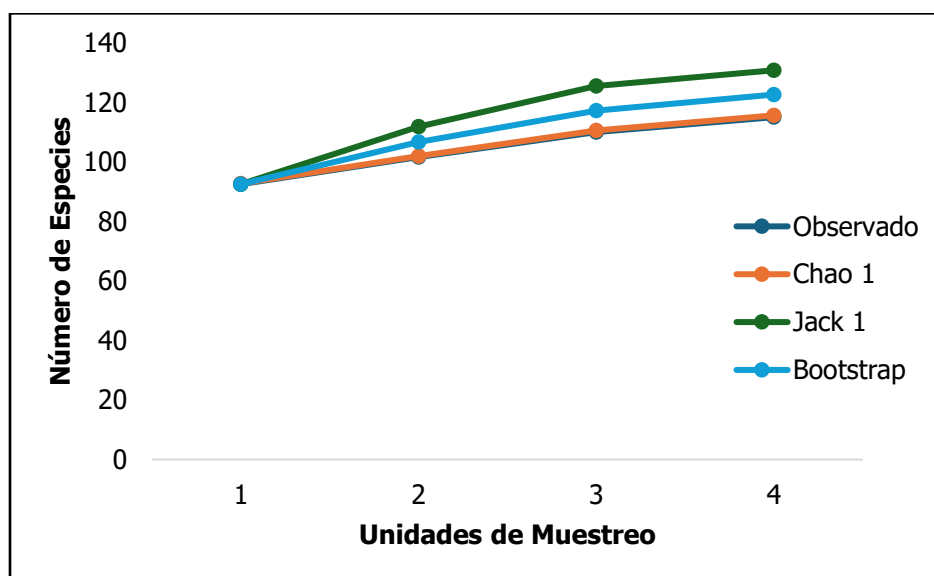


Figura 12. Curva de acumulación de especies de las aves registradas en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales ubicadas en el departamento del Atlántico.

4.1.2.2. Composición y estructura de la comunidad

Durante los días de muestreo en las diferentes estaciones de monitoreo de las unidades forestales, se logró obtener un registro de 1938 individuos distribuidos en 115 especies de aves distribuidas en 18 órdenes y 35 familias (Tabla 10). Estas especies registradas representan el 6.8% de las 1689 especies registradas para Colombia (Rensem et al., 2025).

De los 18 Ordenes registrados, el más representativos fue el orden de los Passeriformes representado por 12 familias y 58 especies lo cual corresponde al 50.43% de la avifauna registrada para las estaciones de monitoreo, seguido del orden Charadriiformes con tres familias, mientras que para los demás ordenes solo se vieron representados con dos o una familia (Figura 13). el gran porcentaje de especies registradas para el Orden Paseriformes concuerda con la mayoría de los registros de Naranjo & Amaya-Espinel (2009), donde exponen que este orden es el más diverso en el neotrópico y ocupan gran variedad de habitas debido a su gran diversidad de hábitos alimenticios, además que la mayoría de sus especies son residentes permanentes en Colombia.

Las familias más representativas dentro de las estaciones de monitoreo fueron la familia Tyrannidae (Atrapamoscas) y la familia Thraupidae (Tangaras y azulejos) con el 17% y 9% respectivamente para cada una (Figura 14), estas familias corresponden a unas de las más representativas para el Neotrópico y la región (Kricher, 2006) (Foto 20), por su parte en la categoría otros representado por el 41% se agruparon las familias con menos de cinco especies.

Tabla 10. Composición de la avifauna registrada en las diferentes estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTACIONES				TOTAL
				POF-1	POF-2	POF-3	POF-4	
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus erythropus</i>	Tinamu	3	0	0	0	3
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis garrula</i>	Guacharaca	6	9	12	6	33
	Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	Codorniz	0	5	0	8	13
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma mora	4	2	6	11	23
		<i>Claravis pretiosa</i>	Paloma azul	2	0	0	2	4
		<i>Leptotila Verreauxi</i>	Torcaza	8	12	14	13	47
		<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza mora	12	11	8	12	43
		<i>Columbina squamata</i>	Tortolita	10	11	19	8	48
		<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pechiescamada	8	12	8	15	43
		<i>Columbina talpacoti</i>	Tierrelita	8	9	8	7	32
		<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero	12	8	7	14	41
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Arditero	2	4	2	2	10
		<i>Coccyzus lansbergi</i>	-	1	0	0	2	3
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Guardacamino	2	6	5	8	21
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	Chivi	1	0	0	0	1
		<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	Colibri	2	4	2	6	14
		<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibri	2	2	4	2	10
		<i>Chrysuronia goudoti</i>	Colibri	2	2	2	4	10
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Chilacoa	6	4	4	2	16
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Tanga	6	2	2	6	16
	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Agachadiza	0	0	2	0	2
	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Gallito de agua	0	0	4	0	4

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTACIONES				TOTAL
				POF-1	POF-2	POF-3	POF-4	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	Garcita pequeña	0	0	2	0	2
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Baco	0	0	2	0	2
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita ganadera	2	5	6	2	15
		<i>Egretta thula</i>	Garza pata amarilla	0	2	2	0	4
	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito	0	4	2	0	6
		<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis	0	1	0	0	1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Chulo	6	12	18	8	44
		<i>Cathartes aura</i>	Laura	8	11	9	8	36
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Aguila gritona	2	0	0	2	4
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilan	4	4	6	4	18
		<i>Buteo nitidus</i>	Gavilan cenizo	2	0	0	2	4
		<i>Buteo platypterus</i>	Gavilan jabao	1	0	0	1	2
		<i>Buteo albonotatus</i>	Gavilan guala	1	1	1	1	4
		<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilan cola blanca	2	1	2	1	6
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Buho	1	0	0	0	1
Coraciiformes	Momotidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Pavita de la muerte	2	4	2	2	10
		<i>Momotus subrufescens</i>	6	4	5	8	8	25
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	Colibri de rio	12	11	14	8	45
	Bucconidae	<i>Nonnula frontalis</i>	Bobito	2	0	2	0	4
		<i>Hypnelus ruficollis</i>	Juan bobo	4	6	5	4	19
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucan guasale	4	0	0	0	4
	Picidae	<i>Picumnus cinnamomeus</i>	Carpinterito	4	2	2	2	10
		<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Pajaro carpintero	4	2	2	4	12
		<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero mayor	2	2	4	2	10
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Guaco	2	2	2	2	8
		<i>Micrastur semitorquatus</i>	-	2	0	0	0	2
		<i>Daptrius chimachima</i>	Pigüa	2	4	5	12	23
		<i>Caracara plancus</i>	Cara Cara	4	6	4	8	22
		<i>Falco sparverius</i>	Halcon cernicalo	2	4	2	2	10
		<i>Falco ruficularis</i>	Halcon murcielaguero	1	0	0	0	1
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamaya azul	8	0	4	0	12
		<i>Ara macao</i>	Guacamaya bandera	8	0	12	0	20
		<i>Eupsittula pertinax</i>	Cotorrita cari-sucia	12	18	12	11	53
		<i>Amazona amazonica</i>	Loro	12	6	4	4	26
		<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro frenti amarillo	8	8	4	4	24
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Sakesphorus canadensis</i>	Batará copeton	4	4	4	6	18
		<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batara	2	0	0	0	2
		<i>Thamnophilus melanotus</i>	Batara	4	2	2	2	10
		<i>Formicivora grisea</i>	Hormiguero	4	5	4	6	19
		<i>Myrmeciza longipes</i>	Hormiguero	4	0	0	0	4
		<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero	4	6	4	4	18
	Furnariidae	<i>Synallaxis candei</i>	-	4	2	2	4	12
		<i>Synallaxis albescens</i>	-	4	0	2	2	8
		<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	-	12	0	0	0	12
	Pipridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Cabezón	2	4	2	2	10
	Tityridae	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	-	2	0	0	0	2
		<i>Tolmomyias sulphureus</i>	-	4	5	4	2	15

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTACIONES				TOTAL
				POF-1	POF-2	POF-3	POF-4	
		<i>Tolmomyias flaviventris</i>	-	4	0	2	0	6
		<i>Camptostoma obsoletum</i>	-	4	2	4	3	13
		<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	-	4	2	2	4	12
		<i>Sublegatus arenarum</i>	-	2	2	4	3	11
		<i>Atalotriccus pilaris</i>	-	4	3	4	6	17
		<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	-	6	0	0	0	6
		<i>Todirostrum cinereum</i>	Coquerita	4	6	3	4	17
		<i>Elaenia flavogaster</i>	Copeton	4	4	4	4	16
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Chicha fria	12	14	12	11	49
		<i>Megarynychus pitangua</i>	-	11	8	7	8	34
		<i>Myiozetetes similis</i>	-	6	12	15	12	45
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Siriri	6	12	15	12	45
		<i>Machetornis rixosa</i>	-	4	2	2	4	12
		<i>Myiodinastes maculatus</i>	-	2	2	4	3	11
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	-	4	3	4	6	17
		<i>Myiarchus crinitus</i>	-	2	0	0	0	2
		<i>Legatus leucophaeus</i>	-	4	6	3	4	17
	Vireonidae	<i>Cycalrhys gujanensis</i>	Verderon	4	4	4	4	16
		<i>Hylophilus flavipes</i>	-	2	2	2	2	8
		<i>Vireo olivaceus</i>	-	3	0	0	0	3
		<i>Vireo leucophrys</i>	-	4	0	0	0	4
	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	Chau, chau	12	10	10	12	44
	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina	12	4	8	14	38
		<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina	16	10	10	9	45
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus nuchalis</i>	Chupahuevo matraquero	4	2	2	2	10
		<i>Campylorhynchus griseus</i>	Chupahuevo	8	2	2	2	14
		<i>Troglodytes aedon</i>	Ruiseñor	4	2	4	4	14
		<i>Cantorchilus leucotis</i>	Cucarachero	12	2	2	2	18
		<i>Thryophilus rufalbus</i>	-	8	2	2	2	14
	Fringillidae	<i>Euphonia lanirostris</i>	Piquigordo	4	2	4	4	14
		<i>Euphonia lanirostris</i>	-	4	2	4	4	14
		<i>Icterus nigrogularis</i>	Toche	12	2	2	2	18
	Icteridae	<i>Icterus auricapillus</i>	Galandria	8	2	2	2	14
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón parasito	4	2	4	4	14
		<i>Psarocolius decumanus</i>	Gurupendola	8	2	2	6	18
		<i>Molothrus oryzivorus</i>	-	2	0	0	2	4
		<i>Volatinia jacarina</i>	Chirrio	4	6	28	4	42
	Thraupidae	<i>Protonotaria citrea</i>	Yeguita	18	12	22	19	71
		<i>Piranga rubra</i>	-	4	0	0	2	6
		<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Degollado	4	0	0	0	4
		<i>Nemosia pileata</i>	-	14	0	0	3	17
		<i>Saltator olivaceus</i>	Papayero	4	4	6	4	18
		<i>Coereba flaveola</i>	Mielerito	9	7	10	4	30
		<i>Thraupis glaucocolpa</i>	Azulejo glauco	6	4	6	4	20
		<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo	8	2	2	6	18
		<i>Conirostrum leucogenys</i>	-	2	0	0	0	2

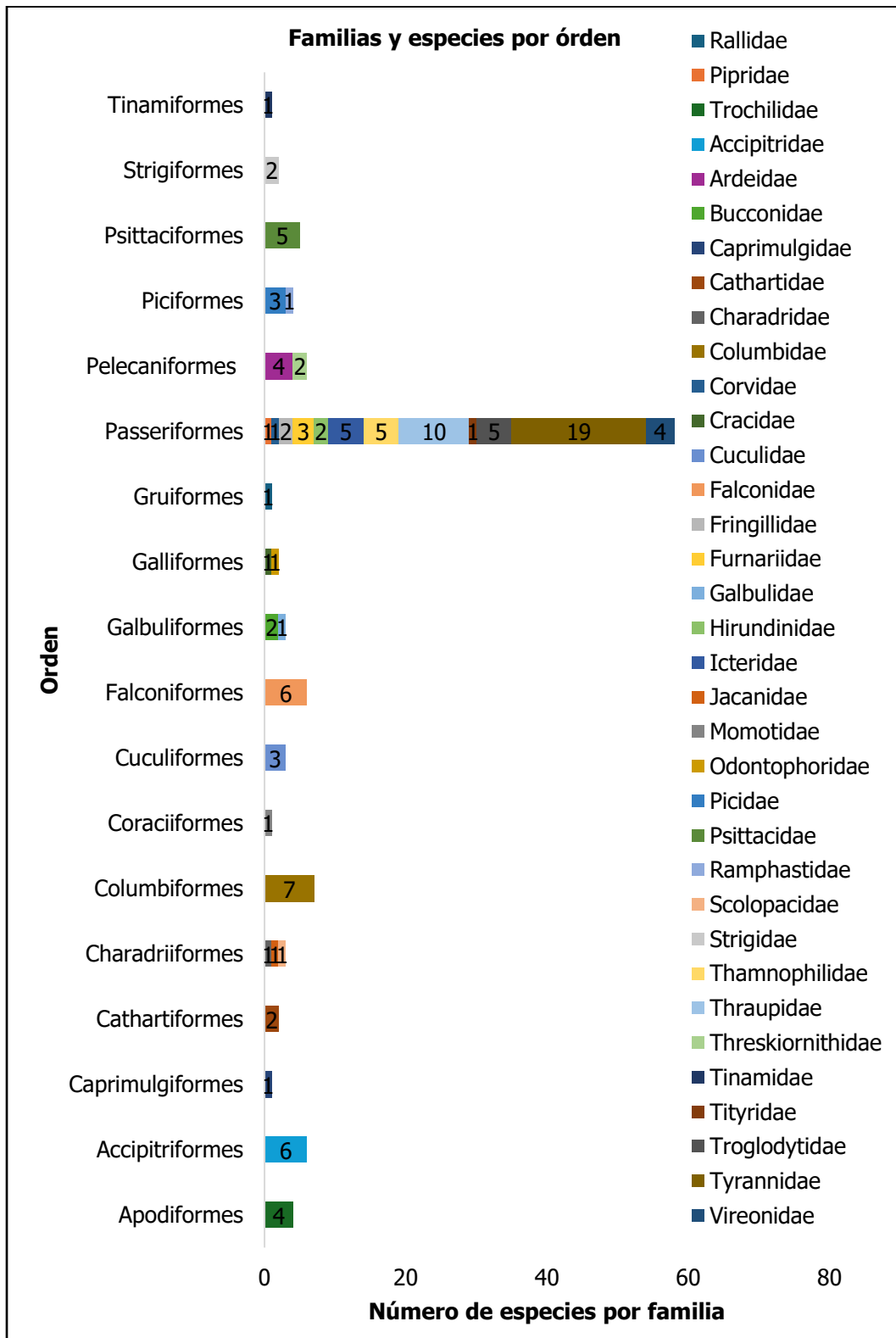


Figura 13. Representatividad taxonómica (Orden, Familia y Especies) de la avifauna presente en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

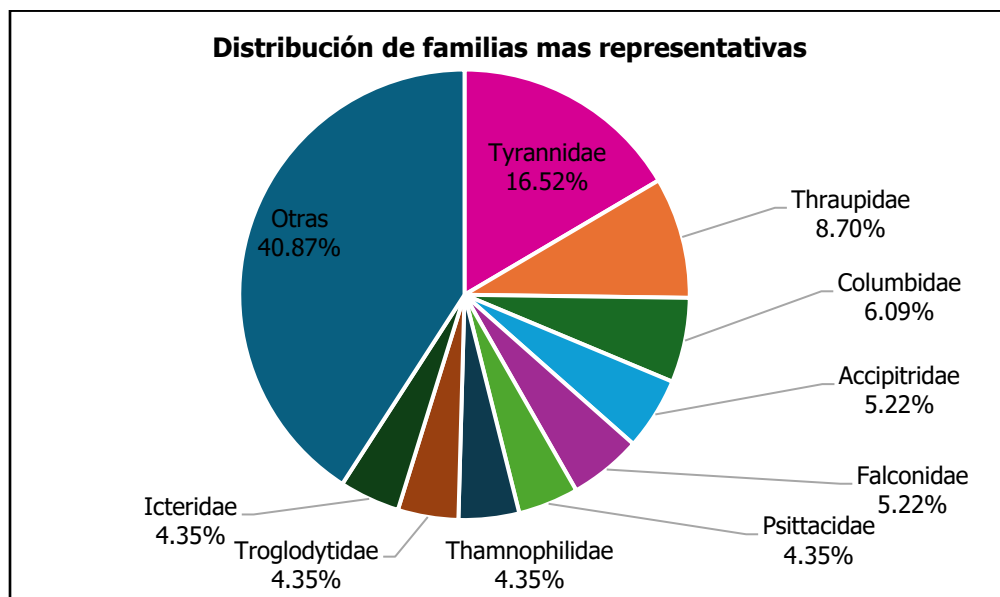


Figura 14. Distribución porcentual de las familias registradas en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales.



Foto 20. Individuo de la especie *Leptopogon amaurocephalus* representante de la familia Tyrannidae, una de las más representativas para las áreas de monitoreo.

En base a los resultados obtenidos en las diferentes estaciones de monitoreo de las unidades forestales, se pudo observar que las especies con mayor número de individuos fueron: *Protonotaria citrea* con 71 individuos, seguido de *Eupsittula pertinax* con 53 individuos y *Pitangus sulphuratus* con 48 individuos (Tabla 11). La alta representatividad de las dos especies principales se puede deber que estas se mueven en bandadas numerosas lo cual las hace de fácil detección.

Tabla 11. Abundancia de las especies registradas en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

ESPECIE	ABUNDANCIA	
	ABSOLUTA	RELATIVA
<i>Protonotaria citrea</i>	71	3.66
<i>Eupsittula pertinax</i>	53	2.73
<i>Pitangus sulphuratus</i>	49	2.53
<i>Columbina squamata</i>	48	2.48
<i>Leptotila Verreauxi</i>	47	2.43
<i>Galbula ruficauda</i>	45	2.32
<i>Myiozetetes similis</i>	45	2.32
<i>Tyrannus melancholicus</i>	45	2.32
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	45	2.32
<i>Coragyps atratus</i>	44	2.27
<i>Cyanocorax affinis</i>	44	2.27
<i>Zenaida auriculata</i>	43	2.22
<i>Columbina passerina</i>	43	2.22
<i>Volatinia jacarina</i>	42	2.17
<i>Crotophaga ani</i>	41	2.12
<i>Riparia riparia</i>	38	1.96
<i>Cathartes aura</i>	36	1.86
<i>Megarynchus pitangua</i>	34	1.75
<i>Ortalis garrula</i>	33	1.70
<i>Columbina talpacoti</i>	32	1.65
<i>Coereba flaveola</i>	30	1.55
<i>Amazona amazonica</i>	26	1.34
<i>Momotus subrufescens</i>	25	1.29
<i>Amazona ochrocephala</i>	24	1.24
<i>Patagioenas cayennensis</i>	23	1.19
<i>Daptrius chimachima</i>	23	1.19
<i>Caracara plancus</i>	22	1.14
<i>Nyctidromus albicollis</i>	21	1.08
<i>Ara macao</i>	20	1.03
<i>Thraupis glaucocolpa</i>	20	1.03
<i>Hypnelus ruficollis</i>	19	0.98
<i>Formicivora grisea</i>	19	0.98
<i>Rupornis magnirostris</i>	18	0.93
<i>Sakesphorus canadensis</i>	18	0.93
<i>Furnarius leucopus</i>	18	0.93
<i>Cantorchilus leucotis</i>	18	0.93
<i>Icterus nigrogularis</i>	18	0.93
<i>Psarocolius decumanus</i>	18	0.93
<i>Saltator olivascens</i>	18	0.93
<i>Thraupis episcopus</i>	18	0.93
<i>Atalotriccus pilaris</i>	17	0.88
<i>Todirostrum cinereum</i>	17	0.88
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	17	0.88
<i>Legatus leucophaius</i>	17	0.88
<i>Nemosia pileata</i>	17	0.88
<i>Aramides cajaneus</i>	16	0.83
<i>Vanellus chilensis</i>	16	0.83
<i>Elaenia flavogaster</i>	16	0.83
<i>Cycalrhis gujanensis</i>	16	0.83
<i>Bubulcus ibis</i>	15	0.77
<i>Tolmomyias sulphureus</i>	15	0.77

ESPECIE	ABUNDANCIA	
	ABSOLUTA	RELATIVA
<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	14	0.72
<i>Campylorhynchus griseus</i>	14	0.72
<i>Troglodytes aedon</i>	14	0.72
<i>Thryophilus rufalbus</i>	14	0.72
<i>Euphonia lanirostris</i>	14	0.72
<i>Euphonia lanirostris</i>	14	0.72
<i>Icterus auricapillus</i>	14	0.72
<i>Molothrus bonariensis</i>	14	0.72
<i>Colinus cristatus</i>	13	0.67
<i>Camptostoma obsoletum</i>	13	0.67
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	12	0.62
<i>Ara ararauna</i>	12	0.62
<i>Synallaxis candei</i>	12	0.62
<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	12	0.62
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	12	0.62
<i>Machetornis rixosa</i>	12	0.62
<i>Sublegatus arenarum</i>	11	0.57
<i>Myiodinastes maculatus</i>	11	0.57
<i>Piaya cayana</i>	10	0.52
<i>Amazilia tzacatl</i>	10	0.52
<i>Chrysuronia goudoti</i>	10	0.52
<i>Glaucidium brasilianum</i>	10	0.52
<i>Picumnus cinnamomeus</i>	10	0.52
<i>Campephilus melanoleucos</i>	10	0.52
<i>Falco sparverius</i>	10	0.52
<i>Thamnophilus melanonotus</i>	10	0.52
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	10	0.52
<i>Campylorhynchus nuchalis</i>	10	0.52
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	8	0.41
<i>Synallaxis albescens</i>	8	0.41
<i>Hylophilus flavipes</i>	8	0.41
<i>Phimosus infuscatus</i>	6	0.31
<i>Buteo brachyurus</i>	6	0.31
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	6	0.31
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	6	0.31
<i>Piranga rubra</i>	6	0.31
<i>Claravis pretiosa</i>	4	0.21
<i>Jacana jacana</i>	4	0.21
<i>Egretta thula</i>	4	0.21
<i>Leptodon cayanensis</i>	4	0.21
<i>Buteo nitidus</i>	4	0.21
<i>Buteo albonotatus</i>	4	0.21
<i>Nonnula frontalis</i>	4	0.21
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	4	0.21
<i>Myrmeciza longipes</i>	4	0.21
<i>Vireo leucophrys</i>	4	0.21
<i>Molothrus oryzivorus</i>	4	0.21
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	4	0.21
<i>Crypturellus erythropus</i>	3	0.15
<i>Coccyzus lansbergi</i>	3	0.15
<i>Vireo olivaceus</i>	3	0.15
<i>Actitis macularius</i>	2	0.10
<i>Butorides striata</i>	2	0.10

ESPECIE	ABUNDANCIA	
	ABSOLUTA	RELATIVA
<i>Nycticorax nycticorax</i>	2	0.10
<i>Buteo platypterus</i>	2	0.10
<i>Micrastur semitorquatus</i>	2	0.10
<i>Thamnophilus doliatus</i>	2	0.10
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	2	0.10
<i>Myiarchus crinitus</i>	2	0.10
<i>Coniostrom leucogenys</i>	2	0.10
<i>Phaethornis anthophilus</i>	1	0.05
<i>Plegadis falcinellus</i>	1	0.05
<i>Bubo virginianus</i>	1	0.05
<i>Falco ruficularis</i>	1	0.05



Foto 21. Individuo de la especie *Protonotaria citrea* representante de la familia Parulidae, una de las más representativas para las áreas de monitoreo.

Los resultados de las curvas de rango-abundancia evidencian que las especies más abundantes varían por cobertura muestreada (Figura 15). En el Bosque denso arbolado de tierra firme, la especie *Protonotaria citrea* (Foto 21) presentó las mayores abundancias con 18 individuos, en la cobertura Vegetación secundaria baja, la especie que mayor número de individuos presento fue la *Eupsittula pertinax* con 18 individuos igualmente, para la cobertura Bosque de galería la especie más representativa fue la *Volatinia jacarina* con 28 individuos y Finalmente la cobertura Bosque fragmentado con vegetación secundaria la especie más abundante fue nuevamente la *Protonotaria citrea* con 19 individuos demostrando la gran abundancia de esta especie en las estaciones de monitoreo, representando esto un punto importante para las rutas de migración de esta especie.

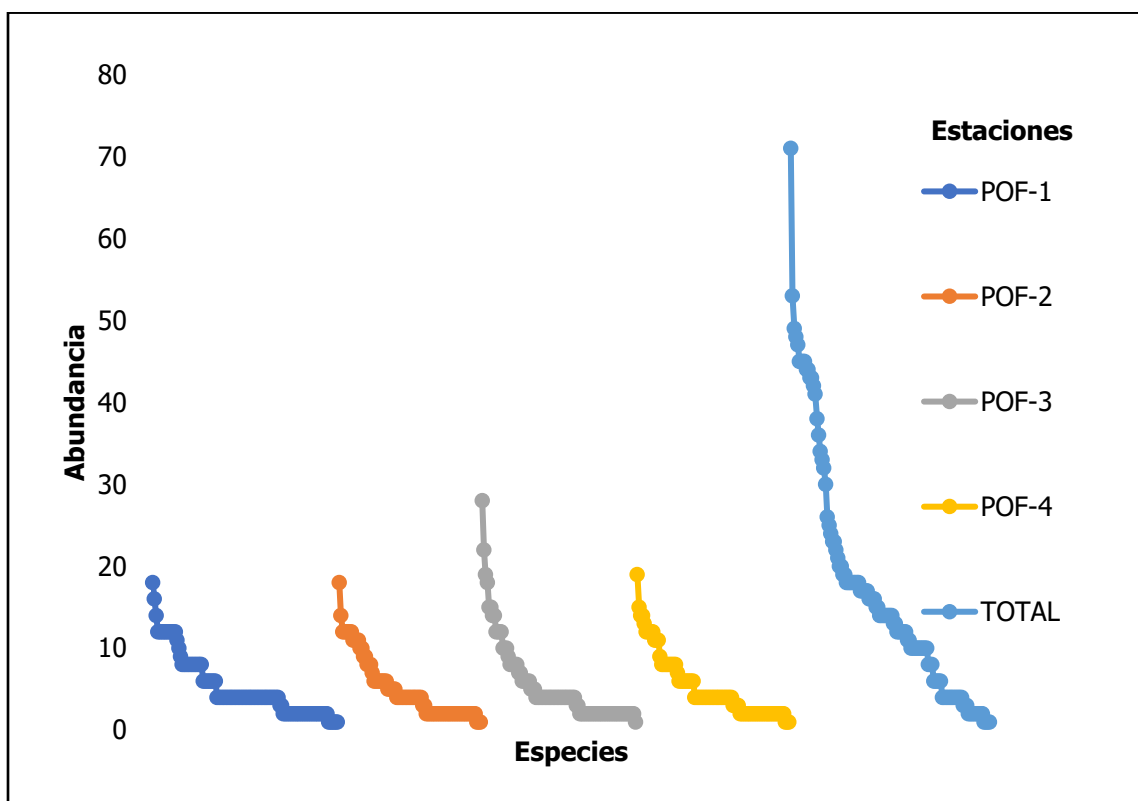


Figura 15. Curvas de rango abundancia por coberturas muestreadas en las áreas de monitoreo de las unidades forestales.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos realizados en cada una de las estaciones de monitoreo de las unidades forestales, se pudo observar que las estaciones que registraron mayor riqueza de especies fueron las estaciones POF-1, representada por una cobertura vegetal de Bosque denso arbolado de tierra firme con 107 especies, seguido de las estaciones POF-3, representada por la cobertura Vegetación secundaria baja con 89 especies. mientras que la estación con menor número de especies fue POF-2 con 82 especies (Figura 16). en cuanto a términos de abundancia se pudo observar que, de las estaciones de monitoreo, la que presentó mayor número de individuos fue POF-1 con 562 individuos mientras que la estación POF-2 presentó los valores más bajos con 417 individuos siendo así la estación menos abundante con respecto a las demás, sin embargo, todas las estaciones presentaron una riqueza significativa de especies de aves, lo que indica que estas áreas tienen un alto valor de conservación.

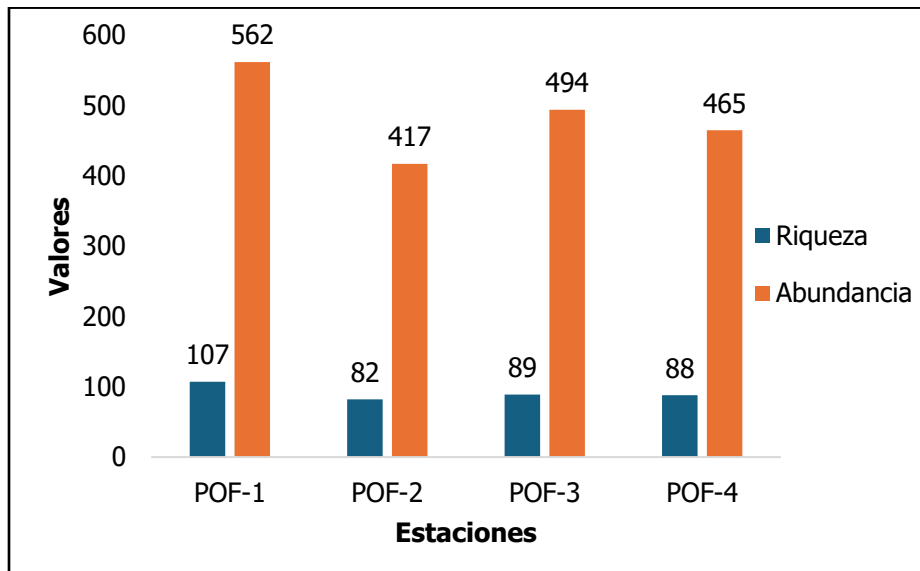


Figura 16. Riqueza y abundancia de la avifauna presente en las diferentes estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

4.1.2.3. Diversidad alfa

De acuerdo con los resultados mostrados por el índice de Shannon & Wiener (H') para las estaciones de monitoreo de las unidades forestales, la estación que presentó mayor valor en cuanto a diversidad de especies fue POF-1 con un valor de 4.45 representado por la cobertura de cobertura vegetal de Bosque denso arbolado de tierra firme. Por otra parte, la estación que registro menor valor en cuanto a diversidad de especies fue POF-2 con un valor de 4.17 representado por la cobertura vegetal, vegetación secundaria baja (Tabla 12). A nivel general todas las estaciones presentaron valores superiores a dos, lo que indica que están dentro de lo que se considera una riqueza media de acuerdo con lo sugerido por el índice de Shannon. (Villareal et al, 2004). Por su parte el índice de Simpson presentó valores bajos lo que significa que todas las especies de cada estación muestreada contribuyeron de la misma manera en la diversidad de especies de estos sitios ya que no muestra una marcada dominancia (Tabla 12).

Tabla 12. Índices de diversidad alfa para las diferentes estaciones de monitoreo.

INDICES	ESTACIONES			
	POF-1	POF-2	POF-3	POF-4
Shannon_H	4.45	4.17	4.18	4.24
Dominance_D	0.01	0.02	0.02	0.02
Simpson_1-D	0.99	0.98	0.98	0.98
Margalef	16.74	13.43	14.19	14.16

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el índice de Margalef (Tabla 12), podemos observar que a nivel general todas las estaciones de monitoreo sobrepasan valores mayores a dos, lo que nos indica que todas las áreas muestreadas presentan una buena riqueza específica en cuanto a especies de aves. La estación que registró los valores más altos en cuanto riqueza específica fue la estación POF-1 Ubicada en el municipio de Piojo representada por la cobertura vegetal Bosque denso arbolado de tierra firme con un valor de 16.74, mientras que la estación con menor valor fue la POF-2 con un valor de 13.43 representado por la cobertura vegetal vegetación secundaria baja.

4.1.2.4. Diversidad Beta

Al realizar un dendrograma de similitud de Jaccard para las estaciones de monitoreo de fauna muestreadas, se evidenció que la composición de las especies de aves entre hábitats las que presentaron mayor afinidad entre sí, fueron POF-2 y POF-3 con un 0,8791 de similitud (Figura 17). Mientras que las estaciones más disímiles entre sí, fueron las estaciones POF-1 y POF-4 con 0,7027 de especies compartidas. A nivel general todas las estaciones muestran una gran similitud al acercarse al valor de uno, esto se debe a que las especies registradas no muestran una especificidad por coberturas si no que responden a unidad de hábitat, donde desarrollan sus diferentes actividades biológicas tales como búsqueda de alimento, forrajeo, búsqueda de pareja, territorialidad entre otras actividades esenciales.

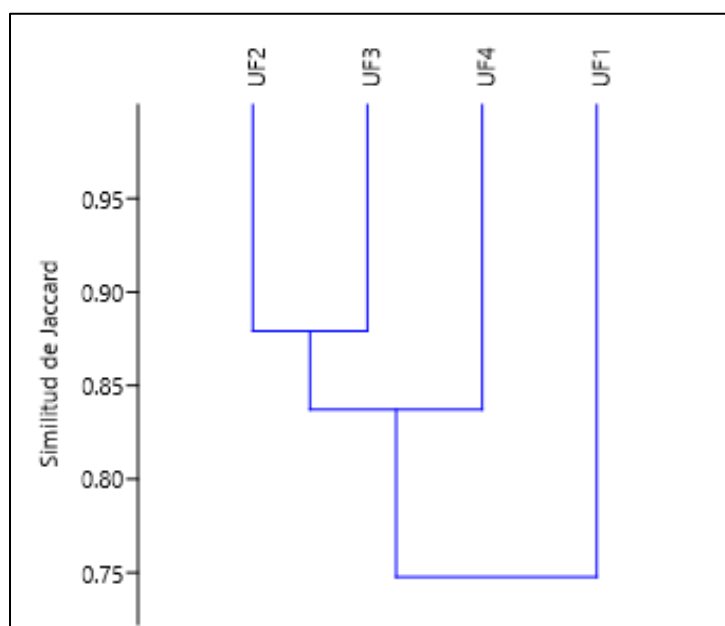


Figura 17. Análisis de similitud de Jaccard para las estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

4.1.2.5. Diversidad de gremios tróficos

Las aves tienen hábitos alimenticios bastante definidos que varían de una familia a otra. Las aves, según sus preferencias alimenticias o dieta, se clasifican en diferentes gremios de la siguiente forma: Herbívoros (Plantas), Frugívoros (Frutas), Nectarívoros (Néctar), Granívoros (Granos), Insectívoros (Insectos), Carnívoros (Carne), Piscívoros (Peces), en algunos casos hay especies que pueden tener una dieta combinada y los Omnívoros que se alimentan de una amplia gama de alimentos (Manual de identificación CITES de aves de Colombia, 2003). por otra parte, podemos encontrar especies que presentan dietas diferentes a las anteriormente mencionadas como es el caso de las aves que se alimentan de Carroña y otras especies en la que su dieta se basa en pequeños invertebrados (Lombrices, Caracoles y larvas).

Para las estaciones de monitoreo de las unidades forestales, las aves registradas se agruparon en los siguientes gremios tróficos basados en su preferencia alimenticia: frugívoro, nectarívoro, carnívoro, insectívoro, granívoro, carroñeros, piscívoro y omnívoro (Tabla 13).

Tabla 13. Gremios tróficos de las especies de aves registradas en las estaciones de monitoreo.

ESPECIE	GREMIO TROFICO
<i>Crypturellus erythropus</i>	Insectívoro
<i>Ortalis garrula</i>	Frugívoro
<i>Colinus cristatus</i>	Granívoro
<i>Patagioenas cayennensis</i>	Granívoro
<i>Claravis pretiosa</i>	Granívoro
<i>Leptotila Verreauxi</i>	Granívoro
<i>Zenaida auriculata</i>	Granívoro
<i>Columbina squamata</i>	Granívoro
<i>Columbina passerina</i>	Granívoro
<i>Columbina talpacoti</i>	Granívoro
<i>Crotophaga ani</i>	Insectívoro
<i>Piaya cayana</i>	Insectívoro
<i>Coccyzus lansbergi</i>	Insectívoro
<i>Nyctidromus albigollis</i>	Insectívoro
<i>Phaethornis anthophilus</i>	Nectarívoro
<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	Nectarívoro
<i>Amazilia tzacatl</i>	Nectarívoro
<i>Chrysoronia goudoti</i>	Nectarívoro
<i>Aramides cajaneus</i>	Omnívoro
<i>Vanellus chilensis</i>	Insectívoro
<i>Actitis macularius</i>	Insectívoro
<i>Jacana jacana</i>	Insectívoro
<i>Butorides striata</i>	Piscívoro
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Piscívoro
<i>Bubulcus ibis</i>	Insectívoro

ESPECIE	GREMIO TROFICO
<i>Egretta thula</i>	Piscívoro
<i>Phimosus infuscatus</i>	Invertebrados
<i>Plegadis falcinellus</i>	Invertebrados
<i>Coragyps atratus</i>	Carroñero
<i>Cathartes aura</i>	Carroñero
<i>Leptodon cayanensis</i>	Carnívoro
<i>Rupornis magnirostris</i>	Carnívoro
<i>Buteo nitidus</i>	Carnívoro
<i>Buteo platypterus</i>	Carnívoro
<i>Buteo albonotatus</i>	Carnívoro
<i>Buteo brachyurus</i>	Carnívoro
<i>Bubo virginianus</i>	Carnívoro
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Insectívoro/Carnívoro
<i>Momotus subrufescens</i>	Insectívoro
<i>Galbula ruficauda</i>	Insectívoro
<i>Nonnula frontalis</i>	Insectívoro
<i>Hypnelus ruficollis</i>	Insectívoro
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Frugívoro
<i>Picumnus cinnamomeus</i>	Insectívoro
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Insectívoro
<i>Campephilus melanoleucos</i>	Insectívoro
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Carnívoro
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Carnívoro
<i>Daptrius chimachima</i>	Omnívoro
<i>Caracara plancus</i>	Carnívoro
<i>Falco sparverius</i>	Carnívoro
<i>Falco rufigularis</i>	Carnívoro
<i>Ara ararauna</i>	Frugívoro
<i>Ara macao</i>	Frugívoro
<i>Eupsittula pertinax</i>	Frugívoro
<i>Amazona amazonica</i>	Frugívoro
<i>Amazona ochrocephala</i>	Frugívoro
<i>Sakesphorus canadensis</i>	Insectívoro
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Insectívoro
<i>Thamnophilus melanonotus</i>	Insectívoro
<i>Formicivora grisea</i>	Insectívoro
<i>Myrmeciza longipes</i>	Insectívoro
<i>Furnarius leucopus</i>	Insectívoro
<i>Synallaxis candei</i>	Insectívoro
<i>Synallaxis albescens</i>	Insectívoro
<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	Insectívoro
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Insectívoro
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	Insectívoro
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Insectívoro
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	Insectívoro
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Insectívoro
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	Insectívoro
<i>Sublegatus arenarum</i>	Insectívoro
<i>Atalotriccus pilaris</i>	Insectívoro
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	Insectívoro
<i>Todirostrum cinereum</i>	Insectívoro
<i>Elaenia flavogaster</i>	Insectívoro

ESPECIE	GREMIO TROFICO
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Insectívoro
<i>Megarynchus pitangua</i>	Insectívoro
<i>Myiozetetes similis</i>	Insectívoro
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Insectívoro
<i>Machetornis rixosa</i>	Insectívoro
<i>Myiodinastes maculatus</i>	Insectívoro
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Insectívoro
<i>Myiarchus crinitus</i>	Insectívoro
<i>Legatus leucophaeus</i>	Insectívoro
<i>Cycalrhis gujanensis</i>	Insectívoro
<i>Hylophilus flavipes</i>	Insectívoro
<i>Vireo olivaceus</i>	Insectívoro
<i>Vireo leucophrys</i>	Insectívoro
<i>Cyanocorax affinis</i>	Omnívoro
<i>Riparia riparia</i>	Insectívoro
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Insectívoro
<i>Campylorhynchus nuchalis</i>	Insectívoro
<i>Campylorhynchus griseus</i>	Insectívoro
<i>Troglodytes aedon</i>	Insectívoro
<i>Cantorchilus leucotis</i>	Insectívoro
<i>Thryophilus rufalbus</i>	Insectívoro
<i>Euphonia lanirostris</i>	Frugívoro
<i>Euphonia lanirostris</i>	Frugívoro
<i>Icterus nigrogularis</i>	Frugívoro
<i>Icterus auricapillus</i>	Frugívoro
<i>Molothrus bonariensis</i>	Insectívoro
<i>Psarocolius decumanus</i>	Frugívoro
<i>Molothrus oryzivorus</i>	Insectívoro
<i>Volatinia jacarina</i>	Granívoro
<i>Protonotaria citrea</i>	Insectívoro
<i>Piranga rubra</i>	Insectívoro
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Granívoro
<i>Nemosia pileata</i>	Frugívoro
<i>Saltator olivascens</i>	Frugívoro
<i>Coereba flaveola</i>	Nectarívoro
<i>Thraupis glaucocolpa</i>	Frugívoro
<i>Thraupis episcopus</i>	Frugívoro
<i>Conirostrum leucogenys</i>	Nectarívoro

Entre los gremios descritos, los más representativos fueron: gremio insectívoro fue el gremio con mayor número de especies ya que agrupó a 60 especies lo cual corresponde al 52% de las especies registradas durante el monitoreo (Figura 18) a este grupo pertenecen especies que se alimentan de insectos, que capturan al vuelo desde una percha o en las ramas del estrato alto y medio del bosque (Foto 22).



