

Comparación Eco-morfológica de Aves en Hábitats con
Diferentes Niveles de Complejidad Estructural
Mariana Grillo Malagón

Introducción

Las aves presentan una notable diversidad fenotípica que refleja su amplia gama de adaptaciones a distintos ambientes y formas de vida (Jarvis et al., 2014). Su morfología, comportamiento y ecología funcional han evolucionado en respuesta a las condiciones estructurales y a los recursos disponibles en los ecosistemas que habitan. Estas características las convierten en excelentes modelos para estudiar las relaciones entre forma, función y ambiente, así como los efectos de los cambios en el hábitat sobre la biodiversidad.

La integración de múltiples rasgos funcionales permite comprender aspectos clave del crecimiento, la supervivencia y la reproducción de las especies, así como su papel dentro de los ecosistemas (Pablo López Ordóñez et al., 2016) En particular, la forma y el tamaño de las alas son indicadores de la capacidad de dispersión y de la persistencia de las especies en paisajes fragmentados, además de estar relacionados con procesos como la migración (Burney & Brumfield, 2009; Moore et al., 2008). Otros rasgos morfológicos, como la longitud del pico, del tarso o de la cola, se asocian con la especialización en distintos estratos o gremios alimenticios, influyendo directamente en la estructura y el funcionamiento de las comunidades.

Es por esto que el monitoreo de aves se vuelve una herramienta efectiva para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas, ya que son organismos abundantes, fácilmente observables y con una posición trófica relevante dentro de las cadenas alimenticias. Estas características las convierten en indicadores sensibles de la calidad y funcionalidad del hábitat (L. Díaz, 2006; Ford et al., 2001; Laiolo et al., 2003; Shochat et al., 2001) Además, su diversidad funcional, entendida como la variación de rasgos que determinan las funciones ecológicas de los organismos, constituye un componente fundamental de la biodiversidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, la diversidad funcional puede evaluarse a partir de la composición de gremios tróficos, que refleja cómo las aves utilizan los recursos y responden a los cambios en el uso del suelo. En paisajes agrícolas, por ejemplo, los gremios de forrajeo se ven afectados de forma diferencial según las prácticas de manejo (Winkler & Preleuthner, 2001), lo que influye en la persistencia de las especies y en los procesos ecológicos asociados. Así, el papel que las aves desempeñan en un ecosistema depende tanto de su dotación morfológica, fisiológica y comportamental como de las características e historia del hábitat que ocupan.

Por otra parte, se ha visto como ecosistemas con una alta complejidad estructural ofrecen una mayor diversidad de condiciones ambientales, microhábitats y recursos en comparación con ambientes más homogéneos (Atwell et al., 2008; Carrascal & Díaz, 2006; L. Díaz, 2006). Esta heterogeneidad espacial favorece la coexistencia de un número mayor de especies, incluidas aquellas con requerimientos específicos y adaptaciones particulares. Es por esto que, la complejidad estructural del bosque se ha reconocido como un predictor consistente de la diversidad de especies (Díaz et al., 2005), y la identificación de los elementos

estructurales críticos que influyen en la riqueza y abundancia de aves resulta esencial para su conservación y manejo (Khanaposhtani et al., 2012; Kohm et al., 1997)

Los bosques tropicales, representan algunos de los sistemas ecológicos más complejos del planeta (Khanaposhtani et al., 2012; Winkler & Preleuthner, 2001) y constituyen un escenario privilegiado para explorar las relaciones entre la estructura del hábitat, la diversidad funcional y la adaptación morfoecológica. Sin embargo, la conversión de estos ecosistemas en paisajes agrícolas simplificados puede alterar profundamente estas relaciones, reduciendo la complejidad estructural y, con ella, la capacidad de los hábitats para sostener comunidades funcionalmente diversas.

En este contexto, la presente investigación busca comparar los rasgos morfoecológicos de las aves que habitan un platanal y un bosque primario en la Estación Biológica Kawsay, con el fin de comprender cómo la simplificación del hábitat influye en la diversidad funcional y en la estructura ecológica de las comunidades de aves amazónicas.

Pregunta de Investigación

¿Existe una diferencia significativa en los rasgos morfoecológicos de las aves que habitan un platanal en comparación con las que habitan un bosque primario?

Objetivo General

Comparar los rasgos morfoecológicos de las especies de aves que habitan un platanal y un bosque primario en la Estación Biológica Kawsay.

Objetivos Específicos

1. Describir los rasgos morfoecológicos de las especies de aves registradas en ambos ecosistemas.
2. Analizar la variación de los rasgos funcionales de las especies de aves registradas en ambos ecosistemas.

Metodología

Área de Estudio

El estudio se realizará en la Concesión de la Estación Biológica Kawsay, ubicada en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata (RNT), ubicada en el margen derecho del río Madre de Dios. Según Almora García & Carlos Eduardo, 2021 el área de la concesión ha estado sujeta a diferentes tipos de intervención antrópica tales como actividades agrícolas y la tala selectiva de madera. Actualmente, se reconocen tres tipos de vegetación según el nivel de impacto y regeneración del bosque: zona agrícola, bosque secundario y bosque primario. Teniendo en cuenta lo anterior, este estudio se realizó en dos hábitats contrastantes (Imagen 2):

1. **Platanal:** Corresponde a la zona agrícola de la concesión y representa un ecosistema perturbado y de baja complejidad estructural. Este se extiende desde el margen del río hasta los primeros 300 m al interior del bosque y es usada principalmente para la siembra de plátano (Moreno, 2025).
2. **Bosque:** Corresponde al bosque primario, caracterizado por una alta complejidad estructural y mayor diversidad de especies. Se encuentra entre los 1000 m hasta el límite con la RNT, históricamente nunca estuvo sujeto a actividades de aprovechamiento y cuenta con especies representativas como *Guarea* sp., *Iryanthera* sp., *Theobroma* sp., entre otros (Moreno, 2025).

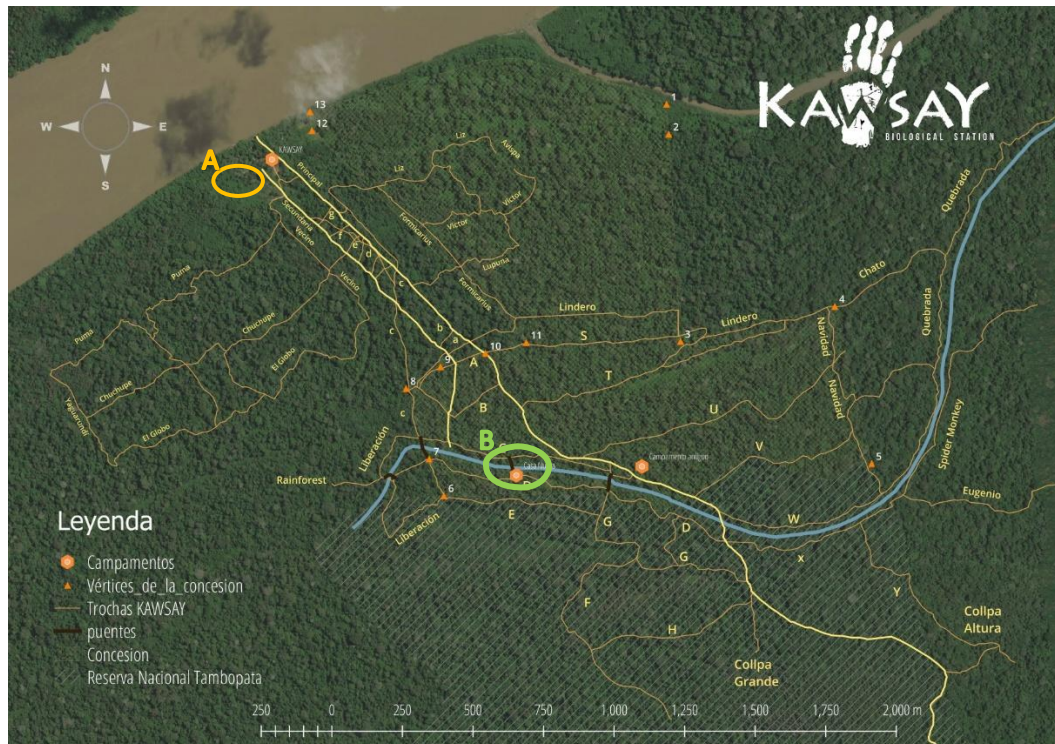


Imagen 1. Mapa de la Estación Biológica Kawsay mostrando los dos lugares de muestreo. Donde A. corresponde a la zona agrícola de la concesión (Platanal) Y B. a una sección del bosque primario de la concesión (Bosque).

