

Segregación parcial de nicho en reinitas migratorias (Parulidae): diferencias espaciales, tróficas y temporales en bosque de niebla del Chocó

Partial niche segregation in migratory wood-warblers (Parulidae): spatial, trophic, and temporal differences in Chocó cloud forest.

Jhonatan Arias Martínez 
jhonataarias48@gmail.com

Fecha de recepción: 28/05/2025

Fecha de aceptación: 20/06/2026

Resumen

Las aves migratorias neotropicales enfrentan retos ecológicos significativos durante su estancia en los hábitats invernales, donde la competencia por recursos puede ser intensa. En este estudio se evaluó la segregación ecológica de seis especies de la familia Parulidae en la Reserva ProAves Las Tangaras (Chocó, Colombia), para explorar cómo diferentes dimensiones del nicho pueden estar asociadas con su coexistencia. Se analizaron aspectos de microhábitat, comportamiento alimenticio y actividad diaria a través de observaciones sistemáticas. Los resultados revelan patrones diferenciados de uso de recursos: algunas especies mostraron preferencias exclusivas por ciertos sustratos o maniobras de forrajeo, mientras que otras evidenciaron solapamiento moderado en la posición vertical y el horario de alimentación. Los análisis estadísticos y las simulaciones demostraron que el solapamiento observado no fue aleatorio, indicando partición de nicho. Estos hallazgos sugieren que la diferenciación en el uso del espacio y los recursos podrían reducir la competencia interespecífica, permitiendo la convivencia. Este trabajo aporta evidencia sobre los mecanismos de segregación en aves migratorias y resalta la importancia de conservar hábitats heterogéneos para su supervivencia.

Palabras clave: Segregación ecológica, Aves migratorias, Partición de nicho, Parulidae, Bosque húmedo tropical

Abstract

Neotropical migratory birds face significant ecological challenges while occupying wintering habitats, where competition for resources can be intense. This study evaluated the ecological segregation of six species of the family Parulidae at the Las Tangaras ProAves Reserve (Chocó, Colombia) to explore how different niche dimensions might be associated with their coexistence. Aspects of microhabitat, foraging behavior, and daily activity were analyzed through systematic observations. The results reveal distinct patterns of resource use: some species showed exclusive preferences for specific substrates or foraging maneuvers, while others exhibited moderate overlap in vertical position and feeding times. Statistical analyses and simulations demonstrated that the observed overlap was non-random, indicating niche partitioning. These findings suggest that differentiation in space and resource use may reduce interspecific competition, thereby facilitating coexistence. This study provides evidence regarding segregation mechanisms in migratory birds and highlights the importance of conserving heterogeneous habitats for their survival.

Keywords: Ecological segregation, Migratory birds, Niche partitioning, Parulidae, Tropical rainforest

Introducción

La coexistencia de especies ecológicamente similares en hábitats compartidos ha sido un tema central en la ecología, especialmente en comunidades de aves migratorias que convergen en áreas de alta biodiversidad. La teoría del nicho sugiere que la partición de recursos en dimensiones como el espacio, el tiempo y la dieta es fundamental para reducir la competencia interespecífica y permitir la coexistencia ([Schoener, 1974](#); [Hutchinson, 1957](#)). Esta segregación ecológica fue descrita tempranamente en comunidades de reinitas (Parulidae) por [MacArthur \(1958\)](#), quien demostró que especies

morfológicamente similares pueden coexistir mediante la partición del nicho, particularmente a través del uso diferencial del microhábitat y la estratificación vertical del forrajeo. Estudios posteriores han ampliado y re-evaluado estos principios en diversos contextos ecológicos, evidenciando que las diferencias en microhábitat, horarios de actividad y recursos alimenticios continúan siendo mecanismos clave para minimizar la superposición ecológica ([Petalas et al., 2024](#); [Niella et al., 2023](#)).

Estudios han demostrado que especies migratorias pueden exhibir partición de nicho en múltiples dimensiones,

incluyendo diferencias en el uso del hábitat, comportamiento de forrajeo y dieta, lo que facilita su coexistencia en sitios de parada migratoria y áreas de reproducción ([Barger & Kitaysky, 2012](#)).