Foto 22. Individuo de la especie *Nonnula frontalis*, representante del gremio trófico más representativo reportado para las estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

El segundo gremio más representativo corresponde al de los Frugívoros con siete especies lo que equivalen al 14%, conformado por aves que se alimentan de frutos y semillas en los diferentes estratos de la vegetación, desde el nivel bajo del bosque hasta el dosel (Figura 18). Este gremio está constituido principalmente por especies de las familias Thraupidae, Icteridae (Toches), Psittacidae (Loros, Pericos y cotorras) y Pipridea (Saltarines). Estas especies cumplen una tarea muy importante en la conservación de los bosques ya que son dispersadoras de semillas.



Foto 23. Individuo de la especie *Chiroxiphia lanceolata*, representante del segundo gremio trófico más representativo reportado para las estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

El tercer gremio más representativo lo comprende el grupo de los Carnívoros y Granívoros con 12 y 10 especies respectivamente para cada uno, lo que corresponde al 10% y 9% para cada uno (Figura 18). Para el grupo de los carnívoros está conformado por aves que se alimentan principalmente de carne, constituido por especies de la familia Accipitridae (Águilas), Falconidae (Halcones) y Strigidae (Búhos y Lechuzas), mientras que el grupo de los Granívoros pertenecen las aves que se alimentan principalmente de granos y semillas que encuentran ya sea en pastizales abiertos o en el suelo de bosques, constituido por especies de la familia Thraupidae (Semilleros) y Columbidae (Palomas, torcazas y tórtolas).



Foto 24. Individuo de la especie *Bubo virginianus*, representante del gremio trófico carnívoro.



Foto 25. Individuo de la especie *Claravis pretiosa*, representante del segundo gremio trófico granívoro.

El resto de los grupos tuvieron una menor representatividad (Figura 18).

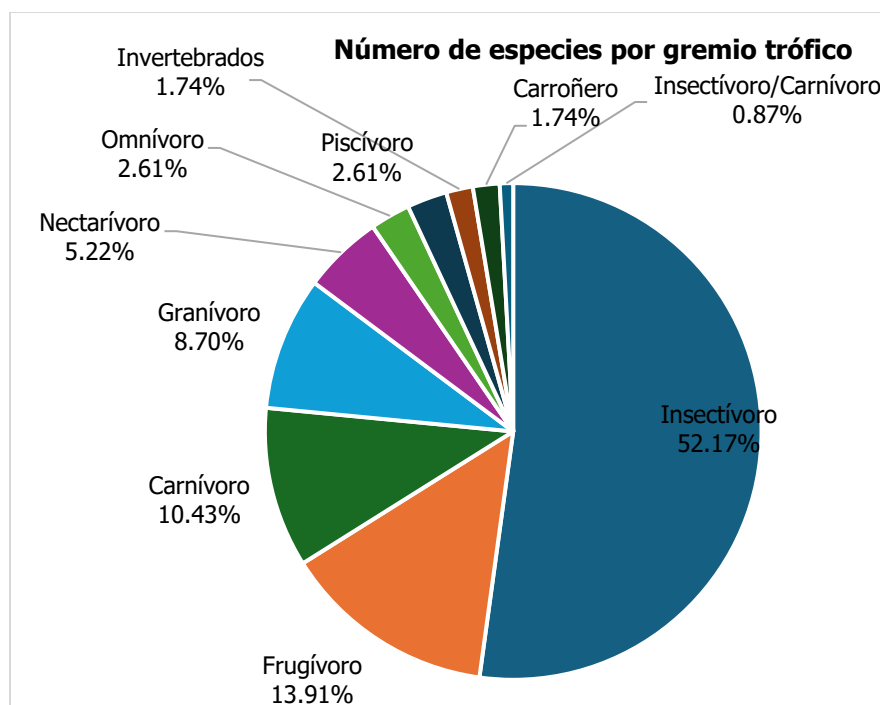


Figura 18. Distribución de la avifauna por gremios tróficos encontrados en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

4.1.2.6. Especies endémicas y migratorias

Las especies consideradas endémicas son aquellas en que la distribución está limitada a un ámbito geográfico reducido y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo.

En el área de estudio se registra una especie endémica conocida comúnmente como guacharaca (*Ortalis garrula*; Foto 26), esta especie ocupa las tierras bajas del norte de Colombia, sus poblaciones se ubican principalmente en los departamentos del Magdalena, Atlántico y Bolívar, con unos pocos registros en Sucre y Córdoba. En el área de estudio se registró siempre en parejas o grupos familiares no mayor a cinco individuos, esta especie fue observada forrajeando por el estrato medio y bajo de la vegetación secundaria y en los rastrojos. La población mundial no ha sido cuantificada, pero esta especie es descrita como bastante común.



Foto 26. Individuo de la especie *Ortalis garrula*, Especie endémica registrada con frecuencia en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales.

Adicionalmente se registra dos (2) especie casi endémica, las cuales son:

- El carpinterito Castaño (*Picumnus cinnamomeus*), es una especie asociada principalmente a los bosques secos y de manglar de la costa Caribe. La especie actualmente no se encuentra amenazada (Hilty & Brown, 2001).
- La Batará (*Thamnophilus melanonotus*) es una especie asociada principalmente a los bosques secos, La especie actualmente no se encuentra amenazada (Hilty & Brown, 2001) (Foto 27).



Foto 27. Individuo de la especie *Thamnophilus melanonotus*, Especie casi endémica registrada con frecuencia en las estaciones de monitoreo.

La migración es uno de los comportamientos animales más conspicuos de la naturaleza y el mejor ejemplo de tal fenómeno está asociado a un gran número de especies que se mueven sincrónicamente a lo largo de grandes distancias durante una época específica del año y hacen el viaje de regreso un periodo de tiempo, después (Boyle, 2006). Las aves que dependen la especie y hábitos pueden llevar a cabo varios tipos de migración ya sea Altitudinal (Alt), donde algunas especies permanecen todo el año en un mismo país, pero se mueven entre distintas franjas de elevación, Local, que puede en ocasiones ser transfronteriza y es también un movimiento cíclico dentro de un mismo cinturón latitudinal, en respuesta a la disponibilidad de hábitat o a la presencia de recursos abundantes en parches específicos. Latitudinal-Transfronteriza, son aquellas que hacen algunas aves entre localidades de distintos continentes, incluyendo movimientos transfronterizos.

De las 115 especies de aves registradas en las estaciones de monitoreo de las unidades forestales, se pudieron registrar 12 especies con hábitos migratorios, dentro de las cuales encontramos a las especies *Protonotaria citrea*, *Buteo platypterus* (Foto 28), *Piranga rubra* y *Pheucticus ludovicianus* (Tabla 14).

Tabla 14. Especies migratorias reportadas durante los días de monitoreo en las estaciones.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	TOTAL	MIGRACION
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Agachadiza	2	Mb
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita ganadera	15	La/Tra /Lo
	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza pata amarilla	4	La/Tra /Lo
	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis	1	La/Tra /Lo
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Laura	36	La/Tra
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilan jabao	2	Mb
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	-	3	Mb
	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina	38	Mb
	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina	45	Mb
	Thraupidae	<i>Protonotaria citrea</i>	Yeguita	71	Mb
	Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	-	6	Mb
	Thraupidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Degollado	4	Mb



Foto 28. Individuo de la especie *Buteo platypterus*, Especie migratoria boreal registrada con frecuencia en las estaciones de monitoreo.

4.1.2.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) Reporta 22 especies en el Apéndice II y una en el Apéndice I de Cites para Colombia, el cual incluye a especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia (Tabla 15).

Tabla 15. Especies migratorias reportadas durante los días de monitoreo en las estaciones.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CITES
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	Chivi	II
		<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	Colibri	II
		<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibri	II
		<i>Chrysuronia goudoti</i>	Colibri	II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Aguila gritona	II
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilan	II
		<i>Buteo nitidus</i>	Gavilan cenizo	II
		<i>Buteo platypterus</i>	Gavilan jabao	II
		<i>Buteo albonotatus</i>	Gavilan guala	II
		<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilan cola blanca	II
		<i>Bubo virginianus</i>	Buho	II
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Pavita de la muerte	II
		<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Guaco	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	-	II
		<i>Daptrius chimachima</i>	Pigüa	II
		<i>Caracara plancus</i>	Cara Cara	II
		<i>Falco sparverius</i>	Halcon cernicalo	II
		<i>Falco rufigularis</i>	Halcon murcielaguero	II
		<i>Ara ararauna</i>	Guacamaya azul	II
Psittaciformes	Psittacidae			

		<i>Ara macao</i>	Guacamaya bandera	I
		<i>Eupsittula pertinax</i>	Cotorrita cari-sucia	II
		<i>Amazona amazonica</i>	Loro	II
		<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro frenti amarillo	II

Convenciones: CITES: Apéndice (I), (II), (III).

De acuerdo con la revisión bibliográfica de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la revisión de la Resolución número 0126 del 06 de febrero de 2024 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), para el área de estudio no se registraron especies con alguna categoría de amenaza.

4.1.2.8. Problemática actual de la avifauna

En el departamento del Atlántico, la transformación acelerada de los ecosistemas naturales ha reducido drásticamente el bioma de bosque seco, del cual se estima que solo persiste cerca del 8% de su extensión histórica. Esta situación ha incrementado la presión sobre las poblaciones de fauna silvestre, especialmente aves, que son utilizadas tradicionalmente como fuente de alimento, mascotas, insumos para artesanías y en prácticas culturales. La caza de subsistencia, si bien es una práctica ancestral y fundamental para la seguridad alimentaria de comunidades rurales, indígenas y afrodescendientes, se ha visto exacerbada por factores socioeconómicos como la pobreza, la falta de oportunidades laborales y la débil gobernanza ambiental.

En este contexto, la avifauna registrada en el departamento del Atlántico, representada por especies como *Crypturellus erythropus*, *Ortalis garrula*, *Colinus cristatus*, *Ara macao*, *Amazona ochrocephala* y diversos colúmbidos, enfrenta una presión significativa derivada de la caza y el aprovechamiento ineficiente de la fauna silvestre. Estas prácticas, profundamente arraigadas en contextos rurales y periurbanos, responden tanto a motivaciones de subsistencia como a usos tradicionales y comerciales, generando impactos directos sobre la dinámica poblacional y la integridad de los ecosistemas locales (Ojasti, 2000; Rodríguez-Mahecha et al., 2005).

La caza de especies de tinamúes, perdices y palomas, como *Crypturellus erythropus* y *Patagioenas cayennensis*, se asocia principalmente al consumo de carne y a la percepción de estas aves como recurso alimenticio de fácil acceso. Sin embargo, la extracción sin criterios de sostenibilidad ha ocasionado disminuciones poblacionales en áreas de bosque seco tropical, donde la resiliencia ecológica es limitada y la

presión antrópica elevada (Renjifo et al., 2014). De manera similar, especies de psitácidos como *Ara ararauna*, *Ara macao* y *Amazona amazonica* son objeto de captura para el comercio ilegal de mascotas, una práctica que no solo reduce la viabilidad poblacional, sino que también afecta la estructura social y reproductiva de estas aves altamente gregarias (BirdLife International, 2022).

Un caso emblemático de esta problemática lo constituye el paujil pico azul (*Crax alberti*), especie endémica de Colombia y catalogada En Peligro Crítico de extinción. Históricamente presente en el norte del país, incluyendo el Atlántico, sus poblaciones locales han sufrido una práctica desaparición debido a la caza de subsistencia, el tráfico ilegal y la pérdida de hábitat. Actualmente se estima que la especie ha desaparecido de cerca del 89% de su distribución original, con poblaciones reducidas a unos pocos centenares de individuos en áreas aisladas (WCS, 2025). La extinción funcional del paujil en el Atlántico refleja la magnitud del impacto humano sobre la avifauna y constituye una alerta sobre la fragilidad de las especies más sensibles a la presión antrópica.

El uso ineficiente de la fauna se manifiesta en la extracción indiscriminada, la falta de regulación comunitaria y la ausencia de programas efectivos de manejo. En el Atlántico, la presión sobre especies de caza menor como *Colinus cristatus* y *Ortalis garrula* se combina con la pérdida de hábitat por expansión agrícola y forestal, generando un escenario de doble amenaza que compromete la persistencia de poblaciones locales (MADS, 2017). La captura de aves acuáticas como *Jacana jacana* y *Butorides striata* también refleja un aprovechamiento sin planificación, que reduce la funcionalidad ecológica de humedales y cuerpos de agua, ecosistemas clave para la regulación hídrica y la biodiversidad regional.

En síntesis, la problemática del uso de la avifauna en el Atlántico se centra en la tensión entre prácticas tradicionales de caza y comercio, y la necesidad de conservar poblaciones silvestres en un territorio marcado por la fragmentación del bosque seco y la presión socioeconómica. La ausencia de estrategias de manejo participativo y de alternativas sostenibles perpetúa un círculo de extracción ineficiente que amenaza la diversidad biológica y limita el potencial de la fauna como recurso renovable. La consolidación de programas de educación ambiental, control de comercio ilegal y fortalecimiento de la gobernanza comunitaria se plantea como una condición indispensable para revertir esta tendencia y garantizar la conservación de las especies en el marco del ordenamiento forestal del Atlántico (UICN, 2022).

4.1.2.9. Conclusiones

En total se reportaron 1938 individuos los cuales se agruparon en 18 órdenes, 35 familias y 115 especies. Siendo el orden de los Passeriformes el más representativo en términos de riqueza, con 12 familias y 58 especies.

En cuanto a nivel de familias, la más representativa para las estaciones de fauna fue la familia Tyrannidae, con 19 especies, representando el 16.52% del total de especies registradas durante del monitoreo de temporada lluviosa.

A nivel de especies la que presentó mayor abundancia en términos de número de individuos registrados en las estaciones de monitoreo evaluadas fue *Protonotaria citrea*, con 71 individuos.

Por otro lado, de acuerdo con la curva de acumulación de especies se registra una representatividad de especies esperadas de entre el 87.9% y el 99.5% para la avifauna presente en las estaciones.

A nivel general, todas las estaciones de fauna muestreadas según los índices de Shannon y Simpson indican que todas las estaciones presentan una riqueza alta de especies, con una marcada dominancia de las estaciones de fauna POF-1 y POF-2 en las unidades forestales.

En cuanto a la información trófica, el gremio insectívoro fue el más representativo de las estaciones muestreadas con 48 especies, que corresponde al 52.17% del total de las especies registradas.

De las 115 especies de aves registradas en el área de estudio, se pudo registrar 12 especies con hábitos migratorios acorde a la información disponible de migración de especies.

Se reporta una (1) especie en categoría I de CITES, 22 especies en categoría II. Para las estaciones de fauna evaluadas, no se encontró especies bajo algún grado de amenaza según la UICN ni la Resolución 1912 de 2014 del Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible (MADS).

4.1.3. Hallazgos en el ensamblaje de mamíferos en las estaciones de Unidades Forestales del departamento del Atlántico

4.1.3.1. Representatividad del Muestreo y Riqueza específica

El esfuerzo realizado mediante las diferentes metodologías para el registro de mamíferos en las unidades forestales evaluadas corresponde a 10 cámaras trampa-noche mediante fototrampeo, con un éxito de 0.0015, para las redes de niebla corresponde a 190 metros-hora y un éxito de 0.28, mientras que para los recorridos libres fue de 2 horas y un éxito de 1.2, en el caso de las Trampas Sherman, corresponde a 10 trampas-noche y un éxito de 0.01.

Los estimadores que explicaron mejor el comportamiento de los datos generados a partir del muestreo de mamíferos en las cuatro estaciones biosensoras evaluadas fueron: Chao 1 Y Bootstrap, siendo este último quien en términos asintóticos se acercó al número de especies observadas en campo, de esta forma, al comparar la riqueza de especies del estudio ($n=53$) y considerando los valores en los estimadores fue posible establecer que el muestreo alcanzó un porcentaje de completitud del 85.92%, lo cual es un indicador positivo dentro del muestreo y no descarta la aparición de nuevas especies con una mayor intensidad de muestreo (Figura 19).

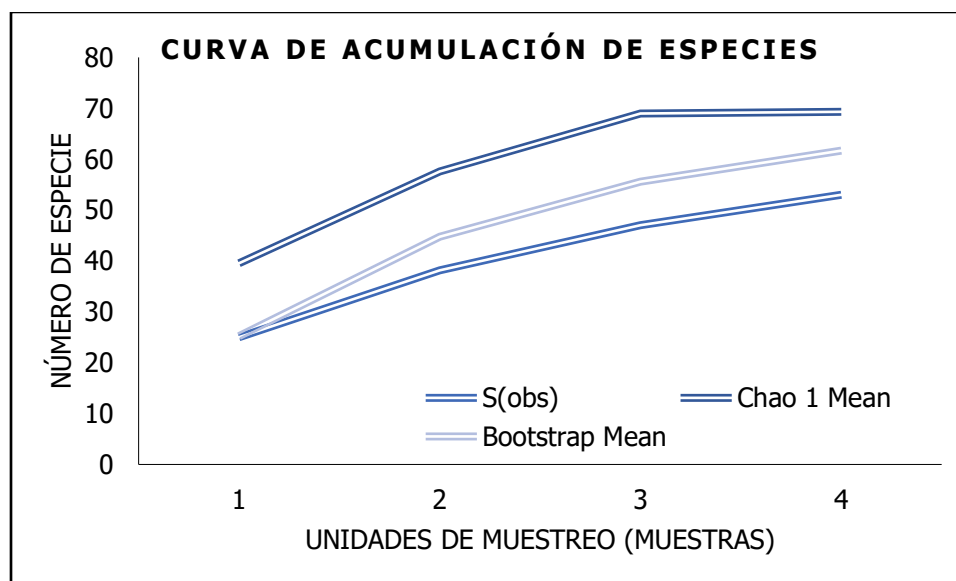


Figura 19. Curva de acumulación de especies de mamíferos en las diferentes coberturas vegetales, a partir de las especies registradas.

Es importante aclarar que pese a tener una buena representatividad de especies de mamíferos, los resultados están fuertemente influenciados por los registros de murciélagos en las estaciones al emplear técnicas de alta captura como es el caso de las redes de niebla y la bioacústica para el registro de especies insectívoras principalmente, lo que también aumenta los registros, resaltando también que para los registros de cámara trampa y bioacústica, la abundancia registrada corresponde a un Índice de Abundancia Relativa (IAR) y no propiamente a registros independientes. Sin embargo, se resalta la necesidad de aumentar el esfuerzo de muestreo en grupos como pequeños roedores, así como medianos y grandes mamíferos con métodos de amplia duración como el fototrampeo (Figura 19).

Por otra parte, pese a que los mamíferos tienen una diversidad de hábitos alimenticios y de forrajeo, es notorio que las zonas con mayor presencia de agua y cobertura vegetal pueden representar una relación con el aumento de sitios ecológicamente compatibles con los requerimientos bióticos de las especies. Por lo tanto, las estrategias de muestreo en estas áreas deben apuntar a la implementación de diseños de muestreo más rigurosos que permitan generar un acercamiento real, con el fin de entender las rutas de movilidad, zonas de alimentación y percha, lo cual puede mejorar el seguimiento semestral y en ese sentido establecer acciones de manejo más acertadas que favorezcan la toma de decisiones de conservación.

4.1.3.2. Composición y estructura de la comunidad

Para el monitoreo en las parcelas de monitoreo en las unidades forestales del departamento del Atlántico, se registraron en total 53 especies pertenecientes a nueve ordenes, 26 familias de mamíferos (Tabla 16; Figura 20), que corresponden al 9.60% de las especies registradas para Colombia. Los mamíferos reportados durante el monitoreo son especies comunes en tierras bajas de la región Caribe (Ramírez-Chávez *et al.*, 2024, Solari *et al.*, 213; Díaz-Pulido *et al.*, 2016).

En cuanto a la distribución taxonómica, se observó que Rodentia (6 familias, 11 especies), Quiróptera (5 familias, 24 especies) y Carnívora (5 familias, 6 especies) acumularon el mayor número de familias y especies. Por otra parte, los órdenes Artiodactyla, Cingulata, Didelphimorphia, Lagomorpha y Pilosa mostraron valores más homogéneos con entre una y dos especies y entre una y dos familias, mientras que se resalta que Primates, presentó cuatro familias y cuatro especies (Tabla 16; Figura 20).

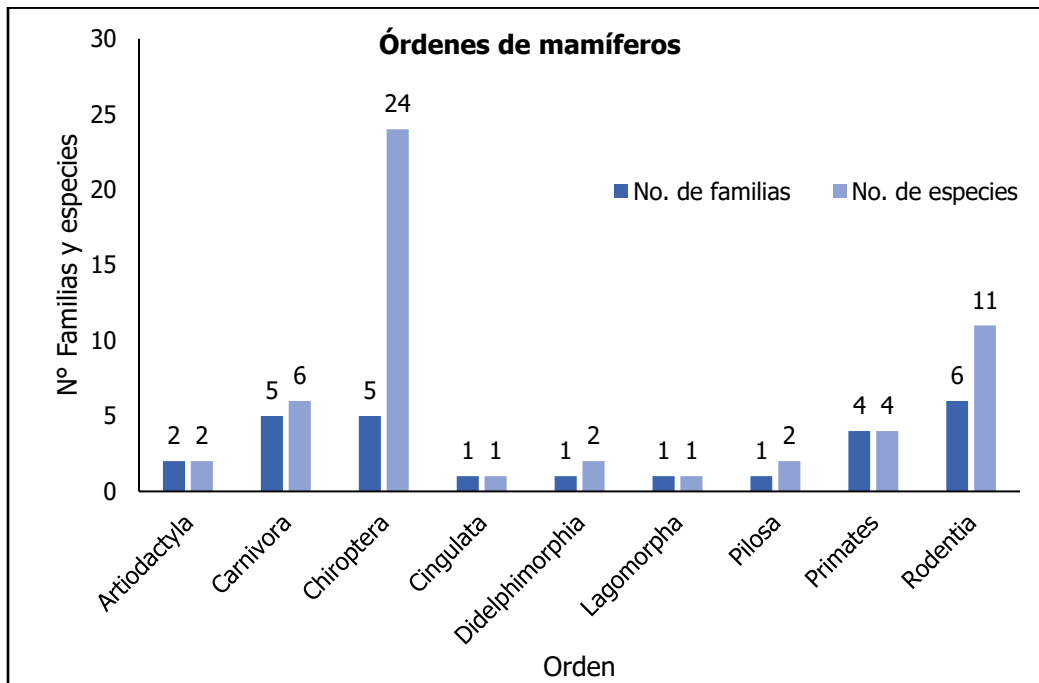


Figura 20. Número de Familias y especies por orden de mamíferos presentes en las unidades forestales.

Dentro del monitoreo las capturas de mamíferos presentaron variaciones como es evidente en los registros datados. Respecto a los murciélagos, se registraron 24 especies de las cuales 10 son insectívoras principalmente con hábitos de forrajeo en alto dosel, por lo que a través del uso de herramientas bioacústicas fue posible su detección, aquí se destacan las familias Emballonuridae, Molossidae y Vespertilionidae. Respecto a la familia Phyllostomidae, *Carollia perspicillata* representó una de las especies más abundantes en las capturas (76 individuos), en su mayoría debido los valores de IAR con bioacústica y algunos registros en redes de niebla.

Tabla 16. Riqueza y abundancia de la mastofauna presente en las unidades forestales.

Orden	Familia	Especie	POF_01 (BDBTF)	POF_02 (Vsb)	POF_03 (BG)	POF_04 (BFVS)	No. de registros
Artiodactyla	Cervidae	<i>Passalites sanctaemartae</i>	2	0	0	0	2
	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	4	2	0	1	7
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	2	2	21	1	26
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	0	3	0	3	6
		<i>Puma yagouaroundi</i>	2	0	0	1	3
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	5	0	0	2	7
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	3	0	1	0	4
	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	1	5	2	1	9
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Peropteryx kappleri</i>	0	0	0	1	1

		<i>Peropteryx sp.</i>	1	0	0	0	1
		<i>Rhynchonycteris naso</i>	0	0	1	0	1
		<i>Saccopteryx bilineata</i>	1	1	0	0	2
		<i>Saccopteryx sp.</i>	1	0	0	1	2
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	1	0	0	0	1
	Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	1	0	0	1	2
		<i>Nyctinomops macrotis</i>	0	0	0	1	1
	Noctilionidae	<i>Noctilio albiventris</i>	0	1	0	0	1
	Phyllostomidae	<i>Artibeus amplus</i>	0	6	2	0	8
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	0	24	25	0	49
		<i>Artibeus lituratus</i>	3	14	0	0	17
		<i>Artibeus planirostris</i>	0	4	0	0	4
		<i>Carollia brevicauda</i>	0	4	10	1	15
		<i>Carollia perspicillata</i>	6	42	21	7	76
		<i>Desmodus rotundus</i>	0	1	0	0	1
		<i>Glossophaga longirostris</i>	0	3	66	0	69
		<i>Glossophaga soricina</i>	3	13	34	6	56
		<i>Micronycteris megalotis</i>	0	1	0	0	1
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	0	8	0	0	8
		<i>Sturnira lillium</i>	0	4	1	0	5
		<i>Uroderma convexum</i>	0	11	0	0	11
		<i>Uroderma magnirostrum</i>	0	9	2	0	11
	Vespertilionidae	<i>Myotis riparius</i>	0	0	0	1	1
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	0	1	1	4
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	7	4	1	0	12
		<i>Marmosa robinsoni</i>	0	0	1	1	2
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus sp.</i>	0	5	19	10	34
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	0	0	0	2	2
		<i>Tamandua mexicana</i>	1	1	1	3	6
Primates	Aotidae	<i>Aotus griseimembra</i>	5	0	0	0	5
	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	0	10	0	0	10
	Callitrichidae	<i>Oedipomidas oedipus</i>	4	0	0	0	4
	Cebidae	<i>Cebus versicolor</i>	8	11	0	0	19
Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus isthmus</i>	4	0	0	0	4
	Cricetidae	<i>Oecomys sp.</i>	0	0	0	1	1
		<i>Oecomys speciosus</i>	0	0	1	0	1
		<i>Transandinomys talamancae</i>	0	1	0	0	1
		<i>Zygodontomys brevicauda</i>	0	1	3	0	4
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	13	2	0	4	19
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	31	4	1	15	51
		<i>Patonomys semivillosus</i>	0	1	0	0	1
	Echimyidae	<i>Proechimys canicollis</i>	0	1	0	0	1
		<i>Proechimys sp.</i>	1	0	0	2	3
	Sciuridae	<i>Syntheosciurus granatensis</i>	0	11	0	0	11
Total general	25	53	112	210	214	67	603

BDBTF, Bosque denso bajo de tierra firme; **VSb**, Vegetación secundaria baja; **BG**, Bosque de galería y ripario;
BFVS, Bosque fragmentado con vegetación secundaria

	
<i>Artibeus jamaicensis</i> Fecha: 29/11/2025 Coordenadas: 10.765161, -75.129613	<i>Carollia perspicillata</i> Fecha: 29/11/2025 Coordenadas: 10.765161, -75.129613
	
<i>Noctilio albiventris</i> Fecha: 29/11/2025 Coordenadas: 10.765161, -75.129613	<i>Glossophaga soricina</i> Fecha: 29/11/2025 Coordenadas: 10.765161, -75.129613
	
<i>Uroderma convexum</i> Fecha: 29/11/2025 Coordenadas: 10.765161, -75.129613	<i>Saccopteryx sp.</i> Fecha: 29/11/2025 Coordenadas: 10.765161, -75.129613

Foto 29. Especies del Orden Chiroptera registrados con redes de niebla en las unidades forestales.

Es común que los registros de especies frugívoras y nectarívoras durante las lluvias suelen ser abundantes en la mayoría de las coberturas a través de los métodos de captura convencionales (e.g. redes de niebla), por tanto, se resaltan los registros de *Carollia brevicauda*, *Artibeus jamaicensis* y *Uroderma convexum* como especies dispersoras de alta importancia ecológica. En general los murciélagos dentro del monitoreo registraron un número de especies representativas de las áreas evaluadas y que habla sobre la importancia de las relaciones ecológicas en términos funcionales dentro de las coberturas objeto de estudio. Finalmente, respecto a la abundancia total del muestreo de mamíferos los registros de murciélagos representaron el 57.05% (Foto 29).

4.1.3.2.1. Llamadas de ecolocación

De acuerdo a la estructura del pulso, las llamadas de ecolocación pueden estar compuestas de elementos sencillos o mixtos, que se clasifican en tres tipos básicos: frecuencia constante (CF), frecuencia cuasi constante (QCF) y frecuencia modulada (FM), los cuales poseen propiedades funcionales (detecciones y ubicaciones) y pueden identificarse según sus características visuales en un espectrograma (Brigham et al., 2012) (Figura 21).

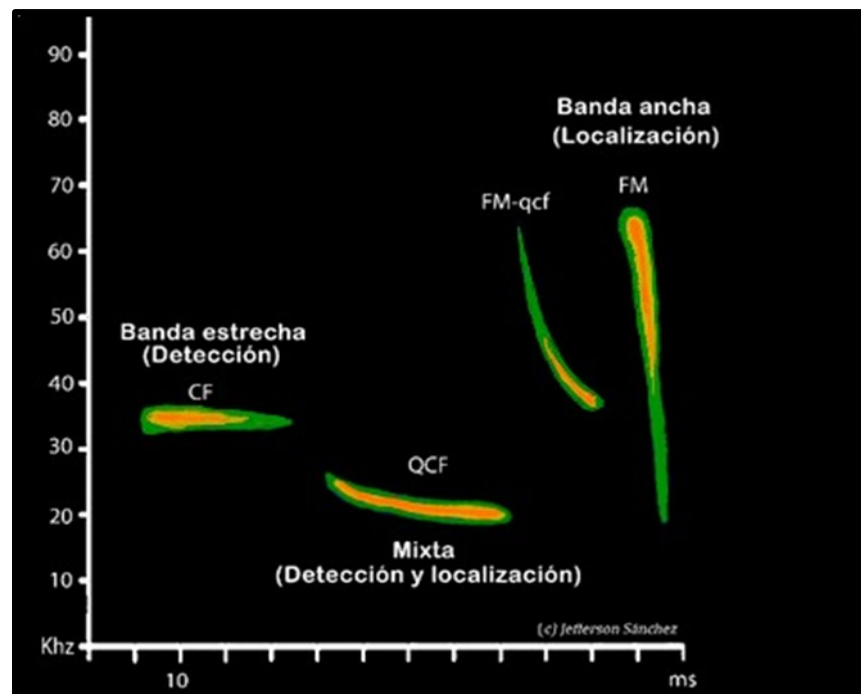


Figura 21 Espectrograma de los tipos de estructura de los pulsos de ecolocación.

- **Familia Emballonuridae**

Esta familia se caracteriza por presentar unos llamados con un componente central de frecuencia constante (FC) y una o dos frecuencias moduladas (FM) en los extremos. Todas las llamadas son multi-armónicas, generalmente con la mayor energía concentrada en el segundo armónico (Figura 21). Los murciélagos de esta familia presentan llamadas características de forrajeo en lugares abiertos (Jung et al., 2007; Zurc et al., 2017). Para esta familia registramos las especies *Saccopteryx*

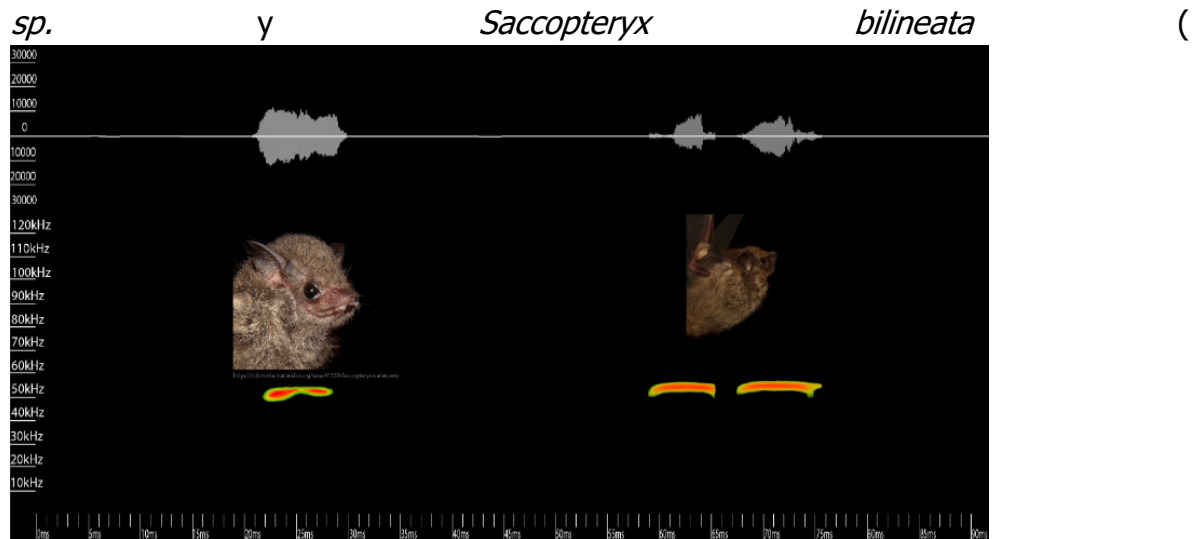


Figura 22).

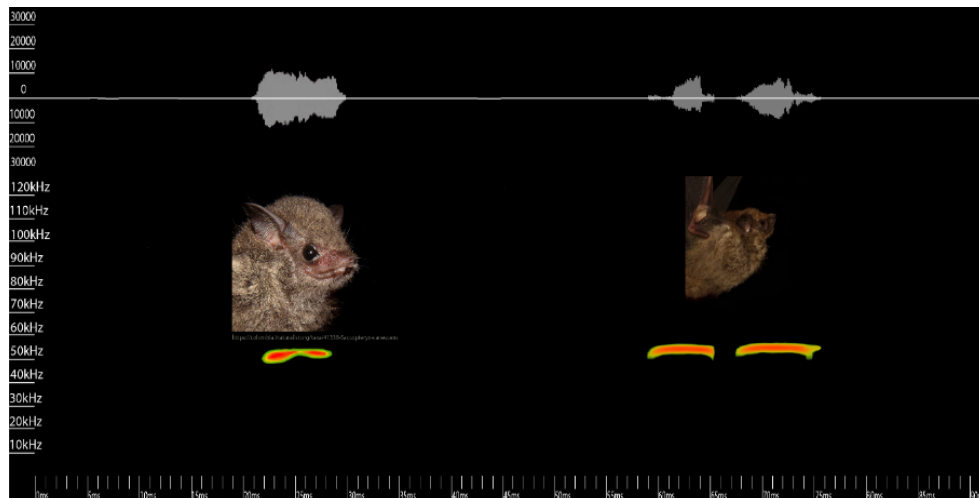


Figura 22 Espectrograma de las especies grabadas de la familia Emballonuridae.

- **Familia Noctilionidae**

Esta familia se caracteriza por tener llamadas de ecolocación con frecuencia de energía máxima (FME) en el primer armónico, sus llamadas de ecolocación son de frecuencia son de banda ancha, por encima de los 22kHz, principalmente de frecuencia modulada (FM), con un segmento de frecuencia cuasiconstantes (QF) (Figura 21). El componente de frecuencia modulada es la estructura principal de la llamada y comprende casi la totalidad de la banda de señal emitida (Brown et al., 1983; Voigt-Heucke et al., 2010). Para esta familia registramos la especie *Noctilio albiventris* (

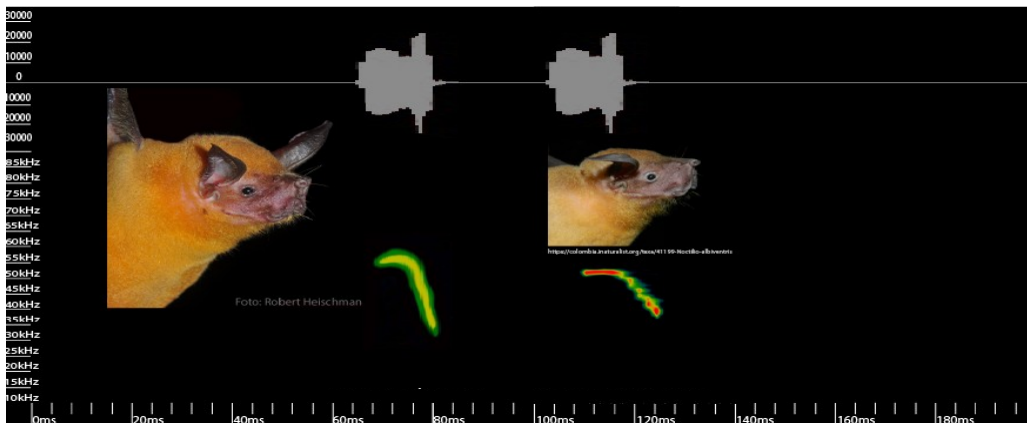


Figura 23).

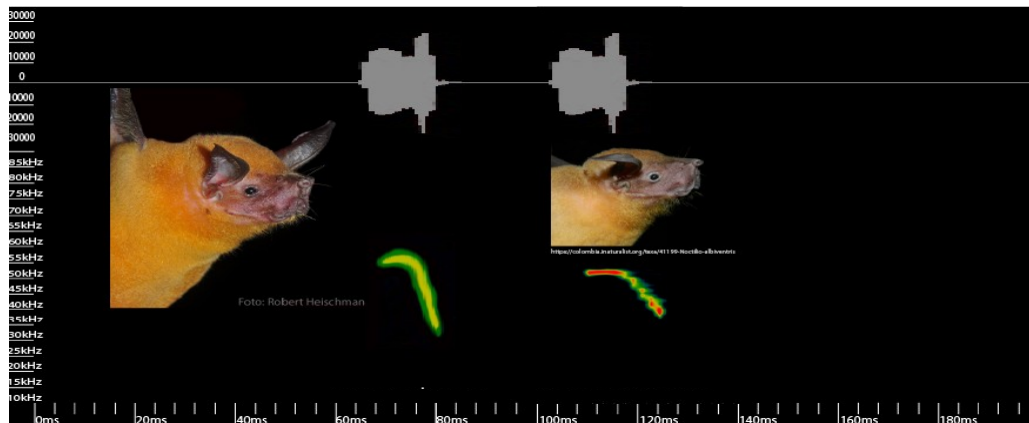


Figura 23 Espectrograma de las especies grabadas de la familia Noctilionidae

- **Familia Molossidae**

Esta familia se caracteriza por tener llamadas de ecolocación con frecuencia de energía máxima (FME) en el primer armónico, presenta frecuencias cuasiconstantes (QFC), al menos en uno de los tipos de pulso, a veces con pequeñas señales de frecuencia modulada (FM) (Jung y Kalko 2011) (Figura 21). Los Molósidos poseen una alta plasticidad en los parámetros de ecolocalización y presentan un diseño típico

para el forrajeo de insectos en espacio abierto (Ossa, 2010). Para esta familia registramos las especies *Molossus molossus* y *Nyctinomops macrotis* (

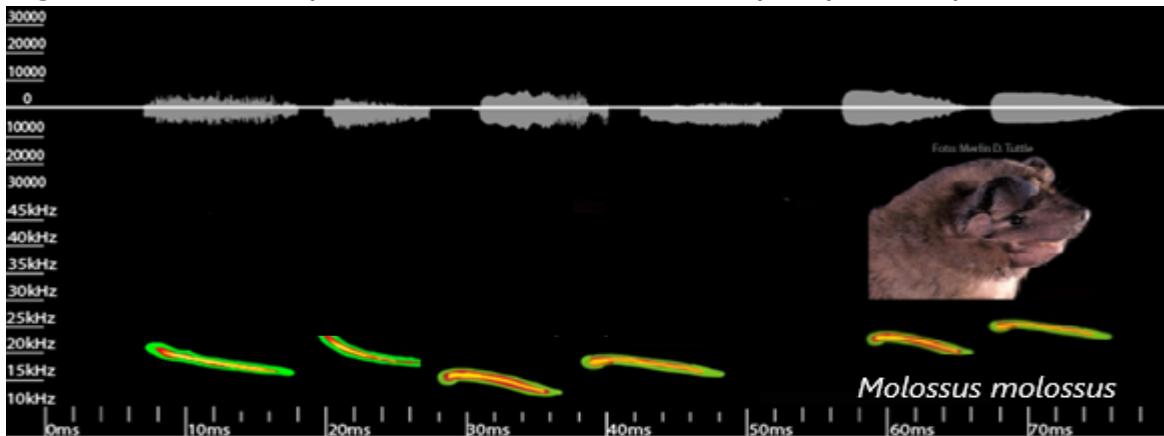


Figura 24).