Inventario y caracterización de la avifauna

El inventario y caracterización de la avifauna se realizó mediante capturas con 2 redes de niebla, cada una de 9 metros de. Las redes permanecieron abiertas durante la mañana, desde las 5:30 a.m. hasta las 9:00 a.m, cubriendo un total de 5,25 hora-red por jornada, teniendo en cuenta que 1 hora-red equivalen a 12m de red de niebla. Las redes se revisaron cada 30 minutos, o cada 15 minutos en caso de exposición solar intensa o lloviznas, para garantizar la seguridad de las aves capturadas.

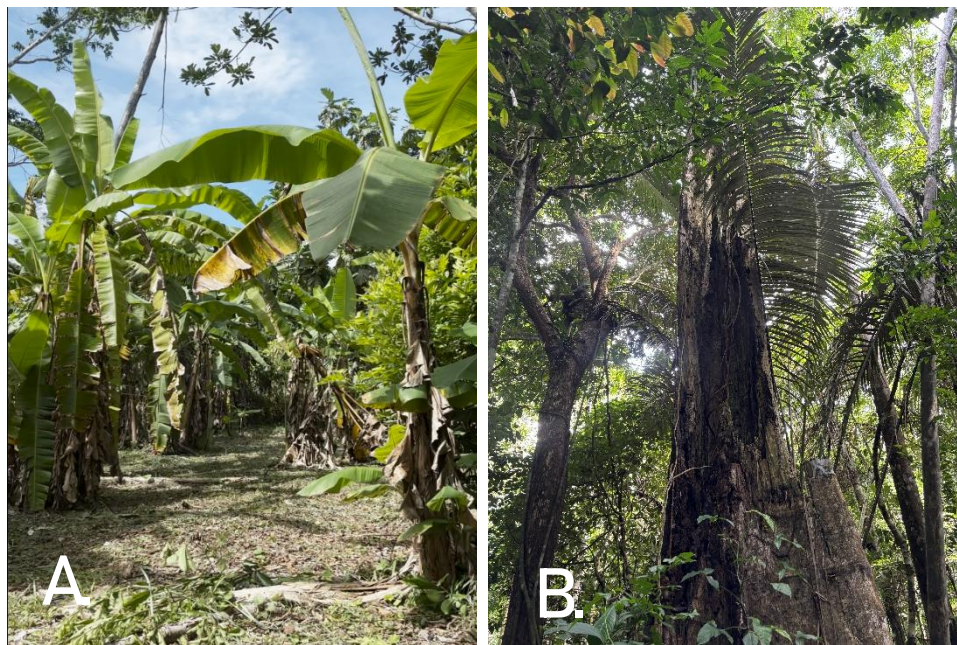


Imagen 2. Ejemplo de los dos tipos de áreas que se van a muestrear en donde A. Representa el Platanal (Zona agrícola) Y B. Representa el Bosque (Bosque primario).

Medición de Rasgos Morfológicos

Las aves capturadas mediante redes de niebla fueron medidas inmediatamente tras su extracción de la red, siguiendo el *Protocolo para la medición de rasgos funcionales en aves* (López, et al. 2015). Así pues, se registrarán las siguientes variables:

- ✓ Cuerda del ala cerrada del ala: Distancia entre el carpo y la punta de la pluma primaria más larga, manteniendo el ala cerrada y sin hacer presión sobre esta.
- ✓ Distancia entre plumas primarias y secundarias: La distancia lineal que existe entre la longitud de la pluma primaria más larga y la pluma secundaria más larga.
- ✓ Longitud del hálux: La longitud del dedo I –hálux, definido como el dedo de la pata que sobresale posteriormente.
- ✓ Longitud del tarso: Longitud entre la saliente ósea parecida al tobillo hasta la parte frontal de la última escama, justo antes del comienzo de los dedos.
- ✓ Longitud del culmen total: Desde la punta hasta la unión con el cráneo.
- ✓ Longitud del culmen expuesto: Desde la base hasta la punta de la pluma más distal.
- ✓ Alto del pico: La longitud de la línea perpendicular al eje longitudinal del pico, entre el culmen y la parte inferior de la mandíbula.
- ✓ Ancho del pico a la altura de las narinas: Distancia del ancho del pico cerrado en la parte distal de las narinas.
- ✓ Peso corporal: Medido con balanza de gancho.

Estas medidas permiten caracterizar la forma corporal de cada individuo y, en conjunto con la asignación de gremio alimenticio, estrato de forrajeo y tipo de vuelo, facilitando el análisis de la morfoecología funcional de las comunidades de aves. Los datos se anotarán con detalle de fecha, hora, sitio de captura y condición del ave (por ejemplo,

juvenil/adulto, sexo si es identificable), asegurando así consistencia y comparabilidad entre individuos de ambos hábitats.

Análisis de Datos

Para explorar los patrones de variación funcional en las especies de aves capturadas, se empleó un Análisis de Componentes Principales (PCA). Este procedimiento se realizó en el entorno estadístico R y se basó en dos conjuntos de variables morfológicas: morfología del pico (culmen total, culmen expuesto, alto y ancho) y morfología de las extremidades (tarso y hallux). Adicionalmente, se calculó el índice *Pointedness* de forma independiente como la razón entre la diferencia primaria–secundaria y la cuerda alar, tratándolo como un rasgo unidimensional. Debido a ello, no fue incluido dentro de los PCA, sino que se analizó mediante estadística descriptiva y pruebas comparativas entre hábitats.

De cada PCA se extrajo el primer componente principal (PC1), interpretado como el eje sintético que capta la mayor proporción de variación funcional dentro de cada módulo morfológico. La interpretación biológica se basó en los *loadings* de las variables y en las diferencias en PC1 entre hábitats. Las visualizaciones del espacio morfológico se generaron con los paquetes *ggplot2*, *ggrepel* y *factoextra*.

Complementariamente, se realizaron análisis univariados sobre rasgos individuales para evaluar diferencias morfológicas específicas entre hábitats. Para cada variable se aplicaron pruebas de normalidad de Shapiro–Wilk por hábitat y la prueba de Levene para evaluar homogeneidad de varianzas. Cuando se cumplieron ambos supuestos, se emplearon pruebas *t* de dos muestras para comparar rasgos como peso, longitud de cola o medidas del pico entre bosque y platanal; en caso contrario, se utilizaron pruebas no paramétricas apropiadas. Este enfoque permitió detectar diferencias puntuales sin depender exclusivamente de la variación multivariada e integró tanto métricas tradicionales como índices biológicos derivados, como el *Pointedness*, para una caracterización morfológica más robusta.