La segregación ecológica de las aves migratorias cuando llegan a Colombia es una temática poco abordada, por esta razón se ha desarrollado esta investigación con el fin de conocer de qué manera las aves migratorias, específicamente seis especies de la familia Parulidae, (reinitas), se comportan y segregan su hábitat en aspectos espaciales, alimenticios y temporales, en el occidente colombiano, exactamente en la Reserva ProAves Las Tangaras, ubicada en el municipio de Carmen de Atrato, Choco. A través de la segregación del nicho, estas especies pueden reducir la competencia por recursos, incluyendo interacciones agonísticas.

En la Reserva ProAves Las Tangaras se evaluaron seis especies de reinitas: *Mniotilta varia*, *Setophaga fusca*, *Geothlypis philadelphia*, *Leiothlypis peregrina*, *Vermivora chrysoptera* y *Cardellina canadensis*.

En particular, se analizó la partición del nicho en tres dimensiones principales: espacial (altura y microhábitat de forrajeo), trófica (maniobras de alimentación y sustrato utilizado) y temporal (horarios de actividad), utilizando observaciones de campo y análisis estadísticos multivariados. Los resultados de este estudio buscan contribuir a una mejor comprensión de los mecanismos que permiten la coexistencia de aves migratorias en ecosistemas tropicales de alta biodiversidad y aportar información relevante para su conservación.

Con base en lo anterior, este estudio se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe segregación ecológica entre seis especies de reinitas migratorias (Parulidae) en la Reserva ProAves Las Tangaras, y en qué dimensiones del nicho (espacial, trófica y temporal) se manifiesta dicha segregación?

Se planteó como hipótesis que las especies evaluadas presentan una segregación parcial del nicho, evidenciada principalmente a través de diferencias en el uso del espacio y en las estrategias alimenticias, mientras que la segregación temporal es menos marcada debido a la superposición en los horarios de actividad y a la disponibilidad relativamente continua de recursos durante el período de estudio.

Materiales y métodos

Área de estudio

Esta investigación se realizó en el municipio de Carmen de Atrato, Chocó, en la Reserva ProAves Las Tangaras (5°50'26.94" N -76°10'44.26" O, 1500 - 1900 m), que comprende coberturas vegetales de bosque de niebla, bosques de galería, áreas de vegetación secundaria.

Dentro de este rango altitudinal se seleccionaron tres zonas de observación: zona 1: alto guaduas con cobertura bosque de niebla, vegetación de dosel entre los 1800 – 1900 m., zona 2: área de vegetación secundaria en el sector conocido como La Sánchez, compuesta por arbustos, pastizales y árboles dispersos, entre los 1500-1700 m, y la zona 3: que tuvo en cuenta borde de bosque, y bosque de galería, que comprende la vegetación aledaña a la ribera del río. La toma de datos en campo se realizó entre los meses de diciembre de 2024 y enero de 2025 para un total de 6 semanas con una intensidad de dos semanas para cada zona descrita, distribuyendo el trabajo en dos temporadas, 3 semanas el mes de diciembre y 3 semanas en el mes de enero.

Especies focales

Se tuvieron en cuenta seis especies de aves migratorias de la familia Parulidae (reinitas), presentes en el área de estudio: *Mniotilta varia*, *Setophaga fusca*, *Geothlypis philadelphia*, *Leiothlypis peregrina*, *Vermivora chrysoptera*, *Cardellina canadensis*. Estas especies fueron seleccionadas como focales por su co-ocurrencia temporal y espacial durante el periodo no reproductivo en ecosistemas neotropicales, así como por su diversidad en estrategias de uso del hábitat, forrajeo y comportamiento ecológico.

Estas especies de parúlidos representan un grupo ideal para el estudio de procesos de partición del nicho, debido a su alta similitud morfológica y su coexistencia en áreas compartidas durante la migración y la invernada. A pesar de compartir un origen biogeográfico y patrones generales de migración, estas especies muestran variabilidad en aspectos como la estratificación vertical, el uso del microhábitat, las maniobras de caza y las asociaciones con distintas estructuras de vegetación, lo que sugiere la existencia de mecanismos de segregación ecológica que permiten su coexistencia ([MacArthur, 1958](#); [Sherry & Holmes, 1996](#)).

Metodología de muestreo

Se empleó la metodología de individuo focal; cada vez que se observaba una especie de interés, se le seguía y se registraba su comportamiento y maniobra de búsqueda de alimento hasta perderle de vista. Para evitar observaciones repetidas del mismo individuo, la misma especie solo se registraba cuando estaban separados entre sí por una distancia de 400 metros. Cabe resaltar que en el lugar de observación se tenía en cuenta el registro de otro individuo solo si era otro sexo de la misma especie u otra especie focal. La observación se realizó mediante desplazamiento por los senderos establecidos en cada una de las zonas de interés, entre las 6:00 y las 17:00 horas, dedicando seis días, en cada zona por temporada (temporada 1: diciembre 2024, temporada 2: enero de 2025), para un total de 36 días (396 horas) de muestreo. Se emplearon binoculares 10x42 y telescopio 20x60x80, registrando los

comportamientos y datos de interés con audio y transcritos posteriormente a la matriz de datos.