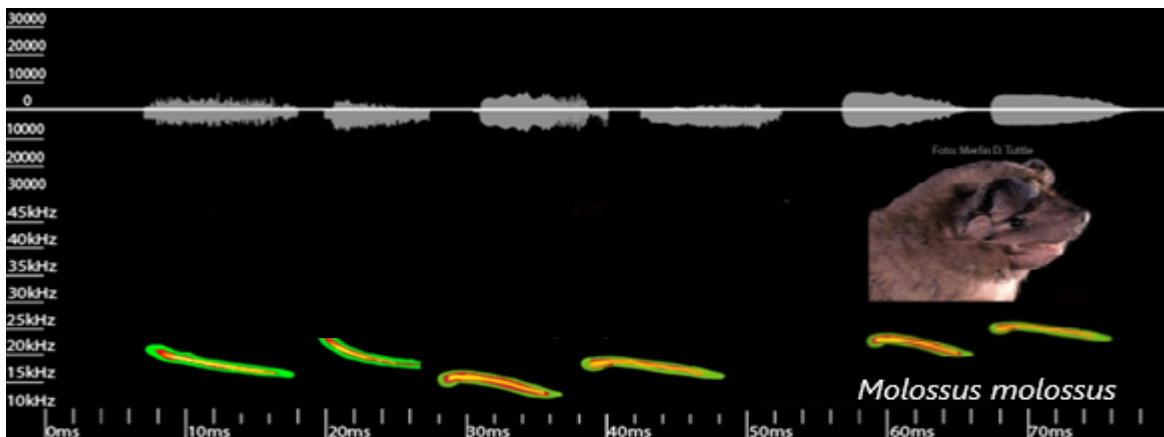


Figura 24. Espectrograma de las especies grabadas de la familia Molossidae.

Respecto a los carnívoros las metodologías de búsqueda intensiva de rastros y fototrampeo permitieron realizar aproximaciones acertadas respecto a la riqueza de especies en las estaciones objeto de muestreo. Para este monitoreo el orden representó el 9.12% de la abundancia del grupo, donde fue posible el registro de especies comunes del Caribe Colombiano como es el caso de *Procyon cancrivorus* y *Cerdocyon thous*, ambas especies abundantes y de fácil detección mediante recorridos diurnos a través de sus rastros u observación directa, y por otra parte *Eira barbara* y *Leopardus pardalis* las cuales representaron un buen indicador de muestreo ya que si bien su distribución es conocida en el departamento requieren de una intensidad de muestreo mayor para su detección y en el escenario de la temporada de lluvias fueron observadas con mayor facilidad (Foto 30).



Huella de Leopardus pardalis
Fecha: 01/12/2025
Coordenadas: 10.765164, -75.129611



Huella de Procyon cancrivorus
Fecha: 01/12/2025
Coordenadas: 10.765162, -75.129612



Cerdocyon thous
Fecha: 01/12/2025
Coordenadas: 10.765160, -75.129618



Eira barbara
Fecha: 01/12/2025
Coordenadas: 10.765164, -75.129611

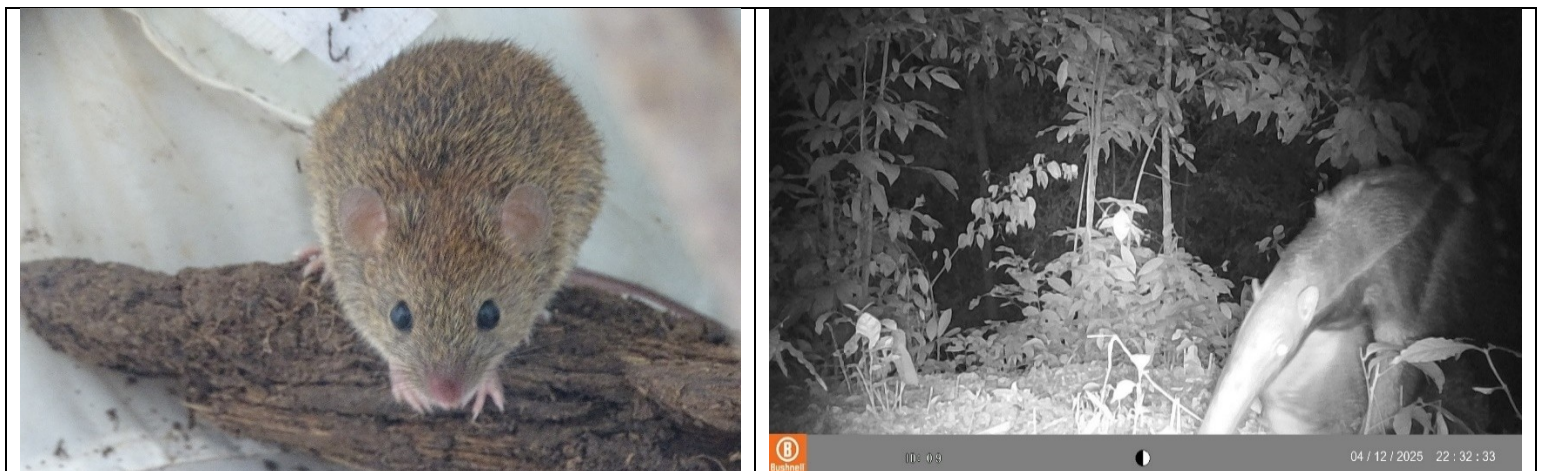
Foto 30. Especies del Orden Carnívora en las unidades forestales.

Los primates en las unidades forestales representan un grupo vagamente conocido en las coberturas que conforman las estaciones de monitoreo. Para este monitoreo se registraron 38 individuos, representados en cuatro especies: 19 registros de *Cebus versicolor* (mico cabiblanco), 10 de *Alouatta seniculus* (mono aullador), cinco individuos de *Aotus griseimembra* (tití nocturno) y cuatro de *Oedipomidas oedipus* (tití cabeciblanco), lo cual en términos de abundancia total del grupo representó el 6.30% de los registros y 7.54% de la riqueza total de los mamíferos (Foto 31).

	
<i>Oedipomidas oedipus</i> Fecha: 01/12/2025 Coordenadas: 10.765164, -75.129611	<i>Cebus versicolor</i> Fecha: 02/12/2025 Coordenadas: 10.520584, -75.205127

Foto 31. Especies del Orden Primates registrados en las unidades forestales.

Respecto al orden Rodentia fue posible el registro de individuos 97, pertenecientes a 11 especies, registradas mediante observación directa, cámaras trampa y trampa Sherman (Foto 32). La abundancia de este grupo representa el 16.09% de los registros en términos de abundancia durante el monitoreo, resaltando que gran parte de estos registros, son indirectos, ya que representan una frecuencia estimada por el IAR más que una abundancia propiamente dicha. Este orden es el segundo más diverso de Colombia (Ramírez-Chávez et al. 2021) y juega un papel fundamental en la cadena trófica, como fuente de proteína para depredadores y mesodepredadores (e.g. felinos, canidos), además de ser piezas fundamentales en la restauración de los ecosistemas por su papel como dispersores de semillas.



<i>Oecomys sp.</i> Fecha: 30/11/2025 Coordenadas: 10,70311, -74,882712-	<i>Myrmechophaga tridactyla</i> Fecha: 04/12/2025 Coordenadas: 10,70309, -74,882710-
	
<i>Patomys semivillosus</i> Fecha: 30/11/2025 Coordenadas: 10,618846, -74,974113	<i>Zygodontomys brevicauda</i> Fecha: 01/12/2025 Coordenadas: 10,520646, -75,205099

Foto 32. Especies del Ordenes Pilosa y Rodentia registrados en las unidades forestales.

El resto de ordenes registrados: Artiodactyla (Foto 34), Pilosa, Didelphimorphia (Foto 33), Cingulata y Lagomorpha conformados por especies comunes y de uso cultural por las comunidades estuvieron escasamente representadas durante la temporada y en su conjunto acumularon el 11.44%. Estos ordenes, estuvieron representados por entre una y dos especies, resaltando la abundancia de *Sylvilagus* sp., con individuos, que fueron determinados en gran parte por registros indirectos (e.g. haces, huellas).



<i>Marmosa robinsoni</i> Fecha: 30/11/2025 Coordenadas: 10,520649, -75,205095	<i>Didelphis marsupialis</i> Fecha: 30/11/2025 Coordenadas: 10.765165, -75.129612
---	---

Foto 33. Especies del Ordenes Didelphimorphia registrados en las unidades forestales.



Foto 34. Especies del Ordenes Artiodactyla registrados en las unidades forestales.

Respecto a la diversidad en las estaciones objeto de estudio se puede determinar a través del índice de Margalef que la vegetación secundaria baja POF-2 (32 spp.) representó la zona de muestreo con la mayor diversidad, seguido del Bosque denso bajo de tierra firme POF-1 (25 spp.) y en menor proporción el bosque de galería POF-3 (20 spp.) y el bosque fragmentado con vegetación secundaria POF-4 (23 spp.). La tendencia en la disminución de la diversidad de especies de mamíferos sugiere una estrecha relación con variables como el tipo y calidad de las coberturas que conforman el hábitat, puesto que la oferta en términos de recursos para las especies de mamíferos suele ser compleja si existen variaciones drásticas en estructura y composición de especies que forman parte de su dieta, principalmente.

En términos de abundancia, la que corresponde aquí a la suma de diferentes tipos de registros (i.e. capturas por especie, registros independientes y presencia-ausencia de una especie), la estación POF-3, fue la más abundante, con 214 registros, seguido de POF-2, con 210 registros, t por POF-1, con 112 registros (Figura 25).

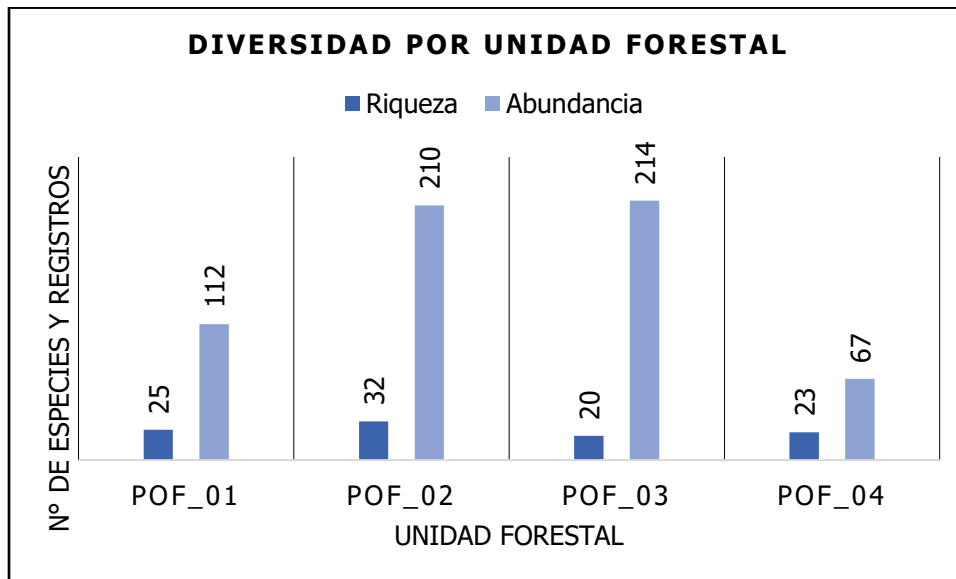


Figura 25. Riqueza y Número de registros por cobertura.

La comunidad de mamíferos de las unidades forestales, presenta una estructura típica de bosques tropicales, que se ve reflejada en las curvas de rango abundancia (Figura 26), en particular en la curva total (i.e. con todos los registros). En la parte más alta de las curvas, de las diferentes estaciones y a nivel general, se puede ver a un grupo de especies dominantes: *Carollia perspicillata*, *Dasyprocta punctata* y *Glossophaga longirostris*. En particular se puede ver a *Dasyprocta punctata* para la estación POF-1 y POF-4, *Carollia perspicillata* para POF-2 y a *Glossophaga longirostris* para la estación POF-3, especies de gran importancia ecológica en sistemas naturales degradados, ya sea como reguladores de las cascadas tróficas, como polinizadores, dispersores de semillas o como fuente de alimento para depredadores superiores (Smythe, 1978; Emmons & Feer, 1997). Un dato atípico ocurre en las estaciones, donde las especies dominantes son especies frugívoras y voladoras. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los datos de mamíferos voladores grandes provenientes de registro bioacústico corresponden a eventos independientes de registro, que hace alusión principalmente a la actividad del individuo y no a su abundancia real. La estructura de la comunidad de mamíferos en general presenta un comportamiento similar al observado en las estaciones de monitoreo, con tres especies dominantes en la cima de las curvas, un gran grupo de especies en rangos medios y un considerable grupo de especies raras, o de difícil registro en la base de la curva.

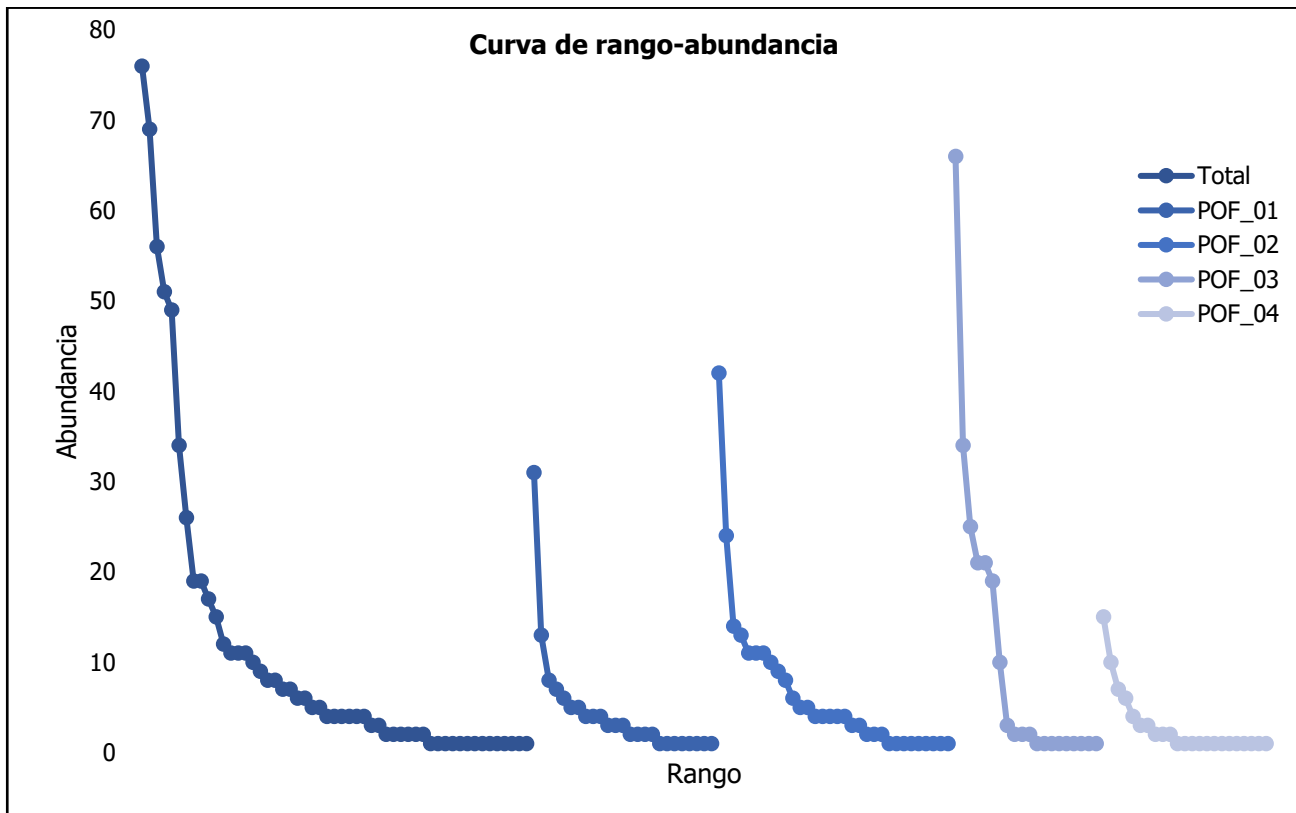


Figura 26. Curva de rango-abundancia en total y por unidad forestal de especies mamíferos registrados en las áreas objeto de ordenamiento.

4.1.3.3. Diversidad Alfa

Se calcularon índices para estimar los atributos de la diversidad de especies de mamíferos tomando como referencia la información recopilada en campo para cada estación de monitoreo (Tabla 17). Considerando el índice de diversidad de Shannon las estaciones con mayor diversidad de especies son: POF-2 ($H' = 3.005$), seguida de POF-4 ($H' = 2.812$), en estas estaciones se registró un entre 23 y 32 especies, con valores de abundancia que oscilaron entre 67 y 210 individuos, con una dominancia estimada por el índice de Simpson similar, con valores de 0.925 y 0.909 para las mismas estaciones. Por otra parte, las estaciones POF-3 y POF-1 presentaron valores medios de diversidad de Shannon ($H' = 2.181$ y 2.781 respectivamente), debido a que fueron los sitios del muestreo donde ocurrió la menor detección de especies con valores altos de abundancia (Figura 27; Figura 28).

Tabla 17. Valores de diversidad de Shannon (H) y Simpson (D) para las diferentes coberturas

Índice/Estación	POF_01	POF_02	POF_03	POF_04
Taxa_S	25	32	20	23

Individuals	112	210	214	67
Simpson_1-D	0.894	0.925	0.840	0.909
Shannon_H	2.781	3.005	2.181	2.812

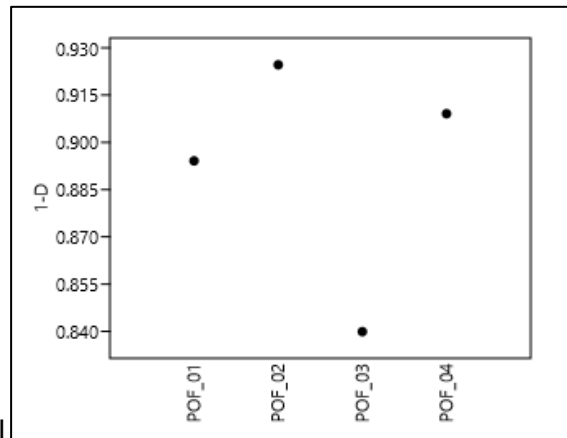


Figura 27. Diagrama de dispersión del índice de Dominancia de Simpson (D) para las estaciones de muestreo.

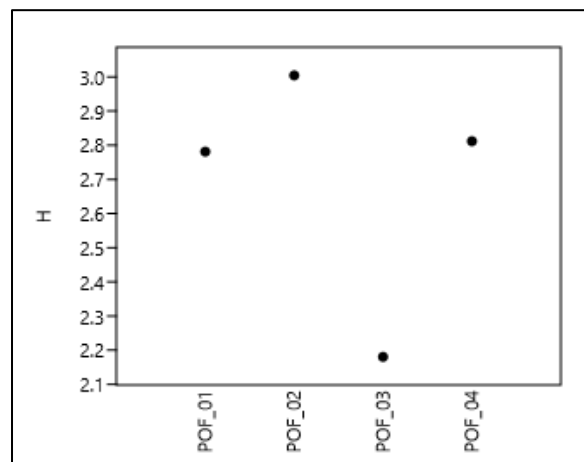


Figura 28. Diagrama de dispersión del índice de diversidad de Shannon (H') para las estaciones de muestreo.

4.1.3.4. Diversidad Beta

Se realizó un dendrograma de similitud en función Coeficiente de similitud de Jaccard teniendo en cuenta los valores registrados para cada estación (o cobertura en este caso) (Figura 29). El índice generó dos agrupaciones con el mismo valor de similitud, donde se evidencia la relación entre la presencia de especies entre estaciones de monitoreo, como es notorio en los resultados descritos. La estación POF-1 comparte 48% de sus elementos faunísticos con POF-1 representando una relación media entre registros y abundancia de mamíferos. Por otra parte, la

estructura de la vegetación puede ser un factor determinante en términos ecológicos para la relación de similitud del 48% entre la estación POF-2 y POF-3, que dentro de la matriz del paisaje pueden ofrecer una equivalencia para la oferta de recursos para los mamíferos registrados. En términos generales las variaciones en la similitud pueden ser cambiantes y se ven influenciadas por la intensidad de muestreo y la temporada climática, la cual condiciona los patrones de movilidad de las especies y el uso del hábitat.

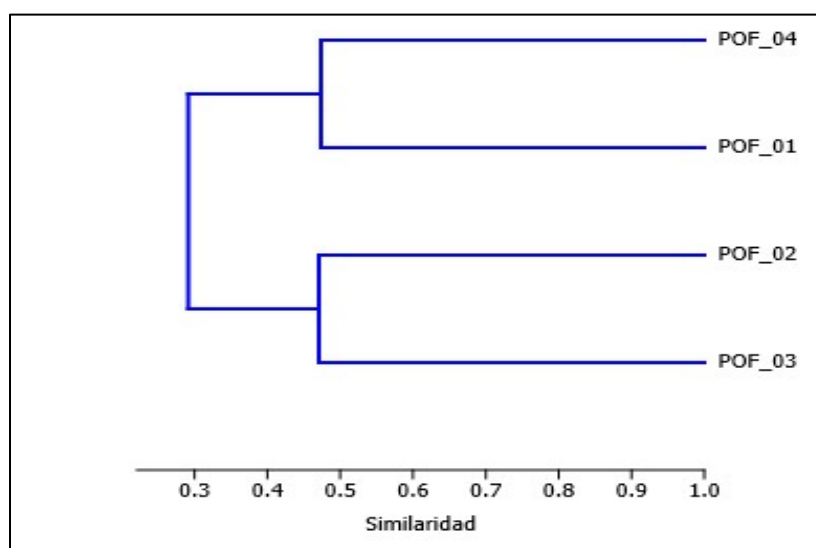


Figura 29. Dendrograma de similitud de Jaccard por cobertura vegetal.

Es coherente que las formaciones de Bosque denso bajo de tierra firme (POF-1) y el bosque fragmentado con vegetación secundaria (POF-4), contengan un número de registros de mamíferos considerable de elementos en común. En este sentido, las zonas naturales evaluadas se extienden sobre una matriz compleja en términos de paisaje permite suponer que las áreas objeto de monitoreo como POF-1 y POF-4 con extensiones de cobertura boscosa pueden contener amplia variedad de especies de fauna, ya que son lugares donde pueden existir condiciones favorables en términos de disponibilidad de recursos, pese a su heterogeneidad estructural y funcional, condiciones microclimáticas con periodos cambiantes.

4.1.3.5. Diversidad funcional

Las determinaciones de gremios tróficos dentro de las evaluaciones de biodiversidad resultan importantes para caracterizar algunos grupos de fauna, puesto que

proporcionan información sobre la forma en que las especies hacen uso de los recursos en un espacio ambiental (Pérez & Santos, 2011). La flexibilidad en términos alimenticios de los mamíferos hace que sea posible comparar sus gremios tróficos y hacer aproximaciones desde la diversidad funcional. En el presente monitoreo se identificaron ocho gremios tróficos, el mayor porcentaje en número de especies correspondió a los omnívoros (32.08%), seguidos de los insectívoros (24.53%), en este orden decreciente le siguen: frugívoros (22.64%), herbívoros (9.43%), Carnívoros y Nectarívoros (3.77%), piscívoros y hematófagos con 1.89% (Figura 30).

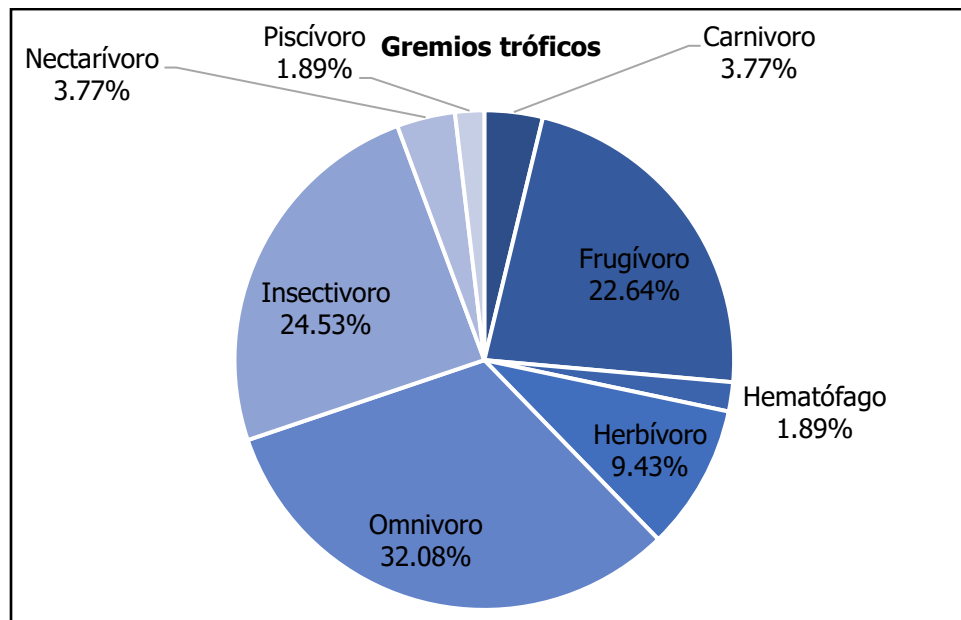


Figura 30. Número de especies por gremio trófico.

Los mamíferos registrados en esta temporada (i.e. temporada de lluvias) pueden tener conductas de alimentación diferentes, pues los factores climatológicos influyen en la tasa de producción de frutos de algunas especies vegetales, así como en los períodos de reproducción de otras especies animales que forman parte de la dieta de mamíferos. De acuerdo con esto la disponibilidad de recurso en algunos grupos puede variar significativamente y generar cambios poblacionales que se pueden percibir en ciertos momentos de las evaluaciones ecológicas.

El amplio registro de especies frugívoras durante el monitoreo supone amplia importancia en términos de redundancia funcional, aspecto clave para procesos de regeneración natural, puesto que múltiples especies aprovechan un mismo recurso,

como los roedores *Dasyprocta punctata* que se alimenta de frutas, los primates de la especie *Alouatta seniculus* que si bien no son frugívoros propiamente dichos integran frutas en su dieta y *Aotus griseimembra*, *Oedipomidas oedipus* y *Cebus versicolor* que aprovechan tanto elementos de origen animal como material vegetal, que en conjunto favorecen procesos de dispersión natural, al igual que algunas especies de murciélagos de la familia Phyllostomidae quienes presentan la mayor riqueza de especies y mayor diversidad funcional en ecosistemas del Neotrópico por sus requerimientos alimenticios y de hábitat (Medellin, Equihua, & Amin, 2000; Jones *et al.*, 2000).

Durante los recorridos en campo fue posible observar algunos individuos de murciélagos forrajeando en diferentes estratos del bosque, aprovechando los recursos desde las zonas del dosel hasta la parte baja del sotobosque; estos animales, al igual que en los demás ordenes de mamíferos como los carnívoros son importante en procesos que incluyan estrategias de restauración ecológica (Díaz *et al.*, 2015) gracias a sus diferentes hábitos alimenticios los murciélagos juegan un papel funcional importante dentro de los procesos ecológicos en estos ecosistemas, al actuar como reguladores de otras poblaciones de fauna, así como restauradores naturales al interactuar con espacios transformados, permitiendo el surgimiento de especies vegetales en zonas inaccesibles mediante la dispersión activa de semillas y la polinización (Ballesteros, 2015).

4.1.3.6. Especies endémicas y migratorias

De los mamíferos reportados en el presente monitoreo cuatro de ellas se encuentran catalogadas como especies endémicas (Ramírez-Chaves *et al.*, 2021; Díaz *et al.*, 2021) y, estas son: *Cebus versicolor*, *Aotus griseimembra* y *Oedipomidas oedipus*, con distribuciones que se restringen al Caribe colombiano y a los valles interandinos del norte del país. Así mismo, la rata espinosa arborícola (*Pattonomys semivillosus*), es una especie endémica de Colombia (Ramírez-Chaves *et al.*), que se distribuye por el drenaje inferior del río Magdalena en el noreste de Colombia en elevaciones de 0 hasta los 600 msnm (Emmons & Patton, 2015), en los departamentos de Bolívar, Cesar, Atlántico y Magdalena (Emmons & Fabre 2018).

Por otro lado, según la propuesta de Amaya-Espinel & Zapata (2014), ninguna de las especies de mamíferos presenta migraciones ni a nivel latitudinal y/o local.

4.1.3.7. Categorías de amenaza y restricción al comercio

La mastofauna reportada en este estudio tiene amplia distribución en diferentes ecosistemas de la región Caribe. De las 53 especies registradas en las coberturas evaluadas, el 7.55% se encuentra bajo algún criterio de amenaza global o nacional. Estas especies están agrupadas en cuatro familias y dos órdenes: Primates: *Aotus griseimembra* (Aotidae) catalogada como Vulnerable (VU), *Cebus versicolor* (Cebidae) categorizada como En peligro (EN) y *Oedipomidas oedipus* que se encuentra Críticamente amenazada (CR) según la lista roja de la UICN y la Resolución 0126 de 2024 (MADS). En cuanto al orden Pilosa, *Myrmecophaga tridactyla*, está catalogada como Vulnerable (VU), esto acorde a la Resolución 0126 de 2024 (MADS) y a la lista roja de UICN. En cuanto a restricciones al Biocomercio según CITES, dos especies se encuentran en apéndice I (i.e. *Oedipomidas oedipus* y *Leopardus pardalis*), cinco especies en el apéndice II y cuatro en apéndice III (Tabla 18).

Las especies en asunto revisten amplio interés a nivel nacional por la condición de vulnerabilidad y peligro de extinción dentro de los ecosistemas donde habitan, son los primates, en este caso *Cebus versicolor*, *Aotus griseimembra* y *Oedipomidas oedipus*, así como el hormiguero gigante *Myrmecophaga tridactyla* reportados en este estudio. Al igual que el hábitat de los medianos carnívoros y el resto de especies que componen este listado, estas especies han sido afectadas principalmente por la pérdida de coberturas naturales a causa de la continua extracción de madera, establecimientos de cultivos y ganadería, que genera parches de hábitat cada vez menos conectados y donde la regeneración natural se ve limitada por los continuos procesos de transformación que afronta el paisaje, impidiendo movilidad, obtención de recursos alimenticios y zonas de percha y/o reproducción (Defler, 2013).

Pese a que la mayoría de las especies registradas se encuentran en categoría de preocupación menor es importante mencionar que algunas están expuestas a continua presión y amenazas locales que pueden disminuir progresivamente sus poblaciones con el tiempo, esto incluye especies que son usadas para subsistencia como es el caso de *Dasyprocta punctata*, *Dasypus novemcinctus* y *Sylvilagus floridanus*. Además del consumo, otras especies enfrentan problemas de retaliación por conflictos con humanos, principalmente por el ataque a animales de corral, como es el caso del tigrillo *Leopardus pardalis* y *Eira barbara* por ejemplo, esta problemática persiste y genera en la actualidad desplazamientos en múltiples ecosistemas de un sin número medianos y grandes carnívoros, así como competencia por la obtención de recursos (Peña & Castillo, 2013). Adicionalmente, vale la pena resaltar la categoría de Datos deficientes (DD) para *Hydrochoerus*

isthmius, que si bien no es una categoría de amenaza propiamente, llama la atención el desconocimiento del estado actual de sus poblaciones.

Tabla 18. Categorías de Amenaza y estado de Comercio Internacional de las especies de mamíferos categorizados bajo algún grado de amenaza o alguna restricción a su comercio registrados en las Unidades Forestales.

Especie	UICN	Resolución 0126 de 2024	CITES	Endémico
<i>Alouatta seniculus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Aotus griseimembra</i>	VU	VU	NL	Si
<i>Artibeus amplus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Artibeus jamaicensis</i>	LC	NE	NL	No
<i>Artibeus lituratus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Artibeus planirostris</i>	LC	NE	NL	No
<i>Carollia brevicauda</i>	LC	NE	NL	No
<i>Carollia perspicillata</i>	LC	NE	NL	No
<i>Cebus versicolor</i>	EN	EN	II	Si
<i>Cerdocyon thous</i>	LC	NE	II	No
<i>Conepatus semistriatus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Cuniculus paca</i>	LC	NE	III	No
<i>Dasyprocta punctata</i>	LC	NE	III	No
<i>Dasypus novemcinctus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Desmodus rotundus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Dicotyles tajacu</i>	LC	NE	II	No
<i>Didelphis marsupialis</i>	LC	NE	NL	No
<i>Eira barbara</i>	LC	NE	III	No
<i>Glossophaga longirostris</i>	LC	NE	NL	No
<i>Glossophaga soricina</i>	LC	NE	NL	No
<i>Hydrochoerus isthmius</i>	DD	NE	NL	No
<i>Leopardus pardalis</i>	LC	NE	I	No
<i>Marmosa robinsoni</i>	LC	NE	NL	No
<i>Micronycteris megalotis</i>	LC	NE	NL	No
<i>Molossus molossus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Myotis riparius</i>	LC	NE	NL	No
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	VU	VU	II	No
<i>Noctilio albiventris</i>	LC	NE	NL	No
<i>Nyctinomops macrotis</i>	LC	NE	NL	No
<i>Oecomys sp.</i>	NA	NE	NA	NA
<i>Oecomys speciosus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Oedipomidas oedipus</i>	CR	CR	I	Si
<i>Passalites sanctaemartae</i>	NE	NE	NL	No
<i>Patomys semivillosus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Peropteryx kappleri</i>	LC	NE	NL	No
<i>Peropteryx sp.</i>	NA	NE	NA	NA
<i>Platyrrhinus helleri</i>	LC	NE	NL	No
<i>Procyon cancrivorus</i>	LC	NE	NL	No
<i>Proechimys canicollis</i>	LC	NE	NL	No
<i>Proechimys sp.</i>	NA	NE	NA	NA
<i>Puma yagouaroundi</i>	LC	NE	II	No
<i>Rhynchonycteris naso</i>	LC	NE	NL	No
<i>Saccopteryx bilineata</i>	LC	NE	NL	No

<i>Saccopteryx sp.</i>	NA	NE	NA	NA
<i>Sturnira lillium</i>	LC	NE	NL	No
<i>Sylvilagus sp.</i>	NA	NE	NA	NA
<i>Syntheosciurus granatensis</i>	LC	NE	NL	No
<i>Tadarida brasiliensis</i>	LC	NE	NL	No
<i>Tamandua mexicana</i>	LC	NE	III	No
<i>Transandinomys talamancae</i>	LC	NE	NL	No
<i>Uroderma convexum</i>	LC	NE	NL	No
<i>Uroderma magnirostrum</i>	LC	NE	NL	No
<i>Zygodontomys brevicauda</i>	LC	NE	NL	No

Amenaza: LC, preocupación menor; VU, Vulnerable; EN, En peligro; NE, No evaluado; CR, críticamente amenazado. CITES: I, apéndice I; II, apéndice II; III, apéndice III.

4.1.3.8. Problemática actual de la mastofauna

La mastofauna registrada en el departamento del Atlántico, representada por especies como *Dicotyles tajacu*, *Cerdocyon thous*, *Leopardus pardalis*, *Eira barbara*, *Cuniculus paca* y *Dasyprocta punctata*, enfrenta una problemática marcada por la presión de caza, el aprovechamiento ineficiente y los conflictos derivados de la interacción con comunidades humanas. Históricamente, los mamíferos medianos han constituido un recurso de subsistencia y comercio local, utilizados como fuente de proteína y en mercados tradicionales. Sin embargo, la extracción se realiza sin criterios de sostenibilidad, lo que ha generado una disminución progresiva de las poblaciones y la desaparición local de especies de gran porte, como el oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*) y el venado (*Mazama sanctaemartae*), cuya ausencia en registros recientes refleja la magnitud de la presión antrópica (Emmons & Feer, 1997).

La marcada presión de cacería sobre las poblaciones de especies de interés económico, como la guartinaja (*Cuniculus paca*), el ñeque (*Dasyprocta punctata*), el venado (*Mazama sanctaemartae*), el capibara (*Hydrochoerus isthmius*), el zaino (*Dicotyles tajacu*) y el tapir (*Tapirus terrestres*, extinto localmente), mantiene un ciclo de extracción ineficiente que compromete la persistencia y sobrevivencia de estas poblaciones. Estas especies cumplen un papel fundamental como agentes modeladores de nicho, regulando la estructura de la vegetación, la dispersión de semillas y la dinámica de los ecosistemas. Su ausencia genera impactos negativos en la regeneración natural de los bosques y en la estabilidad de los sistemas tróficos, evidenciando la pérdida de funcionalidad ecológica en el Atlántico (Ojasti, 2000; Payán & Soto, 2012).

Asimismo, especies de menor porte como guartinaja (*Cuniculus paca*), el ñeque (*Dasyprocta punctata*) y los conejos (*Sylvilagus sp.*) son objeto de caza de

subsistencia, especialmente en comunidades rurales. La ausencia de programas de cría en cautiverio o de manejo comunitario sostenible de estas especies intensifica la presión sobre estas poblaciones, reduciendo su abundancia y limitando su potencial como recurso renovable. La explotación indiscriminada de estos grupos refleja la ausencia de alternativas productivas que permitan disminuir la dependencia de la fauna silvestre (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Los conflictos con felinos constituyen otro aspecto crítico de la problemática. Especies como el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el yaguarundí (*Puma yagouaroundi*) son objeto de persecución debido a ataques ocasionales sobre aves de corral y pequeños mamíferos domésticos. La percepción negativa de estas especies conduce a su eliminación sistemática, intensificando la presión sobre sus poblaciones. La ausencia de registros de grandes felinos en este estudio, como el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*), constituye un indicador claro de las presiones de persecución y de la pérdida de hábitat, reflejando un vacío ecológico que altera las dinámicas tróficas y reduce la funcionalidad de los ecosistemas (Payán & Soto, 2012).

En síntesis, la problemática de los mamíferos en el Atlántico se centra en la tensión entre su valor económico y cultural y la falta de mecanismos de manejo sostenible. La desaparición local de especies de gran porte, la explotación ineficiente de roedores de caza, la ausencia de sistemas productivos con especies clave como el tapir y el capibara, y los conflictos con felinos reflejan un escenario crítico que demanda la implementación de programas de conservación, producción sostenible y educación comunitaria. Solo mediante la integración de estas estrategias será posible garantizar la persistencia de la mastofauna y su aporte a la funcionalidad de los ecosistemas en el marco del ordenamiento forestal del Atlántico.

4.1.3.9. Conclusiones mastofauna

Los métodos empleados para el estudio de mamíferos permitieron la detección de 53 especies, que usan las coberturas asociadas a las cuatro estaciones biosensoras del área de influencia directa de las unidades forestales, las especies capturadas en su mayoría fueron del orden Chiroptera, Rodentia y Carnívora, esto gracias a la articulación de las técnicas bioacústicas para detección de especies de vuelo alto, principalmente insectívoros y por la instalación de sistemas de fototrampeo que mejora la percepción de especies nocturnas y de difícil avistamiento durante recorridos, con sistemas de captura pasiva (e.g. trampas Sherman).

Durante la época de lluvias en las unidades forestales fue posible la detección de 53 especies y 603 individuos de mamíferos a través de varias técnicas de muestreo especializadas. En términos de diversidad los valores asociados a estaciones con coberturas de vegetación secundaria baja y bosque denso bajo de tierra firme, sin desconocer la importancia del bosque fragmentado y de galería, que ilustran la importancia ecológica y funcional de estos espacios, el estado de conservación de estas pese a los diferentes factores tensionantes del entorno permite que múltiples especies de mamíferos usen el hábitat disponible y suplan sus requerimientos alimenticios, de refugio y/o reproducción. En general todas las coberturas resultan importantes puesto que la escasa presencia de especies durante el monitoreo no supone una nulidad en su uso, sino que deben ser vistas como espacios dinámicos ofrece condiciones de hábitat para el forrajeo de especies diurnas y nocturnas como algunos carnívoros que recorren amplias extensiones de hábitat en busca de alimento.

El comportamiento de la curva de acumulación de especies permitió entender que pese a tener un excelente muestreo, el registro de especies tan crípticas como la mayoría de los mamíferos requiere de un mayor esfuerzo de trabajo, esto supone que a mayor disposición del esfuerzo de fototrampeo en número de días y equipos por ejemplo se puede lograr el registro de especies como grandes felinos y otros mamíferos medianos, que por sus hábitos ecológicos requieren de mayor intensidad de muestreo, lo mismo ocurre con los sistemas de trampeo para pequeños roedores (*e.g.* Sherman) los cuales suelen ser ineficientes en pocos días.

Para el presente monitoreo se reportan cuatro especies endémicas, que corresponden a tres especies del grupos de los primates (i.e. *Cebus versicolor*, *Aotus griseimembra* y *Oedipomidas oedipus*) y una, la rata espinosa arborícola (*Pattonomys semivillosus*) al grupo de los roedores.

Se registró una especie en categorías de amenaza a la extinción según la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-UICN y la lista del Ministerio de Ambiente y Desarrollo, y corresponde al oso colecaballo (*Myrmecophaga tridactyla*), catalogado como Vulnerable (VU), mientras que de los primates, *Aotus griseimembra* (Aotidae) se encuentra catalogada como Vulnerable (VU), *Cebus versicolor* (Cebidae) categorizada como En peligro (EN) y *Oedipomidas oedipus* que se encuentra Críticamente amenazada (CR) según la lista roja de la UICN y la Resolución 0126 de 2024 (MADS). En todos los casos, las amenazas se relacionan con la pérdida del hábitat en la que se encuentra principalmente por quemadas que afectan las sábanas que suelen habitar (UICN). En cuanto a

restricciones al Biocomercio según CITES, dos especies se encuentran en apéndice I (i.e. *Oedipomidas oedipus* y *Leopardus pardalis*), cinco especies en el apéndice II y cuatro en apéndice III.