Resultados

Se muestrearon un total de 13 individuos, 8 familias y 10 especies de aves (Tabla 1). De la misma forma. En el Bosque, se registró menor cantidad de especies e individuos, en comparación al platanal (Figura 1). Además, se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 59,68 hora-red, en donde para el bosque el esfuerzo de muestreo fue de 28,88 hora-red, mientras que el del Platanal fue de 30,80 hora-red.

Especie	Familia
Ramphocelus carbo	Thraupidae
Glaucis hirsutus	Trochilidae
Turdus ignobilis	Turdidae
Thalurania furcata	Trochilidae
Phaethornis hispidus	Trochilidae
Attila bolivianus	Tyrannidae
Cyanoloxia cyanooides	Cardinalidae

Philydor pyrrhodes	Furnariidae (<i>género Philydor es parte de los furnáridos</i>)
Platyrinchus coronatus	Tyrannidae
Sciaphylax hemimelaena	Thamnophilidae (<i>hormigueros del Nuevo Mundo, aunque taxonomía puede cambiar</i>)

Tabla 1. Familias y especies de aves.

La tabla muestra la riqueza taxonómica encontrada, incluyendo 12 familias y 13 especies de aves registradas durante el muestreo.

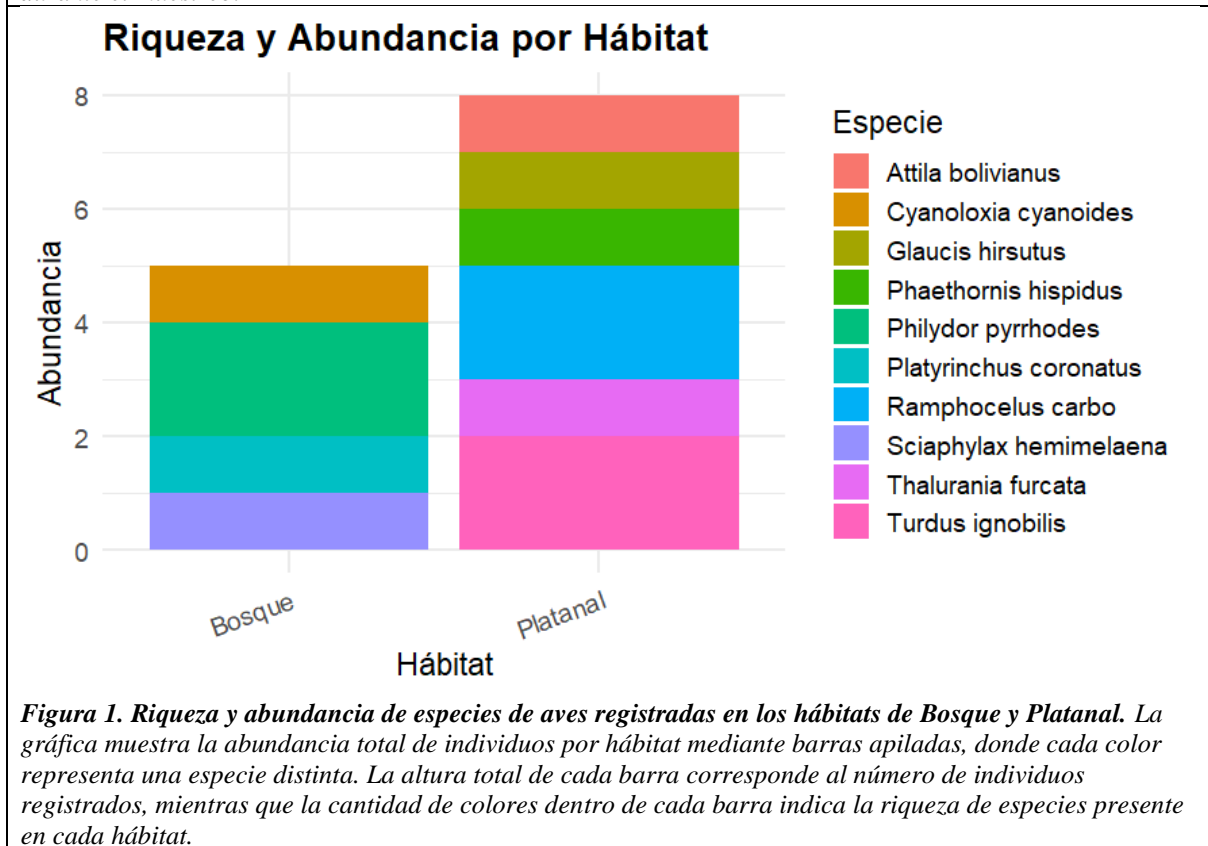


Figura 1. Riqueza y abundancia de especies de aves registradas en los hábitats de Bosque y Platanal. La gráfica muestra la abundancia total de individuos por hábitat mediante barras apiladas, donde cada color representa una especie distinta. La altura total de cada barra corresponde al número de individuos registrados, mientras que la cantidad de colores dentro de cada barra indica la riqueza de especies presente en cada hábitat.

La forma del pico

El análisis de componentes principales (PCA) mostró que el primer componente (PC1) explica el 74 % de la varianza total ($SD = 1,73$) y representa una dimensión de longitud del pico: los valores positivos de PC1 corresponden a picos más largos, mientras que los valores negativos indican picos más cortos y robustos. El segundo componente (PC2) aporta el 22 % de la varianza ($SD = 0,94$) y está dominado por correlaciones negativas entre todas las medidas, lo que refleja variación conjunta de tamaño. Los componentes restantes explican menos del 3 % de la variabilidad ($PC3 = 0,02$; $PC4 = 0,01$) y, por tanto, no se consideran para la interpretación biológica.

El test t de Welch comparó los valores de PC1 entre los hábitats Bosque y Platanal. A pesar de que la diferencia de medias no fue estadísticamente significativa ($t = -1,79$, $p = 0,103$), se ve que existe una tendencia que indica que las especies de Bosque presentan valores de PC1 más bajos (picos más cortos y robustos) y las de Platanal valores más altos (picos más largos) (Figura 2). Además, en el diagrama de dispersión (Figura 3) que muestra la distribución de

las especies en el espacio PC1–PC2, las especies que habitan en Bosque tienden a agruparse dentro del mismo gremio trófico, lo que sugiere una asociación entre morfología del pico, dieta y tipo de hábitat.