Para cada individuo observado se registraron los siguientes datos: fecha, especie, sexo, maniobra alimentación, hora, posición vertical, posición horizontal, tiempo de observación, sustrato, altura y contexto social. Esta metodología se adaptó del estudio de [Yepes Arcila \(2023\)](#), donde se incluye las siguientes variables:

Maniobra de alimentación: hace referencia la manera como el individuo captura el alimento según clasificación de [Remsen, J.V. y Robinson, S.K. \(1990\)](#).

Maniobras no aéreas en las que el ave captura desde la percha, se consideraron tres maniobras:

Picar: captura desde el sustrato sin usar las alas.

Colgar: captura desde el sustrato colgando hacia arriba o hacia abajo.

Estirar: captura desde el sustrato usando las patas para impulsarse.

Maniobras aéreas: maniobra en la que el ave deja la percha para conseguir el alimento

Captura en vuelo: el ave sale de la percha y ataca en el aire.

Posición vertical: posición en la que se encuentra el ave dividiendo el árbol en tres secciones horizontales
Dosel: parte alta del árbol.
Subdosel: parte media del árbol.
Sotobosque: parte baja del árbol correspondiente a la vegetación arbustiva.

Posición horizontal: posición en la que se encuentra el ave al dividir el árbol en tres secciones verticales iguales
Externa: la parte más alejada del tallo principal.
Media: zona intermedia entre el centro y la parte externa del árbol.
Interna: la parte cercana al tallo o centro.

Arbusto: vegetación que no es posible dividirse por su poca distribución horizontal.

Sustrato: hace referencia al lugar donde el ave consigue su alimento, se tuvo en cuenta tres categorías:
Hojas verdes, Hojas secas, Rama o tronco.

Contexto social: asociaciones de las aves con otras especies durante la búsqueda de alimento.
Solitaria: el ave se encuentra sola en la búsqueda de alimento.
Pareja: el ave se encuentra con otro individuo de la misma especie.
Bandada: el ave se encuentra buscando alimento con otras especies mixtas.

Análisis estadísticos

Para reconocer la segregación de las aves migratorias focales en los tres aspectos, (alimenticio, espacial, temporal) se seleccionaron varios análisis estadísticos que se ejecutaron en el software R. para reconocer como se distribuyen las aves en el espacio se empleó un gráfico de dispersión entre altura y posición vertical. Con el fin de evaluar si existen diferencias en la altura de forrajeo entre las especies de aves estudiadas se ajustó un modelo lineal mixto (LMM), donde la altura de alimentación fue utilizada como variable respuesta, la especie como efecto fijo y la localidad como efecto aleatorio. Esto permite tener en cuenta la variabilidad entre localidades, la cual podría influir en la disponibilidad vertical del hábitat, recomendada en estudios de ecología para analizar datos con estructura jerárquica o medidas repetidas ([Schielteth & Forstmeier, 2009](#); [Paiva et al., 2010](#)), El LMM fue implementado en R con el paquete *lme4*, y la evaluación de efectos fijos se hizo mediante ANOVA tipo III.

En el análisis de segregación temporal se utilizaron gráficos de densidad con las variables de hora del día y especie; esto permitió visualizar si las especies tienen horarios preferidos de alimentación, seguido de un análisis de varianza (ANOVA) considerando la variable continua HORA_num como dependiente y la ESPECIE como factor para comprobar si hay diferencias significativas en los horarios de actividad de las especies ($\alpha = 0.05$). Y una prueba post-hoc de Tukey (prueba de comparaciones múltiples) para identificar que especies difieren entre sí.

La segregación alimenticia tomó como base las variables de maniobras de caza y sustrato utilizado por las especies. Para analizar la segregación alimenticia entre especies de aves migratorias en función del tipo de sustrato utilizado durante la alimentación (Hoja seca [HS], Hoja verde [HV] y Ramas [R]), se empleó un modelo lineal generalizado multinomial (multinomial logistic regression), adecuado para variables respuesta categóricas con más de dos niveles no ordenados. El análisis se implementó en el software R, utilizando el paquete *nnet*, el cual proporciona funciones para ajustar modelos multinomiales. Este modelo estima cómo la probabilidad de uso de cada tipo de sustrato varía según la especie.