4.1.4. Hallazgos en los ensamblajes de insectos en las estaciones de Unidades Forestales del departamento del Atlántico

4.1.4.1. Descripción general de los grupos generalistas

Los insectos son organismos invertebrados pertenecientes al Phylum Arthropoda y pueden ser diagnosticados por la posesión de las siguientes características: cuerpo dividido en tres regiones conocidas como tagmas, tres pares de patas, dos pares de alas con sus respectivas modificaciones y un par de antenas (Bustillo, 2008). La evidencia fósil sugiere que surgieron en el período Carbonífero de la era Paleozoica, hace aproximadamente 365 millones de años y desde entonces son el grupo biológico más diverso de la Tierra (Mathew, 2022). Se han descrito alrededor de 1.4 millones de especies, pero las cifras de biodiversidad real se estiman en un rango entre los 5 y 30 millones de especies, un hecho que revela la enorme diversidad de insectos que queda por descubrir, además de esto, muchos grupos presentan abundancias del orden de millones y una enorme riqueza; se ha demostrado que un solo árbol grande selvas tropicales puede albergar unas 1000 especies de insectos (Matthew, 2022).

Los insectos pueden evocar sensaciones de asco o miedo, debido a la mala percepción social que suele tener este grupo. Esto puede explicarse porque algunos de ellos pueden ser vectores de enfermedades, como en el caso del mosquito que es el vector responsable de más muertes humanas. Sin embargo, su importancia cultural y económica suele ser muy relevante, lo que los vuelve una de las formas de vida más importantes para el ser humano y para los ecosistemas en general. Participan en una gran cantidad de procesos en las que su biomasa es esencial. Una gran cantidad de ellos se desenvuelven en roles como polinizadores (garantizando nuestra seguridad alimentaria), descomponedores (permitiendo el reciclaje de nutrientes), depredadores y presas (garantizando el equilibrio natural y siendo la principal dieta de otros grupos animales) (Verma *et al.*, 2023).

Dentro de esta clase, los órdenes más diversos son: Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Hemiptera y ya que los insectos muestreados en este proyecto pertenecen a tres de los grupos anteriormente mencionados, se destaca la importancia de este trabajo y del levantamiento de información aquí realizado. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el muestreo realizado en las localidades de estaciones de muestreo de las Unidades Forestales, cuyo inventario se encuentra expresado en la diversidad de familias teniendo en cuenta las abundancias por especie.

4.1.4.1.1. Representatividad del muestro y riqueza específica

Las curvas de acumulación de familias para el monitoreo de las unidades forestales muestran un incremento constante en el número de familias estimadas (S) conforme aumenta el esfuerzo de muestreo (Figura 31). La riqueza observada (n=18) representa el 62.24% de la riqueza esperada por los indicadores evaluados, lo que implica que, aunque el esfuerzo de muestreo fue moderado, logró representar una parte considerable de la diversidad presente en el área de estudio.

El hecho de que ninguna de las curvas alcance una asíntota indica que es posible detectar nuevas familias con un esfuerzo adicional. No obstante, las diferencias entre los valores observados y estimados sugieren que las familias no registradas probablemente tengan una presencia marginal o esporádica. El estimador Chao 1 alcanzó el valor más alto (38.97), lo que representa una riqueza esperada más del doble de la observada, evidenciando una posible subestimación en el muestreo inicial, especialmente de familias raras o de baja abundancia. Esto se ve reforzado por la marcada pendiente ascendente de su curva, lo que sugiere un sistema con componentes taxonómicos aún por descubrir.

Por su parte, Jackknife 1 estimó una riqueza de 26.25, mientras que Bootstrap arrojó un valor de 21.55. Comparando estos con la riqueza observada, se obtienen niveles de representatividad de aproximadamente 68.57% para Jackknife 1 y 83.5% para Bootstrap. Estos indicadores refuerzan la idea de que el conjunto de familias colectado constituye una fracción significativa, aunque no exhaustiva, de la comunidad entomológica presente.

La riqueza observada (S Mean) se mantuvo consistentemente por debajo de los valores proyectados, alcanzando solo 18 familias frente a las 26 - 39 esperadas por los estimadores. Esto no invalida el muestreo realizado, pero sugiere que sería deseable un esfuerzo complementario, especialmente en coberturas donde se sospeche alta heterogeneidad microambiental o presencia de taxones crípticos.

En resumen, aunque el muestreo realizado ofrece una base sólida, los resultados indican que aún existe un potencial importante para el descubrimiento de nuevas familias con un mayor esfuerzo de colecta, particularmente si se amplía la cobertura espacial o se diversifican los métodos de captura.

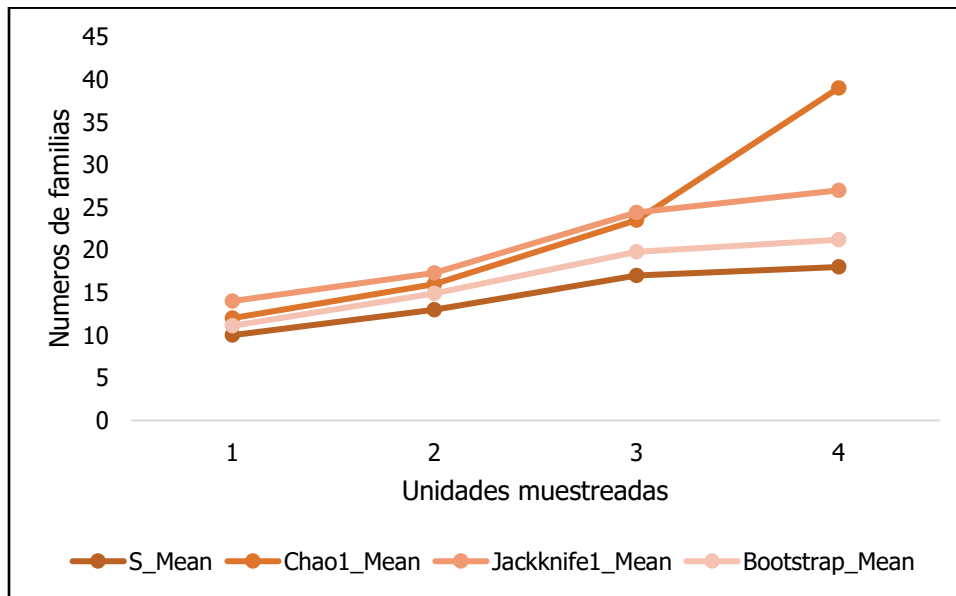


Figura 31. Curva de acumulación de especies de los insectos registrados en las estaciones de muestreo de fauna de las Unidades Forestales.

4.1.4.1.2. Composición y estructura de la comunidad de insectos para las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

Durante la temporada lluviosa de 2025 en las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales, se registraron 135 individuos, valor inusualmente bajo, que se relaciona con las intensas lluvias que imposibilitaron la captura eficiente de individuos de este grupo. pertenecientes a varios órdenes y 14 familias de insectos generalistas. Destacó ampliamente la familia Formicidae (Hymenoptera) como la más representativa, con 61 individuos, seguida por Nymphalidae (Lepidoptera) con 21 individuos y por Lycaenidae y Pieridae, ambas con 10 individuos cada una. Otras familias como Scarabaeidae (5 individuos), Vespidae (7) y Tortricidae (7) presentaron valores intermedios. La familia Riodinidae estuvo representada por un solo ejemplar, indicando baja ocurrencia o una posible especialización de hábitat.

En cuanto a la distribución por estación de monitoreo, la estación Central registró la mayor abundancia total, con 55 individuos, seguida de Norte (41 individuos) y Oriental (22 individuos). La estación Suroccidental fue la de menor abundancia con 19 individuos. Sin embargo, la mayor riqueza se registró en Central, con 12 familias, seguida de Norte (10 familias), Suroccidental (8 familias) y Oriental (5 familias) (Figura 32).

El predominio de Formicidae en Central (30 individuos) y Norte (17 individuos), así como su presencia en todas las estaciones, confirma su alta capacidad para ocupar

diferentes tipos de hábitat. Por su parte, Scarabaeidae, aunque menos abundante (5 individuos en total), también estuvo presente en todas las estaciones. La presencia de Vespidae, especialmente en Central (5 individuos), sugiere la existencia de recursos específicos que favorecen la actividad de avispas sociales.

Los lepidópteros diurnos y nocturnos, aunque menos abundantes, estuvieron representados por varias familias, con una mayor presencia de Nymphalidae (21 individuos) y registros importantes de Lycaenidae, Pieridae y Tortricidae. Este patrón indica cierta tolerancia a la estacionalidad seca y a ambientes semiabiertos (Tabla 58) (Figura 32; Tabla 19).

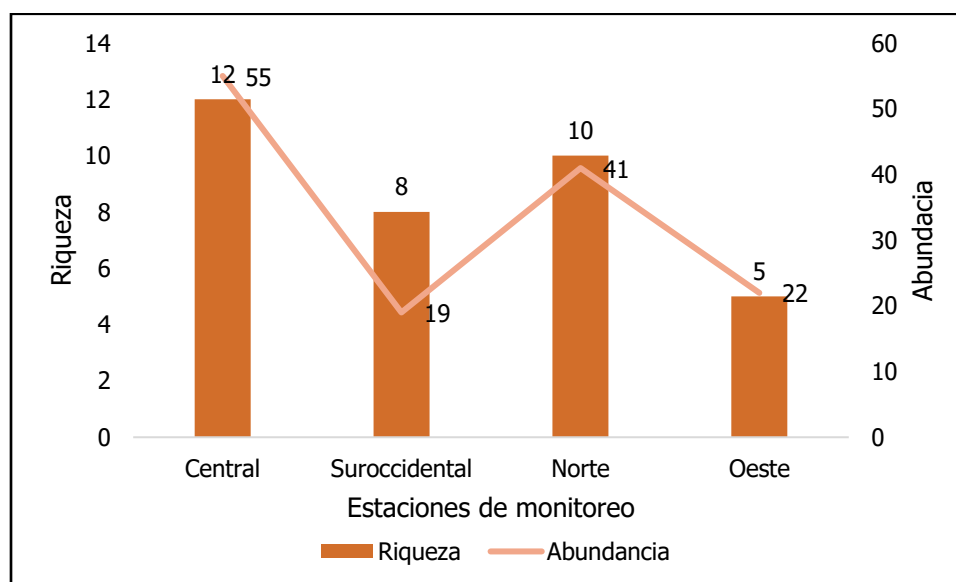


Figura 32. Riqueza y abundancia de insectos muestreados en la temporada lluviosa de 2025 en De las Unidades Forestales, Atlántico.

En síntesis, la comunidad de insectos generalistas en las localidades de las Unidades Forestales se muestra estructuralmente dominada por pocas familias de alta abundancia, particularmente Formicidae, mientras que la riqueza se distribuye de manera heterogénea entre las estaciones evaluadas. La estación Central destacó como la de mayor riqueza y abundancia, contrastando con Oriental, donde la baja riqueza se compensa parcialmente con la presencia de ciertos taxones clave (como Formicidae y algunas familias de Lepidoptera), reflejando un sistema funcional, aunque con señales claras de simplificación en su composición específica.

Tabla 19. Abundancia de familias de insectos generalistas en las Unidades Forestales.

Familias	Estaciones/Coberturas Vegetales				Total
	Central	Suroccidental	Norte	Oriental	
Blattodea					
Termitidae	0	0	0	0	0
Coleoptera					
Buprestidae	0	1	1	0	2
Cerambycidae	1	1	0	1	3
Chrysomelidae	1	0	2	0	3
Coccinellidae	0	0	0	0	0
Scarabaeidae	2	0	1	2	5
Diptera					
Tabanidae	1	1	0	0	2
Hymenoptera					
Eulophidae	1	0	1	0	2
Formicidae	30	4	17	10	61
Scelionidae	0	0	0	0	0
Vespidae	5	1	1	0	7
Lepidoptera					
Heterocera	1	0	2	0	3
Lycaenidae	3	2	0	5	10
Noctuidae	0	0	0	0	0
Nymphalidae	4	5	8	4	21
Pieridae	5	4	1	0	10
Riodinidae	1	0	0	0	1
Tortricidae	0	0	7	0	7
Total	55	19	41	22	135

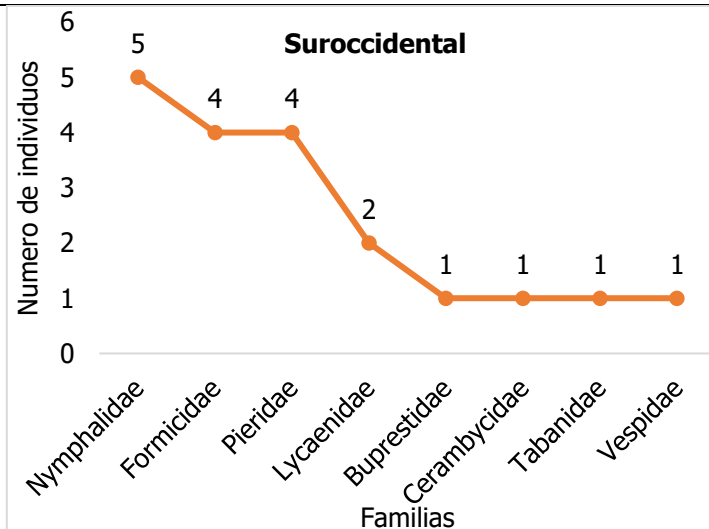
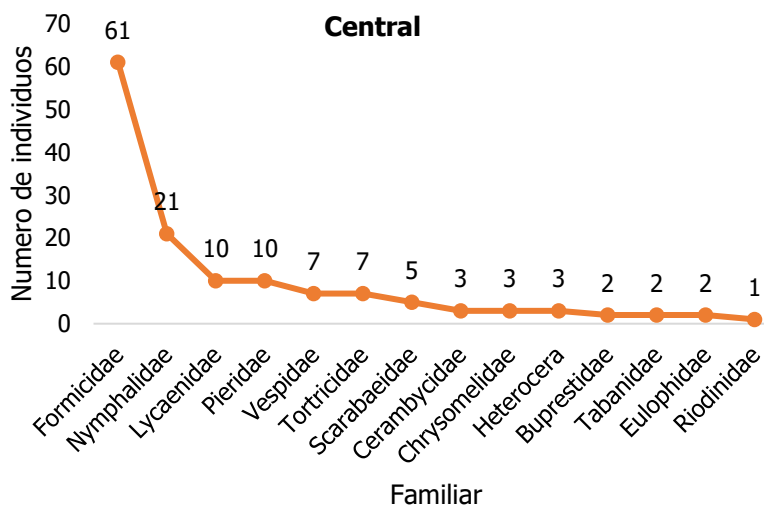
En la Central (Figura 33A) se identificó una estructura comunitaria fuertemente dominada por Formicidae (30 individuos), seguida por Nymphalidae (21 individuos). Otras familias, como Vespidae (5 individuos), Lycaenidae (10), Pieridae (7) y Scarabaeidae (2), aparecieron en abundancias bajas a moderadas. La mayoría de las demás familias registraron entre uno y tres individuos. La pendiente pronunciada de la curva indica una marcada concentración de la abundancia en pocas familias, lo que refleja baja equidad y una fuerte dominancia de grupos sociales y generalistas en esta estación.

En Suroccidental (Figura 33B), la comunidad presentó abundancias notoriamente bajas y una estructura menos diversa. Las familias más representativas fueron Nymphalidae (5 individuos) y Pieridae (4 individuos). El resto (incluyendo Cerambycidae, Tabanidae, Eulophidae, Formicidae, Lycaenidae y Tortricidae) apareció con 1 individuo cada una. Esto genera una curva de rango-abundancia con caída abrupta, evidenciando una comunidad con baja equidad y dominada por muy pocos grupos, posiblemente asociada a condiciones agrícolas más expuestas.

En Norte (Figura 33C), la familia más dominante fue nuevamente Formicidae (17 individuos), seguida por Nymphalidae (8), Lycaenidae (7) y Tortricidae (7). Algunas familias como Eulophidae, Pieridae o Chrysomelidae registraron valores mínimos (1–2 individuos). La curva muestra una estructura algo menos polarizada que en Central y Suroccidental, lo que sugiere una comunidad moderadamente más equilibrada, probablemente asociada a una mayor heterogeneidad del hábitat.

En Oriental (Figura 33D), la abundancia estuvo concentrada en pocas familias, especialmente Formicidae (10 individuos) y Lycaenidae (5 individuos), seguidas por Nymphalidae (4) y Scarabaeidae (2). El resto de las familias presentes se registraron con un solo individuo. Aunque la dominancia persiste, la pendiente de la curva es menos abrupta que en Suroccidental, indicando una leve mejora en la equidad, aunque manteniendo una estructura comunitaria centrada en unos pocos taxones bien adaptados a ambientes intervenidos.

En términos generales, todas las estaciones evaluadas mostraron comunidades dominadas por unas pocas familias (especialmente Formicidae), lo que reduce la equidad de la estructura faunística. Las curvas de rango–abundancia reflejan ensambles con desigualdades marcadas, influenciados por la estructura vegetal, la disponibilidad de recursos y las condiciones propias del bosque seco durante la época seca. Aunque la riqueza varía entre estaciones, la dominancia persistente de ciertos grupos funcionales sugiere que estos ambientes son aprovechados principalmente por especies sociales y generalistas, mientras que otras familias permanecen con abundancias bajas debido a restricciones ambientales o a factores de detectabilidad.



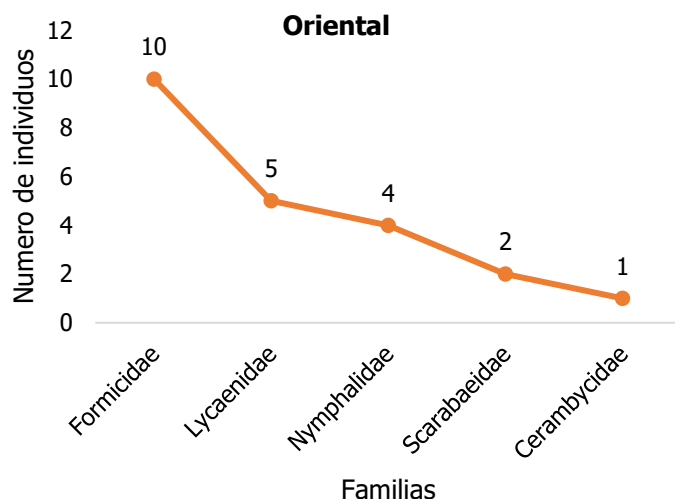
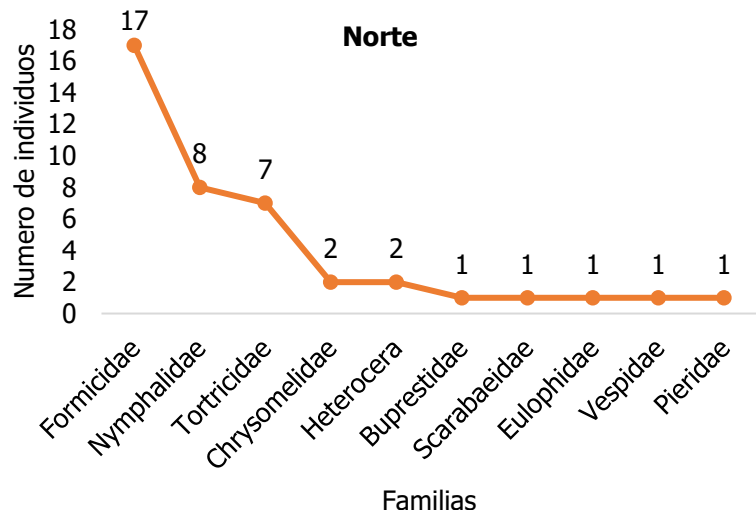


Figura 33. Diagrama de rango de abundancia de insectos generalistas en la época lluviosa de 2025 para las estaciones de muestreo

4.1.4.1.3. Diversidad alfa

Los valores del índice de dominancia (D) fueron más bajos en Central (0.18) y Norte (0.20), lo que indica una menor concentración de individuos en unas pocas familias y, por tanto, una mayor equidad en la distribución. Esta tendencia sugiere que ambas estaciones podrían estar ofreciendo condiciones estructurales o microambientales que permiten la coexistencia de múltiples grupos sin que alguno ejerza un dominio ecológico marcado. En contraste, Suroccidental (0.20) y especialmente Oriental (0.40) presentaron los valores más altos de dominancia, lo que refleja comunidades menos equitativas, posiblemente condicionadas por disturbios o una menor heterogeneidad ambiental que favorece a ciertos taxones sobre otros (Tabla 20).

El índice de Simpson (1-D), que estima la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a familias distintas, fue mayor en Central (0.82) y Norte (0.81). Este patrón refuerza la idea de que estas estaciones albergan comunidades con mayor diversidad efectiva. En contraste, Suroccidental (0.44) presentó el valor más bajo, indicando una diversidad reducida y coherente con la dominancia observada. Oriental (0.54) mostró un valor intermedio, lo que sugiere una diversidad moderada pero aún influenciada por la presencia dominante de unos pocos grupos (Tabla 20).

El índice de Shannon-Wiener (H'), que integra tanto la riqueza como la equidad, arrojó los valores más altos en Central (2.35) y Norte (2.20), lo que indica

comunidades con mayor complejidad ecológica y una distribución más equilibrada entre familias. En contraste, Suroccidental (1.15) y Oriental (1.12) presentaron los valores más bajos, reflejando una menor complejidad estructural y mayor desigualdad en la distribución de abundancias. Aunque Central y Norte muestran mayor diversidad, ninguna estación supera un valor de $H' = 3$, por lo que la diversidad global del ensamblaje puede considerarse de nivel moderado (Tabla 20).

Tabla 20. Índices de diversidad alfa para las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

Índice	Estaciones de monitoreo			
	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Dominance_D	0.18	0.20	0.20	0.40
Simpson_1-D	0.82	0.44	0.81	0.54
Shannon_H	2.35	1.15	2.20	1.12
Margalef	2.57	1.80	2.24	1.26

Por otro lado, la representación gráfica del Índice de Margalef evidencia diferencias claras en la riqueza relativa de familias de insectos generalistas entre las estaciones evaluadas durante la temporada lluviosa (Tabla 20). La estación Central obtuvo el valor más alto (2.57), seguida por Norte con 2.24, mientras que Suroccidental registró un valor intermedio (1.80) y Oriental presentó la menor riqueza relativa (1.26). Estos resultados indican que las estaciones con mayor complejidad estructural y mayor disponibilidad de microhábitats tienden a presentar una riqueza proporcionalmente más alta en relación con el número total de individuos capturados.

En el caso de Central, la presencia de vegetación de bosque seco con estratos bien definidos y zonas de acumulación de hojarasca favorece una mayor diversidad de nichos, lo que explica su valor elevado del índice. En Norte, la combinación de áreas abiertas con manchas de vegetación arbustiva y arbórea dispersa ofrece suficientes recursos y refugios para sostener una riqueza considerable, aun en condiciones secas. Suroccidental, aunque presenta valores moderados, conserva elementos estructurales que permiten mantener una comunidad relativamente diversa, pese a encontrarse en un ambiente más intervenido. Finalmente, Oriental registró la menor riqueza relativa, probablemente debido a una mayor simplificación del hábitat y a la reducción de microambientes especializados, lo que limita la presencia de un espectro más amplio de familias.

Por el contrario, Oriental presentó el índice más bajo (1.26), evidenciando una riqueza relativa marcadamente menor. Este tipo de cobertura, posiblemente más simplificada estructuralmente y con menor complejidad vertical, tiende a ofrecer hábitats más homogéneos y limitados en cuanto a refugio, disponibilidad de alimento y condiciones microclimáticas estables. Esto restringe la cantidad de familias que pueden establecerse en proporción al total de individuos registrados. Siguiendo los puntos de corte usuales para este índice (valores menores a 2.0 = baja riqueza), tanto Suroccidental (1.80) como Oriental muestran niveles reducidos de riqueza relativa, mientras que Norte, aunque supera ligeramente este umbral, mantiene una condición intermedia. Central, por su parte, es la única estación que se acerca a un nivel claramente medio-alto de diversidad, reflejando un entorno con mayor heterogeneidad de microhábitats pese a la estacionalidad seca.

En conjunto, los resultados del índice muestran un patrón consistente: Central emerge como la estación más diversa y equilibrada, seguida por Norte, lo cual puede atribuirse a una estructura vegetal que favorece la heterogeneidad de nichos y una mayor disponibilidad de recursos. En contraste, Suroccidental y especialmente Oriental presentan comunidades más dominadas y menos equitativas, posiblemente asociadas a procesos de perturbación, homogeneización del hábitat o limitaciones ecológicas asociadas a la sequía. Estos resultados permiten inferir que la complejidad estructural de cada estación está directamente relacionada con los niveles de diversidad de insectos generalistas presentes.

4.1.4.1.4. Diversidad beta

Para evaluar la similitud en la composición de especies entre las estaciones muestreadas, se empleó el índice de Jaccard. Los valores obtenidos oscilaron entre 0.36 y 0.69, lo que refleja un solapamiento bajo a moderado entre las comunidades de insectos generalistas presentes en cada área, indicando una diversidad beta marcada y una composición faunística diferenciada según el tipo de cobertura (Tabla 21).

Las mayores similitudes se registraron entre Central y Norte (0.69), seguidas por Central y Suroccidental (0.54) y por la relación entre Suroccidental y Norte (0.50). Este patrón sugiere que Central actúa como un punto con mayor conectividad ecológica dentro del paisaje, compartiendo especies tanto con zonas más abiertas como con áreas intermedias en estructura. La afinidad entre Suroccidental y Norte

también indica condiciones ambientales que permiten el intercambio de insectos con requerimientos similares.

En contraste, la menor similitud se observó entre Norte y Oriental (0.36), lo que evidencia un bajo solapamiento taxonómico y composicional entre estas estaciones. De forma similar, Central y Oriental (0.42) y Suroccidental y Oriental (0.44) mostraron valores relativamente bajos, señalando que Oriental presenta un ensamble faunístico más particular, posiblemente condicionado por limitaciones estructurales o ambientales que restringen la presencia compartida de especies con las demás estaciones.

En conjunto, los resultados muestran que, aunque existe cierto grado de compartimiento entre áreas cercanas o con condiciones ambientales comparables, la composición general de insectos en el paisaje es heterogénea. Este patrón de diversidad beta resalta la importancia de mantener la variación ambiental y estructural del territorio, ya que cada estación aporta un componente único al ensamble regional de insectos generalistas (Tabla 21).

Tabla 21. Índice de similitud de Jaccard para los insectos muestreados en los puntos de muestreo de las Unidades Forestales

Similitud De Jaccard Insectos generalistas				
Estaciones	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Central	1	0.54	0.69	0.42
Suroccidental	0.54	1	0.50	0.44
Norte	0.69	0.50	1	0.36
Oriental	0.42	0.44	0.36	1

4.1.4.2. Grupo parámetro Mariposas Diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea)

4.1.4.2.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica

Las curvas de acumulación de familias del orden Lepidoptera obtenidas para la temporada lluviosa de 2025 reflejan un aumento gradual en la riqueza registrada conforme avanza el esfuerzo de muestreo (Figura 65). La riqueza observada ($S\text{ Mean} \approx 11$) corresponde a un porcentaje alto respecto a los valores esperados por los estimadores, lo que demuestra una cobertura representativa del ensamble de Lepidoptera. Dicho porcentaje se calculó con base en los valores promedios de Chao1 (~ 11.25), Jackknife 1 (~ 11.70) y Bootstrap (~ 11.00), resultando en una riqueza media cercana a 11.3 familias.

La diferencia entre la riqueza observada y los estimadores sugiere que aún podrían registrarse familias adicionales si se incrementara el esfuerzo de colecta. Jackknife 1 fue el estimador con mayor proyección al inicio del muestreo, indicando la posible presencia de taxones de baja frecuencia que no estuvieron presentes en todas las unidades evaluadas. Este comportamiento suele ser característico en grupos sensibles a la estacionalidad, como los Lepidópteros en periodos secos, donde el recurso floral y la disponibilidad de hospederos pueden limitar la abundancia registrada (Figura 34).

Chao1 estimó valores ligeramente superiores a la riqueza observada, mientras que Bootstrap se mantuvo casi equivalente a $S\text{ Mean}$, con diferencias mínimas. Estos resultados evidencian que la riqueza registrada representa una fracción amplia del total esperado, aunque no completamente exhaustiva. La curva observada se mantuvo bajo todos los estimadores, lo que respalda la posibilidad de subdetección de familias poco representadas o con distribución restringida en el área estudiada (Figura 34).

En conjunto, los resultados permiten interpretar que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para describir patrones generales de diversidad del grupo, pero también indican que un incremento en la cobertura espacial o temporal podría mejorar la representatividad final. Esto permitiría registrar familias adicionales actualmente no detectadas debido a variaciones microclimáticas, baja disponibilidad de recursos o actividad biológica reducida durante la temporada lluviosa en las unidades evaluadas.

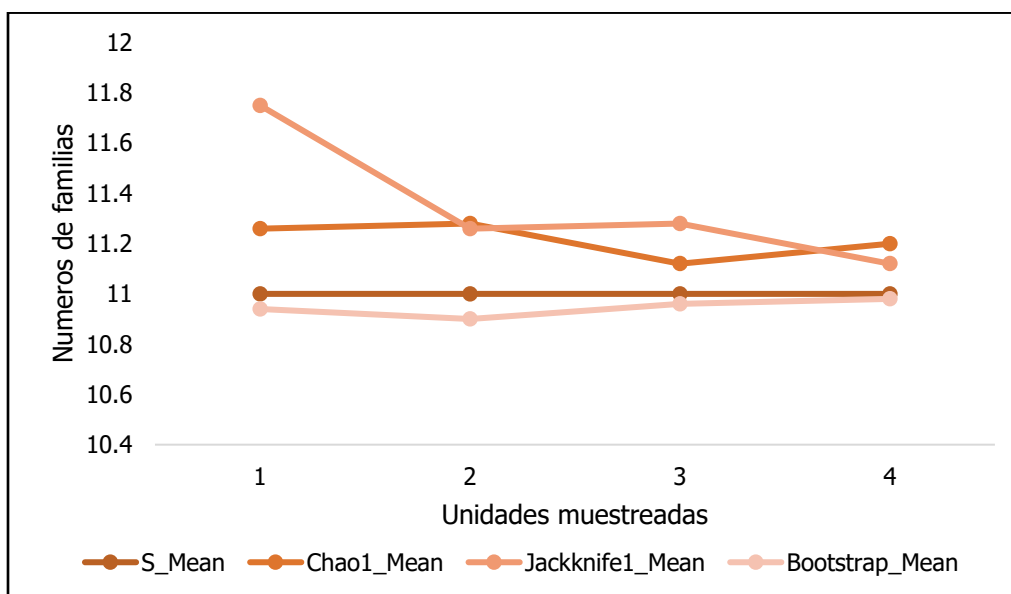


Figura 34. Curva de acumulación de especies de las mariposas diurnas registradas en las estaciones de muestreo de fauna de las Unidades Forestales.

4.1.4.2.2. Composición y estructura de la comunidad de mariposas diurnas

Durante el muestreo efectuado en la temporada lluviosa de 2025 se registraron 64 individuos de mariposas diurnas, distribuidos en 15 especies a lo largo de las cuatro estaciones evaluadas. Aunque se trata de un grupo sensible a la variabilidad microclimática y a la disponibilidad de recursos florales, se observó una distribución amplia dentro del paisaje, con diferencias notorias en abundancia y riqueza entre estaciones (Figura 35; Tabla 22).

La estación Central fue la más diversa y abundante, con 11 especies y 34 individuos, seguida por Norte con 10 especies y 13 individuos. Estas dos estaciones concentraron el mayor número de registros, posiblemente debido a una mayor heterogeneidad estructural, presencia de áreas arboladas y oferta de néctar continua, factores que favorecen la actividad y permanencia de especies nectarívoras. Entre las especies más frecuentes en estos puntos se destacan *Anthanassa hermas*, *Dione vanillae*, *Anartia amanthea* e *Itaballia demophile*, todas presentes con valores elevados respecto al resto de las estaciones (Tabla 21).

La estación Suroccidental presentó una riqueza intermedia (8 especies) con una abundancia moderada de 10 individuos, con composición distinta a las anteriores, dominando *Dione vanillae*, *Anthanassa hermas* y *Itaballia demophile*. Este patrón sugiere que, aunque el sitio mantiene conectividad vegetal y disponibilidad floral, la

menor complejidad estructural reduce el establecimiento de especies dependientes de mayor cobertura arbórea.

Por el contrario, Oriental registró la riqueza más baja (6 especies) y solo 7 individuos, consolidándose como el punto menos representativo en términos de diversidad y abundancia. Esto se relaciona con la menor estratificación vertical y la oferta floral más limitada, condiciones que restringen la presencia de especies especialistas o con requerimientos más exigentes de microsombra y hospederos vegetales.

Dentro de las especies más representativas, *Anthanassa hermas* y *Dione vanillae* fueron las mejor distribuidas y abundantes (10 individuos cada una), seguidas por *Anartia amanthea*, *Heliconius erato hydara* e *Itaballia demophile*, que alcanzaron entre 7 y 8 registros totales. En contraste, especies como *Papilio thoas*, *Vareuptychia themis* y *Yphthimoides yphthima* presentaron solo uno o dos individuos, lo que sugiere patrones de presencia esporádica, posible movilidad temporal, o subdetección asociada a la estacionalidad seca.

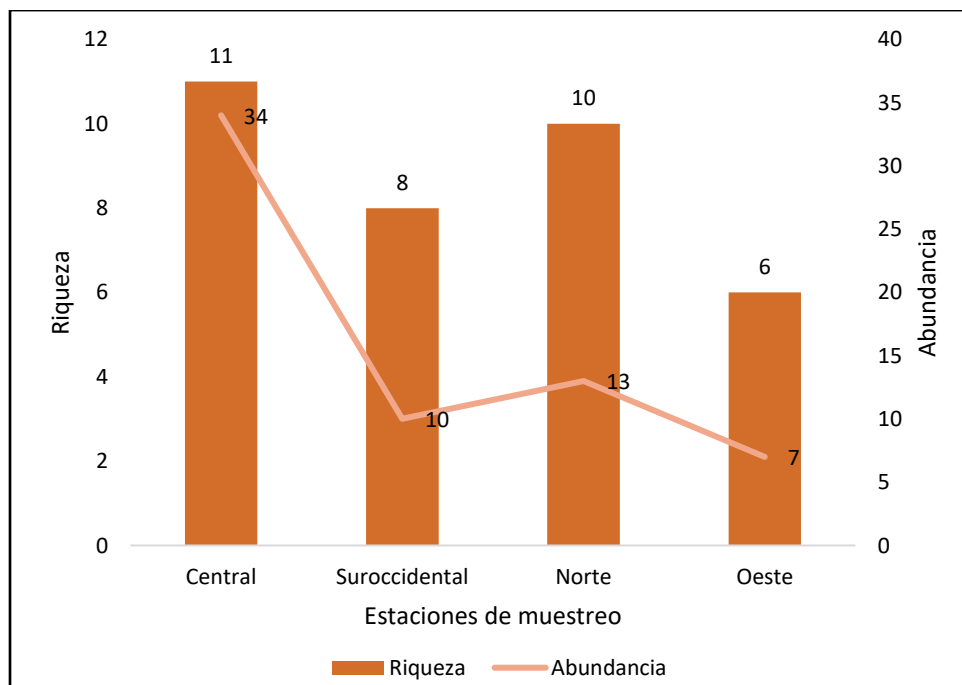


Figura 35. Riqueza y abundancia de mariposas diurnas muestreadas en la temporada lluviosa de 2025 en De las Unidades Forestales y los puntos de muestreo.

En conjunto, la comunidad de mariposas diurnas en De las Unidades Forestales evidenció una diversidad moderada, con dominancia de unas pocas especies ampliamente distribuidas (principalmente de familias como Nymphalidae y Pieridae)

y con la presencia de otros taxones de baja representación. La permanencia de esta comunidad dependerá de la conservación del mosaico de hábitats presentes, ya que la heterogeneidad estructural es un factor clave para sostener la riqueza observada en el área (Tabla 22).

Tabla 22. Abundancia de especies de mariposas para de las Unidades Forestales y puntos de muestreo.

ESPECIES	ESTACIONES DE MONITOREO				TOTAL
	Central	Suroccidental	Norte	Oriental	
<i>Anartia amanthea</i>	5	1	2	0	8
<i>Anthanassa hermas</i>	4	2	3	1	10
<i>Cissia similis</i>	3	1	1	2	7
<i>Dione vanillae</i>	6	2	1	1	10
<i>Hamadryas februa</i>	0	0	0	0	0
<i>Heliconius erato hydara</i>	4	1	2	1	8
<i>Itaballia demophile</i>	5	2	1	0	8
<i>Nymphidium caricae trinidad</i>	0	0	0	0	0
<i>Opsiphanes cassina</i>	0	0	0	0	0
<i>Paches loxus</i>	2	1	1	0	4
<i>Pyrisitia proterpia</i>	0	0	0	0	0
<i>Papilio thoas</i>	1	0	0	1	2
<i>Staphylus lizeri</i>	2	0	1	1	4
<i>Tmolus echion</i>	0	0	0	0	0
<i>Vareuptychia themis</i>	1	0	1	0	2
<i>Yphthimoides yphthima</i>	1	0	0	0	1
Total	34	10	13	7	64

La estructura de la comunidad de mariposas diurnas presentó patrones contrastantes entre estaciones, con un predominio general de especies poco abundantes y una equidad relativamente baja en la mayoría de los casos.

En la estación Central la especie más representativa fue *Anartia amathea* (Foto 31A) con seis individuos, seguida por *Hamadryas februa* y *Heliconius erato hydara* con cuatro y tres respectivamente. El resto de las especies no superaron los dos individuos. Esta distribución sugiere una comunidad con baja equidad, donde solo unas pocas especies logran mayor presencia, posiblemente por la disponibilidad de recursos florales y la estructura vegetal que favorece su permanencia (Figura 36A).

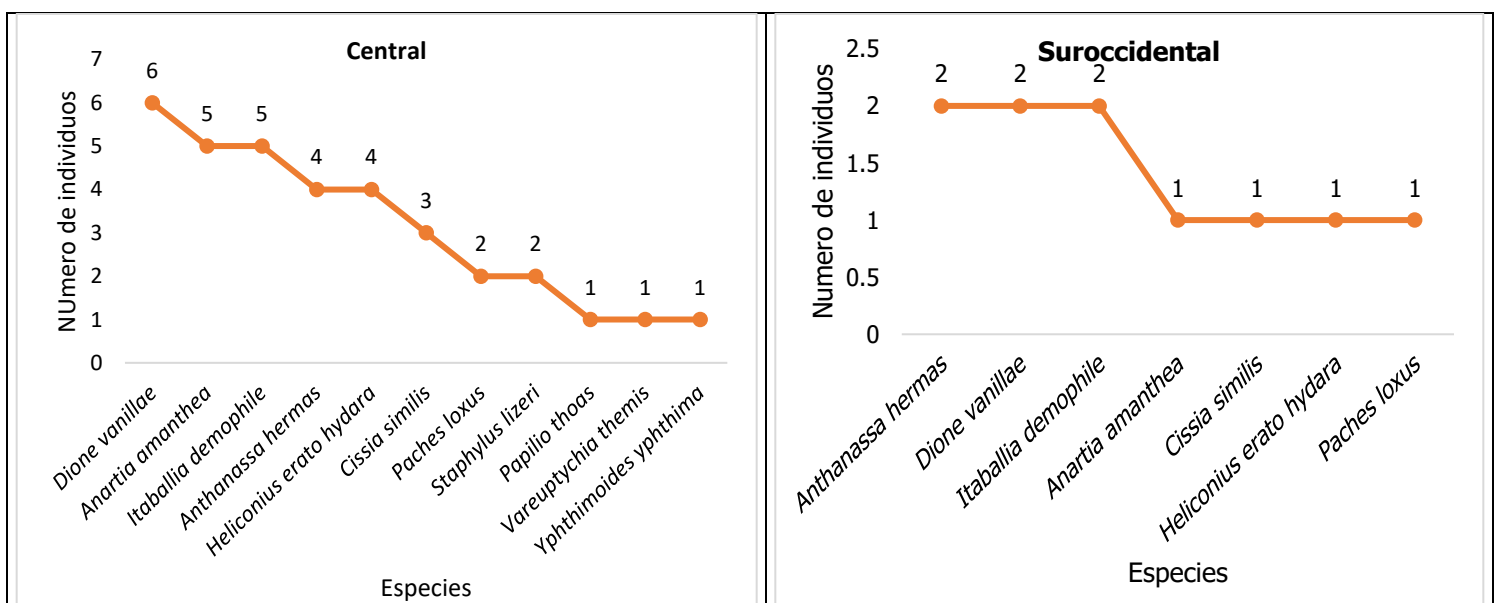
En la estación Suroccidental, *Cissia similis* (Foto 31H) y *Heliconius erato hydara* registraron dos individuos cada una, mientras que las demás especies solo presentaron un individuo. La baja abundancia general y la posición dominante compartida indican una comunidad poco estructurada, posiblemente influenciada

por la fragmentación interna del hábitat y las limitaciones que esta impone sobre refugio y conectividad (Figura 36B).

En la estación Norte, *Anartia amathea* volvió a ser la especie dominante con tres individuos, seguida de *G. Itaballia demophile* y *E. Dione vanillae* con dos. El resto de las especies solo alcanzaron un individuo. Este patrón refleja nuevamente una comunidad concentrada en pocas especies, posiblemente asociada a una mayor exposición lumínica y mayor variabilidad térmica, condiciones que suelen favorecer especies generalistas y de mayor tolerancia ambiental (Figura 36C).