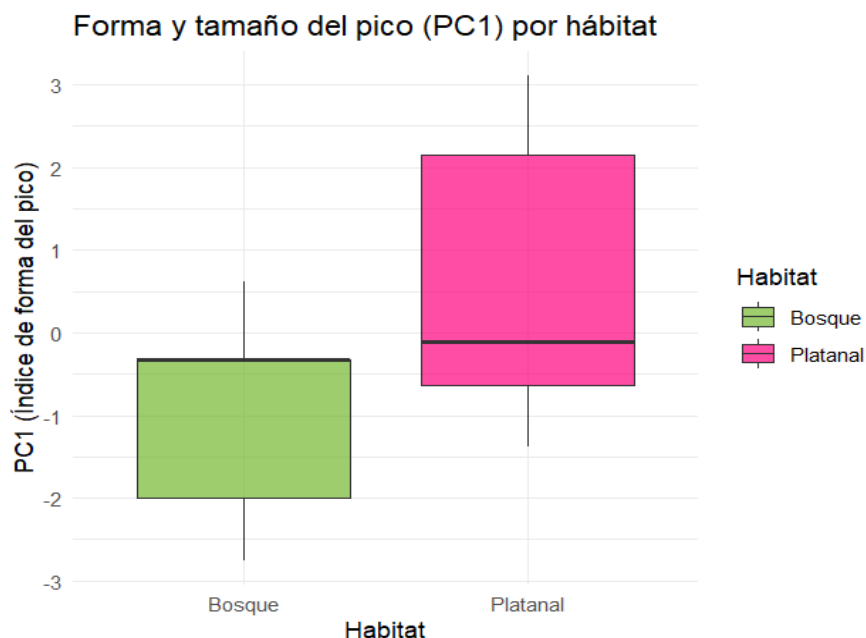


Figura 2. Forma y tamaño del pico (PC1) por hábitat. Comparación del índice de forma y tamaño del pico (PC1) de las especies de aves registradas en el hábitat de Bosque (verde claro) y Platanal (rosa) mediante un diagrama de caja y bigotes. El PC1 representa una medida que resume las características del pico. Se observa que los valores de PC1 para el Platanal son significativamente más altos (mediana cercana a 0, rango intercuartílico de aproximadamente -0.7 a 2.1) que los del Bosque (mediana cercana a -0.5, rango intercuartílico de aproximadamente -2.0 a -0.1). Esto indica que las aves del Platanal tienden a tener picos con características morfológicas diferentes y más extremas (posiblemente más grandes o de formas especializadas) que las del Bosque.

Forma del ala

El Pointedness se correlacionó negativamente con la cuerda alar ($r = -0.595$, $p = 0.032$) y positivamente con la diferencia entre primarias y secundarias (Diff_prim_sec; $r = 0.811$, $p < 0.001$), lo que confirma que este índice describe adecuadamente las variaciones estructurales del ala entre especies.

Así, el índice de forma alar (Pointedness) mostró valores ligeramente mayores en el platanal (media = 0.0236 ± 0.0099) que en el bosque (media = 0.0213 ± 0.0087), lo que sugiere una tendencia hacia alas algo más puntiagudas en ambientes más abiertos como el platanal. Al estandarizar el índice (Pointedness_z), las especies del bosque se ubicaron por debajo del promedio general (media_z = -0.153), mientras que las del platanal se situaron por encima (media_z = 0.095), reflejando una tendencia de diferenciación moderada entre hábitats (Figura 4).

La normalidad se cumplió para ambos hábitats (Bosque: $p = 0.084$; Platanal: $p = 0.521$), así como la homogeneidad de varianzas (Levene: $p = 0.618$); Sin embargo, las pruebas estadísticas no respaldaron esta diferencia el test t de Welch indicó que la diferencia en Pointedness entre hábitats no fue significativa ($t = -0.435$, $p = 0.673$), por lo que la variación observada debe interpretarse como una tendencia y no como un contraste estadístico robusto.

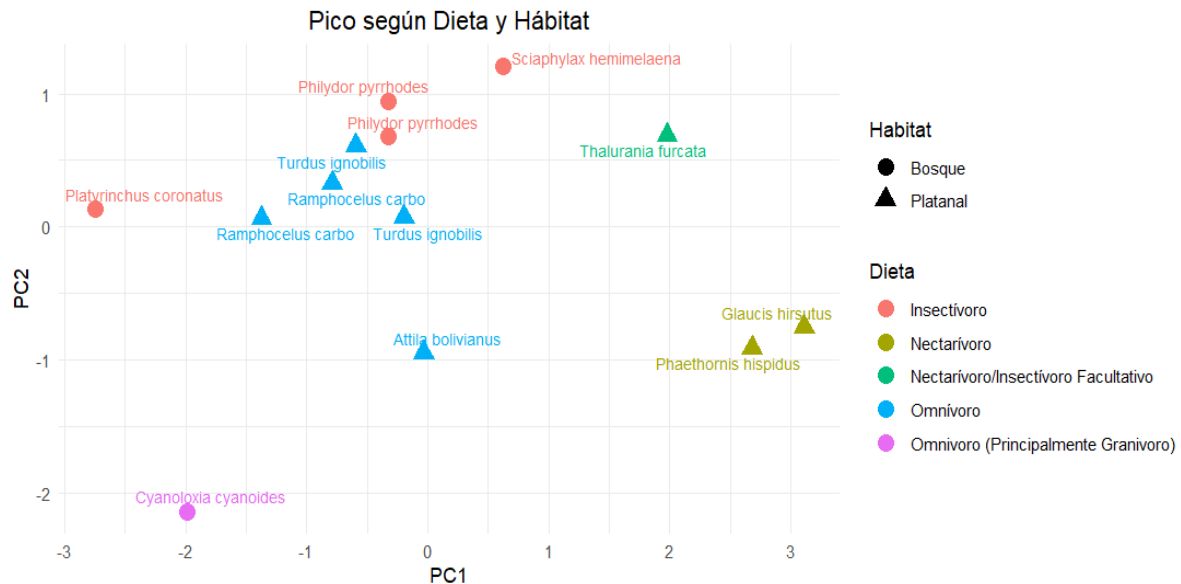


Figura 3. Pico según dieta y hábitat. Distribución de los 14 individuos en el espacio de los dos primeros componentes principales (PC1-PC2) según dieta y el hábitat en el que se encuentra. El eje X representa PC1 (rango -3 → 3) y el eje Y PC2 (rango -2 → 1).

Forma de la pata

El análisis de componentes principales (PCA) del conjunto Tarso–Hallux mostró que un solo componente (PC1) explicó el 97.7% de la variación total, indicando una estructura altamente unidimensional. Ambos rasgos presentaron cargas idénticas sobre PC1 (Tarso = -0.707 ; Hallux = -0.707), indicando que ambos rasgos aumentan conjuntamente. El segundo componente (PC2) explicó solo el 2.2% de la varianza, por lo que se interpretó como ruido residual sin estructura biológica relevante.

El test t de Welch comparó los valores de PC1 entre los hábitats Bosque y Platanal. La diferencia de medias no fue estadísticamente significativa ($t = 0,952$, $p = 0,362$). No obstante, se ve que existe una tendencia que indica que las especies de Bosque presentan valores de PC1 más altas (Tarsos y hallux más largos) y las de Platanal valores más bajos (Tarsos y hallux más cortos) (Figura 5). Además, en el diagrama de dispersión (Figura 6) muestra la distribución de las especies en el espacio PC1–PC2, las especies que habitan en Bosque tienden a presentar tarsos dominantes en comparación a su hallux.