Se aplicó un Análisis de Correspondencias (CA), una técnica multivariada exploratoria adecuada para datos categóricos, que permite visualizar las asociaciones entre especies y maniobras de caza, así como patrones de coocurrencia entre categorías de variables cualitativas. Este análisis se implementó en el entorno estadístico R utilizando los paquetes *MASS* y *FactoMineR*, mientras que la visualización gráfica se realizó con el paquete *factoextra*. Adicionalmente, se evaluó la asociación global entre especies y maniobras mediante pruebas de independencia chi-cuadrado y medidas de asociación (V de Cramér y coeficiente de contingencia), calculadas en R.

Por último, para evaluar una segregación ecológica integral en los distintos aspectos se usó un Análisis de Correspondencias Múltiples (MCA). El análisis fue implementado en R, utilizando los paquetes *FactoMineR* y *factoextra*. Se construyó un biplot con elipses de confianza al 95% por especie para visualizar la relación entre especies y categorías ecológicas permitiendo identificar zonas de solapamiento o diferenciación en el uso del microhábitat ([Husson et al., 2011](#)).

Resultados

Se recolectaron 518 minutos de información comportamental, correspondiente a 206 individuos entre las seis especies focales de reinitas, distribuyendo el tiempo de observación de la siguiente manera: *S. fusca* 283 minutos (120 registros), *L. peregrina* 83 minutos (34 registros), *M. varia* 54 minutos (17 registros), *C. canadensis* 50 minutos (20 registros), *G. philadelphia*, 39 minutos (11 registros), *V. chrysoptera* 9 minutos (4 registros), del total de individuos observados 98 fueron hembras y 108 machos (Tabla 1).

Tabla 1. frecuencia de registros por zona de muestreo para cada especie focal discriminando por sexo.

Especie	Alto Guaduas 1800 m s.n.m.		La Sánchez 1500 m s.n.m.		Borde bosque 1500 m s.n.m.		TOTAL
	F	M	F	M	F	M	
<i>Cardellina canadensis</i>	3	2	4	4	5	2	20
<i>Geothlypis philadelphia</i>	0	0	2	3	4	2	11
<i>Leiothlypis peregrina</i>	2	1	3	3	13	12	34
<i>Mniotilta varia</i>	0	2	1	8	2	4	17
<i>Setophaga fusca</i>	8	14	32	24	18	24	120
<i>Vermivora chrysoptera</i>	0	0	1	1	0	2	4
TOTAL	13	19	43	43	42	46	206

Segregación espacial

En el análisis de segregación espacial de las especies se tuvo en cuenta la distribución en posición vertical, altura y especie en un gráfico de dispersión que permite visualizar si las especies se agrupan por posición vertical.

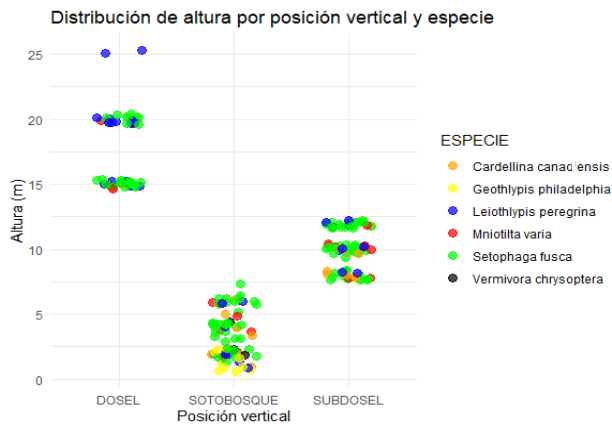


Figura 1. Diagrama de dispersión especies focales distribuidas por posición vertical.

En el gráfico es posible observar como la especie *G. philadelphia* tiene un espacio muy específico de interacción que corresponde al sotobosque, entre el suelo y arbustos (altura entre 0 a 5 metros). Por otra parte, *S. fusca* y *L. peregrina* se distribuyeron en los distintos estratos, desde el sotobosque hasta el dosel. Por su lado, *C. canadensis* se observó entre el sotobosque y Subdosel (entre 6 y 15 metros). *V. chrysoptera*, se observó a baja altura sobre el sotobosque. Sin embargo, cabe resaltar que esta fue la especie con menor cantidad de registros y no es posible asegurar que tenga una segregación marcada por este estrato vertical.