Finalmente, en la estación Oriental se obtuvo la estructura más simple y desigual, con *C. Staphylus Izeri* registrando dos individuos, mientras que *Heliconius erato hydara*, *G. Itaballia demophile*, *Paches Lexus* y *Papilio thoas* solo aportaron un individuo cada una. Está marcada dominancia reducida y la baja riqueza total podrían ser reflejo de recursos florales limitados y una menor heterogeneidad de microhábitats (Figura 36D).

En general, los resultados muestran que la comunidad de mariposas diurnas en las distintas estaciones está conformada por pocas especies dominantes, con baja equidad y con un alto número de especies representadas por un único individuo. Esto podría ser indicativo de condiciones ambientales restrictivas o de una presión estacional marcada, especialmente considerando que la época lluviosa tiende a reducir recurso floral y espacios disponibles para especies menos tolerantes o especializadas.



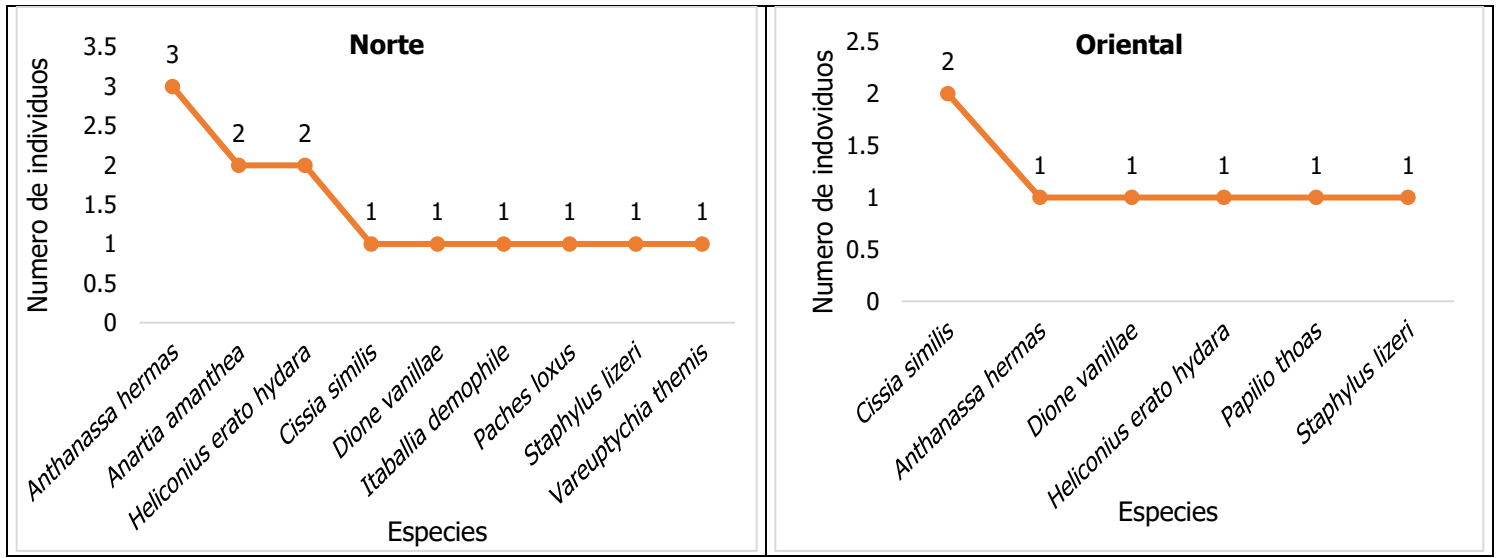
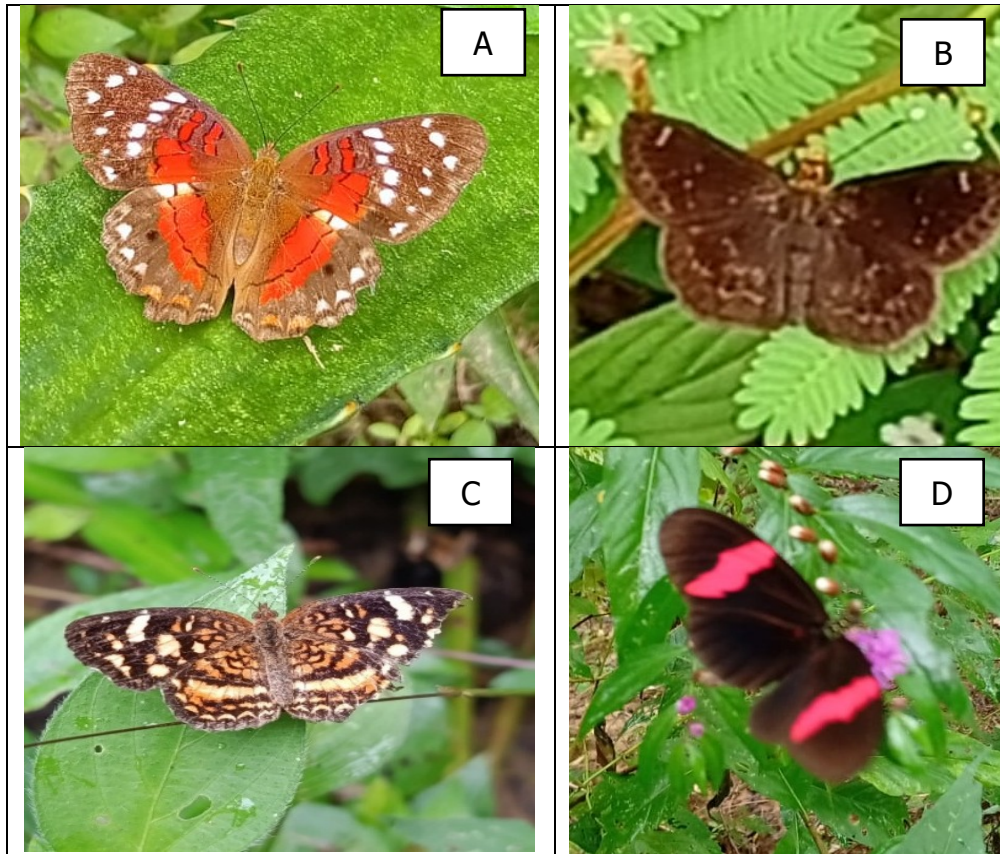


Figura 36. Diagrama de rango de abundancia para la comunidad de mariposas diurnas de las Unidades Forestales y sus puntos de muestreo.



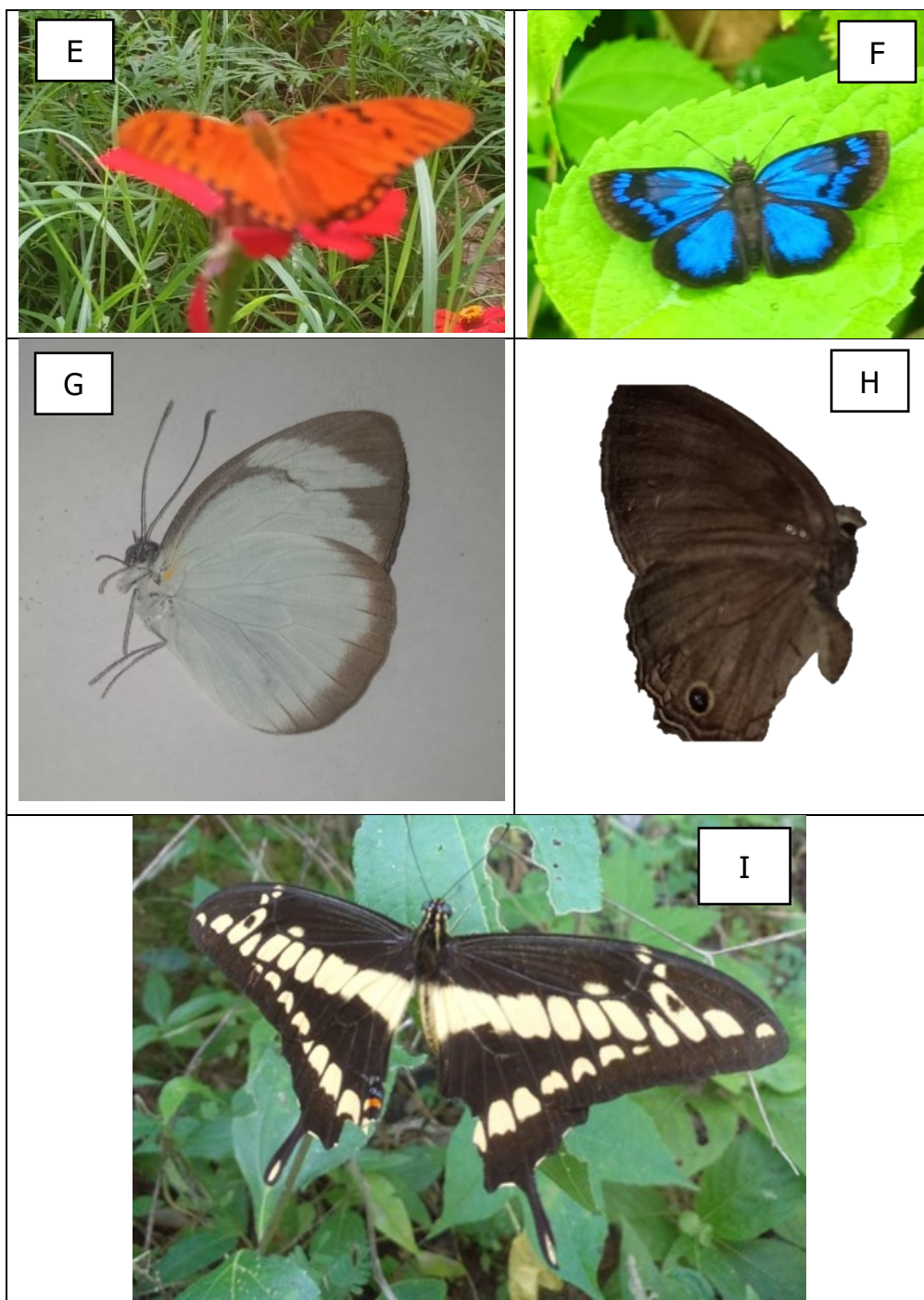


Foto 35. *Anartia amanthea*, **B.** *Anthanasia hermas*, **C.** *Staphylus lizeri*, **D.** *Heliconius erato hydra*, **E.** *Dione vanillae*, **F.** *Paches lexis*, **G.** *Itaballia demophile*, **H.** *Cissia similis* y **I.** *Papilio thoas*. Nueve de las especies de mariposas más abundantes en el muestreo de las Unidades Forestales, Atlántico.

4.1.4.2.3. Diversidad alfa

Los índices de diversidad alfa para las mariposas diurnas evidencian una estructura comunitaria relativamente equitativa en la mayoría de las estaciones evaluadas. El índice de dominancia (D) fue más bajo en la estación Suroccidental (0.05) y Central (0.09), lo que indica que los individuos estuvieron distribuidos de manera más uniforme entre las especies presentes en estos hábitats. Estas estaciones, al mantener mayor heterogeneidad estructural y disponibilidad de recursos florales, favorecen la coexistencia de múltiples especies sin que una sola predomine de manera marcada. En contraste, la estación Oriental (0.33) presentó el valor más alto de dominancia, lo que sugiere un ambiente más simplificado donde unas pocas especies concentran la mayoría de los individuos (Tabla 23).

El índice de Simpson ($1-D$), que expresa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes, reafirma esta tendencia: en Suroccidental se obtuvo el valor más alto (0.94), seguido por Central (0.91) y Norte (0.89), lo que refleja una mayor diversidad efectiva en estos entornos. La unidad Oriental, con un valor de 0.67, registró la menor diversidad, en coherencia con la alta dominancia observada previamente (Tabla 23).

En cuanto al índice de Shannon-Wiener (H'), que considera tanto la riqueza como la equidad, los valores más altos también se registraron en Suroccidental (2.22) y Central (2.12), lo que confirma que estas dos estaciones albergan comunidades con mayor heterogeneidad y distribución más equilibrada entre especies. Norte presentó un valor moderado (1.95), mientras que Oriental exhibió el valor más bajo (0.80), indicando una comunidad empobrecida en riqueza y en equidad (Tabla 23).

Tabla 23. Índices de diversidad alfa para las mariposas diurnas en las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

ÍNDICE	ESTACIONES DE MONITOREO			
	Central	Norte	Suroccidental	Oriental
Dominance_D	0.09	0.11	0.05	0.33
Simpson_1-D	0.91	0.89	0.94	0.67
Shannon_H	2.12	1.95	2.22	0.80
Margalef	2.84	3.51	3.04	2.57

La representación gráfica del Índice de Margalef aplicado al grupo de mariposas diurnas evidencia diferencias notables en la riqueza relativa de especies entre las estaciones evaluadas (Tabla 23). Los mayores valores se registraron en la estación Norte (3.51), seguida por Suroccidental (3.04) y Central (2.84). Estos valores indican

una riqueza alta para este grupo en zonas donde la estructura vegetal presenta mayor desarrollo, así como disponibilidad de microhábitats y recursos florales que favorecen la presencia de múltiples especies.

En el caso de Norte y Suroccidental, ambas estaciones reflejan condiciones favorables para la dispersión y mantenimiento de mariposas nectarívoras y territoriales, especialmente por la presencia de una oferta florística continua y espacios heterogéneos que permiten la coexistencia de especies con distintos grados de tolerancia a la iluminación y a la humedad. La disponibilidad de bordes vegetales, claros y estratos intermedios actúa como soporte para especies generalistas y especialistas con requerimientos particulares de sustratos y plantas hospederas.

Por su parte, Central (2.84) mantiene una riqueza considerable, aunque ligeramente inferior, posiblemente asociada a una estructura intermedia del hábitat donde aún se conservan recursos florales y refugios, pero con menor variación microclimática en comparación con las dos anteriores. La mezcla de sombra, luz filtrada y espacios abiertos permite el establecimiento de especies heliotrópicas, mientras que la vegetación disponible puede funcionar como perchas, puntos de alimentación y zonas de oviposición.

Finalmente, la estación Oriental presentó el valor más bajo del índice (2.57), lo cual sugiere una riqueza relativamente menor. Este tipo de cobertura, probablemente más expuesta y con menor estratificación vegetal, limita la presencia de plantas nectaríferas y hospederas, reduciendo la capacidad del sistema para sostener un elevado número de especies. La mayor radiación solar directa, sumada a la homogeneidad del hábitat, puede actuar como factor restrictivo para especies sensibles a la desecación o con baja tolerancia al estrés térmico.

Atendiendo a los puntos de referencia usuales para este índice, todas las estaciones se ubican dentro del rango de riqueza alta, aunque con variaciones claras en representatividad. Esto resalta la importancia de zonas como Norte y Suroccidental como espacios de mayor valor ecológico para la conservación de Lepidoptera, mientras que Oriental revela limitaciones estructurales que podrían disminuir la disponibilidad de recursos y, por tanto, la diversidad asociada.

4.1.4.2.4. Diversidad beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de Jaccard revela una diferenciación evidente en la composición de mariposas entre las estaciones evaluadas. Las similitudes observadas oscilan entre 0.214 y 0.583, lo que sugiere un solapamiento

moderado-bajo de especies, indicando una heterogeneidad beta considerable dentro del paisaje muestreado (Tabla 24). Las mayores similitudes se registraron entre Central y Norte (0.583), seguidas por Norte y Suroccidental (0.444), así como por Central y Suroccidental (0.353). Estos valores sugieren que estas estaciones comparten un número apreciable de especies, posiblemente debido a cierta correspondencia en la disponibilidad de recursos florales, microhábitats y conectividad funcional que facilita el intercambio de individuos entre áreas cercanas o ambientalmente compatibles (Tabla 24).

En contraste, los menores porcentajes de similitud se presentaron entre Central y Oriental (0.214), junto con los pares Suroccidental–Oriental (0.250) y Norte–Oriental (0.273), lo que evidencia una composición lepidopterológica más diferenciada en la estación Oriental. Esto puede estar asociado a una estructura vegetal menos compleja, menor disponibilidad de hospederos o condiciones microclimáticas más restrictivas, factores que reducen la persistencia o movimiento de especies compartidas con el resto de las estaciones (Tabla 63). De manera general, la comunidad de mariposas diurnas presenta baja similitud promedio entre estaciones, lo que refleja una marcada diferenciación específica y resalta la importancia de conservar múltiples tipos de hábitats dentro del paisaje. Esta diversidad beta elevada revela que cada estación aporta un componente único del ensamblaje regional, reforzando la necesidad de mantener la heterogeneidad ambiental para asegurar la permanencia y resiliencia del grupo.

Tabla 24. Índice de similitud de Jaccard para las mariposas diurnas muestreadas en las estaciones de las unidades forestales.

Similitud De Jaccard Mariposas				
Cobertura Vegetal	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Central	1	0.353	0.583	0.214
Suroccidental	0.353	1	0.444	0.250
Norte	0.583	0.444	1	0.273
Oriental	0.214	0.250	0.273	1

4.1.4.2.5. Diversidad funcional

Durante el monitoreo realizado en la temporada lluviosa de 2025 se identificaron cinco gremios tróficos funcionales entre las mariposas diurnas: nectarívoras (NEC), acimófagas (ACI), hidrófilas (HID), acimófagas-nectarívoras (ACI-NEC) y nectarívoras-hidrófilas (NEC-HID) (Tabla 25). Esta clasificación evidencia una diversidad alimenticia amplia dentro del ensamble, lo que sugiere la presencia de fuentes complementarias de néctar, agua, sales minerales y tejidos vegetales.

Las estaciones Central, Suroccidental, Norte y Oriental presentaron la misma riqueza funcional (4 gremios), lo que indica que, a pesar de las variaciones en abundancia, existe una estructura trófica equilibrada entre los sitios muestreados. No obstante, la estación Central registró el mayor número de individuos nectarívoros (10), seguida por Norte (8) y Suroccidental (7), lo cual sugiere que estas zonas mantienen una oferta floral más estable o abundante. Asimismo, el gremio nectarívoro-hidrófilo fue proporcionalmente importante en todas las estaciones, con valores que oscilaron entre 2 y 3 individuos, reflejando la búsqueda simultánea de néctar y humedad como recurso complementario (Tabla 25).

En cuanto a los gremios de menor representación, las acimófagas (1 por estación) se mantuvieron constantes en todos los sitios, reflejando la presencia limitada de especies que dependen de frutos en descomposición o savias. Las hidrófilas puras (HID) solo se registraron en Oriental (1 individuo), lo que señala un microambiente más húmedo o con acceso a fuentes de minerales disponibles en el suelo. Por otra parte, el gremio ACI-NEC estuvo presente en tres estaciones (Central, Suroccidental y Norte), pero no se registró en Oriental, lo que puede estar relacionado con la disponibilidad variable de frutos y flores entre los sitios muestreados (Tabla 25).

A pesar de las diferencias en abundancia total de especies (que varió entre 6 y 11 especies por estación), la riqueza de gremios se mantuvo estable en todas las unidades. Este patrón indica que, aunque la diversidad taxonómica fluctúa, la estructura funcional del ensamble se conserva, lo cual sugiere que cada estación mantiene recursos suficientes para sostener múltiples estrategias alimenticias. Además, la combinación de métodos de captura permitió detectar gremios menos dominantes, contribuyendo a una visión más completa sobre el uso y partición de recursos por parte de las mariposas diurnas en el área de estudio.

Tabla 25. Distribución y abundancia de gremios tróficos de mariposas diurnas en las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

Estaciones de muestreo					
Gremios alimenticios	Abreviatura	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Nectarívoras	NEC	10	7	8	5
Acimófagas	ACI	1	1	1	1
Hidrófilas	HID	0	0	0	1
Acimófagas-Nectarívoras	ACI-NEC	1	1	1	0
Nectarívoras-Hidrófilas	NEC-HID	3	2	2	2
Número de especies		11	8	10	6
Riqueza de gremios		4	4	4	4

4.1.4.2.6. Categorías de amenaza y restricción al comercio

Ninguna especie de mariposa diurna encontrada fue registrada dentro de alguna categoría de amenaza para la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ni para la resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del gobierno de Colombia. Del mismo modo, tampoco se encontró que ninguna de estas especies presente restricciones al comercio según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Es menester resaltar que esto no necesariamente implica luz sobre la realidad de conservación biológica de estas especies, debido a que las evaluaciones sobre el conocimiento de la diversidad de artrópodos son aún escasas y lo es mucho más el conocimiento de sus estados de conservación.

4.1.4.2.7. Especies endémicas y migratorias

Se consultó la información referente a las distribuciones y hábitos de desplazamiento de las especies de mariposas diurnas encontradas en la temporada lluviosa de 2025 de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales y no se encontró ninguna especie de mariposa endémica ni de hábitos migratorios para el país.

4.1.4.3. Grupo parámetro Hormigas (Hymenoptera: Formicidae)

4.1.4.3.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica

Las curvas de acumulación de especies de hormigas registradas en el proyecto de ordenamiento forestal durante la temporada lluviosa de 2025 muestran un incremento gradual de la riqueza a medida que se incorporan nuevas unidades muestreadas (Figura 37). La riqueza observada se mantuvo constante entre 13.7 y 13.9 familias, lo que representa una aproximación cercana a los valores esperados proyectados por los estimadores no paramétricos utilizados. En promedio, Chao1 osciló entre 14.5 y 14.8, Jackknife1 mostró el valor más elevado con un máximo cercano a 15.6, mientras que Bootstrap se mantuvo estable alrededor de 13.7–13.9, generando una riqueza media proyectada ligeramente superior a la observada.

El hecho de que la curva correspondiente a la riqueza observada (S Mean) permanezca consistentemente por debajo de los estimadores indica la probable existencia de familias no detectadas durante el muestreo inicial, aunque en un número reducido. En este caso, Jackknife1 se posiciona como el estimador más amplio, con un pico marcado en la tercera unidad, lo que sugiere la posibilidad de presencia de familias raras o con baja frecuencia. Por su parte, Chao1 y Bootstrap presentan estimaciones más cercanas al valor observado, reflejando una mayor concordancia con la representatividad real del esfuerzo de campo (Figura 37).

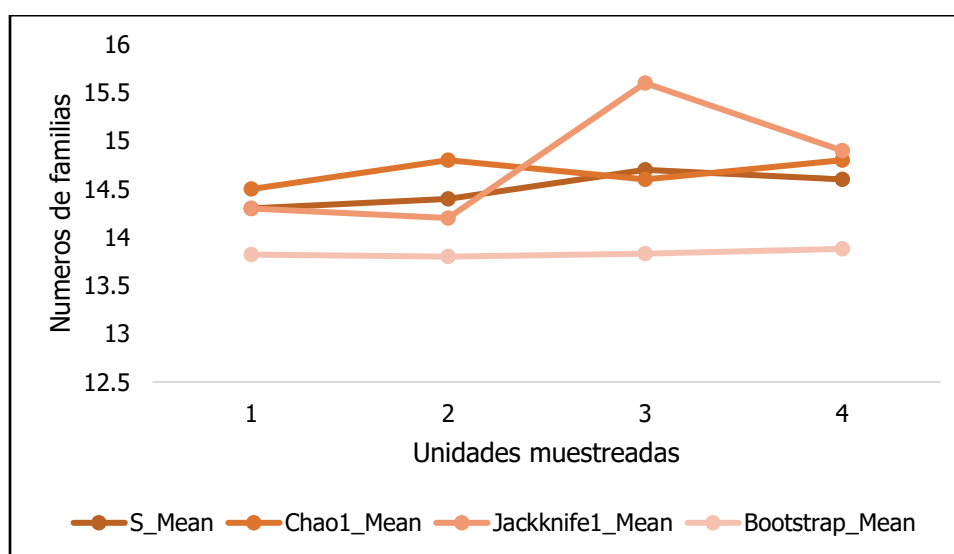


Figura 37. Curva de acumulación de especies de las hormigas registradas en las estaciones de muestreo de fauna de las Unidades Forestales.

A diferencia de otros grupos biológicos, la diferencia entre la riqueza observada y los estimadores en hormigas es moderada, por lo que el esfuerzo de muestreo puede considerarse eficiente. Esto probablemente se relaciona con la alta detectabilidad del grupo, su dominancia ecológica y la efectividad combinada de trampas Pitfall y colecta manual para capturar una fracción representativa de la comunidad presente en el ecosistema evaluado. En conjunto, los indicadores sugieren que, si bien existe aún un margen de descubrimiento de nuevas especies, la comunidad de hormigas fue caracterizada de forma satisfactoria en términos generales. Aun así, la incorporación de más estaciones o un esfuerzo temporal ampliado podría aportar registros adicionales de especies crípticas, con nichos muy especializados o de baja frecuencia relativa. Vale la pena mencionar también la incidencia del factor climático sobre la tasa de registros, ya que las fuertes lluvias presentadas durante la fase campo imposibilitó un mayor registro de hormigas.

4.1.4.3.2. Composición y estructura de la comunidad de hormigas

Durante el monitoreo se registró un total de 60 individuos de hormigas, distribuidos en 14 especies a lo largo de las cuatro estaciones evaluadas. La comunidad presentó un patrón marcado por especies con abundancias moderadas, sin evidenciar un dominio extremo por un solo taxón. Entre las especies más representativas destacan *Nylanderia fulva* con 8 individuos, seguida de *Pseudomyrmex simplex* y *Camponotus lindigi* con 6 individuos cada una, así como *Cephalotes pusillus*, *Crematogaster stoll*i y *Odontomachus bauri* con 5 cada una (Figura 38; Tabla 26). Este patrón sugiere una estructura relativamente equilibrada, con presencia tanto de especies generalistas como de otras más asociadas a microhábitats particulares.

La estación Oriental presentó la mayor abundancia (21 individuos) y también la mayor riqueza específica (13 especies), lo que indica un entorno favorable para la coexistencia de múltiples taxones, posiblemente asociado a una mayor disponibilidad de recursos y heterogeneidad estructural (Figura 38; Tabla 26). En esta estación destacaron especialmente *Cephalotes pusillus* y *Crematogaster stoll*i, especies que suelen asociarse a vegetación arbórea y estructuras tridimensionales, lo que sugiere que esta cobertura ofrece perchas, cavidades y microambientes adecuados para comunidades complejas.

La estación Norte registró 10 especies y 18 individuos, presentando una composición diversa donde sobresalieron *Nylanderia fulva* y *Odontomachus cf. chelifer*. Esta riqueza relativamente alta indica condiciones estables y con buena disponibilidad de

recursos edáficos y vegetales. Por su parte, la estación Central presentó 9 especies y 13 individuos, con presencia notable de *Camponotus lindigi*, *Pseudomyrmex simplex* y *Pheidole sp.1*, lo que sugiere un entorno con recursos moderados pero suficientes para sostener ensambles variados (Figura 38; Tabla 26).

La estación con menor riqueza y abundancia fue Suroccidental (7 especies / 9 individuos). La baja densidad poblacional registrada podría asociarse a condiciones menos favorables para la expansión de hormigas, ya sea por cobertura vegetal más abierta, menor disponibilidad de materia orgánica o proporción reducida de áreas sombreadas. No obstante, esta estación mantuvo presencia de especies como *Odontomachus bauri* y *Pheidole sp.1*, lo que indica que aún bajo condiciones limitantes existe una base funcional mínima dentro del ensamble local.

En términos generales, la comunidad de hormigas en el área evaluada presentó una riqueza intermedia acompañada de abundancias discretas y distribución heterogénea entre estaciones. La dominancia suave y la coexistencia de especies asociadas a distintos niveles de cobertura vegetal sugiere un mosaico ambiental con gradientes funcionales diferenciados. La disponibilidad de estructuras vegetales complejas y recursos edáficos continúa siendo un factor clave que modula la presencia y éxito de los gremios y especies del paisaje (Figura 38; Tabla 26).

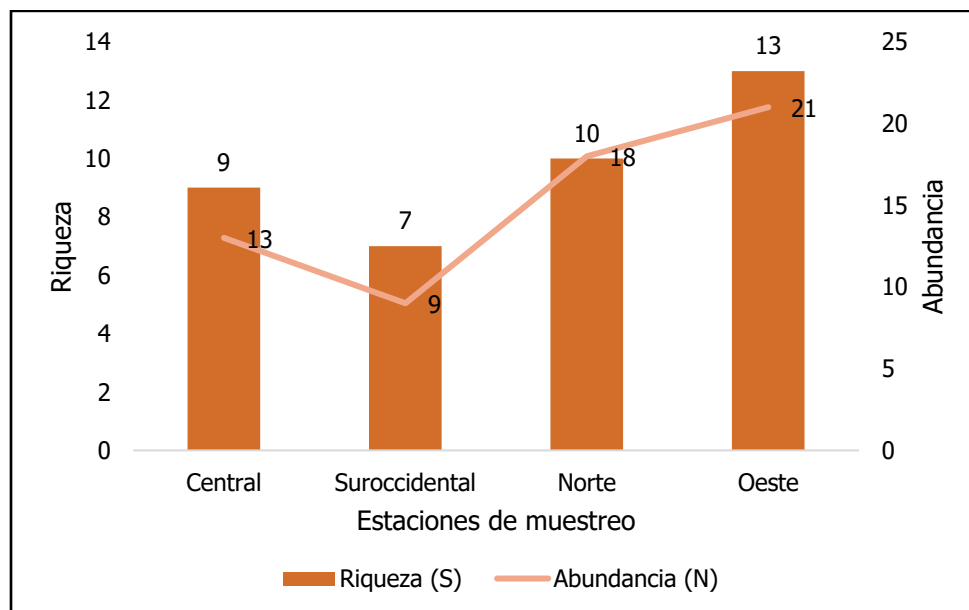


Figura 38. Riqueza y abundancia de hormigas muestreadas en la temporada lluviosa de 2025 en las localidades de las Unidades Forestales

Tabla 26. Abundancia de especies de hormigas para las Unidades Forestales.

ESPECIE	ESTACIONES DE MONITOREO				TOTAL
	Central	Suroccidental	Norte	Oriental	
<i>Acromyrmex octospinosus</i>	1	0	1	1	3
<i>Camponotus lindigi</i>	3	1	0	2	6
<i>Camponotus</i> sp.1	1	1	1	1	4
<i>Cephalotes pusillus</i>	0	0	1	4	5
<i>Crematogaster nigropilosa</i>	1	1	0	1	3
<i>Crematogaster stollii</i>	0	0	2	3	5
<i>Ectatomma ruidum</i>	1	0	0	1	2
<i>Labidus coecus</i>	0	1	0	1	2
<i>Monomorium pharaonis</i>	0	0	2	1	3
<i>Nylanderia fulva</i>	2	0	5	1	8
<i>Odontomachus bauri</i>	0	2	1	2	5
<i>Odontomachus</i> cf. <i>chelifer</i>	1	0	2	1	4
<i>Pheidole</i> sp.1	1	2	1	0	4
<i>Pseudomyrmex simplex</i>	2	1	1	2	6
Total	13	9	18	21	60

Las curvas de rango-abundancia para las hormigas en la época lluviosa de 2025 mostraron estructuras comunitarias con distribución desigual de abundancias en las cuatro estaciones de muestreo, aunque sin presencia de una dominancia extrema por una sola especie. En la estación Central, los valores más altos se registraron en *Camponotus lindigi* y *Pseudomyrmex simplex* (ambas con 2 individuos), seguidas por la mayoría de las especies con solo un ejemplar. Este patrón evidencia una equidad moderada, sin una especie claramente dominante, lo que sugiere una comunidad estable con distribución relativamente homogénea entre taxones presentes (Figura 39A).

En Suroccidental se observó una ligera dominancia de *Odontomachus bauri* y *Pheidole* sp.1 (2 individuos cada una), mientras que el resto de las especies estuvieron representadas por un solo individuo. La curva muestra un descenso marcado tras el segundo rango, indicando una estructura poco equitativa y posiblemente condicionada por recursos limitados o microhábitats restringidos dentro de esta cobertura (Figura 39B).

En la estación Norte predominó *Nylanderia fulva* con 5 individuos, seguida por *Odontomachus* cf. *chelifer* (2 individuos), mientras que el resto de las especies mostraron valores de 1 individuo. Este patrón señala una dominancia moderada y sugiere que *Nylanderia* aprovecha de manera eficiente los recursos disponibles, mientras otras especies persisten con tamaños poblacionales bajos (Figura 39C).

Por su parte, Oriental presentó la mayor variación en abundancias, con *Cephalotes pusillus* alcanzando 4 individuos, seguido por *Crematogaster stoll*i y *Odontomachus bauri* con 3 cada una, y una distribución amplia de especies con una a dos ocurrencias. La curva es más extendida y menos inclinada que en otras estaciones, lo que refleja mayor equidad y diversidad funcional, posiblemente asociadas a una mayor heterogeneidad estructural y oferta de microhábitats (Figura 39D).

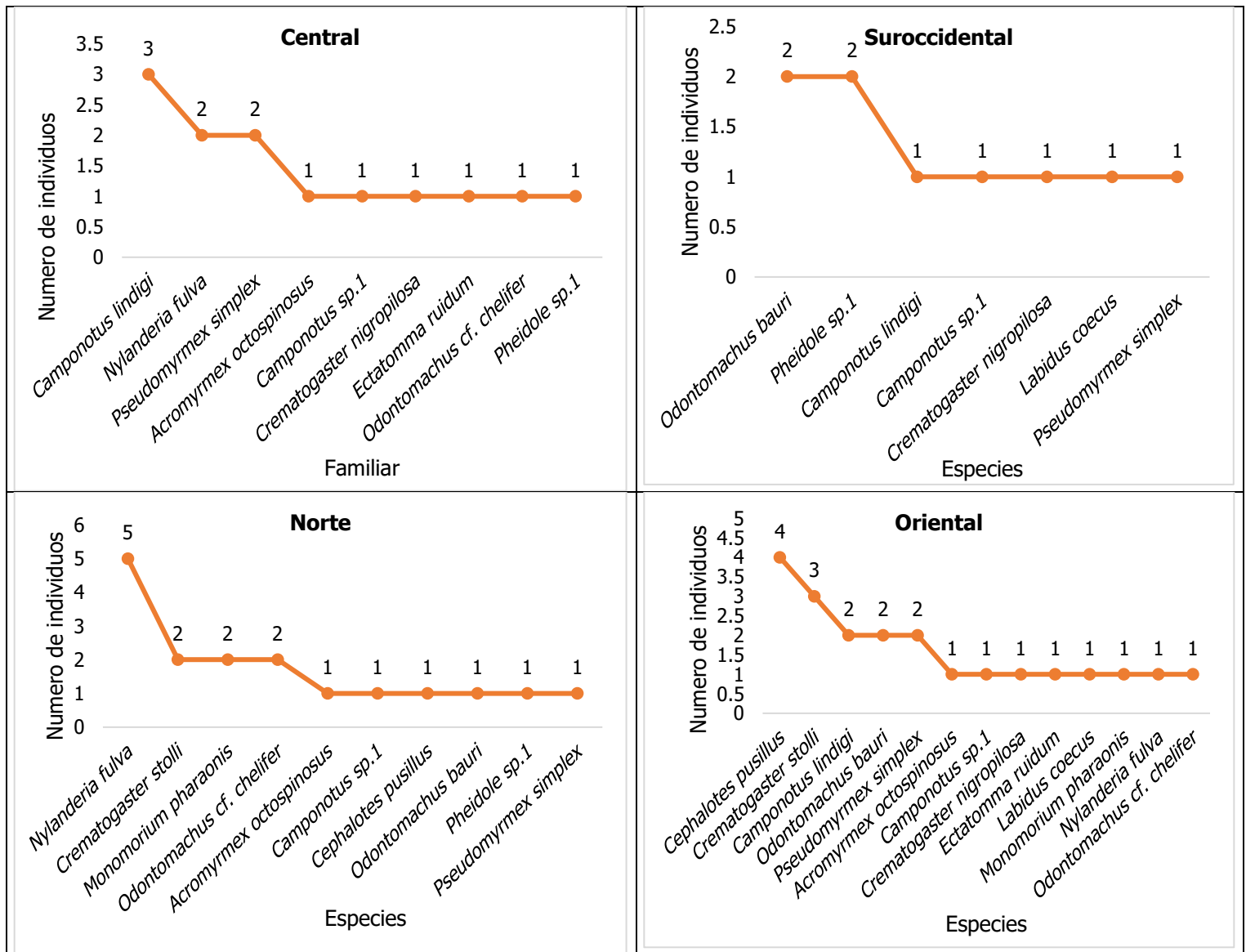


Figura 39. Diagrama de rango de abundancia para la comunidad de hormigas de la época lluviosa de 2025 para las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

Estos resultados ponen de manifiesto que, independientemente de la cobertura, la familia Formicidae presenta estructuras comunitarias fuertemente dominadas por unas pocas especies, lo que puede estar influenciado por el tipo de recursos disponibles, el grado de perturbación del hábitat o el tipo de trampas utilizadas. La persistente dominancia de *Ectatomma ruidum* (Foto 36A) y *Odontomachus cf. Chelifer* (Foto 36B) en todas las estaciones sugiere su gran adaptabilidad ecológica y su eficiencia competitiva, consolidándola como una de las especies clave en estos agroecosistemas.



Foto 36. *Ectatomma ruidum* y **B.** *Odontomachus cf. chelifer*. Dos de las especies de hormigas más abundantes en el muestreo de la temporada lluviosa de 2025 para las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales

4.1.4.3.3. Diversidad alfa

En el caso de las hormigas, los valores del índice de dominancia (D) fueron más bajos en la estación Oriental (0.102), indicando una menor concentración de individuos en una sola especie y una distribución más equitativa dentro del ensamble. Le siguió Central (0.136) y Norte (0.148), ambos con dominancia moderada, lo que sugiere comunidades con algún grado de heterogeneidad estructural y coexistencia entre especies sin un grupo claramente dominante. En contraste, Suroccidental presentó el valor de dominancia más alto (0.160), reflejando una comunidad ligeramente más concentrada en pocas especies y menor equidad relativa en comparación con las demás estaciones (Tabla 27).

El índice de Simpson ($1-D$), que expresa la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar pertenezcan a especies distintas, reafirma estos patrones. El valor más alto se registró en Oriental (0.898), señalando la mayor diversidad efectiva

entre los sitios evaluados. Esto fue seguido de Central (0.863) y Norte (0.851), con diversidad relativamente similar. Por su parte, Suroccidental obtuvo el valor más bajo (0.839), lo cual concuerda con el mayor grado de dominancia observado y sugiere que menos especies conforman la mayor parte de la abundancia local (Tabla 27).

Respecto al índice de Shannon-Wiener (H'), que integra riqueza y equidad, el valor más alto también correspondió a Oriental (2.425), lo cual indica una comunidad diversa y con distribución equilibrada de individuos entre especies. Los valores en Norte (2.115) y Central (2.098) fueron similares entre sí y representaron una diversidad intermedia. Finalmente, Suroccidental registró el valor más bajo (1.889), en concordancia con los demás índices que evidencian una mayor dominancia específica en esta estación (Tabla 27).

Los valores del Índice de Margalef evidencian diferencias claras en la riqueza relativa entre las estaciones evaluadas (Tabla 27). Oriental obtuvo el valor más alto (3.94), seguida de Norte (3.18) y Central (3.12), mientras que Suroccidental (2.73) presentó la riqueza más baja. Este comportamiento sugiere que la complejidad estructural del sitio Oriental favorece la presencia de mayor número de especies, posiblemente debido a variabilidad de microhábitats, oferta alimenticia y disponibilidad de refugios.

El valor relativamente elevado en Norte y Central confirma que ambas estaciones mantienen condiciones ambientales que permiten el establecimiento de comunidades diversas, mientras que la menor riqueza registrada en Suroccidental indica un entorno con menor disponibilidad de recursos o mayor homogeneidad ambiental, lo cual limita el éxito de especies menos tolerantes.

En conjunto, los resultados reflejan que la diversidad alfa de hormigas aumenta con la complejidad vegetal y la heterogeneidad del microhábitat. Si bien ninguna estación presentó niveles críticos de diversidad, la estructura comunitaria muestra un gradiente claro, siendo Oriental el sitio con mayor diversidad y Suroccidental el de menor complejidad faunística de acuerdo con los índices evaluados.

En conjunto, los resultados de los índices de diversidad muestran que la estación Oriental presentó las condiciones más favorables para la comunidad de hormigas, al registrar los valores más altos en equidad y diversidad (Shannon y Simpson), además de la mayor riqueza específica. Esto sugiere un entorno estructuralmente complejo, con heterogeneidad de microhábitats y disponibilidad amplia de recursos que favorecen la coexistencia de múltiples especies sin dominancia extrema. Por

otro lado, la estación Suroccidental mostró la diversidad más baja y el nivel más alto de dominancia, lo que indica una comunidad poco equitativa y fuertemente concentrada en pocas especies. Este comportamiento refleja condiciones posiblemente más homogéneas o con recursos limitados, donde solo algunas especies logran establecer poblaciones representativas.

Las estaciones Norte y Central ocuparon una posición intermedia dentro del gradiente de diversidad. Ambas registraron valores moderados en equidad y riqueza, sugiriendo ambientes con una estructura ecológica lo suficientemente variada para mantener diversidad funcional, aunque no tan compleja como en Oriental. Su dinámica comunitaria refleja estabilidad, pero con menor número de especies dominantes en comparación con el sitio de mayor diversidad. En síntesis, Oriental se configura como el sitio con mayor capacidad para sostener comunidades diversas, mientras que Suroccidental representa el extremo opuesto con menor complejidad ecológica, y Norte-Central mantienen condiciones intermedias que permiten la coexistencia de varias especies sin alcanzar el nivel de heterogeneidad del primero.

Tabla 27. Índices de diversidad alfa para las hormigas en las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las Unidades Forestales, Temporada Lluviosa 2025.