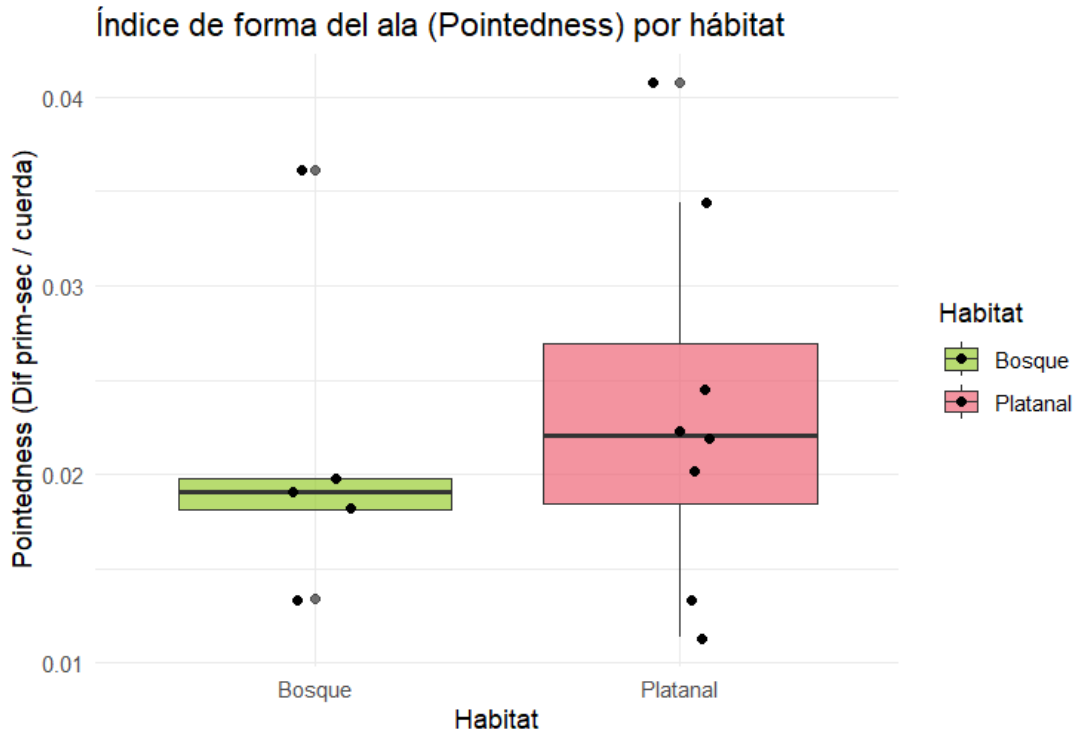


Figura 4. Índice de forma del ala (Pointedness) por hábitat. Comparación del índice de forma del ala (Pointedness) de las especies de aves registradas en el hábitat de Bosque (verde claro) y Platanal (rosa) mediante un diagrama de caja y bigotes. El Pointedness representa una medida de la forma alar, donde valores más altos suelen indicar alas más puntiagudas y estrechas, mientras que los valores más bajos representan alas más anchas y redondeadas. La mediana en el Bosque es ligeramente inferior a la del Platanal, sugiriendo una tendencia a alas más redondeadas en el Bosque.

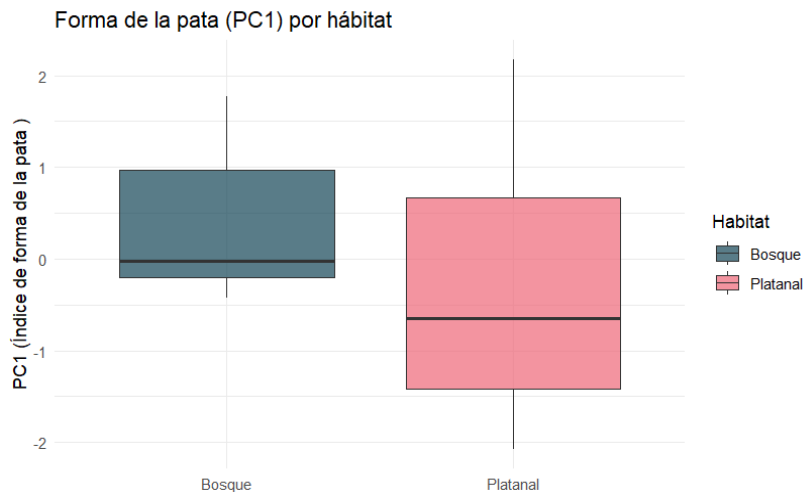


Figura 5. Índice de la pata (PC1) hábitat. Comparación del índice de forma de la forma del pie (PC1) de las especies de aves registradas en el hábitat de Bosque (azul) y Platanal (rosa) mediante un diagrama de caja y bigotes. El PC1 representa una medida de la forma del pie, donde valores más altos suelen indicar tarsos y hallux más grandes, mientras que los valores más bajos representan tarsos y hallux más cortos. La mediana en el Platanal es ligeramente inferior a la del Bosque, sugiriendo una tendencia de patas más largas en el Bosque.

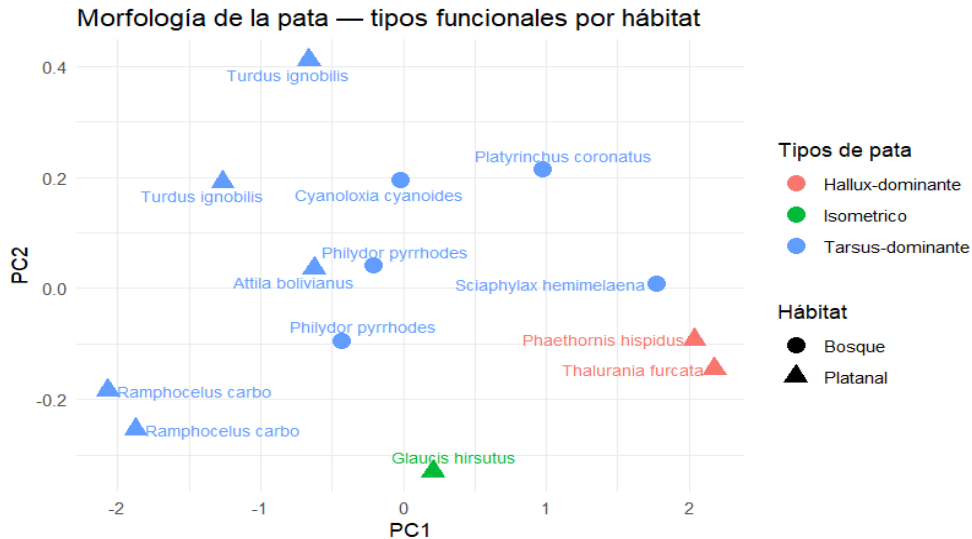


Figura 6. Pata según hábitat. Distribución de los 14 individuos en el espacio de los dos primeros componentes principales de la forma de la pata (PC1-PC2) según el hábitat en el que se encuentra. El eje X representa PC1 (rango -2 → 2) y el eje Y PC2 (rango -0.4 → 0,4).

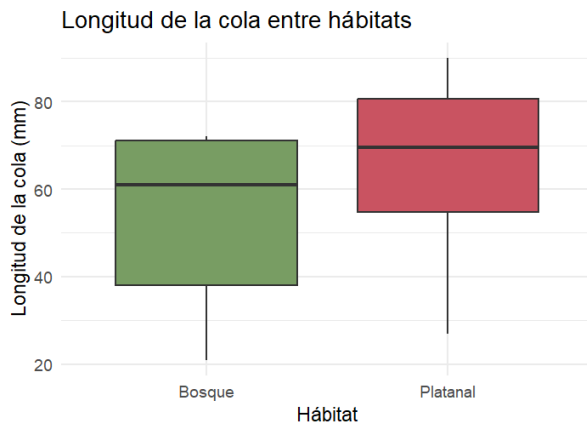


Figura 6. Longitud de la cola entre hábitats. Comparación de la longitud de la cola en las aves registradas en el hábitat de Bosque (verde) y Platanal (rosa) mediante un diagrama de caja y bigotes. La mediana en el Platanal es ligeramente superior a la del Bosque, sugiriendo una tendencia de colas más largas en el platanal en comparación al bosque.

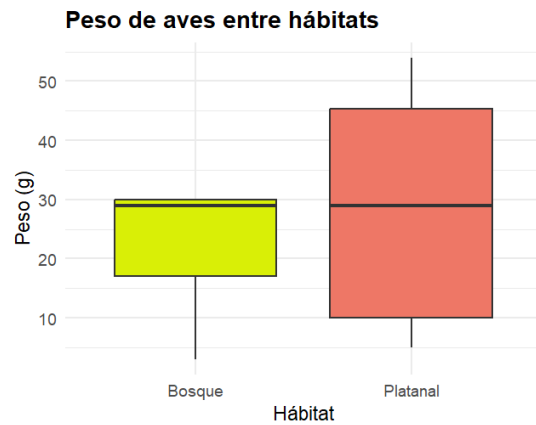


Figura 7. Peso de aves entre hábitats. Comparación del peso de las aves registradas en el hábitat de Bosque (amarillo) y Platanal (naranja) mediante un diagrama de caja y bigotes.