En general, las especies focales no presentaron una segregación espacial altamente definida, a diferencia de la *G. philadelphia* que demuestra una preferencia por el sotobosque, teniendo todos sus registros en este estrato.

Altura de alimentación

Con el fin de evaluar si existen diferencias significativas en la altura de forrajeo entre las especies de aves estudiadas, se ajustó un modelo lineal mixto (LMM) utilizando la especie como efecto fijo y la localidad como efecto aleatorio. Esto permite tener en cuenta la variabilidad entre localidades, que podría influir en la disponibilidad vertical del hábitat.

La definición del modelo en R fue:

ALTURA = ESPECIE + (1|LOCALIDAD)

El modelo fue ajustado por máxima verosimilitud restringida (REML), y los efectos fijos fueron evaluados mediante un análisis de varianza tipo III con el método de Satterthwaite para estimación de grados de libertad.

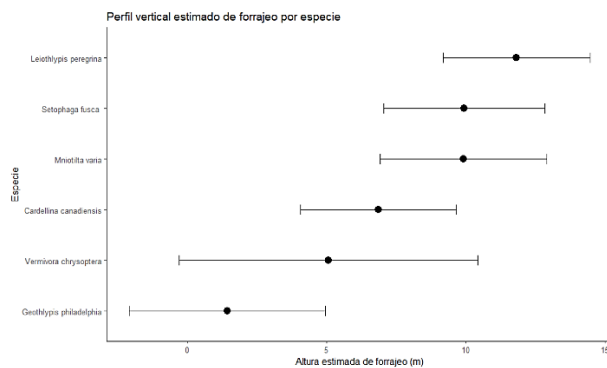
La variable ESPECIE tuvo un efecto significativo sobre la altura de observación de las aves ($F = 8.34, p < 0.001$). El R^2 marginal (considerando solo los efectos fijos) fue de 0.16, mientras que el R^2 condicional (incluyendo los efectos aleatorios) fue de 0.20, lo cual indica que el modelo explicó el 20% de la varianza total observada (Tabla 2).

Tabla 2. resultados modelo lineal mixto (LMM) en cuanto a la observación de las especies respecto a la altura

Efecto	Estimación	Error estándar	Valor t	p-valor	Significancia
(Intercepto – <i>C. canadensis</i> *)	6.862	1.333	5.15	< 0.001	***
<i>Geothlypis philadelphia</i>	-5.430	1.970	-2.76	0.006	**
<i>Leiothlypis peregrina</i>	4.958	1.494	3.32	0.001	**
<i>Mniotilta varia</i>	3.048	1.726	1.77	0.079	.
<i>Setophaga fusca</i>	3.083	1.262	2.44	0.015	*
<i>Vermivora chrysoptera</i>	-1.801	2.866	-0.63	0.531	—

*La especie base corresponde a la categoría de referencia en la codificación de R (*Cardellina canadensis*).

Las diferencias en la altura de forrajeo entre especies se evidencian de forma más clara al visualizar las medias estimadas derivadas del modelo lineal mixto (LMM), las cuales muestran un patrón de estratificación vertical en el uso del hábitat. La barra más amplia en *V. chrysoptera* refleja mayor incertidumbre de la estimación (intervalo de confianza más amplio), probablemente asociada al menor tamaño de muestra para esa especie (Figura 2).

**Figura 2.** Altura de forrajeo estimada por especie obtenida a partir de medias marginales estimadas del modelo lineal mixto (LMM).

La localidad fue incluida como efecto aleatorio con el fin de controlar la posible variabilidad espacial en la altura de forrajeo. La varianza asociada a la localidad (Var = 1.23; DE = 1.109) fue considerablemente menor que la varianza residual (Var = 27.24; DE = 5.219), lo que indica que la mayor proporción de la variabilidad en la altura de observación ocurre a nivel individual. Aunque la contribución de la localidad al total de la varianza fue baja, su inclusión permitió un ajuste más realista del modelo y no alteró la significancia del efecto fijo de especie.

Las especies difieren significativamente en la altura a la que se alimentan u observan, por ejemplo, *G. philadelphia* tiende a ubicarse significativamente más cerca del suelo que la especie de referencia (*C. canadensis*), mientras que *L. peregrina* y *S. fusca* se ubican más alto.