ÍNDICE	ESTACIONES DE MONITOREO			
	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Dominance_D	0.136	0.160	0.148	0.102
Simpson_1-D	0.863	0.839	0.851	0.898
Shannon_H	2.098	1.889	2.115	2.425
Margalef	3.12	2.73	3.18	3.94

4.1.4.3.4. Diversidad beta

Para el grupo de hormigas, el índice de similitud de Jaccard mostró patrones moderados de solapamiento en la composición de especies entre estaciones, con valores que oscilaron entre 0.308 y 0.714. Esto refleja una diversidad beta intermedia, donde existe compartición de especies entre algunos puntos de muestreo, pero con diferencias notables en otros, indicando que cada estación mantiene componentes faunísticos particulares asociados a su estructura vegetal (Tabla 28).

La mayor similitud se registró entre las estaciones Norte y Oriental (0.714), lo que sugiere un alto recambio compartido de especies, posiblemente favorecido por condiciones ambientales comparables, disponibilidad similar de microhábitats y estabilidad estructural del sustrato. De igual manera, la relación entre Central y

Oriental (0.643) evidenció un grado considerable de similitud, lo que indica que ambas estaciones albergan conjuntos de especies afines y que la conectividad funcional entre estos sitios permite el flujo o coexistencia de hormigas con requerimientos ecológicos semejantes.

Por el contrario, los valores más bajos se observaron entre Suroccidental y Norte (0.308), indicando comunidades marcadamente diferenciadas. Esta baja similitud puede responder a variaciones en la cobertura, disponibilidad de refugios, microclima y recursos tróficos, que condicionan la presencia diferencial de especies especializadas o generalistas entre estaciones. Asimismo, la similitud entre Suroccidental y Oriental ~ 0.501 y entre Central y Suroccidental (0.455) sugiere que, si bien existe intercambio parcial de especies, cada sitio conserva elementos propios que limitan el traslape total entre sus comunidades (Tabla 28).

La estación Central mantuvo valores intermedios con el resto de las estaciones (0.455–0.643), lo que indica que funciona como un nodo ecológico con presencia tanto de especies compartidas como exclusivas, actuando posiblemente como zona de transición dentro del gradiente evaluado. Esto resalta su papel como área de conectividad funcional que facilita el flujo biológico y la persistencia regional de distintos gremios de hormigas.

En conjunto, los resultados del índice de Jaccard evidencian que, aunque existe superposición parcial de especies entre estaciones adyacentes o estructuralmente similares, la heterogeneidad del hábitat, la complejidad vegetal y la disponibilidad de microhábitats determinan de manera directa la composición de las comunidades. El par Norte–Oriental se configura como el más similar, mientras que Suroccidental–Norte representan los ensamblajes más contrastantes, reflejando gradientes ecológicos claros dentro del paisaje evaluado.

Tabla 28. Índice de similitud de Jaccard para las hormigas muestreadas en las estaciones de las unidades forestales.

SIMILITUD DE JACCARD HORMIGAS				
Cobertura Vegetal	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Central	1	0.455	0.462	0.643
Suroccidental	0.455	1	0.308	0.501
Norte	0.462	0.308	1	0.714
Oriental	0.643	0.500	0.714	1

4.1.4.3.5. Diversidad funcional

. se registraron cinco gremios tróficos funcionales en las comunidades de hormigas: Camponotinas Patrulleras Generalistas (CPG), Cortadoras (CO), Depredadoras Grandes Epígeas (DGE), Dominantes Omnívoras de Suelo (DOS) y Omnívoras del Suelo y Vegetación (OSV) (Tabla 29). El gremio OSV fue el más representado en todas las estaciones, con valores que oscilaron entre 5 y 9 individuos, siendo mayor en la estación Suroccidental. Su presencia generalizada indica que las hormigas omnívoras y de hábitos mixtos poseen una alta plasticidad ecológica, permitiéndoles adaptarse a distintos grados de cobertura y disponibilidad de recursos (Tabla 29).

El gremio DGE también estuvo presente en las cuatro estaciones, aunque con una marcada variación en abundancia. Se registraron 12 individuos en Central y 8 en Norte, valores más altos que en Suroccidental (1) y Oriental (4). Esta distribución evidencia que los entornos con mayor disponibilidad de presas y estructura edáfica más estable favorecen el establecimiento de depredadoras epígeas de mayor tamaño. Las Dominantes Omnívoras de Suelo (DOS) mostraron mayor abundancia en Oriental (9) y en menor medida en Suroccidental (5) y Central (4), mientras que Norte registró solo un individuo. Esto puede implicar condiciones más propicias para especies competitivamente fuertes en el Oriental, posiblemente relacionadas con recursos concentrados y microhábitats que permiten monopolizar alimento y espacio.

Las hormigas Cortadoras (CO) estuvieron presentes en todas las estaciones, aunque con mayor representación en Suroccidental (3) y Central/Oriental (2 cada una), frente a un valor mínimo en Norte (1). Su distribución indica disponibilidad moderada de vegetación utilizable como sustrato alimenticio o material para el nido. Por último, las CPG presentaron baja abundancia y distribución restringida, registrándose únicamente en tres estaciones (Central, Suroccidental y Oriental, con un individuo cada una), y ausentes en Norte. Su patrón sugiere que requieren microhábitats específicos que no están igualmente disponibles en todas las coberturas evaluadas.

En cuanto a la diversidad funcional, la riqueza de gremios fue máxima en Central, Suroccidental y Oriental (5 gremios), mientras que Norte presentó cuatro, lo que evidencia una reducción funcional respecto a las demás estaciones. Aunque la riqueza total de especies fue relativamente variable (entre 17 y 25 especies), la estructura funcional ofrece una señal más clara de la heterogeneidad ambiental del paisaje.

Tabla 29. Distribución y abundancia de gremios tróficos de hormigas en las estaciones de muestreo para la temporada lluviosa de 2025 en las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

ESTACIONES DE MONITOREO					
Gremios alimenticios	Abreviatura	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Camponotinas Patrulleras Generalistas	CPG	1	1	0	1
Cortadoras	CO	2	3	1	2
Depredadoras Grandes Epígeas	DGE	12	1	8	4
Dominantes Omnívoras de Suelo	DOS	4	5	1	9
Omnívoras del Suelo y Vegetación	OSV	6	9	7	5
Número de especies		25	19	17	21
Riqueza de gremios		5	5	4	5

En conjunto, los resultados muestran que la funcionalidad trófica de las comunidades de hormigas no depende únicamente de la riqueza taxonómica, sino también de la disponibilidad de recursos, la complejidad del sustrato y los grados de perturbación. La presencia constante de OSV y DGE sugiere estabilidad trófica general, mientras que los gremios con baja representación reflejan filtros ecológicos que modulan la composición de la comunidad en cada estación.

4.1.4.3.6. Categorías de amenaza y restricción al comercio

Ninguna especie de hormiga encontrada fue registrada dentro de alguna categoría de amenaza para la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ni para la resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del gobierno de Colombia. Del mismo modo, tampoco se encontró que ninguna de estas especies presente restricciones al comercio según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Es menester resaltar que esto no necesariamente implica luz sobre la realidad de conservación biológica de estas especies, debido a que las evaluaciones sobre el conocimiento de la diversidad de artrópodos son aún escasas y lo es mucho más el conocimiento de sus estados de conservación.

4.1.4.3.7. Especies endémicas y migratorias

Se consultó la información referente a las distribuciones y hábitos de desplazamiento de las especies de hormigas encontradas en la temporada lluviosa de 2025 de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales y no se encontraron especies endémicas para el país ni con comportamiento migratorio.

4.1.4.4. Grupo parámetro Abejas (Hymenoptera: Apoidea)

4.1.4.4.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica

Las curvas de acumulación de especies obtenidas para el grupo Abejas muestran un incremento progresivo en la riqueza conforme avanza el esfuerzo de colecta, con tendencia a la estabilización hacia las últimas unidades de muestreo. La riqueza observada ($n = 5$ géneros) se mantuvo cercana a los valores generados por los estimadores Chao1, Jackknife1 y Bootstrap, indicando una baja presencia de géneros raros y confirmando que la mayor parte del ensamblaje fue registrada durante el esfuerzo realizado (Figura 40).

La similitud entre la riqueza observada y los valores estimados refleja un muestreo eficiente y suficientemente representativo, con baja probabilidad de detección de nuevos géneros al incrementar marginalmente el esfuerzo. Este comportamiento sugiere que la estructura de la comunidad está compuesta principalmente por géneros frecuentes y ampliamente distribuidos (principalmente *Tetragonisca*, *Nannotrigona* y *Apis*) concordante con las características ecológicas de ambientes de bosque seco tropical y paisajes agroproductivos.

En conjunto, estos resultados evidencian que el muestreo capturó con solidez la estructura general del ensamblaje, diferenciando con claridad la composición entre relictos de bosque (Central y Norte) y zonas agrícolas (Suroccidental y Oriental). Sin embargo, debido a la fuerte dependencia floral del grupo, se recomienda complementar el esfuerzo con muestreos adicionales en épocas de mayor floración para fortalecer la representación temporal de la comunidad.

En conjunto, estos resultados indican que el esfuerzo de muestreo permitió capturar de manera adecuada las tendencias generales de la comunidad de abejas, especialmente en lo relacionado con la distribución diferencial entre relictos de bosque (Central y Norte) y zonas agrícolas (Suroccidental y Oriental). No obstante, se reconoce que la fuerte dependencia del recurso floral y la variación microclimática asociada a este grupo podría generar fluctuaciones temporales en la detectabilidad, por lo que la representatividad temporal podría mejorarse con muestreos complementarios en temporadas de mayor floración.

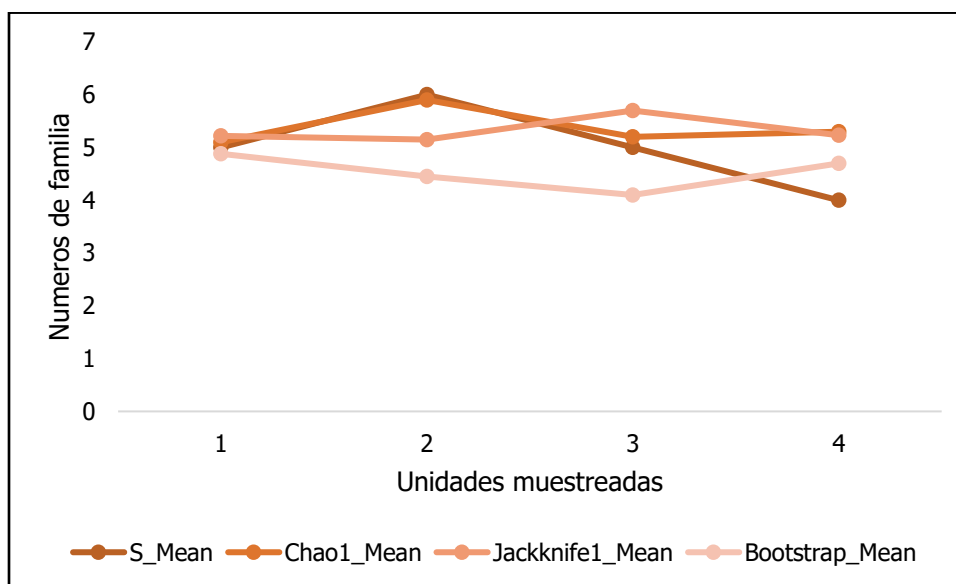


Figura 40. Curva de acumulación de géneros de abejas registradas en las estaciones de muestreo de fauna de Barranquilla durante la temporada lluviosa de 2025

4.1.4.4.2. Composición y estructura de la comunidad de abejas

Durante el muestreo realizado en las cuatro estaciones de monitoreo se registró un total de 13 individuos pertenecientes a cinco géneros de abejas, agrupados en dos líneas funcionales: meliponinos nativos (*Tetragonisca*, *Melipona*, *Nannotrigona* y *Scaptotrigona*) y el género *Apis* (i.e. *Apis mellifera*), de origen introducido y ampliamente utilizado en apicultura. De forma general, el 84.6% de los individuos correspondió a Meliponini, mientras que *Apis mellifera* representó el 15.4% restante, aunque este último fue el género más distribuido espacialmente. La presencia conjunta de cuatro géneros de abejas sin aguijón refleja la permanencia de condiciones adecuadas para sostener comunidades polinizadoras nativas en el entorno evaluado. En términos espaciales, la estación Suroccidental registró el mayor número de individuos observados (7 en total) y la mayor diversidad de géneros, lo que sugiere una oferta de recursos florales y espacios de anidación favorable para la actividad de forrajeo. Las estaciones Norte y Oriental presentaron valores intermedios con 3 individuos cada una, mientras que Central fue la zona con menor abundancia (2 individuos), posiblemente asociada a limitaciones en disponibilidad floral o estructura del hábitat (Figura 41; Tabla 30). No obstante, la riqueza de géneros se mantuvo relativamente equilibrada, ya que todas las estaciones registraron entre dos y tres grupos taxonómicos diferentes.

A nivel específico, *Apis* fue el género con mayor amplitud de distribución, con presencia en tres de las cuatro estaciones muestreadas. *Melipona* y *Tetragonisca*

mostraron patrones de ocurrencia más localizada, mientras que *Nannotrigona* y *Scaptotrigona* alcanzaron valores similares de abundancia total, pero con distribuciones restringidas según estación. Este comportamiento sugiere que los meliponinos, aunque representativos en número, podrían estar respondiendo a microcondiciones ambientales particulares dentro del paisaje muestreado, tales como disponibilidad de cavidades para nidificación, humedad o diversidad florística local. En conjunto, la estructura del ensamblaje indica una comunidad moderadamente diversa, con predominio numérico de meliponinos nativos, pero con una distribución más uniforme por parte de *Apis*. Esto podría reflejar ventajas competitivas del género introducido en ambientes manejados o abiertos, así como cierta fragmentación en la respuesta espacial de las abejas sin aguijón. Aun así, la coexistencia de cinco géneros evidencia la persistencia de un sistema funcional de polinización activo, característico de ecosistemas tropicales y con potencial para sostener procesos ecológicos clave en la dinámica vegetal del área de estudio.

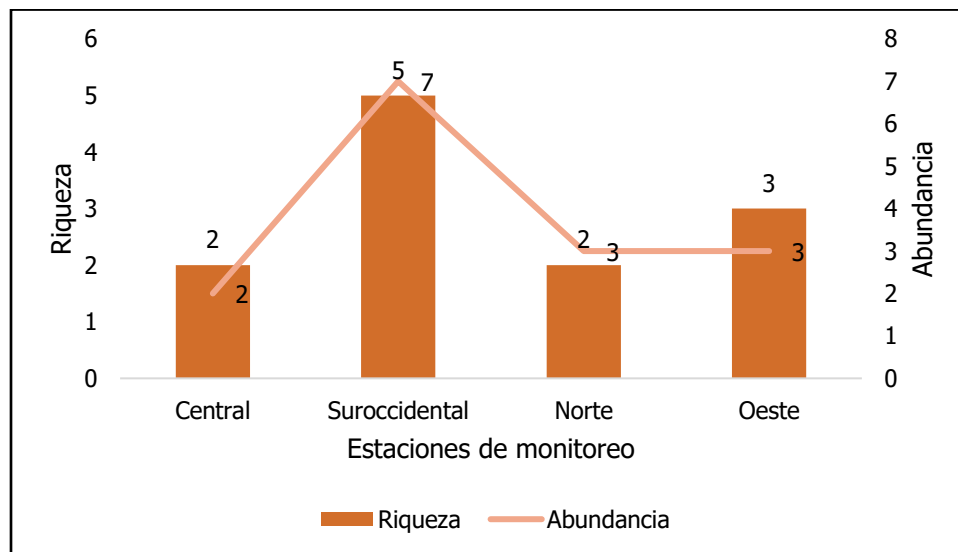


Figura 41. Riqueza y abundancia de abejas muestreadas en la temporada lluviosa de 2025 en las localidades de las unidades forestales

En síntesis, la comunidad de abejas registrada en el paisaje evaluado se caracteriza por una estructura dominada por meliponinos nativos, con presencia constante pero variable de *Apis mellifera*, lo que evidencia un equilibrio funcional condicionado por el tipo de cobertura vegetal. Las estaciones Central y Norte, asociadas a relictos de bosque seco, presentaron mayor riqueza y abundancia relativa, funcionando como núcleos de conservación biológica y estabilidad ecológica, mientras que

Suroccidental y Oriental reflejan una composición más simplificada, donde la menor riqueza se acompaña de una representación notable de taxones generalistas capaces de persistir en paisajes agrícolas. Este patrón sugiere que, aunque la funcionalidad ecológica del ensamblaje se mantiene, existen signos claros de gradientes de transformación ambiental, donde la integridad del hábitat define la permanencia y dominancia relativa de cada grupo funcional.

Tabla 30. Abundancia de especies de abejas para Barranquilla.

Genero	Central	Suroccidental	Norte	Oriental	Total
<i>Tetragonisca</i>	0	2	0	1	3
<i>Melipona</i>	0	1	1	0	2
<i>Nannotrigona</i>	1	2	0	0	3
<i>Scaptotrigona</i>	1	1	0	1	3
<i>Apis mellifera</i>	0	1	2	1	4
Total	2	7	3	3	13

En la estación Suroccidental se observó la mayor heterogeneidad en la estructura comunitaria de abejas, registrándose presencia de todos los géneros muestreados con una abundancia total de siete individuos. Aunque ninguno domina de forma contundente, la distribución muestra ligeras fluctuaciones entre *Tetragonisca*, *Nannotrigona* y *Scaptotrigona* (dos individuos cada uno), seguidos por *Melipona* y *Apis* con un individuo. Este comportamiento indica un sistema moderadamente equilibrado, donde varios géneros comparten los recursos disponibles sin que uno desplace completamente a los demás. La forma ondulada de la curva refleja esta variación leve, asociada posiblemente a una mayor disponibilidad floral y diversidad estructural del hábitat (Figura 42B).

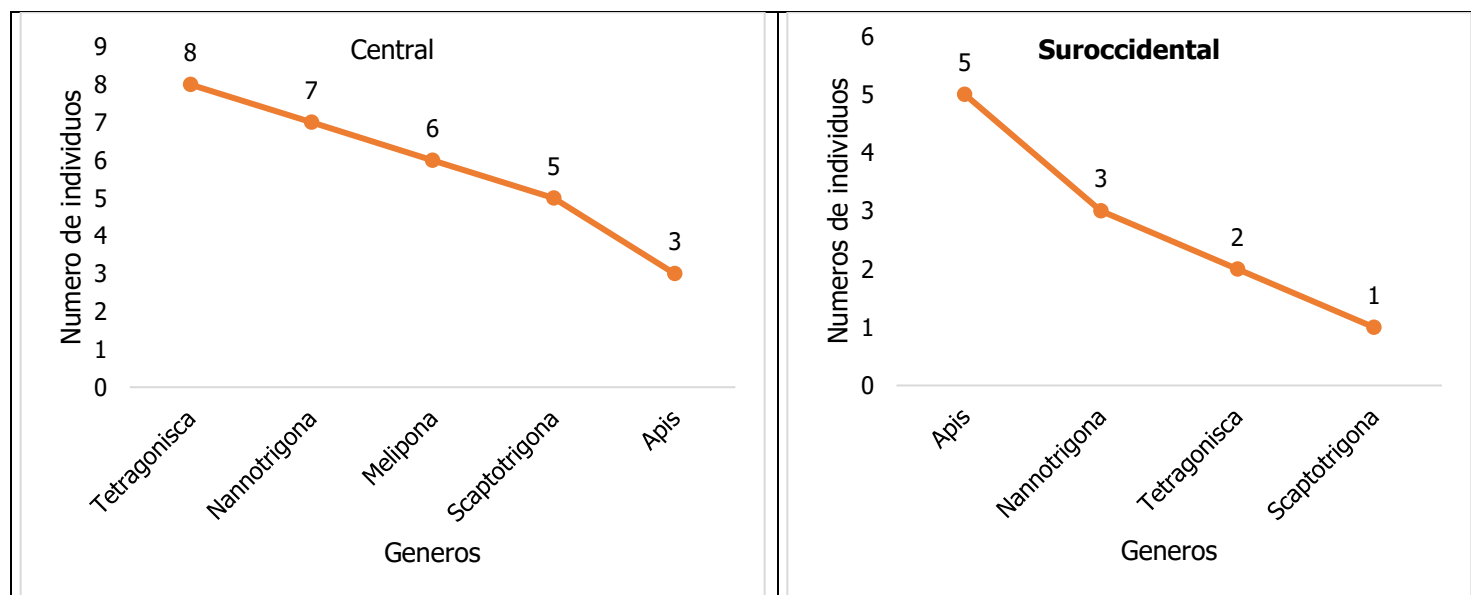
En contraste, la estación Norte presentó una comunidad más restringida en términos de composición y abundancia, con solo dos géneros registrados y un total de tres individuos. *Apis* fue el género más representativo (dos individuos), mientras que *Melipona* únicamente registró uno, mostrando una dominancia clara y una disminución abrupta en el diagrama. Está marcada caída sugiere que la estación ofrece condiciones ambientales más selectivas o un recurso floral menos diverso, favoreciendo la presencia de especies oportunistas y generalistas como *Apis* (Tabla 31C).

La estación Oriental evidenció un patrón similar en abundancia total (tres individuos), aunque con mayor diversidad que Norte al registrar tres géneros distintos. *Tetragonisca* fue el más abundante (dos individuos), seguido de *Scaptotrigona* y *Apis* (un individuo cada uno). Aun con una riqueza levemente mayor,

el descenso visible en la curva indica dominancia parcial de *Tetragonisca* y una presencia reducida de los demás géneros. Este comportamiento podría responder a una disponibilidad intermedia de recursos o a dinámicas competitivas que permiten coexistencia, pero bajo condiciones no del todo óptimas para los meliponinos (Tabla 31D).

Finalmente, la estación Central mostró la estructura más simple y empobrecida del conjunto, con solo dos individuos distribuidos entre *Nannotrigona* y *Scaptotrigona*. La línea recta descendente en el diagrama revela baja abundancia, baja riqueza y nula representación de *Apis* y *Melipona*. Esto sugiere condiciones ambientales menos favorables para el forrajeo o escasez de sustratos de anidación, reflejando posiblemente un ambiente más perturbado o con recursos florales limitados (Tabla 31A).

En síntesis, el ensamble de abejas registrado en época lluviosa se caracteriza por una baja equidad global, con distribución irregular entre estaciones y con *Apis* destacando como el género numéricamente dominante a nivel general, aunque no en todas las localidades. La presencia de cuatro géneros meliponinos indica que aún persisten condiciones que permiten el funcionamiento de polinizadores nativos, pero la variabilidad en las curvas entre estaciones sugiere que la estabilidad del ensamblaje depende fuertemente de la disponibilidad espacial y temporal de recursos florísticos, lo que podría favorecer en mayor medida a especies oportunistas o altamente competitivas.



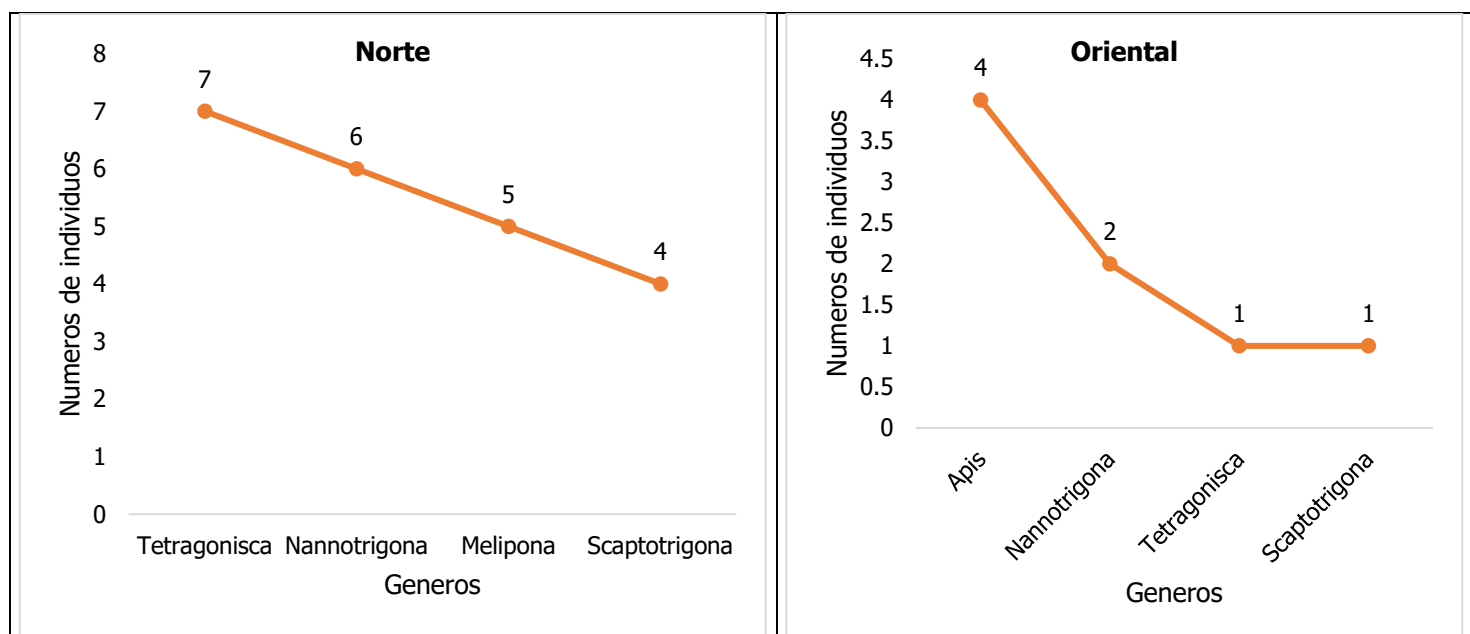


Figura 42. Diagrama de rango de abundancia para la comunidad de abejas y avispas de la época lluviosa de 2025 para estaciones de muestreo de las unidades forestales.

4.1.4.4.3. Diversidad alfa

Los índices de diversidad alfa evidenciaron variaciones claras entre las cuatro estaciones muestreadas. La estación Central registró uno de los valores más altos tanto en Simpson ($1-D = 0.78$) como en Shannon-Wiener ($H' = 1.56$), indicando una estructura relativamente equitativa donde ningún género dominó de forma marcada. Esto sugiere una distribución más balanceada de la abundancia entre los meliponinos presentes, posiblemente asociada a una disponibilidad mínima pero constante de recursos florales que evita la monopolización por un solo taxón. De manera similar, la estación Norte exhibió valores comparativamente elevados ($1-D = 0.77$; $H' = 1.54$), reflejando también una composición equilibrada con baja dominancia ($D = 0.23$) y coexistencia estable entre los géneros registrados (Tabla 31).

En contraste, las estaciones Suroccidental y Oriental mostraron una disminución en los índices de diversidad con valores menores de Simpson ($1-D = 0.68$ y 0.66 respectivamente) y de Shannon ($H' = 1.24$ y 1.21). Ambas estaciones presentaron el mayor nivel de dominancia dentro del conjunto ($D = 0.32$ y 0.34), lo que indica que uno o dos géneros concentraron la mayor proporción de individuos, generando comunidades menos equitativas (Tabla 31). Este comportamiento puede responder a la homogenización del hábitat y a la competencia por recursos, condiciones que

suelen favorecer a géneros con mayor plasticidad ecológica o estrategias forrajeras más eficientes.

En términos generales, los resultados sugieren que la diversidad alfa en el ensamblaje de abejas varía espacialmente, con una mayor equidad y heterogeneidad en Central y Norte, mientras que Suroccidental y Oriental presentan comunidades más simplificadas y estructuralmente dominadas. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la disponibilidad floral diferencial entre estaciones, el grado de perturbación ambiental y la presencia de especies generalistas que modifican la dinámica competitiva del sistema.

Tabla 31. Índices de diversidad alfa para las abejas en las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las unidades forestales, Temporada lluviosa 2025.

ÍNDICE	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Dominance_D	0.22	0.32	0.23	0.34
Simpson_1-D	0.78	0.68	0.77	0.66
Shannon_H	1.56	1.24	1.54	1.21
Margalef	1.18	1.68	1.25	1.89

Los valores del índice de Margalef evidencian diferencias claras en la riqueza específica de abejas entre las estaciones evaluadas durante la época lluviosa de 2025 (Tabla 31). La estación Oriental presentó el valor más alto (1.89), destacándose como el espacio con mayor diversidad potencial de géneros. Este resultado sugiere que esta cobertura podría estar ofreciendo una mayor heterogeneidad estructural y floral, lo que favorece la coexistencia de múltiples taxones melitófilos. La presencia compartida de Apis y meliponinos, aunque con baja abundancia, indica un aprovechamiento simultáneo del recurso floral, posiblemente asociado a condiciones microambientales más estables o menor presión antrópica directa (Tabla 31).

En orden descendente, Suroccidental mostró un índice de 1.58, lo que la posiciona como un segundo núcleo de diversidad, con representación relativamente equitativa entre los géneros registrados. Si bien la abundancia total no fue alta, la composición sugiere una estructura comunitaria más balanceada, donde ningún taxón domina de forma absoluta y los recursos podrían estar distribuidos con mayor regularidad en el paisaje. La estación Norte registró un valor intermedio (1.25), reflejando una riqueza moderada y posiblemente condiciones florales menos variables, pero aún capaces de sostener colonias de dos géneros. La baja abundancia registrada en esta estación

podría estar condicionada por fluctuaciones temporales en floración o limitaciones de sustrato para anidación (Tabla 31).

Finalmente, Central presentó el índice de Margalef más bajo (1.18), lo que sugiere un ensamblaje más simplificado y con menor disponibilidad de nichos tróficos o florales. El reducido número de géneros indica una comunidad más limitada funcionalmente, probablemente asociada a fragmentación del hábitat, reducción de cobertura vegetal o competencia interespecífica por recursos. En conjunto, los patrones observados indican que la riqueza de abejas responde a la variabilidad estructural del entorno, siendo mayor en estaciones con mejor oferta floral y menor disturbio, mientras que áreas más simplificadas presentan una estructura reducida y menos diversa. La comparación espacial permite inferir que la diversidad melitófila permanece en estado de equilibrio moderado, aunque susceptible a cambios en el uso del suelo y disponibilidad de recursos nectaríferos (Tabla 31).

4.1.4.4.4. Diversidad beta

La comparación de similitud entre estaciones, obtenida a partir de la matriz de diversidad beta, mostró un patrón relativamente homogéneo en la composición de abejas, con valores que oscilaron entre 0.80 y 1.00 (Tabla 32). Las estaciones Central y Norte presentaron similitud total (1.00), lo que indica que compartieron íntegramente los mismos géneros registrados y, por tanto, mantienen una estructura comunitaria prácticamente equivalente. Este resultado sugiere condiciones florísticas y estructurales comparables, posiblemente vinculadas a microambientes conservados o disponibilidad similar de recursos para forrajeo y nidificación. De manera semejante, Suroccidental y Oriental alcanzaron un grado máximo de similitud (1.00), reflejando la presencia y abundancia equivalente de los géneros registrados en ambas coberturas. Este paralelismo podría asociarse a características compartidas del entorno, como mayor intervención antrópica, paisajes fragmentados o dominancia de parches abiertos que favorecen a géneros generalistas y con amplia tolerancia ambiental, como *Apis mellifera* o *Nannotrigona*.

No obstante, las comparaciones entre estaciones de ambientes contrastados —por ejemplo, Central con Suroccidental (0.80) u Oriental con Norte (0.80)— evidenciaron una disminución en la similitud, lo cual señala un recambio moderado de géneros en función de la heterogeneidad espacial. Dichas diferencias podrían estar vinculadas a la variación en la disponibilidad de flora nectarífera o a fluctuaciones en la intensidad de disturbio, donde pequeños cambios en el paisaje pueden modificar la presencia o ausencia de meliponinos de baja abundancia. En síntesis, la diversidad beta refleja

una comunidad de abejas con alto grado de similitud entre estaciones, pero con ligeras variaciones que responden posiblemente a diferencias en estructura vegetal y nivel de perturbación. Las parejas Central–Norte y Suroccidental–Oriental representan núcleos altamente equivalentes en composición, mientras que los valores intermedios sugieren un recambio moderado que mantiene la dinámica espacial del ensamblaje (Tabla 32).

Tabla 32. Índice de similitud de Jaccard para las abejas muestreados en las estaciones de las unidades forestales en la temporada lluviosa de 2025.

Cobertura Vegetal	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Central	1	0.80	1.00	0.80
Suroccidental	0.80	1	0.80	1.00
Norte	1.00	0.80	1	0.80
Oriental	0.80	1.00	0.80	1

4.1.4.4.5. Consideraciones finales

En conjunto, los resultados muestran que la comunidad de abejas presenta una estructura fuertemente influenciada por el tipo de cobertura vegetal, con mayor riqueza, diversidad y equilibrio en las estaciones asociadas al bosque seco tropical. Estos hallazgos subrayan la importancia ecológica de los remanentes boscosos como refugios para la diversidad de abejas nativas y resaltan la necesidad de proteger y restaurar estos ambientes en paisajes productivos donde la presencia de especies introducidas puede alterar los patrones naturales de competencia y disponibilidad de recursos.

4.1.4.5. Grupo parámetro Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)

4.1.4.5.1. Representatividad del muestreo y riqueza específica

Las curvas de acumulación para las hormigas. muestran una tendencia estable sin incrementos marcados a medida que se adicionan unidades de muestreo, lo que indica que la riqueza registrada se aproxima al valor real esperado para el ensamblaje (Figura 43). La riqueza observada se mantiene alrededor de 6 familias, valor que es apenas superado por los estimadores no paramétricos aplicados.

Tanto Chao 1 como Bootstrap presentan valores muy cercanos a la riqueza observada, oscilando entre 6 y 6.5 familias, lo que sugiere una baja probabilidad de especies no registradas. Por su parte, Jackknife 1 muestra mayor variación, iniciando con valores similares a los demás estimadores, pero disminuyendo ligeramente hacia las últimas unidades, sin superar de forma considerable la riqueza observada. Este comportamiento indica que la presencia de familias raras o poco frecuentes es limitada.

El hecho de que la curva observada (S Mean) permanezca próxima a los valores estimados respalda un muestreo eficiente y representativo, con poca evidencia de subestimación de la riqueza. La convergencia de las curvas sugiere que la mayoría de las familias presentes fueron detectadas dentro del esfuerzo aplicado.

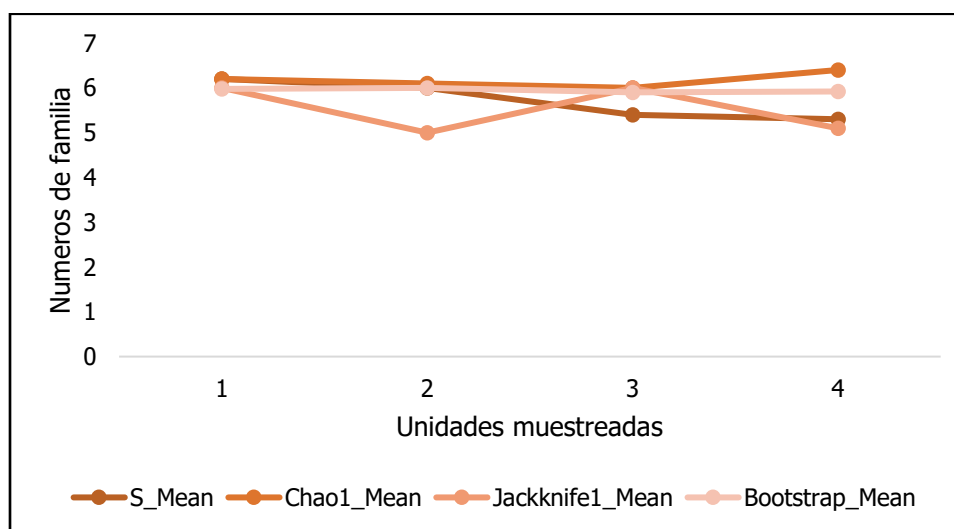


Figura 43. Curva de acumulación de especies de los escarabajos coprófagos registrados en las estaciones de muestreo de fauna de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

Estas cifras reflejan una comunidad con baja diversidad y probablemente bien caracterizada, lo cual es coherente bajo condiciones ambientales secas donde la disponibilidad de recursos puede ser limitada. Asimismo, la proximidad de los estimadores respecto a la riqueza observada indica que el muestreo fue suficiente para describir adecuadamente el grupo.

En términos generales, los resultados sugieren que el ensamblaje fue correctamente representado, con baja probabilidad de subestimación. No obstante, podría registrarse alguna familia adicional si se extendiera el esfuerzo de muestreo o se incorporaran periodos climáticos más húmedos que favorezcan la actividad del grupo.

4.1.4.5.2. Composición y estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos

Durante el monitoreo realizado en la temporada lluviosa de 2025, se registraron 144 individuos de escarabajos coprófagos, distribuidos en seis especies y cuatro estaciones de muestreo. Todas las especies pertenecen a la familia Scarabaeidae, agrupadas en los géneros *Canthon*, *Aphodius*, *Dichotomius* y *Onthophagus*. La especie con mayor abundancia fue *Canthon septemmaculatum*, con 56 individuos, equivalente al 38.9% del total registrado, seguida por *Onthophagus sp.2* con 26 individuos y *Onthophagus curvicornis* con 20. Las especies con menor representación fueron *Dichotomius sp.1* con 17 individuos, *Aphodius sp.2* con 15, y *Onthophagus sp.1* con 10 (Figura 44; Tabla 33).

La estación Central registró la mayor abundancia (44 individuos) y una riqueza total de seis especies, reflejando una comunidad diversa y relativamente equilibrada. La presencia notable de *Canthon septemmaculatum* junto a representantes de *Onthophagus*, *Aphodius* y *Dichotomius* sugiere un ambiente con recursos disponibles y condiciones favorables para múltiples gremios tróficos (Figura 44; Tabla 33).

En la estación Suroccidental, se contabilizaron 40 individuos correspondientes también a seis especies, manteniendo una composición similar a Central, aunque con menor número total de registros. Aquí, *Canthon septemmaculatum* volvió a dominar el ensamblaje, mientras que *Onthophagus sp.2* y *Dichotomius sp.1* se mantuvieron en proporciones moderadas. La heterogeneidad en microhábitats podría favorecer la coexistencia de estas especies, facilitando tanto la actividad diaria como la disponibilidad de alimento (Figura 44; Tabla 33).

La estación Norte presentó una abundancia ligeramente menor (36 individuos), aunque con la misma riqueza específica (6 especies). A pesar de la disminución en número de individuos, el reparto entre las especies fue más equilibrado, con *Canthon septemmaculatum*, *Aphodius sp.2* y *Onthophagus curvicornis* compartiendo dominancia relativa. Estas condiciones podrían responder a un entorno de cobertura intermedia con zonas mixtas de apertura y sombra, lo que posibilita el establecimiento y explotación de recursos por parte de diferentes taxa (Figura 44; Tabla 33).

Por su parte Oriental fue la estación con menor abundancia (24 individuos) y una riqueza ligeramente inferior (4 especies). En este sitio prevaleció nuevamente *Canthon septemmaculatum*, seguida por *Onthophagus sp.2*, mientras que otras especies aparecieron en densidades reducidas o ausentes. La baja diversidad y el escaso número de individuos podrían asociarse a una menor disponibilidad de recursos tróficos o condiciones ambientales más restrictivas, limitando la colonización y permanencia de determinadas especies (Figura 44; Tabla 33).

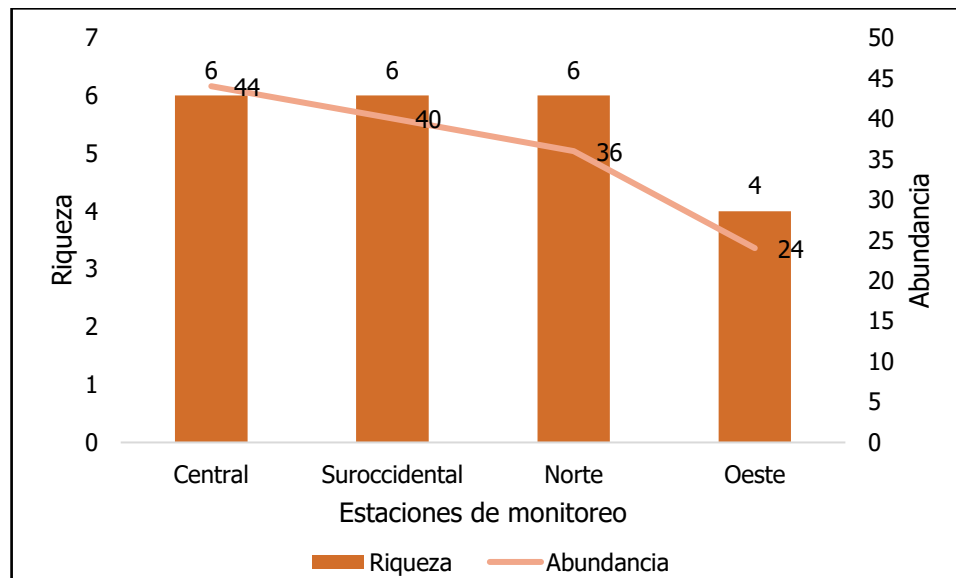


Figura 44. Riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos muestreados en las Unidades Forestales.