Longitud de la cola

El análisis de normalidad y homogeneidad de varianzas indicaron que nuestros datos eran normales ($W = 0.93093$, $p\text{-value} = 0.5246$) y varianzas homogéneas. Así pues, no se encontró una diferencia significativa a la hora de aplicar el T test ($t = -1.0214$, $df = 11$, $p\text{-value} = 0.329$).

No obstante, Lo que sugiere que, a pesar de ver una pequeña tendencia, ambos hábitats están siendo ocupados por especies con tamaños de cola similares (Figura 6).

Peso de las aves

El análisis de normalidad y homogeneidad de varianzas indicaron que nuestros datos eran normales ($W = 0.93093$, $p\text{-value} = 0.5246$) y varianzas homogéneas. Así pues, no se encontró una diferencia significativa a la hora de aplicar el T test ($t = -0.70233$, $df = 11$, $p\text{-value} = 0.4971$). Lo que sugiere que ambos hábitats están siendo ocupados por especies con tamaños corporales similares (Figura 7).

Discusión

Si bien, según nuestros resultados se ve que el bosque presenta una mayor diversidad de aves que el platanal, esto no significa una menor diversidad en el bosque, sino una menor detectabilidad asociada al método de captura y al comportamiento de las especies. Es fundamental destacar que las redes de niebla no cuantifican directamente la riqueza o abundancia real de un hábitat, sino el uso del espacio y la probabilidad de que las aves se desplacen en los microhábitats donde las redes están ubicadas (Polanco et al., 2015), además de ser una herramienta necesaria para conseguir otros tipos de información, como mediciones morfológicas, indicios de reproducción y muda (Perú. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, 2015). De modo que, factores como la altura del dosel, la disponibilidad de perchas o incluso el tamaño de las aves, influyen a la hora de capturar especies por medio del uso de redes de niebla (Polanco et al., 2015). En contraste, el platanal que registro un mayor número de individuos capturados, es un hábitat más abierto y homogéneo, donde no hay tanta disponibilidad de estratos verticales lo cual facilita que las aves crucen a baja altura y sean capturadas con mayor frecuencia en las redes de niebla.

Nuestros resultados indican que, aunque la diferencia en el tamaño y forma del pico de las aves no es estadísticamente significativa, los picos de las especies que habitan en el bosque tienden a ser más cortos y robustos en comparación con los de las que se encuentran en el platanal. Herrel et al. (2005) proponen que el pico es el rasgo corporal que evoluciona con mayor rapidez en respuesta a condiciones ecológicas cambiantes, como la disponibilidad de alimentos y la competencia interespecífica. De modo que, esta tendencia sugiere la existencia de una presión selectiva distinta en el bosque, donde la mayor complejidad estructural y la diversidad de recursos pueden favorecer morfologías más compactas y fuertes.

Al relacionar la morfología del pico con la dieta, observamos que casi todas las especies que se encontraron en el bosque (Excepto *Cyanoloxia cyanooides*, que según Moermond & Denslow (1985) se alimenta principalmente de semillas y frutas. Y ocasionalmente de insectos según Wetmore (1965)) pertenecen al mismo gremio trófico: Insectívoro; y presentan picos de tamaño y forma similares, lo que refuerza la asociación entre morfología y tipo de alimento. Tellería et al. (2013) sostienen que el tamaño del pico se ajusta al tamaño de los elementos consumidos, en los insectívoros, la altura y el ancho del pico están estrechamente vinculados al manejo de presas móviles, favoreciendo la captura y sujeción en vuelo; mientras que, en las granívoras, como *C. cyanooides*, un pico más ancho y largo

optimiza la manipulación y trituración de semillas duras (Lederer, 1975; Williamson, 1971; Willis, 1968).

Por otra parte, notamos como en el platano las aves cuentan con una dieta más variada, pero con gremios tróficos menos específicos. Esto refleja que, paisajes con agricultura tradicional, favorecen a las especies comunes y generalistas a expensas de las especies especialistas, lo que lleva a una homogeneización de la biodiversidad.(Chisté et al., 2017; Hessen, 2024). Lo anterior va en línea con muchas investigaciones que estudian el efecto de la homogeneización biótica, la cual, se refiere al proceso en el cual la diversidad de especies en diferentes ecosistemas o regiones se vuelve más similar con el tiempo(Clavel et al., 2011) Esto, implica una reducción en la riqueza de especies, rasgos funcionales y la composición de comunidades entre regiones, y un efecto negativo en las especies especialistas, pues al ser aves altamente especializadas que suelen encontrarse en lugares específicos, estas terminan siendo reemplazadas por especies generalistas con un rango de distribución más amplio (Clavel et al., 2011; Geng et al., 2022). Por lo que, la sustitución de bosques nativos diversos por monocultivos forestales deja una diversidad local o incluso regional muy degradada (Hessen, 2024)

Ahora, el diseño del ala en las aves está sujeto a un conjunto de presiones selectivas que interactúan entre sí. Ya que, diferentes rasgos de rendimiento (*Performance Traits*) son favorecidos en distintos entornos ecológicos, se espera exista un vínculo estrecho entre la variación en la morfología del ala y la variación en los parámetros ecológicos (Vanhooydonck et al., 2009).Esta relación se alinea con nuestros resultados, donde observamos que las aves del Bosque poseen alas más redondeadas y las del Platano tienden a mostrar alas más alargadas. Demostrando que la forma de las alas está estrechamente relacionada con la movilidad y el tipo de hábitat, validando que existe una relación entre las características del hábitat y la morfología aviar (Kiat & O'Connor, 2024).

Además, nuestros resultados se alinean con los hallazgos de Revelo Hernández et al., (2016) los cuales reportaron que las transformaciones del hábitat tienen la capacidad de cambiar los rasgos morfológicos en las comunidades de aves. Ellos encontraron que las aves de sistemas silvopastoriles presentan alas más largas, lo que indica que, en estos sistemas el grado de perturbación es el factor determinante que presiona la morfometría de estos individuos. Asimismo, este patrón en la morfología alar concuerda con lo reportado por Reif et al., (2015) para las aves Passeriformes y no Passeriformes, en donde se determinó que las aves que viven en ambientes abiertos o con poca densidad vegetal, tales como los sistemas silvopastoriles y plantaciones, tienen alas más grandes que les permite una mayor maniobrabilidad en el vuelo (Harvey & Haber, 1998).Por el contrario, la morfología de las aves que viven en el bosque corresponde a aves de vuelo corto que tienen alas cortas y anchas, las cuales les permiten una mejor maniobrabilidad en espacios cerrados y con vegetaciones densas donde puedan tener disponibilidad rápida de alimentos (Hertel, 1994; Nowakowski et al., 2014; Viscor & Fuster, 1987);

Respecto a la forma de la pata de las aves se ha demostrado que la longitud del tarso es un reflejo de la variabilidad ecológica en las técnicas de caza, dieta y uso de distintos hábitats y micro-hábitats en las aves (Barbosa Alcón & Moreno Mañas, 2002). Nuestros resultados coinciden con los hallazgos de Revelo Hernández et al., (2016) que encontraron que las aves

que viven en zonas boscosas presentan tarsos de mayor tamaño en comparación a las aves que viven en la zona silvopastoril. No obstante, algunos estudios han reportado que la longitud del tarso es relativamente menor en la mayoría de las aves que se alimentan en zonas boscosas, en comparación a las que se alimentan en el suelo, áreas abiertas, o utilizan perchas rígidas (Frances C, 1982; Reyes-Ramírez et al., 2025) .