Como aproximación descriptiva al uso del microhábitat, se estimó la proporción de registros observados en las distintas categorías de posición vertical y horizontal del bosque para cada especie focal. Estas diferencias de ocupación espacial ofrecen un primer indicio de segregación en el uso del hábitat (Tabla 3).

Tabla 3. proporción de posición horizontal y vertical en % para las seis especies focales.

Especie	Arbusto (%)	Externo (%)	Interno (%)	Medio (%)	Sotobosque (%)	Subdosel (%)	Dosel (%)
<i>Cardellina canadensis</i>	25.0	25.0	20.0	30.0	45.0	50.0	5.0
<i>Geothlypis philadelphia</i>	90.9	0.0	9.1	0.0	100.0	0.0	0.0
<i>Leiothlypis peregrina</i>	11.8	67.6	5.9	14.7	26.5	26.5	47.1
<i>Mniotilta varia</i>	0.0	5.9	94.1	0.0	35.3	41.2	23.5
<i>Setophaga fusca</i>	10.8	81.7	3.3	4.2	30.8	45.8	23.3
<i>Vermivora chrysoptera</i>	50.0	0.0	50.0	0.0	75.0	25.0	0.0

Segregación temporal

Solapamiento entre especies: cuando las curvas de diferentes especies se superponen mucho significa que tienen un rango de actividad diaria similar. Por el contrario, las curvas bien separadas demuestran una clara segregación temporal, es decir, distintas especies usan diferentes momentos del día para forrajear. En cuanto al ancho de las curvas nos indica un rango de actividad extendido a lo largo del día.

Densidad relativa nos muestra que, si una especie tiene una curva con menor densidad en comparación con otras, significa que tiene menos registros de observación en la

muestra. Especies con alta densidad han sido observadas con mayor frecuencia en ciertos momentos del día.

L. peregrina mostró picos bien diferenciados entre las 6:00 y 9:00 am se podría interpretar que segrega temporalmente con una alta densidad para este rango horario. Las demás especies demuestran una segregación temporal baja, extendiendo su jornada durante varias horas del día, elevando sus picos de actividad en la jornada de la mañana entre 7:00 y 11:00 am.

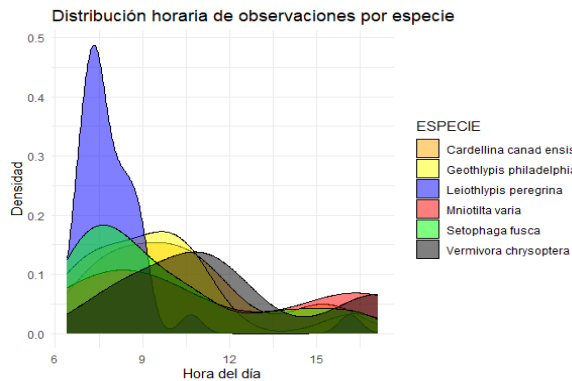


Figura 3. Distribución horaria de los registros de observación para las seis especies focales, representada mediante curvas de densidad. La densidad corresponde a la frecuencia relativa de registros a lo largo del día y no a abundancias absolutas.

Tabla 4. Resultados del ANOVA (análisis de varianza) diferencias entre horarios de actividad entre las especies

Fuente de Variación	Gl (Df)	Suma de Cuadrados (Sum Sq)	Media Cuadrática (Mean Sq)	F-valor (F value)	p-valor (Pr(>F))
ESPECIE	5	158.2	31.65	3.785	0.00269 **
Residuals	200	1672.2	8.36	-	-

El análisis post-hoc de Tukey identificó diferencias particularmente marcadas entre *M. varia* y *L. peregrina* (diferencia = 3.21, $p = 0.0032$), y entre *S. fusca* y *L.s peregrina* (diferencia = 1.62, $p = 0.0498$), lo cual sugiere que estas especies tienen patrones de actividad horaria distintos.

M. varia se observa en promedio más tarde que *L. peregrina* ($p = 0.0032$). *S. fusca* también presenta actividad más tardía que *L. peregrina* ($p = 0.0498$).