En general, la comunidad de coprófagos mostró un patrón de dominancia marcado por una o dos especies en cada cobertura, con una riqueza específica baja a moderada y una distribución de la abundancia desigual. Este comportamiento podría estar fuertemente influenciado por la disponibilidad de excretas, la estructura del sustrato y la presencia de fauna mayor en cada tipo de cobertura. También es de

resaltar que los escarabajos coprófagos tienden a tener preferencias alimenticias generalistas y no se especializan en tipos de excremento, debido al hecho de que los grandes herbívoros, de los que depende su principal recurso alimenticio, no son muy comunes en este tipo de hábitats (Bustos-Gómez & Lopera, 2003).

Tabla 33. Abundancia de especies de escarabajos coprófagos para de las Unidades Forestales y sus estaciones.

ESPECIE	ESTACIONES DE MONITOREO				TOTAL
	Central	Suroccidental	Norte	Oriental	
<i>Canthon septemmaculatum</i>	10	25	8	13	56
<i>Aphodius</i> sp.2	8	1	6	0	15
<i>Dichotomius</i> sp.1	9	1	7	0	17
<i>Onthophagus curvicornis</i>	7	2	8	3	20
<i>Onthophagus</i> sp.1	4	1	5	0	10
<i>Onthophagus</i> sp.2	6	10	2	8	26
Total	44	40	36	24	144

En Central se observó una comunidad coprófaga relativamente diversa y con una distribución moderadamente equitativa. Se registraron seis especies, con un predominio de *Canthon septemmaculatum* (10 individuos), seguida por *Aphodius* sp.2 (8 individuos) y *Onthophagus curvicornis* (9 individuos). Las demás especies presentaron valores ligeramente menores: *Dichotomius* sp.1 (6 individuos), *Onthophagus* sp.1 (7 individuos) y *Onthophagus* sp.2 (4 individuos). Aunque existe una ligera dominancia de *C. septemmaculatum*, la presencia estable de las otras cinco especies evidencia una distribución equilibrada y un ambiente con disponibilidad heterogénea de recursos. La curva del rango de abundancia muestra una pendiente continua y moderada, reflejando un nivel intermedio entre equidad y dominancia (Figura 45A).

En Suroccidental se registraron también seis especies, pero con un fuerte predominio de *Canthon septemmaculatum* (25 individuos), lo que representa una diferencia marcada respecto a las demás. Las especies subordinadas se encontraron en bajas cantidades: *Aphodius* sp.2 (1 individuo), *Dichotomius* sp.1 (1 individuo), *Onthophagus curvicornis* (2 individuos), *Onthophagus* sp.1 (1 individuo) y *Onthophagus* sp.2 (10 individuos). Aunque la riqueza es igual a la estación Central, la distribución es mucho menos equitativa, dado que la abundancia se concentra fuertemente en una sola especie. La curva presenta una caída abrupta después del primer punto, evidenciando una comunidad con marcada dominancia y menor estabilidad ecológica (Figura 45B).

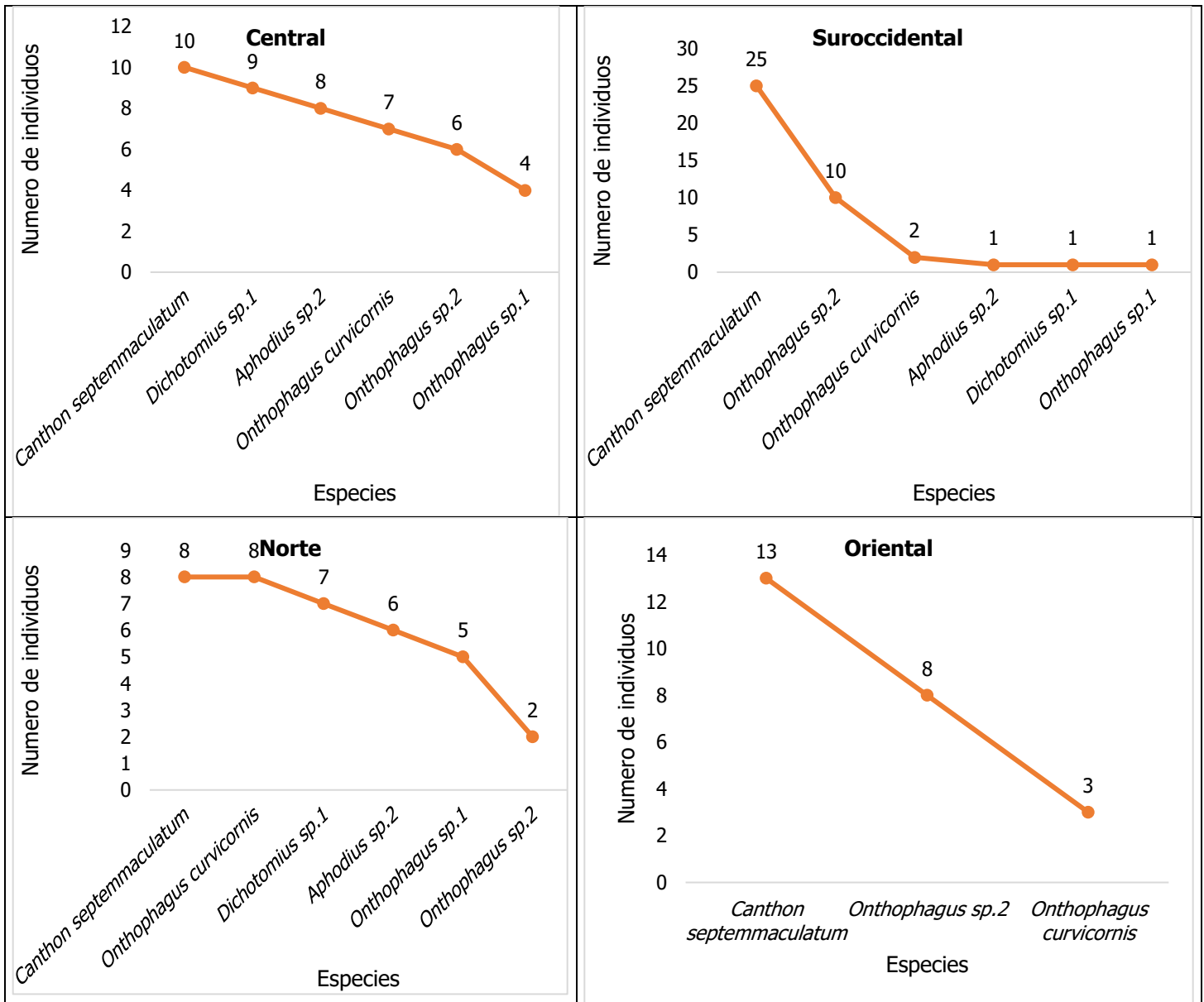


Figura 45. Diagrama de rango de abundancia para la comunidad de escarabajos coprófagos de la época lluviosa de 2025 para estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

En Norte se registraron seis especies, con una abundancia distribuida de forma relativamente uniforme. *Canthon septemmaculatum* fue la especie más representativa con 8 individuos, seguida de *Aphodius sp.2* (6), *Dichotomius sp.1* (7) y *Onthophagus curvicornis* (8). Las especies menos frecuentes fueron *Onthophagus sp.1* (5 individuos) y *Onthophagus sp.2* (2 individuos). Esta composición indica una comunidad con diversidad intermedia y balance moderado, donde varias especies comparten la dominancia sin diferencias extremas. La curva suave y gradual

confirma una equidad mayor respecto a Suroccidental y una estructura comunitaria más estable (Figura 45C).

En Oriental se registraron solo tres especies, con un fuerte dominio de *Canthon septemmaculatum* (14 individuos), seguida por *Onthophagus sp.2* (8 individuos) y en menor proporción *Onthophagus curvicornis* (3 individuos). La baja riqueza y la diferencia marcada en tamaños poblacionales indican un ensamblaje simple, con disponibilidad limitada de recursos o condiciones ambientales más restrictivas. La pendiente pronunciada entre los valores de las especies evidencia baja equidad y una estructura comunitaria con dominancia evidente (Figura 45D).

Comparativamente, se observa que la estación con mayor diversidad y equidad fue Central, mientras que Oriental, a pesar de su alta abundancia total, estuvo dominada casi exclusivamente por una sola especie. Las zonas correspondientes a Suroccidental y Norte muestran patrones de baja diversidad o dominancia moderada. Estos resultados evidencian la influencia de la estructura vegetal y los procesos de perturbación sobre la composición y distribución de los escarabajos coprófagos, los cuales dependen fuertemente de las condiciones del suelo y de la disponibilidad de materia orgánica en descomposición. La dominancia recurrente de *C. septemmaculatum*, *O. curvicornis*, *Aphodius sp. 2* y *Dichotomius agenius* (Foto 37) en 3 de los 4 puntos de muestreo, lo que podría indicar su alta adaptabilidad o tolerancia a la perturbación.

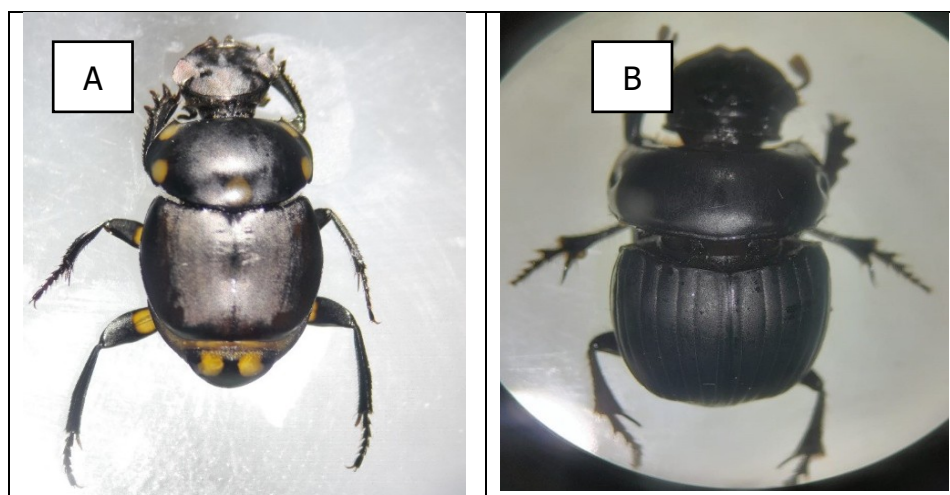




Foto 37. **A.** *Canthon septemmaculatus*, **B.** *Onthophagus curvicornis*, **C.** *Aphodius* sp. 2, **D.** *Dichotomius agenius*, las especies de escarabajos coprófagos más abundante en el muestreo de la temporada lluviosa de 2025 para las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

4.1.4.5.3. Diversidad alfa

Durante el monitoreo de las unidades forestales, los índices de diversidad alfa para los escarabajos coprófagos evidenciaron contrastes marcados entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Central y Norte presentaron los valores más altos de diversidad, acompañados de una mayor equidad en la distribución de individuos, como lo reflejan sus índices de dominancia (0.179 y 0.187, respectivamente) y los valores de Simpson (0.821 y 0.723). Estos resultados sugieren comunidades relativamente equilibradas, donde ninguna especie monopoliza el ensamblaje y existe una buena disponibilidad de recursos y microhábitats que favorecen la coexistencia (Tabla 34).

En contraste, Suroccidental y Oriental mostraron valores de diversidad más bajos, pero con patrones de dominancia claramente diferenciados. Suroccidental alcanzó el valor más alto de dominancia (0.457) y el valor más bajo de Simpson (0.543), lo que revela una comunidad más concentrada en pocas especies, posiblemente como consecuencia de condiciones ambientales que favorecen la prevalencia de ciertos taxones. Por su parte, Oriental presentó una dominancia elevada (0.420) y un valor de Simpson moderado (0.580), lo que indica una estructura menos balanceada y con menor diversidad efectiva (Tabla 34).

El índice de Shannon-Wiener reafirma este patrón, siendo más elevado en Central (1.741) y Norte (1.713), lo que refleja una combinación adecuada de riqueza y equidad. En cambio, Oriental (0.961) y especialmente Suroccidental (1.066)

exhibieron valores comparativamente más bajos, indicativos de comunidades empobrecidas o dominadas, con menor heterogeneidad estructural y menos oportunidades para la diversificación de especies (Tabla 34).

Tabla 34. Índices de diversidad alfa para los escarabajos coprófagos en las diferentes estaciones de monitoreo de fauna de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales.

ÍNDICE	Estaciones de monitoreo			
	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Dominance_D	0.179	0.457	0.187	0.420
Simpson_1-D	0.821	0.543	0.723	0.580
Shannon_H	1.741	1.066	1.713	0.961
Maegalef	1.32	1.36	1.39	0.94

Por otro lado, el Índice de Margalef aplicado al grupo de escarabajos coprófagos muestra contrastes marcados en la riqueza específica relativa entre las zonas evaluadas durante la temporada lluviosa (Tabla 34). El valor más alto se registró en Norte con 1.39, seguido por Suroccidental con 1.36. En cambio, los valores más bajos correspondieron a Central con 1.32 y Oriental, con apenas 0.94. El predominio de Norte puede explicarse por la combinación de espacios abiertos, disponibilidad de microhábitats y una probable mayor acumulación de heces por el tránsito de fauna silvestre o doméstica, lo que facilita la llegada y establecimiento de especies coprófagas. Este tipo de condición suele favorecer a taxones generalistas, resultando en una mayor riqueza relativa en proporción al número total de individuos. Suroccidental, por su parte, también presentó un valor notable. Aunque puede caracterizarse por un dosel más cerrado y una menor exposición solar directa, la presencia de hojarasca húmeda, humedad edáfica y un microclima estable podrían sostener una comunidad menos abundante, pero ecológicamente diversa.

Por el contrario, Central y Oriental mostraron los índices más bajos, lo que evidencia comunidades relativamente homogéneas y posiblemente dominadas por pocas especies tolerantes. En Central, la estructura vegetal podría estar regulando el flujo de nutrientes y restringiendo el establecimiento pleno de especies especializadas, mientras que en Oriental, la posible reducción en la disponibilidad de materia orgánica fresca, junto con un ambiente más expuesto, puede estar limitando la diversidad (Tabla 34).

A juzgar por los puntos de referencia usuales para este índice (valores < 2.0 = baja riqueza), los resultados indican que todas las zonas presentan una riqueza relativamente baja para este grupo, aunque con una ligera ventaja para Norte y

Suroccidental. Esto refleja las limitaciones impuestas por la estacionalidad lluviosa y la distribución fragmentada del recurso clave que determina la presencia del gremio: la materia orgánica en descomposición.

En conjunto, los datos de los índices de riqueza sugieren que Central y Suroccidental ofrecen mejores condiciones ecológicas para el mantenimiento de comunidades diversas y equitativas de escarabajos coprófagos, mientras que Norte, pese a presentar una abundancia notable de individuos, se encuentra ecológicamente simplificada y con baja diversidad funcional. LA unidad Oriente, aunque menos empobrecida que Norte, también evidencia signos de desequilibrio, posiblemente asociados a presiones ambientales específicas o a variaciones en la cobertura vegetal.

4.1.4.5.4. Diversidad beta

En el grupo de escarabajos coprófagos, los valores del índice de similitud de Jaccard evidencian una afinidad faunística total entre Central, Suroccidental y Norte, donde el valor obtenido fue de 1.0 para todas las comparaciones entre estas tres coberturas. Esto indica que comparten la totalidad de las especies registradas, lo cual sugiere condiciones ambientales semejantes, una conectividad efectiva entre las áreas o la presencia de factores ecológicos homogéneos que favorecen la permanencia de los mismos taxones en cada una de ellas (Tabla 35).

Por otro lado, la cobertura Oriental mostró valores de similitud de 0.5 con Central, Suroccidental y Norte, reflejando una compartición solo parcial de especies con las demás estaciones. Esta diferencia puede estar asociada a variaciones en la estructura vegetal, disponibilidad de recursos tróficos o características microclimáticas que influyen en la composición de la comunidad coprófaga, reduciendo la coincidencia faunística con el resto de las zonas evaluadas.

En conjunto, los resultados señalan que Central, Suroccidental y Norte conforman un núcleo altamente integrado de similitud biológica, mientras que Oriental se posiciona como un punto divergente dentro del gradiente ecológico, con una riqueza compartida menor respecto al resto. Este patrón resulta clave para comprender los procesos de distribución y conectividad ecológica, además de aportar información relevante para el manejo y conservación de ensambles coprófagos en paisajes con diferente estructura y cobertura vegetal.

Tabla 35. Índice de similitud de Jaccard para los escarabajos coprófagos muestreados en las estaciones de las localidades de las Unidades Forestales

SIMILITUD DE JACCARD INSECTOS				
Cobertura Vegetal	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Central	1	1	1	0.5
Suroccidental	1	1	1	0.5
Norte	1	1	1	0.5
Oriental	0.5	0.5	0.5	1

4.1.4.5.5. Diversidad funcional

Durante el muestreo de escarabajos coprófagos realizado en la temporada lluviosa de 2025, se identificaron tres gremios tróficos: cavadores (CAV), residentes (RES) y rodadores (ROD). Sin embargo, su distribución y abundancia variaron entre las estaciones de monitoreo, evidenciando que la estructura del hábitat y la disponibilidad del recurso principal influyen directamente en la composición funcional de las comunidades (Tabla 36).

A diferencia del texto base, en este caso el gremio rodador (ROD) fue el más numeroso, con valores elevados en las estaciones Suroccidental (25 individuos) y Oriental (21 individuos), seguido por Central (16) y Norte (10). Está marcada representación sugiere que los rodadores encuentran condiciones favorables para la manipulación y transporte de excretas, posiblemente asociadas a áreas abiertas o con sustratos blandos que facilitan el rodamiento y enterramiento del recurso alimenticio (Tabla 36).

Los cavadores (CAV) mostraron una distribución amplia y con altos valores en Central (20 individuos) y Norte (20 individuos), mientras que su presencia fue reducida en Suroccidental (4) y mínima en Oriental (3). Este comportamiento indica que ciertas estaciones poseen suelos más aptos para la excavación, junto con disponibilidad de excretas frescas que soportan el desarrollo de túneles subterráneos para alimentación y reproducción (Tabla 36).

Por su parte, el gremio residente (RES), aunque presente en la mayoría de las estaciones, mostró una abundancia menor en comparación con los anteriores, destacándose Central (8 individuos) como la estación con mayor registro, seguida de Norte (6) y Suroccidental (1), mientras que no se registraron residentes en la estación Oriental. Su distribución sugiere que este gremio responde manera más estricta a la calidad del recurso disponible, ya que dependen directamente del excremento como alimento y refugio, sin desplazarlo ni enterrarlo (Tabla 36).

Tabla 36. Distribución y abundancia de gremios tróficos de escarabajos coprófagos en las estaciones de muestreo para las Unidades Forestales.

Estaciones de monitoreo					
Gremios alimenticios	Abreviatura	Central	Suroccidental	Norte	Oriental
Cavadores	CAV	20	4	20	3
Residentes	RES	8	1	6	0
Rodadores	ROD	16	25	10	21
Número de especies		6	6	6	4
Riqueza de gremios		3	3	3	2

En términos de diversidad funcional, Central, Suroccidental y Norte presentaron la mayor riqueza de gremios (tres en cada estación), lo que refleja la presencia equilibrada de estrategias ecológicas distintas y una mayor heterogeneidad ambiental. En contraste, Oriental solo registró dos gremios, indicando una comunidad funcionalmente más limitada, posiblemente condicionada por factores ambientales restrictivos o menores recursos disponibles (Tabla 36).

4.1.4.5.6. Categorías de amenaza y restricción al comercio

Ninguna especie de escarabajo coprófago encontrado fue registrada dentro de alguna categoría de amenaza para la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ni para la resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del gobierno de Colombia. Del mismo modo, tampoco se encontró que ninguna de estas especies presente restricciones al comercio según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Es menester resaltar que esto no necesariamente implica luz sobre la realidad de conservación biológica de estas especies, debido a que las evaluaciones sobre el conocimiento de la diversidad de artrópodos son aún escasas y lo es mucho más el conocimiento de sus estados de conservación.

4.1.4.5.7. Especies endémicas y migratorias

Se consultó la información referente a las distribuciones de las especies de escarabajos coprófagos encontrados en la temporada lluviosa de 2025 de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales, y se encontró una especie endémica para el país: *Onthophagus curvicornis* (Foto 38). Cabe resaltar que el endemismo refleja simplemente el estado del conocimiento actual que tenemos

sobre las especies, pero de ninguna manera representa un límite en la distribución de estas. Ninguna especie de escarabajo coprófago registra comportamiento migratorio.



Foto 38. *Onthophagus curvicornis*: una especie de escarabajo coprófago encontrado en el muestreo de la temporada lluviosa de las estaciones de muestreo de las Unidades Forestales. Hasta la fecha, registra distribución endémica para Colombia.

4.1.4.6. Conclusiones de insectos generalistas y grupos parámetro

El presente monitoreo constituye una actualización detallada del estado de la entomofauna asociada a las coberturas vegetales conservadas e intervenidas en el área de influencia del proyecto, permitiendo evaluar el estado funcional de los ensamblajes y su respuesta ante la heterogeneidad espacial del paisaje. La información generada aporta insumos valiosos para los procesos de seguimiento ambiental y para la toma de decisiones en torno a la protección de la biodiversidad, al tiempo que fortalece el conocimiento disponible sobre grupos indicadores como mariposas, hormigas, escarabajos coprófagos y abejas.

La representatividad del muestreo fue adecuada para los grupos evaluados, lo cual se refleja en la cercanía entre la riqueza registrada y los valores estimados por los modelos no paramétricos. Aunque las curvas de acumulación sugieren la posibilidad de detección de nuevos taxones bajo un mayor esfuerzo de captura, la información disponible permite describir con solidez la estructura comunitaria presente en cada estación de muestreo. Las mariposas destacaron por su mayor diversidad taxonómica, reflejando la disponibilidad de recursos florales y la presencia de microclimas que favorecen la permanencia de especies nectarívoras e hidrófilas. Las hormigas registraron la mayor estabilidad funcional dentro del paisaje, evidenciando

un espectro amplio de gremios que incluye depredadoras, cortadoras y omnívoras, lo que confirma su papel como moduladoras de procesos ecológicos clave.

En los escarabajos coprófagos la riqueza fue menor, pero con una diversidad funcional marcada por la presencia de cavadores, rodadores y residentes. La distribución de estos gremios estuvo estrechamente vinculada a la disponibilidad de materia orgánica y a las condiciones del suelo, reflejando procesos de reciclaje de nutrientes y descomposición propios del sistema. La baja equidad en ciertas estaciones y la dominancia de pocos taxones sugieren que perturbaciones del sustrato o variabilidad microambiental pueden estar condicionando su establecimiento.

Las abejas, integradas en este análisis como grupo polinizador clave, estuvieron representadas por meliponinos nativos y por el género *Apis*. Aunque la riqueza fue baja en comparación con otros taxas, la distribución espacial reveló que los fragmentos de vegetación más heterogéneos favorecen la presencia de abejas sin aguijón, mientras que *Apis mellifera* mostró mayor afinidad por zonas abiertas y matrices agrícolas. Esta dualidad evidencia un balance frágil entre la polinización nativa y la dominancia de especies introducidas, con implicaciones directas para la regeneración vegetal y para la estabilidad de redes tróficas florales.

Los análisis de diversidad alfa coincidieron en mostrar que estaciones con mayor complejidad estructural mantienen comunidades más equitativas y menos dominadas. Por el contrario, coberturas simplificadas evidenciaron mayor concentración de individuos en pocos taxones, lo que refleja una reducción en la disponibilidad de microhábitats y un aumento de la presión competitiva. La diversidad beta, evaluada mediante similitud de composición, mostró un solapamiento reducido entre estaciones, indicando que cada sitio aporta elementos únicos para la conservación y que el paisaje funciona como un mosaico biológico donde la variación espacial fortalece la persistencia del sistema completo.

El análisis comparativo de los grupos monitoreados permite concluir que la integridad del bosque seco y de sus zonas transicionales se asocia con comunidades más diversas, equilibradas y funcionalmente complementarias. La presencia simultánea de mariposas, hormigas, escarabajos coprófagos y abejas nativas demuestra que aún persisten condiciones que sostienen procesos esenciales como polinización, descomposición, depredación y herbívora. No obstante, el aumento local de taxones generalistas, la dominancia de *Apis mellifera* en zonas abiertas y la reducción de equidad en coberturas intervenidas advierten sobre riesgos potenciales

asociados a la homogenización de hábitats, compactación del suelo y reducción de microrefugios.

En conjunto, los resultados reflejan un sistema ecológico funcional pero vulnerable, en el que la diversidad depende directamente de la conservación del gradiente ambiental. Mantener relictos de vegetación, promover la conectividad y reducir procesos de degradación permitirá sostener comunidades más resilientes, preservando no solo la riqueza biológica, sino también los servicios ecosistémicos que estos grupos proveen. La continuidad del monitoreo es fundamental para detectar tendencias temporales, anticipar desequilibrios y fortalecer estrategias de restauración que aseguren la permanencia de la entomofauna y su rol ecológico dentro del territorio.

4.1.4.7. Problemática actual de la entomofauna generalista y grupos parámetro

La entomofauna del departamento del Atlántico incluye grupos de alta relevancia ecológica y cultural como las mariposas diurnas (*Morpho helenor*, *Heliconius erato*, *Danaus plexippus*), las hormigas (*Atta cephalotes*, *Camponotus sericeiventris*, *Solenopsis invicta*), las avispas (*Polistes canadensis*, *Mischocyttarus sp.*), las abejas (*Apis mellifera*, *Melipona favosa*, *Trigona spinipes*) y los escarabajos coprófagos (*Canthon lituratus*, *Onthophagus sp.*, *Dichotomius sp.*). Estos grupos cumplen funciones esenciales en los ecosistemas, como la polinización, el reciclaje de nutrientes, el control biológico y la dispersión de semillas, siendo agentes clave en la estabilidad de los sistemas de bosque seco tropical y agroecosistemas del Atlántico.

Una de las problemáticas más críticas se relaciona con la extracción insostenible de miel, especialmente de colonias silvestres de abejas nativas (*Melipona*, *Trigona*). La práctica de cosecha sin criterios técnicos, que implica la destrucción de nidos, ha reducido drásticamente las poblaciones locales y ha limitado la capacidad de estos insectos para mantener procesos de polinización en cultivos y ecosistemas naturales. La ausencia de programas de meliponicultura sostenible refleja un uso ineficiente de la fauna silvestre y perpetúa la presión sobre especies que podrían ser aprovechadas de manera renovable (Rodríguez-Mahecha et al., 2005).

La desaparición de hábitats viables constituye otro factor determinante en el declive de la diversidad de insectos. La fragmentación del bosque seco tropical, la pérdida de corredores biológicos y la contaminación de cuerpos de agua han reducido la

disponibilidad de sitios de reproducción y alimentación para mariposas, escarabajos coprófagos y abejas. En el caso de los escarabajos coprófagos, su disminución afecta directamente el reciclaje de nutrientes y la aireación de suelos, procesos fundamentales para la productividad agrícola y la regeneración de pastizales (Nichols et al., 2008).

La interacción negativa entre agricultores y hormigas, particularmente con especies cortadoras como *Atta cephalotes*, genera conflictos que suelen resolverse mediante la eliminación indiscriminada de colonias. Si bien estas hormigas pueden afectar cultivos, también cumplen un papel ecológico como ingenieras del ecosistema, modificando la estructura del suelo y favoreciendo la dinámica de nutrientes. Su persecución sistemática refleja una visión reduccionista del manejo de fauna, que desconoce los beneficios ecológicos de estos organismos (Hölldobler & Wilson, 1990).

Los impactos de la desaparición de estos insectos son múltiples y de gran alcance. La reducción de abejas y avispas compromete la polinización de cultivos y plantas silvestres, afectando la productividad agrícola y la regeneración natural de los bosques. La pérdida de mariposas diurnas implica la desaparición de indicadores biológicos de calidad ambiental y de procesos de conectividad ecológica. La disminución de escarabajos coprófagos afecta la descomposición de materia orgánica y el control de parásitos en sistemas ganaderos. Finalmente, la eliminación de hormigas altera la dinámica de suelos y la estructura de comunidades vegetales, generando desequilibrios que repercuten en la resiliencia de los ecosistemas.

En síntesis, la problemática de los insectos en el Atlántico se centra en la tensión entre prácticas extractivas insostenibles, pérdida de hábitat y conflictos con actividades humanas. La ausencia de estrategias de manejo participativo y de sistemas productivos sostenibles perpetúa un escenario de vulnerabilidad que amenaza la diversidad entomológica y sus funciones ecológicas. La implementación de programas de meliponicultura, educación ambiental y restauración de hábitats se plantea como condición indispensable para garantizar la conservación de la entomofauna en el marco del ordenamiento forestal del Atlántico.

4.2. Análisis de conectividad biótica

4.2.1. Parcela de Ordenamiento Forestal 1 - Norte (Bosque Denso Bajo de Tierra Firme)

La unidad forestal POF-1, localizada en el sector Norte, presenta una cobertura de bosque denso bajo de tierra firme, condición que favorece la presencia de una diversidad significativa de flora y fauna. El inventario realizado evidencia la coexistencia de múltiples grupos taxonómicos cuya interacción define la estructura y funcionalidad del ecosistema. La flora está representada por especies arbóreas de importancia ecológica y cultural como *Ceiba pentandra*, *Cedrela odorata*, *Samanea saman*, *Prosopis juliflora* y *Guazuma ulmifolia*, además de elementos de valor ornamental y silvicultural como *Handroanthus coralibre* y *Aspidosperma polyneuron*. En cuanto a la fauna, se registraron aves de amplia distribución como *Crypturellus erythropus*, *Ara macao* y *Ramphastos sulfuratus*, mamíferos de relevancia ecológica como *Cebus versicolor*, *Tamandua mexicana* y *Hydrochoerus isthmus*, anfibios como *Rhinella humboldti* y *Boana pugnax*, y reptiles como *Caiman crocodilus* e *Iguana iguana*. Esta composición refleja un mosaico biológico que sustenta procesos de conectividad y resiliencia ecosistémica.

Con base en el análisis de la fauna y flora asociada a la unidad administrativa objeto de ordenamiento forestal, se propone establecer estrategias que permitan la conectividad tanto estructural como funcional de esta unidad forestal con las unidades circundantes. Es así como la conectividad estructural se fundamenta en la composición y distribución de la flora, donde especies de gran porte como *Ceiba pentandra* y *Samanea saman* actúan como nodos de conectividad vertical, generando estratos que permiten la movilidad de aves y mamíferos arborícolas. La presencia de árboles frutales y de copa amplia asegura la continuidad de corredores biológicos, mientras que la heterogeneidad del sotobosque provee refugio y microhábitats para anfibios y reptiles. La conectividad estructural no se limita a la disposición espacial de los árboles, sino que también depende de la calidad del suelo, la disponibilidad hídrica y la estabilidad de los estratos arbóreos, que en conjunto permiten la persistencia de comunidades faunísticas diversas. En este sentido, la estructura del bosque denso bajo de tierra firme constituye un entramado físico que garantiza la movilidad, el refugio y la reproducción de múltiples especies, consolidando la base material de la conectividad ecológica.

Si bien la conectividad funcional se fundamenta en la composición y estructura de las áreas a conectar, las interacciones planta-animal son vitales para asegurar un corredor biológico exitoso. Es así como la dispersión de semillas por aves frugívoras

(*Ara ararauna*, *Ramphastos sulfuratus*) y mamíferos como *Cebus versicolor*, que aseguran la regeneración del bosque y la persistencia de especies clave (Howe & Smallwood, 1982). Los procesos de polinización realizados por mariposas diurnas (e.g., *Anartia amanthea*, *Anthanassa hermas*, *Cissia similis*, *Dione vanillae* y *Vareuptychia themis*), por aves nectarívoras (e.g. *Phaethornis anthophilus*, *Chlorostilbon gibsoni* y *Amazilia tzacatl*) y murciélagos como *Glossophaga soricina* complementan la dinámica reproductiva de la flora, mientras que los predadores como *Herpetotheres cachinnans*, *Falco sparverius*, *Leopardus pardalis* y *Puma yagouaroundi* regulan poblaciones de pequeños vertebrados, manteniendo el equilibrio trófico. Por otro lado, la conectividad funcional se traduce en un flujo constante de energía y materia, donde las especies cumplen roles complementarios que sostienen la resiliencia del ecosistema. En este contexto, el tití cabeciblanco (*Oedipomidas oedipus*), especie endémica de la región Caribe colombiana y críticamente amenazada (CR), constituye un modelo biológico para analizar y mapear la conectividad funcional en POF-1 con sus unidades adyacentes. Esto es, debido a que su supervivencia depende de la disponibilidad de corredores forestales continuos, la presencia de especies de árboles frutales en los que se le observó asociado en la parcela POF-1 (e.g. *Mangifera indica*, *Melicoccus bijugatus*, *Carica papaya* y *Cecropia sp.*) y la cobertura arbórea que le brinda refugio y alimento. Elementos ecológicos de importancia para esta especie incluyen la disponibilidad de frutos y néctar en especies como *Psidium guineense* y *Crescentia cujete* (especies ampliamente distribuidas en la unidad administrativa), el refugio y movilidad en estratos medios y altos del bosque facilitados por árboles de gran porte, y las interacciones mutualistas con aves y otros mamíferos que comparten recursos y dispersan semillas. La persistencia del tití cabeciblanco en POF-1 es un indicador de la calidad de la conectividad funcional y estructural, y su conservación implica garantizar la integridad de los corredores biológicos y la diversidad florística.

El bosque denso bajo de tierra firme en POF-1 se caracteriza por una alta heterogeneidad estructural, con estratos arbóreos dominados por especies nativas y secundarias que sostienen procesos de sucesión ecológica. La fauna registrada refleja un ecosistema funcionalmente complejo, donde dispersores, polinizadores y predadores mantienen la dinámica de regeneración y regulación poblacional. La conjunción de variables bióticas (flora y fauna) y abióticas (suelo, topografía, disponibilidad hídrica) define la vocación silvocultural del área, orientada hacia el aprovechamiento sostenible de recursos maderables y no maderables. En este sentido, el aprovechamiento sostenible debe centrarse en prácticas de manejo que garanticen la sostenibilidad de los recursos. La extracción controlada de especies

maderables como *Cedrela odorata* y *Samanea saman* bajo planes de manejo forestal certificados constituye una estrategia clave, complementada por la promoción de sistemas agroforestales que integren especies frutales y maderables, favoreciendo la conectividad y la provisión de alimento para fauna. La conservación de corredores biológicos asegura la movilidad del tití cabeciblanco y otras especies sensibles, mientras que el monitoreo participativo de poblaciones faunísticas y florísticas, involucrando comunidades locales en la gestión sostenible, fortalece la gobernanza ambiental y la resiliencia del ecosistema.

El aprovechamiento sostenible en áreas de vocación silvocultural debe además incorporar prácticas de restauración activa en zonas degradadas, fomentando la regeneración natural y la reintroducción de especies nativas de alto valor ecológico. La integración de sistemas productivos diversificados, como la apicultura y el aprovechamiento de frutos no maderables, contribuye a reducir la presión sobre especies de interés económico y a generar alternativas de ingreso para las comunidades locales. La planificación del uso del suelo debe priorizar la conectividad ecológica, evitando la fragmentación y asegurando la continuidad de corredores que permitan la movilidad de especies clave. Asimismo, la implementación de programas de educación ambiental y de control de la caza indiscriminada resulta indispensable para mitigar los tensionantes que afectan la fauna, particularmente en el caso de mamíferos como *Cuniculus paca*, *Dasyus novemcinctus* y *Passalites sanctaemartae*, y la comercialización tanto de especies aves ornamentales como *Ara macao* y *Amazona ochrocephala*, como la persecución de especies de tortugas de agua dulce para sostenimiento (i.e. que no fueron registradas en esta unidad forestal). Estas prácticas de caza generan desequilibrios poblacionales y afectan la funcionalidad del ecosistema, incrementando la vulnerabilidad de especies focales como el tití cabeciblanco. La interacción negativa entre fauna y actividades humanas se traduce en conflictos por depredación de cultivos y pérdida de hábitat, lo que exige estrategias de mitigación y educación ambiental.

En conclusión, el análisis de conectividad en POF-1 evidencia que la estructura florística y la funcionalidad faunística son pilares para la sostenibilidad del bosque denso bajo de tierra firme. El tití cabeciblanco emerge como especie focal para la conservación, al integrar procesos de conectividad y reflejar la necesidad de corredores biológicos continuos. La vocación silvocultural del área, acompañada de prácticas sostenibles, restauración activa y control de tensionantes, constituye la base para garantizar la persistencia de los recursos y la resiliencia ecosistémica.

4.2.2. Parcela de Ordenamiento Forestal 2 - Central (Vegetación secundaria baja)

La unidad forestal POF-2, ubicada en el sector Central, se caracteriza por la presencia de vegetación en transición, una cobertura que, si bien no es estructuralmente la más compleja en comparación con los bosques densos de tierra firme, ofrece condiciones particulares que favorecen una alta interacción con la fauna y provee recursos a una diversidad significativa de especies. La composición florística incluye especies de gran porte y valor ecológico como *Ceiba pentandra*, *Samanea saman*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*, *Roseodendron chryseum* y *Astronium graveolens*. También se registran especies de importancia silvicultural y cultural como *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alba*, *Gliricidia sepium* y *Crescentia cujete*. La fauna asociada comprende aves como *Ortalis garrula*, *Ara amazónica*, *Momotus subrufescens* y *Falco sparverius*, mamíferos como *Alouatta seniculus*, *Cebus versicolor*, *Tamandua mexicana* y *Leopardus pardalis*, anfibios como *Boana platanera* y *Rhinella horribilis*, y reptiles como *Caiman crocodilus*, *Chelonoidis carbonarius* e *Iguana iguana*. Esta composición refleja un ecosistema en estado dinámico, donde la transición vegetal genera oportunidades de interacción y resiliencia.

La conectividad estructural en POF-2 se fundamenta en la distribución espacial de especies arbóreas que, aun en un estado transicional, generan estratos verticales y corredores naturales. Árboles como *Ceiba pentandra* y *Samanea saman* actúan como nodos de conectividad, permitiendo la movilidad de aves y mamíferos arborícolas. La presencia de especies frutales como *Spondias mombin* y *Crescentia cujete* asegura la continuidad de corredores biológicos horizontales, mientras que la heterogeneidad del sotobosque provee refugio y microhábitats para anfibios y reptiles. Aunque la vegetación en transición no alcanza la complejidad estructural de un bosque maduro, su estado intermedio facilita la coexistencia de especies pioneras y secundarias, generando un entramado físico que garantiza movilidad, refugio y reproducción de múltiples especies, consolidando la base material de la conectividad ecológica.

La conectividad funcional se expresa en las interacciones planta-animal y en la participación de insectos polinizadores. Especies como *Apis mellifera* y mariposas del género *Heliconius* (e.g. *Heliconius erato*) y *Papilio thoas* cumplen un papel fundamental en la polinización de árboles como *Tabebuia rosea*, *Roseodendron chryseum* y *Cordia gerascanthus*, cuya reproducción depende de la transferencia de polen entre flores. Estas interacciones aseguran la regeneración del bosque y la persistencia de especies clave, complementando la dispersión de semillas realizada

por aves frugívoras como *Patagioenas cayennensis* y mamíferos como *Cebus versicolor*. Los procesos de polinización realizados por mariposas como *Dione vanillae* y *Anartia amanthea* también contribuyen a la dinámica reproductiva de especies ornamentales y silviculturales, mientras que los murciélagos nectarívoros como *Glossophaga soricina* refuerzan la polinización nocturna. La conectividad funcional se traduce en un flujo constante de energía y materia, donde las especies cumplen roles complementarios que sostienen la resiliencia del ecosistema. En este contexto, el mico cariblanco (*Cebus versicolor*) constituye un modelo biológico idóneo para analizar la conectividad en POF-2, dado que su supervivencia depende de la disponibilidad de corredores forestales continuos, la presencia de árboles frutales y la cobertura arbórea que le brinda refugio y alimento. Elementos ecológicos de importancia para esta especie incluyen la disponibilidad de frutos en especies como *Guazuma ulmifolia* y *Spondias mombin*, el refugio en estratos medios y altos del bosque y las interacciones mutualistas con aves y otros mamíferos que comparten recursos y dispersan semillas.

La vegetación en transición en POF-2 se caracteriza por una heterogeneidad estructural intermedia, con estratos arbóreos dominados por especies nativas y secundarias que sostienen procesos de sucesión ecológica. La fauna registrada refleja un ecosistema funcionalmente complejo, donde dispersores, polinizadores y predadores mantienen la dinámica de regeneración y regulación poblacional. La conjunción de variables bióticas (i.e. flora, fauna e insectos polinizadores) y abióticas (i.e. suelo, topografía, disponibilidad hídrica) define la vocación silvocultural del área, orientada hacia el aprovechamiento sostenible de recursos maderables y no maderables. El aprovechamiento sostenible debe centrarse en prácticas de manejo que garanticen la sostenibilidad de los recursos, como la extracción controlada de especies maderables bajo planes de manejo forestal certificados, la promoción de sistemas agroforestales que integren especies frutales y maderables, y la conservación de corredores biológicos que aseguren la movilidad de especies sensibles como el mono aullador rojo. Asimismo, el monitoreo participativo de poblaciones faunísticas y florísticas, involucrando comunidades locales en la gestión sostenible, fortalece la gobernanza ambiental y la resiliencia del ecosistema.