Teniendo en cuenta lo anterior, en la morfología aviar el tamaño y forma de caracteres como el pico, ala y tarso, determinan el tipo de comportamiento que debe adoptar el ave. En nuestros resultados vemos como las aves que cuentan con una longitud alar reducida y alas más redondeadas, son compensadas por tarsos alargados y cuentan con estrategias de forrajeo de aves que se alimentan dentro del dosel (RAKOTOMANANAI, 1998) . Esto porque, el desarrollo del tarso favorece la capacidad de correr y caminar, así como favorecer el método de rebusque (*gleaning*) (Fitzpatrick, 1985). Sherry (1982) señala que las patas más largas permiten a las especies que utilizan el suelo tener un impulso máximo, y esto se apoya en el caso de *Sciaphylax hemimelaena*, que a menudo salta al suelo desde una percha baja para atacar a su presa, realizando saltos cortos para tomar presas de la parte inferior de las hojas, lianas o ramas que sobresalen (Zimmer & Isler, 2020). Por otro lado, las especies más adaptadas a la alimentación en zonas abiertas presentan un tamaño relativamente medio de tarsos y unas alas más alargadas. Esto tiene sentido ya que las patas que tienden a ser más cortas promueven el equilibrio y aseguran la estabilidad en las aves (Fitzpatrick, 1985) y al tener alas alargadas y más puntiagudas, tienen un vuelo más eficiente (Viscor & Fuster, 1987).

Finalmente, se ha reportado que las variaciones en el largo de la morfología de la cola de muchas aves han sido moldeadas tanto por selección natural como por selección sexual. Pues, la cola juega un papel importante en la maniobrabilidad del vuelo de las aves, lo que implica una presión de selección natural para tener colas con formas y tamaños llamativos (Clark, 2010). Además, se ha registrado que el peso corporal puede verse influenciado por condiciones ecológicas como la calidad el tipo de hábitat, la disponibilidad de alimentos, la temperatura, la capacidad de vuelo y la capacidad de dispersión de la especie (Bregman et al., 2016; Tobias et al., 2022)(Reyes-Ramírez et al., 2025)

Conclusiones

Nuestros resultados proponen que si bien no hay una diferencia significativa en la morfología de las aves que habitan en los dos tipos de hábitats, si existe una tendencia en donde se ve como las aves que habitan en el bosque suelen presentar picos más pequeños, alas más redondeadas y tarsos más largos, en comparación a las aves que habitan en el platanal. Esto demuestra que la forma del ala y tamaño del tarso afecta fuertemente la capacidad de cada ave para ejecutar comportamientos de forrajeo y desplazamiento, mientras que la forma del pico influye significativamente en la dieta y manejo de alimentos. Además, se ve como la zona agrícola (Platanal) que era un hábitat menos complejo estructuralmente, presentó una homogeneización biótica en la dieta de las aves donde las comunidades de aves se vuelven espacialmente más similares, mediante la sustitución de especies especializadas por especies generalistas más extendidas.

Por otra parte, se recomienda para futuros estudios incrementar el esfuerzo de muestreo, con el fin de obtener una representatividad estadística más sólida. Asimismo, resulta fundamental realizar muestreos durante la época seca; esto permitiría evaluar si el comportamiento de las especies y el uso del hábitat se mantienen constantes o varían en respuesta a la estacionalidad. Dado que la disponibilidad de recursos y las condiciones del ecosistema fluctúan a lo largo del año, un diseño que contemple ambas temporadas proporcionaría una visión integral de la dinámica ecológica de la zona.

Referencias

- Almora García, & Carlos Eduardo. (2021). *Diversidad taxonómica y funcional de anuros en la concesión de Conservación Kawsay, área de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/4685>
- Atwell, R. C., Schulte, L. A., & Palik, B. J. (2008). Songbird response to experimental retention harvesting in red pine (*Pinus resinosa*) forests. *Forest Ecology and Management*, 255(10): 3621-3631., 255(10), 3621–3631.
<https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2008.02.049>
- Barbosa Alcón, A. ., & Moreno Mañas, Eulalia. (2002). *Estudio ecomorfológico de las aves limícolas (aves : Charadrii) : modificaciones adaptativas relacionadas con la búsqueda del alimento*. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones. <https://doi.org/b21746680>
- Bregman, T. P., Lees, A. C., MacGregor, H. E. A., Darski, B., de Moura, N. G., Aleixo, A., Barlow, J., & Tobias, J. A. (2016). Using avian functional traits to assess the impact of land-cover change on ecosystem processes linked to resilience in tropical forests. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1844).
<https://doi.org/10.1098/RSPB.2016.1289/78337>
- Burney, C. W., & Brumfield, R. T. (2009). Ecology predicts levels of genetic differentiation in neotropical birds. *The American Naturalist*, 174(3), 358–368.
<https://doi.org/10.1086/603613>
- Carrascal, L., & Díaz, L. (2006). Winter bird distribution in abiotic and habitat structural gradients: a case study with Mediterranean mountain Oakwoods. *Ecoscience*, 13, 100–110. <https://lmcarrascal.eu/pdf/2805-Carrascal.pdf>
- Chisté, M. N., Mody, K., Kunz, G., Gunczy, J., & Blüthgen, N. (2017). Intensive land use drives small-scale homogenization of plant- and leafhopper communities and promotes generalists. *Oecologia* 2017 186:2, 186(2), 529–540.
<https://doi.org/10.1007/S00442-017-4031-0>
- Clark, C. J. (2010). The Evolution of Tail Shape in Hummingbirds. *The Auk*, 127(1), 44–56. <https://doi.org/10.1525/AUK.2009.09073>

- Clavel, J., Julliard, R., & Devictor, V. (2011). Worldwide decline of specialist species: Toward a global functional homogenization? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(4), 222–228.
<https://doi.org/10.1890/080216;JOURNAL:JOURNAL:15409309;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER>
- Díaz, I. A., Armesto, J. J., Reid, S., Sieving, K. E., & Willson, M. F. (2005). Linking forest structure and composition: Avian diversity in successional forests of Chiloé Island, Chile. *Biological Conservation*, 123(1), 91–101.
<https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2004.10.011>
- Díaz, L. (2006). Influences of forest type and forest structure on bird communities in oak and pine woodlands in Spain. *Forest Ecology and Management*, 223(1–3), 54–65.
<https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2005.10.061>
- Fitzpatrick, J. W. (1985). Form, foraging behavior and adaptive radiation in the Tyrannidae. *Ornithol. Monogr.*, 36, 447–470. <https://oa.mg/work/10.2307/40168298>
- Ford, H. A., Barrett, G. W., Saunders, D. A., & Recher, H. F. (2001). Why have birds in the woodlands of Southern Australia declined? *Biological Conservation*, 97(1), 71–88.
[https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00101-4](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00101-4)
- Frances C, J. (1982). The ecological morphology of birds: a review. *Ann Zool. Fennici*, 19, 265–275. <https://www.annzool.net/PDF/anzf19/anz19-265-275.pdf>
- Ghadiri Khanaposhtani, M., Kaboli, M., Karami, M., & Etemad, V. (2012). Effect of habitat complexity on richness, abundance and distributional pattern of forest birds. *Environmental Management*, 50(2), 296–303. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9877-7>
- Harvey, C. A., & Haber, W. A. (1998). Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 1998 44:1, 44(1), 37–68.
<https://doi.org/10.1023/A:1006122211692>
- Hertel, F. (1994). Diversity in body size and feeding morphology within past and present vulture assemblages. *Ecology*, 75(4), 1074–1084. <https://doi.org/10.2307/1939431>
- Hessen, D. O. (2024). Biotic Deterioration and Homogenization: Why It Matters. *International Journal of Politics, Culture, and Society* 2024, 1–23.
<https://doi.org/10.1007/S10767-024-09498-X>
- Jarvis, E. D., Mirarab, S., Aberer, A. J., Li, B., Houde, P., Li, C., Ho, S. Y. W., Faircloth, B. C., Nabholz, B., Howard, J. T., Suh, A., Weber, C. C., Da Fonseca, R. R., Li, J., Zhang, F., Li, H., Zhou, L., Narula, N., Liu, L., ... Zhang, G. (2014). Whole-genome analyses resolve early branches in the tree of life of modern birds. *Science (New York, N.Y.)*, 346(6215), 1320–1331. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1253451>