L. peregrina tiende a aparecer más temprano que *C. canadensis*, aunque esta diferencia fue marginal ($p = 0.0909$).

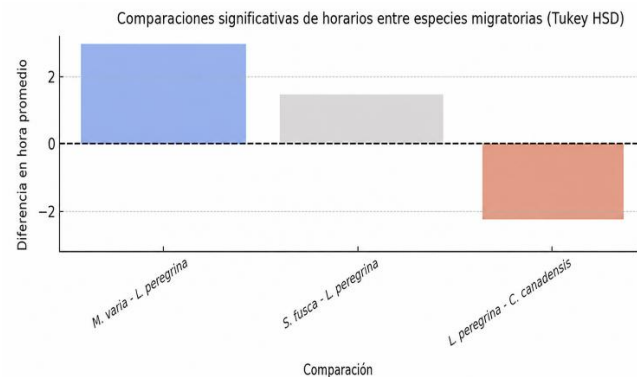


Figura 4: gráfico de barras de análisis post-hoc de Tukey, comparación de diferencias significativas en la actividad horaria entre especies.

Para evaluar diferencias en la actividad horaria de las especies migratorias observadas, Se realizó un análisis comparativo exploratorio de la actividad horaria entre especies, utilizando ANOVA como aproximación inicial, reconociendo que la variable hora del día presenta una estructura circular. El análisis de varianza evidenció diferencias estadísticamente significativas en los horarios de actividad entre las especies migratorias analizadas ($F = 3.785$, $p = 0.0027$). Para identificar qué especies difieren entre sí, se aplicó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey HSD.

Segregación alimenticia

Existen diferencias significativas en el uso del sustrato entre especies, algunas especies como *M. varia* y *V. chrysoptera* mostraron una clara segregación hacia el sustrato Ramas (R).

Otras como *S. fusca* y *L. peregrina* se asociaron más con (HV). Esto respalda segregación alimenticia por uso diferencial de sustrato como una estrategia ecológica de coexistencia.

S. fusca (2.29): tiene alta probabilidad de usar HV frente a HS comparado con la especie de referencia, *L. peregrina* (0.26): también se inclina a HV frente a HS, *M. varia* (14.53): fuertemente asociada con HV frente a HS, aunque el error estándar es alto, *G. philadelphia* (-3.04): menor probabilidad de usar HV frente a HS, *V. chrysoptera* (11.60): también fuertemente inclinada hacia HV (pero cuidado con errores grandes).

M. varia (17.08) gran preferencia por R frente a HS, *V. chrysoptera* (12.14): también alta preferencia por R, *L. peregrina* (-2.64): prefiere menos R frente a HS, *S. fusca* (-31.77): fuertemente evita R frente a HS.

Se observaron errores estándar elevados en algunas especies. Esto se atribuye principalmente a la baja frecuencia de registros para ciertas especies y sustratos específicos y combinaciones con frecuencia nula o muy baja, es decir especies que nunca usaron determinado sustrato.

Tabla 5. Resultados GLM multinomial para uso de sustratos entre las seis especies focales

Comparación (vs HS)	Intercepto	<i>G. philadelphia</i>	<i>L. peregrina</i>	<i>M. varia</i>	<i>S. fusca</i>	<i>V. chrysoptera</i>
HV	2.48 (p = 0.0170)	-3.04 (p = 0.0122)	0.26 (p = 0.8404)	14.53 (p = 0.000)	2.29 (p = 0.1127)	11.60 (p = 0.9886)
R	1.95 (p = 0.0687)	-16.16 (p = 0.9721)	-2.64 (p = 0.1045)	17.08 (p = 0.000)	-31.77 (p = 0.0000)	12.14 (p = 0.9880)

Con el propósito de describir las diferencias en el uso de sustratos durante el forrajeo, se calcularon los porcentajes de utilización de las distintas categorías observadas para cada especie focal. Estas proporciones permiten identificar tendencias de selección de microhábitat alimenticio y posibles patrones de segregación en el uso de recursos (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje (%) de uso de sustrato observadas en seis especies de parúlidos valores expresados en porcentaje sobre el total de eventos registrados por especie.

Especie	Hoja seca (HS)	Hoja verde (HV)	Rama (R)
<i>Cardellina canadensis</i>	5.00	60.00	35.00
<i>Geothlypis philadelphia</i>	63.60	36.40	0.00
<i>Leiothlypis peregrina</i>	5.88	91.20	2.94
<i>Mniotilta varia</i>	0.00	11.80	88.20
<i>Setophaga fusca</i>	0.83	99.17	0.00
<i>Vermivora chrysoptera</i>	0.00	50.00	50.00

Como parte de la caracterización del comportamiento alimenticio de las especies migratorias evaluadas, se calculó el porcentaje de ocurrencia de las distintas maniobras de caza observadas durante el periodo de estudio. Los valores relativos registrados para cada especie se presentan en la Tabla 7.