El aprovechamiento sostenible en áreas de vocación silvocultural debe además incorporar prácticas de restauración activa en zonas degradadas, fomentando la regeneración natural y la reintroducción de especies nativas de alto valor ecológico. La integración de sistemas productivos diversificados, como la apicultura (que aprovecha la presencia de *Apis mellifera* como polinizador clave) y el aprovechamiento de frutos no maderables, contribuye a reducir la presión sobre

especies de interés económico y a generar alternativas de ingreso para las comunidades locales. La planificación del uso del suelo debe priorizar la conectividad ecológica, evitando la fragmentación y asegurando la continuidad de corredores que permitan la movilidad de especies clave. Asimismo, la implementación de programas de educación ambiental y de control de la caza indiscriminada resulta indispensable para mitigar los tensionantes que afectan la fauna, particularmente en el caso de mamíferos como *Cuniculus paca* y *Dasyprocta punctata*, y aves ornamentales como *Amazona ochrocephala*. Estas prácticas de caza generan desequilibrios poblacionales y afectan la funcionalidad del ecosistema, incrementando la vulnerabilidad de especies focales como el mono aullador rojo. La interacción negativa entre fauna y actividades humanas se traduce en conflictos por depredación de cultivos y pérdida de hábitat, lo que exige estrategias de mitigación y educación ambiental.

En conclusión, el análisis de conectividad en POF-2 evidencia que la vegetación en transición, pese a no ser la cobertura más compleja, constituye un escenario dinámico que favorece la interacción con la fauna y ofrece recursos a una alta diversidad. La estructura florística, la funcionalidad faunística y la participación de insectos polinizadores son pilares para la sostenibilidad del área. El mono aullador rojo emerge como especie focal para la conservación, al integrar procesos de conectividad y reflejar la necesidad de corredores biológicos continuos. La vocación silvocultural del área, acompañada de prácticas sostenibles, restauración activa y control de tensionantes, constituye la base para garantizar la persistencia de los recursos y la resiliencia ecosistémica.

4.2.3. Parcela de Ordenamiento Forestal 3 - Suroccidental (Bosque de galería y ripario)

La unidad forestal POF-3, localizada en el sector suroccidental, se encuentra dominada por la cobertura de bosque de galería y ripario, un tipo de formación vegetal que cumple un papel esencial en la preservación de la biodiversidad y en la resiliencia de los cursos de agua (i.e. temporales y permanentes). Este tipo de bosque, al desarrollarse en márgenes de ríos y quebradas, constituye un corredor natural que conecta diferentes hábitats y facilita la movilidad de la fauna, además de proveer servicios ecosistémicos como la regulación hídrica y la protección contra la erosión. La flora registrada incluye especies de gran porte y relevancia ecológica como *Ceiba pentandra*, *Cedrela odorata*, *Tabebuia chrysantha*, *Aspidosperma polyneuron* y *Hura crepitans*, algunas de ellas consideradas amenazadas por la presión de aprovechamiento maderero. También se encuentran especies de valor cultural y silvicultural como *Guazuma ulmifolia*, *Crescentia cujete* y *Handroanthus*

coralibre. La fauna asociada se distribuye en varios grupos: aves como *Ara ararauna*, *Ara macao*, *Ramphastos sulfuratus* y *Momotus subrufescens*; mamíferos como *Cebus versicolor*, *Tamandua mexicana* y *Dasyprocta punctata*; reptiles como *Caiman crocodilus*, *Tupinambis teguixin* y *Bothrops asper*; anfibios como *Boana platanera* y *Lithobates vaillanti*; y polinizadores como *Apis mellifera* y mariposas (*Heliconius erato hydara*, *Dione vanillae*, *Anartia amanthea*). Esta diversidad refleja la importancia del bosque de galería como refugio y espacio de interacción biológica.

Con la información primaria obtenida, se determinó que la conectividad estructural en POF-3 se debe definir por la disposición lineal de los árboles a lo largo de los cursos de agua, lo que genera corredores ribereños que permiten la movilidad de aves y mamíferos. Especies como *Ceiba pentandra* y *Cedrela odorata* actúan como pilares de conectividad vertical, mientras que la presencia de árboles frutales como *Psidium guineense* y *Guazuma ulmifolia* asegura la continuidad de recursos alimenticios en corredores horizontales. La estructura del bosque de galería, aunque más estrecha que la de un bosque denso, cumple una función crítica al enlazar fragmentos de hábitat y mantener la integridad ecológica de la región. La conectividad estructural se ve reforzada por la heterogeneidad de estratos arbóreos y arbustivos, que ofrecen refugio a anfibios y reptiles, y por la proximidad al agua, que incrementa la disponibilidad de microhábitats.

Dado que la conectividad funcional se fundamenta en las interacciones planta-animal y en la participación de polinizadores y dispersores, las especies de mariposas como *Heliconius erato hydara* y *Dione vanillae*, junto con *Apis mellifera*, cumplen un papel clave en la polinización de especies como *Tabebuia chrysantha* y *Handroanthus coralibre*, cuya reproducción depende de la transferencia de polen. Aves frugívoras como *Ara macao* y *Patagioenas cayennensis* dispersan semillas de árboles ribereños, mientras que mamíferos como *Cebus versicolor* contribuyen a la regeneración del bosque mediante el consumo y dispersión de frutos. Predadores como *Leopardus pardalis* y aves rapaces (e.g. *Herpetotheres cachinnans*, *Falco sparverius*) regulan poblaciones de pequeños vertebrados, manteniendo el equilibrio trófico. Es así como el mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) se constituye en modelo biológico para analizar la conectividad funcional, dado que su supervivencia depende de la continuidad de corredores ribereños, la disponibilidad de frutos en especies como *Guazuma ulmifolia* y *Psidium guineense*, y la cobertura arbórea que le brinda refugio y movilidad. La persistencia de esta especie en POF-3 es un indicador de la calidad de la conectividad y de la integridad del bosque de galería y de los cursos de agua a los que se asocia, sin embargo, es necesaria su dispersión hacia otras unidades forestales.

Así mismo, ecosistémicamente POF-3 revela un sistema altamente dinámico, donde la conjunción de variables bióticas y abióticas define la vocación silvocultural del área. La proximidad al agua y la estructura lineal del bosque de galería generan condiciones de alta productividad y diversidad, favoreciendo la presencia de especies sensibles y de importancia ecológica. El bosque ripario actúa como amortiguador frente a perturbaciones externas, protege los cursos de agua y mantiene la calidad hídrica, lo que lo convierte en un elemento esencial para la resiliencia ecosistémica. La presencia de especies arbóreas amenazadas como *Cedrela odorata*, *Aspidosperma polyneuron* y *Tabebuia chrysantha* resalta la necesidad de estrategias de conservación y manejo sostenible.

En cuanto al aprovechamiento sostenible en áreas de vocación silvocultural como POF-3 debe centrarse en prácticas que garanticen la persistencia de los recursos florísticos y faunísticos. La extracción controlada de especies maderables bajo planes de manejo certificados, la promoción de sistemas agroforestales que integren especies frutales y maderables, y la conservación de corredores ribereños son estrategias fundamentales. La apicultura, aprovechando la presencia de *Apis mellifera*, constituye una alternativa productiva que refuerza la polinización y genera ingresos locales. La restauración activa en zonas degradadas, mediante la reintroducción de especies nativas de alto valor ecológico, fortalece la conectividad y la resiliencia del bosque. La planificación del uso del suelo debe priorizar la protección de los cursos de agua y la continuidad de corredores biológicos, evitando la fragmentación y asegurando la movilidad de especies clave como el mico cariblanco.

Por último, entre los tensionantes e interacciones negativas se destacan la caza indiscriminada de mamíferos como *Cuniculus paca* y *Dasypus novemcinctus*, de alto valor económico en mercados locales, así como la presión sobre aves ornamentales como *Ara macao* y *Amazona ochrocephala*. Estas prácticas generan desequilibrios poblacionales y afectan la funcionalidad del ecosistema. La deforestación en márgenes de ríos para actividades agrícolas y ganaderas incrementa la fragmentación y reduce la conectividad, poniendo en riesgo la biodiversidad y la calidad hídrica. La interacción negativa entre fauna y actividades humanas se traduce en conflictos por depredación de cultivos y pérdida de hábitat, lo que exige estrategias de mitigación, educación ambiental y fortalecimiento de la gobernanza comunitaria.

En conclusión, el análisis de conectividad en POF-3 evidencia que el bosque de galería y ripario, pese a su carácter lineal y frágil, constituye un elemento esencial

para la preservación de la biodiversidad y la resiliencia de los cursos de agua. La estructura florística, la funcionalidad faunística y la participación de polinizadores son pilares para la sostenibilidad del área. El mico cariblanco emerge como especie focal para la conservación, al integrar procesos de conectividad y reflejar la necesidad de corredores ribereños continuos. La vocación silvocultural del área, acompañada de prácticas sostenibles, restauración activa y control de tensionantes, constituye la base para garantizar la persistencia de los recursos y la resiliencia ecosistémica.

4.2.4. Parcela de Ordenamiento Forestal 4 - Oriental (Bosque fragmentado con vegetación secundaria)

La unidad forestal POF-4, localizada en el sector Oriental, se encuentra dominada por bosque fragmentado con vegetación secundaria, una cobertura que refleja procesos de sucesión y degradación, pero que al mismo tiempo constituye un remanente vital del bosque seco tropical y un reservorio de biodiversidad asociada a este amenazado bioma. La flora registrada en esta unidad incluye especies de relevancia ecológica y cultural como *Tabebuia chrysantha*, *Handroanthus ochraceus*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, *Spondias mombin* y *Astronium graveolens*. Entre ellas se destacan especies amenazadas como *Cedrela odorata* y *Guaiaacum sanctum*, cuya presión por aprovechamiento maderero exige estrategias de conservación que se articulen con sistemas comunitarios de aprovechamiento sostenible. La fauna asociada se distribuye en varios grupos: resaltando especies de aves como *Ortalis garrula*, *Ara amazónica*, *Momotus subrufescens* y *Falco sparverius*; de mamíferos como *Leopardus pardalis*, *Tamandua mexicana* y *Cuniculus paca*; de reptiles con restricciones al Biocomercio como *Caiman crocodilus*, *Iguana iguana* y *Trachemys callirostris*; anfibios como *Boana platanera* y *Rhinella horribilis*; y polinizadores como *Apis mellifera* y mariposas diurnas (e.g. *Heliconius erato hydara*, *Papilio thoas*, *Dione vanillae*). Esta composición refleja un ecosistema fragmentado pero aún funcional, donde la vegetación secundaria sostiene procesos de regeneración y mantiene interacciones clave entre flora y fauna, mientras los elementos remanentes del bosque denso brindan microhábitats a especies estrechamente relacionadas con el bosque seco tropical.

En este contexto, la composición florística permite definir que la conectividad estructural se define por la disposición de parches de vegetación secundaria que, aunque discontinuos, actúan como corredores ecológicos entre fragmentos de bosque seco tropical. Árboles de gran porte como *Tabebuia chrysantha* y

Handroanthus ochraceus funcionan como nodos de conectividad vertical, mientras que especies frutales como *Spondias mombin* y *Guazuma ulmifolia* proveen recursos alimenticios que favorecen la movilidad de aves y mamíferos. La heterogeneidad de estratos arbóreos y arbustivos, junto con la regeneración natural de especies pioneras, genera microhábitats que sostienen anfibios y reptiles, incentivando la presencia de insectos. Aunque la fragmentación reduce la complejidad estructural, la vegetación secundaria ofrece oportunidades de restauración y mantiene la conectividad mínima necesaria para la persistencia de especies sensibles, que pueden ser objeto de aprovechamiento sostenible.

De manera complementaria, la conectividad funcional se expresa en las interacciones planta-animal y en la participación de polinizadores y dispersores. Las mariposas como *Heliconius erato hydara* y *Papilio thoas*, junto con *Apis mellifera*, cumplen un papel fundamental en la polinización de especies como *Tabebuia chrysantha* y *Handroanthus ochraceus*, asegurando la reproducción de árboles clave en la sucesión secundaria. Aves frugívoras como *Patagioenas cayennensis* y *Ara macao* dispersan semillas de especies ribereñas y secundarias, mientras que mamíferos como *Cuniculus paca*, *Passalites sanctaemartae* y *Dasyprocta punctata* contribuyen a la regeneración del bosque mediante el consumo y dispersión de frutos. Predadores como el tigrillo (*Leopardus pardalis*) y el gatopardo (*Puma yagouaroundi*) regulan poblaciones de pequeños vertebrados y constituyen un modelo biológico para analizar la conectividad en POF-4. La supervivencia del tigrillo depende de la continuidad de corredores forestales, la disponibilidad de presas como roedores y aves medianas, y la cobertura arbórea que le brinda refugio y movilidad. La persistencia de esta especie en un bosque fragmentado es un indicador de la calidad de la conectividad funcional y de la integridad de los remanentes de bosque seco tropical.

La caracterización ecosistémica de POF-4 revela un sistema en transición, donde la vegetación secundaria y los fragmentos de bosque seco tropical se conjugan para sostener procesos de sucesión y resiliencia. La proximidad a áreas agrícolas y silvopastoriles genera una marcada vocación productiva, pero también incrementa la vulnerabilidad del ecosistema. El bosque fragmentado actúa como refugio para especies amenazadas y como fuente de biodiversidad del bioma seco tropical, manteniendo la calidad del suelo y la regulación hídrica. La presencia de especies arbóreas amenazadas como *Guaiaecum sanctum*, *Cedrela odorata* y *Astronium graveolens* resalta la necesidad de estrategias de conservación y manejo sostenible.

En este contexto, el aprovechamiento sostenible en áreas de vocación silvocultural y silvopastoril como POF-4 debe centrarse en prácticas que integren la producción agrícola y ganadera con la conservación de la biodiversidad. La implementación de sistemas silvopastoriles que incorporen especies arbóreas nativas como *Guazuma ulmifolia* y *Spondias mombin* favorece la conectividad y provee sombra y alimento para el ganado, reduciendo la presión sobre el bosque. La extracción controlada de especies maderables bajo planes de manejo certificados, la promoción de sistemas agroforestales y la apicultura (aprovechando la presencia de *Apis mellifera*) constituyen alternativas productivas que refuerzan la polinización y generan ingresos locales. La restauración activa en zonas degradadas, mediante la reintroducción de especies nativas de alto valor ecológico, fortalece la conectividad y la resiliencia del bosque fragmentado.

Sin embargo, los tensionantes e interacciones negativas son evidentes. La caza indiscriminada de mamíferos como *Cuniculus paca* y *Dasypus novemcinctus*, de alto valor económico en mercados locales, así como la presión sobre aves ornamentales como *Amazona ochrocephala*, generan desequilibrios poblacionales y afectan la funcionalidad del ecosistema. La expansión agrícola y ganadera incrementa la fragmentación y reduce la conectividad, poniendo en riesgo la biodiversidad y la integridad del bosque seco tropical. La interacción negativa entre fauna y actividades humanas se traduce en conflictos por depredación de cultivos y pérdida de hábitat, lo que exige estrategias de mitigación, educación ambiental y fortalecimiento de la gobernanza comunitaria.

En conclusión, el análisis de conectividad en POF-4 evidencia que el bosque fragmentado con vegetación secundaria, pese a su carácter degradado, constituye un elemento esencial para la preservación de la biodiversidad y como remanente del bosque seco tropical. La estructura florística, la funcionalidad faunística y la participación de polinizadores son pilares para la sostenibilidad del área. El tigrillo emerge como especie focal para la conservación, al integrar procesos de conectividad y reflejar la necesidad de corredores biológicos continuos. La vocación silvopastoril y agrícola del área, acompañada de prácticas sostenibles, restauración activa y control de tensionantes, constituye la base para garantizar la persistencia de los recursos y la resiliencia ecosistémica.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu-Jr, E. F., S. E. Pavan, M. T. N. Tsuchiya, D. E. Wilson, A. R. Percequillo & J. E. Maldonado. (2020). Museomics of tree squirrels: a dense taxon sampling of mitogenomes reveals hidden diversity, phenotypic convergence, and the need of a taxonomic overhaul. *BMC Evolutionary Biology* 20 (77):1-25.
- Acosta, V., Araújo, P. & Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las Masas. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Cátedra de Sociología Vegetal y Fitogeografía Forestal. Facultad de Ciencias Forestales.
- Alberico, M. (2006). *Cabbasous centralis*. En: En: Rodríguez, J., J. Alberico, M. Trujillo y J. Jorgensen (Eds.). Libro rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. Colombia 322-325 pp.
- Álvarez, J., Willig, M. R., Jones, J. K. & Webster, W. D. (1991). *Glossophaga soricina*. *Mammalian Species* 378:1-7.
- Amaya-Espinel, J. D. & L. A. Zapata (Eds). (2014). Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas. Vol. 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 370.
- Armbrrecht, I. & Ulloa-Chacón, P. (1999). Rareza y Diversidad de Hormigas en Fragmentos de Bosque Seco Colombianos y sus Matrices. *BIOTROPICA*, 31 (4): 64-53.
- Ayerbe, F. 2018. Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana. Primera edición. Colombia. P230. ISBN 978-958-5461-03-1.
- Ayerbe-Quiñones, F. 2022. Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana, Tercera edición. Wildlife Conservation Society-Colombia. Editorial PuntoAparte, Bogotá D.C., Colombia, 472 pp.
- Becerra, J. 1971. Notas de Ecología Forestal. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 69 p.
- Berger, L., et al. (1998). Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(15), 9031–9036.
- Bernardo, P. H., Guerra-Fuentes, R. A., Matiazzi, W., & Zaher, H. (2012). Checklist of amphibians and reptiles of Reserva Biológica do Tapirapé, Pará, Brazil. *Check List*, 8(5), 839-846.
- BirdLife International. (2022). *State of the World's Birds 2022*. BirdLife International.
- Boyle, A. 2006. Why do birds migrate? The role of food, habitat predation and competition. PhD dissertation. Department of ecology and evolutionary Biology, University of Arizona, Tucson- USA.

- Cabrera-Amaya, D. M. & O. Rivera-Díaz. (2016). Floristic composition and structure of riparian forests of the lower basin of Pauto River, Casanare, Colombia. *Caldasia* 38(1):53-85. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57829>
- Campbell, J. A., & Lamar, W. W. (2004). *The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere*. Ithaca: Cornell University Press.
- Chaparro-Herrera, S., M. Lozano & M.A. Echeverry-Galvis. 2024. Listado de las aves Endémicas y Casi-Endémicas de Colombia: Evaluación 2013-2023. *Ornitología Colombiana* 25:34-45 <https://doi.org/10.59517/oc.e580>
- CITES. Convención Internacional sobre el comercio de especies amenazadas de fauna y flora. Apéndices I, II y III. [en Línea] < <Http/www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>>.
- CITES. Convención Internacional sobre el comercio de especies amenazadas de fauna y flora. Apéndices I, II y III. [en Línea] < <Http/www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>> [Citado 03 de abril de 2023].
- Colwell, R. (2022). Software EstimateS. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. User's Guide and application. Current Version EstimateS 9.1.0, 9 May 2019. Disponible en <https://www.robertkcolwell.org/pages/1407-estimates>.
- Colwell, R.K. & CODDINGTON, J., 1994.- Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond*, 345: 101-118.
- Colwell, R.K., 2009.- ESTIMATES: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples, Version 8.2. Available at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Cornejo y H.H. Iltis. 2012. "Capparaceae" en: *Flora de Jalisco y área colindante*, Fascículo 25, México: Universidad de Guadalajara, pp. 65.
- Cruz-Palacios, M. T., Almazán-Núñez, R.C. y Bahena-Toribio, R. 2011. Distribución Geográfica y Ecológica de la Familia Tyrannidae (Aves: Passeriformes) en Guerrero, México. *Mesoamericana* 15(1): 15-24.
- Cueto, Victor Rodolfo. (1996). Relación entre los ensambles de aves y la estructura de la vegetación: Un análisis a tres escalas espaciales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Díaz, M. M., S. Solari, L.F. Aguirre, L. M. S. Aguilar & R.M. Barquez. (2021). Clave de identificación de los murciélagos de Sudamerica. Publicación Especial N. 2, PCMA (Programa de Conservación de Murciélagos de Argentina), 160pp.
- Díaz-Pulido, A. & E. Payán Garrido. 2012. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y PantSera Colombia.
- Díaz-Pulido, A., A. Benítez, D. A. Gómez-Ruiz, C. A. Calderón-Acevedo, A. Link, A. Pardo, F. Forero, A. G. de Luna, E. Payán & S. Solari 2014. Mamíferos

- del Bosque Seco, una mirada al Caribe colombiano. En: Pizano, C y H. García (Editores). 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.
- Díaz-Pulido, A., C. Fernández, S. Jiménez-Alvarado, H. Mantilla-Meluk, J. D. Valencia-Mazo & A. Vargas. (2015). Mamíferos. Pp. 391-402, en: Catálogo de biodiversidad de la región caribe. Volumen 3. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol (LM Mesa-S, M Santamaría, H García y J Aguilar-Cano, eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A. Bogotá D.C.
 - Donnelly, M. A., & Crump, M. L. (1998). Potential effects of climate change on two neotropical amphibian assemblages. *Climatic Change*, 39(2-3), 541-560.
 - Dubois, J. 1980. Los tipos de inventarios empleados en el manejo de los bosques tropicales, por sistemas naturales y seminaturales.
 - Duellman, W. E., & Trueb, L. (1994). *Biology of Amphibians*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
 - Dugand, A. 1941. "El género *Capparis* en Colombia". *Caldasia* vol. 1 (2), pp. 29-54.
 - Echeverry-Galvis, M. Ángela, Acevedo-Charry, O., Avendaño, J. E., Gómez, C., Stiles, F. G., Estela, F. A., & Cuervo, A. M. (2022). Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado. *Ornitología Colombiana*, (22), 25–51. <https://doi.org/10.59517/oc.e548>
 - Emmons, L. H. & Feer, F. (1999). Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical, una guía de campo. 1era edición en español. 1era edición en español. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.
 - Emmons, L. H., & Fabre, P. H. (2018). A review of the *Pattonomys*/*Toromys* clade (Rodentia: Echimyidae), with descriptions of a new *Toromys* species and a new genus. *American Museum Novitates* 3894: 1–52
 - Emmons, L. H., & Feer, F. (1997). *Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide*. Chicago: University of Chicago Press.
 - Emmons, L.H. & J.L. Patton. (2015). Genus *Pattonomys* Emmons, 2005. Pp 910–915 In: *Mammals of South America* (Patton *et al.* eds.). The University of Chicago Press
 - Enríquez, M. L., Sáenz, J. C., & Ibrahim, M. (2009). Gremios de aves en agroecosistemas del Pacífico Central de Costa Rica y su importancia para la conservación. *Revista de Ciencias Ambientales*, 38(1), 26-32.
 - Fernández, F. (ed.). (2003). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398p.

- Finol, H. 1971. New parameters for the structural analysis of tropical virgin forests. *Silva Gandavensis* no. 26.
- Fleming, T. H. (1988). The short-tailed fruit bat, a study in plant-animal interactions. The University of Chicago Press. Chicago. 365 pp.
- Forero-Medina, G., Castaño-Mora, O. V., & Cárdenas-Arévalo, G. (2011). Conservation status of Colombian freshwater turtles. *Chelonian Conservation and Biology*, 10(2), 163–170.
- Gardner, A. L. (2005). Order Cingulata. En: Wildon, D. E y Reeder, D. M. (eds). *Mammal Species of TSe World. A taxonomic and geographic reference*. 3ra. edición. 2 vols. The John Hopkins University Press. Baltimore.
- Gardner, A. L. (2008). *Mammals of SouTS America. Volume 1. Marsupials, XenarTSrans, Shrews, and Bats*. TSe University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Gardner, T. A., Barlow, J., & Peres, C. A. (2007). Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: The importance of habitat change for amphibians and reptiles. *Biological Conservation*, 138(1-2), 166-179.
- Gentry, A. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South American. Washington: Conservation International. 895p.
- Greene, H. W. (1997). *Snakes: The Evolution of Mystery in Nature*. University of California Press.
- Guyer, C., & Donnelly, M.A. (2005). "Amphibians and Reptiles of La Selva, Costa Rica, and the Caribbean Slope: A Comprehensive Guide." University of California Press.
- Guzman, D., Ruiz, J., & Cadena, M. (2014). Regionalización de colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual, a través análisis de componentes principales (acp). IDEAM.
- Hammer, O., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Disponible en <http://palaeo-electronica.org/>.
- Hernadez-Salinas, U., & Ramírez-Bautista, A. (2012). Diversity of amphibian communities in four vegetation types of Hidalgo State, Mexico. *The Open Conservation Biology Journal*, 6(1).
- Hernández-C, J., y Sánchez, H. 1992. Biomas terrestres de Colombia. En: Halffter, G.(comp). *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. (pp. 153-174). *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie, Volumen Especial*. CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología, A.C. Secretaría de Desarrollo Social.
- Herrera, J. M. (2011). El papel de la matriz en el mantenimiento de la biodiversidad en hábitats fragmentados. De la teoría ecológica al desarrollo de estrategias de conservación. *Ecosistemas* 20(2):21-34.
- Heyer, W. R. 1978. Systematics of the fuscus group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Science Bulletin. Natural History Museum of Los Angeles County* 29: 1–85.

- Hilty S.L y W. L. Brown. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press. NJ, USA.
- Hilty, S. Brown, W. 2009. Guía de la Aves de Colombia. Segunda Edición. Cali-Colombia. P 1030. ISBN 958-33-2254-7.
- Hoffmann, A., J. Decher, F. Rovero, J. Schaer, C. Voigt & G. Wibbelt. (2010). Field Methods and Techniques for Monitoring Mammals. Pp. 482-529, en: Manual on field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring (J Eymann, J Degreef, Ch Häuser, JC Monje, Y Samyn y D VandenSpiegel, eds.). AbcTaxa 8(1-2).
- Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (1990). *The Ants*. Harvard University Press.
- Hosokawa, R. T. 1986. Manejo e economía de florestas. Roma, FAO. 125 p.
- Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201–228.
- Hutchinson, I. 1993. Silvicultura y manejo en un bosque secundario tropical: caso de Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana*. 2: 13 – 18.
- IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.
- IUCN. (2022). *Saguinus oedipus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T19897A17969312. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T19897A17969312.en>
- IUCN. 2021. Unión internacional para la conservación de la naturaleza. Lista roja de especies amenazadas. <http://www.iucnredlist.org>
- Jenks, K. E., P. Chanteap, K. Damrongchainarong, P. Cutter, T. Redford, A. J. Lynam, J. Howard, & P. Leimgruber. (2011). Using relative abundance indices from camera-trapping to
- Jung, K., & E. K. V. Kalko, (2011). Adaptability and vulnerability of high-flying Neotropical aerial insectivorous bats to urbanization. *Diversity and Distributions*, 17(2), 262–274.)
- Kricher, J. 2006. Un Compañero Neotropical: Una Introducción a los animales, plantas y ecosistemas del trópico del nuevo mundo. Segunda edición. Estados Unidos. 437P. ISBN 1-878788-50-7.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos, los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Gottingen Eschborn. República Federal de Alemania.
- Lema, A. 1995. Dasimetría: algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal. Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Lips, K. R., et al. (2006). Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(9), 3165–3170.

- Lira-Torres, I. & M. Briones-Salas. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 28(3): 566-585.
- López-González C. A., & B. J. Miller (2002). Do jaguars (*Panthera onca*) depend on large prey? *Western North American Naturalist* 62:218-222.
- Macdonald, D. (1999). *The Encyclopedia of Mammals*. London: Andromeda Oxford Limited.
- Machado, M., & Peña, G. (2000). Estructura numérica de la comunidad de aves del orden Passeriformes en dos bosques con diferentes grados de intervención antrópica en los corregimientos de Salero y San Francisco de Icho. Trabajo de grado. Quibdó: Universidad Tecnológica del Chocó, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología con Énfasis en Recursos Naturales, 55.
- MacSwiney G, M. C., F. M. Clarke & P. A. Racey. (2008). What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 45(5), 1364–1371.
- MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2017. Resolución Número 1912: "Por el cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones". 38 pp.
- Maffei, L., E. Cuéllar, & Noss, A., (2002). Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Biología Ecología*, 11: 55-65.
- Magurran, A. E. (1988) *Ecological Diversity and Its Measurements*. Princeton University Press, Princeton, NJ. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Oxford, UK: Blackwell Science.
- Mantilla-Meluk, H. (2016). Una mirada a la documentación taxonómica de mamíferos en Colombia. *Mastozoología neotropical*. 23(2), 213-216.
- Martínez Pérez, C. A. (2018). Caracterización de la avifauna asociada a vegetación riparia en un paisaje con alta intervención del municipio de Puerto Gaitán Meta-Orinoquía Colombiana.
- McMullan, M. 2021. *Aves del Caribe Colombiano*. McMullan Birding & Publishers S.A.S, Bogotá D.C.
- Medina, C. A. y Lopera, A. (2001). Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Caldasia* 22(2): 299-315.
- Melo, O. & Vargas R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, Carder, Corpocaldas, Cortolima. 238 p.

- Mendoza-Roldan, J. S. (2025). Primer registro para la Tortuga del río Magdalena (*Podocnemis lewyana* Duméril, 1852), con evidencia de depredación antrópica en la Ciénaga de Mallorquín, Barranquilla, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 17(1), e1084-e1084.
- Meritt, D. A. (1985). Naked-tailed armadillos, *Cabassous* sp. TSe evolution and ecology of armadillos, sloTSs, and vermilinguas (G. G. Montgomery, ed.). SmitSSonian Institution Press, Washington, D.C.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2024): Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia - Resolución 0126 de 2024 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. v1.0. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. Dataset/Checklist. <https://doi.org/10.15472/f>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 1912 de 15 de septiembre de 2017. Listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana. Versión uno. Colombia. 38 P.
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus* L.) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68-75.
- Muñoz-Saba, Y. & Hoyos-R, Y. M. (2012). Los mamíferos del Caribe colombiano. En: Rangel-Ch, J. O. (Ed.). Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia (703-721). Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales
- Naranjo, L. Amaya, J. 2009. Plan Nacional de las especies migratorias. Diagnostico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia. Primera edición. Bogotá, D.C.
- Naranjo, L. Amaya, J. Eusse, D. Cifuentes, Y. (2012). Guía de las especies migratorias de la diversidad en Colombia. Vol 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF, Bogotá DC, Colombia. 705 P. ISBN 978-958-8353-43-2.
- Nichols, E., et al. (2008). Ecosystem services: nutrient cycling and provision of food through dung beetle activity. *Invertebrate Conservation and Diversity*, 1(4), 253–260.
- Ojasti, J. (2000). *La fauna silvestre: recurso de uso múltiple*. Caracas: CYTED.
- Oliver, C. & Larson, B. (1996). Forest Stand Dynamics, Update Edition. FES Other Publications. 1. School of Forestry and Environmental Studies. Recuperado de https://elischolar.library.yale.edu/fes_pubs/1.
- Payán, E., & Soto, C. (2012). *El jaguar en Colombia: estado de conservación y distribución*. Bogotá: Panthera Colombia.

- Peet, P.K. (1974), "The measurement of species diversity," Annual Review of Ecology and Systematics 15: 285-307.
- Peters, J. A., & Donoso-Barros, R. (1970a). Catalogue of the Neotropical Squamata pt. I: Snakes. Bulletin of the United States National Museum.
- Peters, J. A., & Donoso-Barros, R. (1970b). Catalogue of the Neotropical Squamata pt. II: lizards and amphisbaenians. Bulletin of the United States National Museum.
- Phillips O.L & T. Baker. 2006. Field manual for plot establishment and remeasurement RAINFOR. Amazon Forest Inventory Network, Sixth Framework Programme 2002-2006.
- Ralph, J. Genpel, G. Pyle, P. Martin, T. De Sante, D. Borja, M. (1996). Manual de métodos para el Monitoreo de Aves Terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR_159. Forest service, U.S. Department of agricultura. Albany CA, Pasific South west. 46P.
- Ralph, J. Genpel, G. Pyle, P. Martin, T. De Sante, y D. Borja, M. (1996). Manual de métodos para el Monitoreo de Aves Terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR_159. Forest service, U.S. Department of agricultura. Albany CA, Pasific South west. 46P.
- Ramírez-Chaves, H. E, A. F. Suárez Castro, D. M. Morales-Martínez, M. E. Rodríguez-Posada, D. Zurc, D. C. Concha Osbahr, A. Trujillo, E. A. Noguera Urbano, G. E. Pantoja Peña, J. F. González Maya, J. Pérez Torres, H. Mantilla Meluk, C. López Castañeda, A. Velásquez Valencia & D. Zárrate Charry. (2021). Mamíferos de Colombia. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología.
- Ramírez-Chávez, H. E. & Suárez-Castro, A. F. (2016). Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. Notas Mastozoológicas Sociedad Colombiana de Mastozoología. 12: 31-34
- Remsen, J. Cadena, C. Jaramillo, A. Pacheco, J. Robbins, M. Stiles, G. Stotz, D. Zimmer, K. 2021, Clasificación de las especies de las aves de América del sur [en línea] < [Http://www.museum.isu.edu/~remsen/saccbaseline.html](http://www.museum.isu.edu/~remsen/saccbaseline.html)> [citado 03 de abril de 2023].
- Remsen, JV, Jr., JI Areta, E. Bonaccorso, S. Claramunt, G. Del-Rio, A. Jaramillo, DF Lane, MB Robbins, FG Stiles y KJ Zimmer. Versión 4 de marzo de 2024. Una clasificación de las especies de aves de América del Sur. Museo de Ciencias Naturales, Universidad Estatal de Luisiana. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Renjifo, L. Franco, J. Amaya, G. Kattan, B. Lopez, L. (2002). Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

- Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, Á. M., Velásquez-Tibatá, J., & Franco, C. (2014). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Roach, N. S., Urbina-Cardona, N., & Lacher Jr, T. E. (2020). Land cover drives amphibian diversity across steep elevational gradients in an isolated neotropical mountain range: Implications for community conservation. *Global Ecology and Conservation*, 22, e00968.
- Roda, J. Franco, A. Baptiste, M. Munera, C. Cely, M. (2003). Manual de Identificación CITES de Colombia. Instituto de investigación de recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Ministerio de Ambiente; Vivienda y desarrollo Territorial. Bogotá-Colombia. 352P. ISBN 958-96972-7-5.
- Rodríguez G., K. Banda-R y S. Reyes. 2012. "Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano)". *Biota Colombiana* vol. 13 (2), pp. 7-39.
- Rodríguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., & Rojas, V. (2005). *Uso y conservación de la fauna silvestre en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente.
- Rodríguez-Mahecha, J. V., Rueda-Almonacid, J. V., & Hinojosa, T. D. G. (2008). Guía ilustrada de fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Conservación Internacional Colombia.
- Rojas, A. M. 1975. Un enfoque para el estudio de la regeneración natural de los bosques húmedos de Colombia. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué. 18 P.
- Romero Castañeda R. 1965. "Capparidáceas", in *Flora del Centro de Bolívar*, R. Romero Castañeda, Bogotá, pp. 59-79.
- Ruedas, L. A. (2017). A new species of cottontail rabbit (Lagomorpha: Leporidae: Sylvilagus) from Suriname, with comments on the taxonomy of allied taxa from northern South America. *Journal of Mammalogy* 98:1042–1059.
- Ruedas, L. A., S. Marques-Silva, J. H. French, R. N. Platt II, J. Salazar-Bravo, J. M. Mora & C. W. Thompson. (2019). Taxonomy of the *Sylvilagus brasiliensis* complex in Central and South America (Lagomorpha: Leporidae). *Journal of Mammalogy*, 20(10):1–32, 2019.
- Ruiz Zapata T. 1997. "Los géneros de las plantas de la familia Capparidaceae de Venezuela", *Biollania*, vol. 13, pp. 33-46.
- SÁENZ, J., VILLATORIO, F., IBRAHIM, M., FAJARDO, D. & PÉREZ, M. 2006. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agro paisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. En: *Agroforestería en las Américas*, no. 45, p. 37-48.
- Salas-Correa, Á. D., & Mancera-Rodríguez, N. J. (2020). Aves como indicadores ecológicas de etapas sucesionales en un bosque secundario, Antioquia, Colombia. *Revista de biología tropical*, 68(1), 23-39.

- Salazar-Villarreal, M. D. C., Vallejo-Cabrera, F. A., & Salazar-Villarreal, F. A. (2019). Inventarios e índices de diversidad agrícola en fincas campesinas de dos municipios del Valle del Cauca, Colombia. *Entramado*, 15(2), 264-274.
- Santana, G., Mendoza, M., Salinas, V., Pérez-Salicrup, D., Martínez, Y. y Aburto, I. 2014. Análisis preliminar de la diversidad y estructura arbórea-arbustiva del bosque mesófilo en el Sistema Volcánico Transversal de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 1104-1116.
- Savage, J. M. (2002). *The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas*. University of Chicago Press.
- SELVA. 2012. Agroecosistemas beneficiosos para las especies migratorias de Colombia. Gómez, C. y J. M. Díaz (Eds). Informe final del Convenio 044 del 2012 entre SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y la UPRA (Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 165 pp. Bogotá, Colombia.
- Silva- Pereira, J., Emoro-Rios, R. F., Bilski, D. R. & Passos F. C. (2011). Diets of Three sympatric Neotropical small cats: food niche overlap and interspecific differences in prey consumption. *Mammalian Biology* 76:308-312.
- Solari S., Y. Muñoz-Saba, J. V. Rodríguez-Mahecha, T. R. Defler, H. E. Ramírez-Chaves & F. Trujillo. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20(2):301-365. Mendoza. <http://www.sarem.org.ar>
- Soriano, P. J. (2000). Functional structure of bat communities in tropical rainforest and andean cloud forest. *Sociedad Venezolana de Ecología. Ecotropicos* 13(1): 1-20.
- Stuart, S. N., et al. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306(5702), 1783–1786.
- Sturges, H. 1926. The choice of class interval. *Journal of the American statistical association*. 21: 65-66.
- Thorbjarnarson, J., et al. (2006). *Crocodylus acutus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*.
- Tirira, D. G. (2007). Mamíferos del Ecuador. Guía de campo. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación Especial de los Mamíferos del Ecuador 6. Quito.
- Tirira, D. G. (2017). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Segunda Edición Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 11. Quito. Pp 600.
- Turizo, D. T., & Palma, T. L. H. (2022). Aves de la Universidad del Magdalena: análisis de la diversidad y actualización de registros. *Intropica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 17 (1), 19-36.
- UICN. (2022). *Red List of Threatened Species*. International Union for Conservation of Nature.

- Ulloa-Delgado, G. A., H. Sánchez-Páez, W. O. Gil-Torres, J. C. Pino-Renjifo, H. Rodríguez-Cruz & R. Álvarez-León. (1998). Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano. In: Ulloa-Delgado, G. A., H. Sánchez-Páez & R. Álvarez-León (eds.). Proyecto PD 171/91 Rev. 2 Fase II (Etapa I) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA / ACOFORE / OIMT, Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 224 p.
- Universidad autónoma de Nuevo León facultad de ciencias biológicas. Monitoreo de aves y murciélagos en la zona potencial para el desarrollo de un parque eólico en el área de Hipólito, General Cepeda, Coahuila. Reporte Final. 2014. p 67
- Universidad Nacional de Colombia. (2004). Bio Virtual_herbario virtual Universidad Nacional de Colombia. Revisado noviembre de 2019. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants>.
- Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). *Insectos de Colombia*. Facultad de Ciencias. Instituto Humboldt
- Vallejo M., Londoño A. López R., Galeano G., Álvarez E. y Devia W. (2005) Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 310 p. (Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo; No. 1).
- Vergara- Paternina, J. A., Ballesteros Correa, J., González Charrasqui, C. y 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.
- Vélchez, S., Harvey, C. A., Sánchez Merlos, D., Medina, A., & Hernández, B. (2004). Diversidad de aves en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. Encuentro: Revista Académica de la Universidad Centroamericana, (68), 60-75.
- Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.
- Walters C., R. Freeman, A. Collen, C. Dietz, M. Fenton, G. Jones, M. Obrist, S. Puechmaille, T. Sattler, B. Siemers, S. Parsons & K. Jones. (2012). A continental-scale tool for acoustic identification of European Bats. Journal of Applied Ecology. 49, 1064-1074
- Walters, C. L., Freeman, R., Collen, A., Dietz, C., Fenton, M. B., Jones, G., Siemers, B. M. (2012). A continental-scale tool for acoustic identification of European bats. Journal of Applied Ecology, 49(5), 1064–1074.
- Wells, K. D. (2007). The ecology and behavior of amphibians. University of Chicago Press.
- Wetzel, R. & E. Mondolfi, E. (1979). The subgenera and species of long-nosed armadillos, genus Dasypus L. In Vertebrate ecology in the

northern Neotropics, ed. Eisenberg, 43–63. Washington, DC: The Smithsonian Institution Press, 271 pp.

- Wilson De, Fr Cole, Jd Nichols, R Rudran & Ms Foster. (1996). Measuring and monitoring biological diversity Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Wilson, D. E. (1973). Bat faunas: trophic comparison. Sys. Biol. 22:14-29
- Wilson, D. E., & D. M. Reeder. (2005). Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed). Johns Hopkins University Press.
- Wyatt-Smith, J., 1962. Manual of Malayan silviculture for inland forest. Malayan Forest Record. No. 23. 120 P.
- Zurc, D. & P. Velazco. (2010). Análisis morfológico y morfométrico de *Carollia colombiana* Cuartas *et al.* 2001 y *C. monohernandezi* Muñoz *et al.* 2004 (Phyllostomidae: Carolinae) en Colombia. Chiroptera Neotropical, 16:567-572.