- Kiat, Y., & O'Connor, J. K. (2024). Functional constraints on the number and shape of flight feathers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *121*(8), e2306639121. <https://doi.org/10.1073/PNAS.2306639121>
- Kohm, K. A., Foreword, J. F. F., & Thomas, J. W. (1997). *Creating a Forestry for the 21st Century*.
- Laiolo, P., Caprio, E., & Rolando, A. (2003). Effects of logging and non-native tree proliferation on the birds overwintering in the upland forests of north-western Italy. *Forest Ecology and Management*, *179*(1–3), 441–454. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00542-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00542-X)
- Moore, R. P., Robinson, W. D., Lovette, I. J., & Robinson, T. R. (2008). Experimental evidence for extreme dispersal limitation in tropical forest birds. *Ecology Letters*, *11*(9), 960–968. <https://doi.org/10.1111/J.1461-0248.2008.01196.X>;ISSUE:ISSUE:DOI
- Nowakowski, J. K., Szulc, J., & Remisiewicz, M. (2014). The further the flight, the longer the wing: Relationship between wing length and migratory distance in Old World reed and bush Warblers (Acrocephalidae and Locustellidae). *Ornis Fennica*, *91*(3), 178–186. <https://doi.org/10.51812/OF.133854>
- Pablo López Ordóñez, J., Stiles, F. G., & Parra, J. L. (2016). Protocolo para la medición de rasgos funcionales en aves. In B. Salgado Negret (Ed.), *La Ecología Funcional como Aproximación al Estudio, Manejo y Conservación de la Biodiversidad: Protocolos y Aplicaciones* (pp. 80–125). Editorial Alexander von Humboldt. <https://repository.humboldt.org.co/entities/publication/b438f543-5ed0-43b3-acdd-5bad414109de>
- Perú. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, V. y F. del P. N. (2015). *Guía de inventario de la fauna silvestre*. MINAM. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf>
- Polanco, J. M., Ospina Duque, A., Arango Giraldo, D., Snaider Granada, J., & Marín Gómez, O. H. (2015). EFECTIVIDAD DE LAS REDES DE NIEBLA PARA DETERMINAR LA RIQUEZA DE AVES EN UN BOSQUE MONTANO DE LOS ANDES CENTRALES (SALENTO, QUINDÍO, COLOMBIA). *Revista de Investigaciones Universidad Del Quindío*, *27*(1), 75–88. <https://doi.org/10.33975/RIUQ.VOL27N1.28>
- RAKOTOMANANAI, H. (1998). Negative Relationship between Relative Tarsus and Wing Lengths in Malagasy Rain Forest Birds. *Japanese Journal of Ornithology*, *47*(1), 1-9,29. <https://doi.org/10.3838/JJO.47.1>

- Reif, J., Hořák, D., Krištín, A., Kopsová, L., & Devictor, V. (2015). Linking habitat specialization with species' traits in European birds. *Oikos*, *125*(3), 405–413. <https://doi.org/10.1111/OIK.02276>
- Revelo Hernández, C., Castro Ospina, J. F., Gallego Zerrato, J. J., & Murillo García, O. E. (2016). Morphometric Variation in the Assembly of Passerine Birds Present in Two Zones of Tropical Forest with Different Degrees of Disturbance. *Revista de Ciencias*, *20* No 2 (Edición especial, Biología, Bosque Seco). https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Murillo-Garcia/publication/318075609_Variacion_morfometrica_en_el_ensamblaje_de_aves_passeriformes_presentes_en_dos_zonas_de_bosque_tropical_con_diferente_grado_de_perturbacion/links/598a8c470f7e9b9d44c9d5ec/Variacion-morfometrica-en-el-ensamblaje-de-aves-passeriformes-presentes-en-dos-zonas-de-bosque-tropical-con-diferente-grado-de-perturbacion.pdf
- Reyes-Ramírez, E. D., Díaz-Cháux, J. T., & Velasquez-Valencia, A. (2025). Morphometry and diversity of birds in cocoa agroforestry and silvopastoral systems in the Colombian Amazon. *BioRxiv*, 2025.01.28.635237. <https://doi.org/10.1101/2025.01.28.635237>
- Sherry, T. W. (1982). *Ecological and evolutionary inferences from morphology, foraging behavior and diet of sympatric insectivorous neotropical flycatchers (Tyrannidae)*. Unpubl. Ph. D. University of California, . https://www.researchgate.net/profile/Thomas-Sherry/publication/271695381_Adaptation_to_a_Novel_Environment_Food_Foraging_and_Morphology_of_the_Cocos_Island_Flycatcher/links/5643caf308ae451880a4b2f7/Adaptation-to-a-Novel-Environment-Food-Foraging-and-Morphology-of-the-Cocos-Island-Flycatcher.pdf
- Shochat, E., Abramsky, Z., & Pinshow, B. (2001). Breeding bird species diversity in the Negev: Effects of scrub fragmentation by planted forests. *Journal of Applied Ecology*, *38*(5), 1135–1147. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2664.2001.00667.X>;CTYPE:STRING:JOURNAL
- Tobias, J. A., Sheard, C., Pigot, A. L., Devenish, A. J. M., Yang, J., Sayol, F., Neate-Clegg, M. H. C., Alioravainen, N., Weeks, T. L., Barber, R. A., Walkden, P. A., MacGregor, H. E. A., Jones, S. E. I., Vincent, C., Phillips, A. G., Marples, N. M., Montañó-Centellas, F. A., Leandro-Silva, V., Claramunt, S., ... Schleuning, M. (2022). AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. *Ecology Letters*, *25*(3), 581–597. <https://doi.org/10.1111/ELE.13898>;ISSUE:ISSUE:DOI
- Vanhooydonck, B., Herrel, A., Gabela, A., & Podos, J. (2009). Wing shape variation in the medium ground finch (*Geospiza fortis*): An ecomorphological approach. *Biological Journal of the Linnean Society*, *98*(1), 129–138. <https://doi.org/10.1111/J.1095-8312.2009.01269.X>

- Viscor, G., & Fuster, J. F. (1987). Relationships between morphological parameters in birds with different flying habits. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 87(2), 231–249. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(87\)90118-6](https://doi.org/10.1016/0300-9629(87)90118-6)
- Wetmore, A., & Wetmore, A. (1965). The birds of the Republic of Panama. In *The birds of the Republic of Panama*. Smithsonian Institution. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.69629>
- Winkler, H., & Preleuthner, M. (2001). Behaviour and ecology of birds in tropical rain forest canopies. In *Plant Ecology* (Vol. 153).
- Zimmer, K., & Isler, M. L. (2020). Chestnut-tailed Antbird (*Sciaphylax hemimelaena*), version 1.0. *Birds of the World*. <https://doi.org/10.2173/BOW.CHTANT2.01>