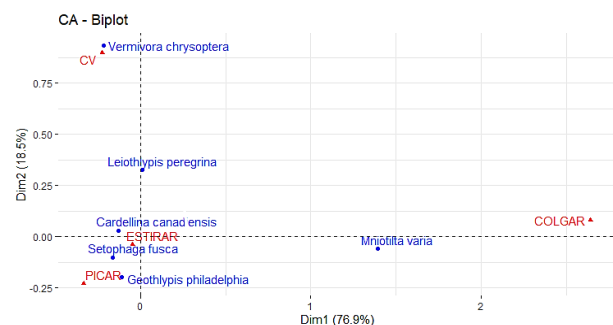
Tabla 7. Porcentaje (%) de maniobras de caza observadas en seis especies de parúlidos valores expresados en porcentaje sobre el total de eventos registrados por especie.

Especie	Colgar (%)	CV (%)	Estirar (%)	Picar (%)
<i>Cardellina canadensis</i>	0.00	5.00	95.00	0.00
<i>Geothlypis philadelphia</i>	0.00	0.00	100.00	0.00
<i>Leiothlypis peregrina</i>	2.94	11.76	82.35	2.94
<i>Mniotilta varia</i>	23.53	0.00	76.47	0.00
<i>Setophaga fusca</i>	0.00	3.33	90.83	5.83
<i>Vermivora chrysoptera</i>	0.00	25.00	75.00	0.00

El Análisis de Correspondencias (AC) mostró una asociación entre especies y estrategias alimenticias, con una distribución diferenciada de las especies en el espacio multivariado. La primera dimensión explicó el 76.9% de la variabilidad, mientras que la segunda contribuyó con un 18.5%.

Se observaron agrupamientos definidos que reflejan patrones de uso diferencial de maniobras de caza entre especies. Por ejemplo, *M. varia* se posicionó más próxima a la maniobra "COLGAR", lo que sugiere una especialización parcial en estrategias de forrajeo. Para validar estadísticamente estos patrones visuales, se aplicó el test de independencia Chi-cuadrado, obteniendo lo

resultados Chi-cuadrado de Pearson = 47.71, gl = 15, p = 2.82e-05, Chi-cuadrado de razón de verosimilitud = 31.96, gl = 15, p = 0.0065. Ambas pruebas indicaron que la asociación entre especies y estrategias alimenticias es estadísticamente significativa (p < 0.01), lo que respalda los patrones observados en el biplot del AC. Además, se calcularon las siguientes medidas de fuerza de asociación: Coeficiente de contingencia = 0.434 (asociación moderada) Cramér's V = 0.278 (asociación débil-moderada). Estos valores sugieren que, aunque la asociación no es extremadamente fuerte, es lo consistente como para considerar que existe una segregación parcial en las estrategias de alimentación entre las especies analizadas.

**Figura 5.** Análisis de correspondencias entre seis especies focales y el uso de maniobra de caza

Para evaluar la posible segregación ecológica entre cinco especies focales (se suprimió *V. chrysoptera* por los pocos datos de esta especie y disminuir la incertidumbre en la ejecución del algoritmo) se aplicó un Análisis de Correspondencia Múltiple (MCA, por sus siglas en inglés), con el fin de explorar asociaciones entre variables categóricas relacionadas con el uso del microhábitat. Las variables incluidas fueron la posición vertical y horizontal, la maniobra de caza y el sustrato utilizado, extraídas de observaciones focales.

Los primeros dos ejes, Dim1 (18.8%) y Dim2 (16.6%), explicaron conjuntamente el 35.4% de la inercia total, representando las principales dimensiones de variación en la estrategia ecológica de las especies.

Los resultados evidenciaron patrones de segregación ecológica parcial entre especies. *Geothlypis philadelphia* y *Mniotilta varia* se ubicaron en extremos opuestos del espacio multivariado, mostrando asociaciones con categorías particulares de microhábitat y comportamiento

de forrajeo. *Geothlypis philadelphia* se relacionó principalmente con el uso de hojas secas (HS) en espacios horizontales arbustivos del sotobosque, mientras que *Mniotilta varia* mostró afinidad por la maniobra de caza “COLGAR”, asociada a secciones internas del bosque y al uso preferencial de ramas (R) como sustrato. Estos patrones sugieren un uso diferenciado del microhábitat y estrategias de alimentación contrastantes entre ambas especies. Por otra parte, especies como *L. peregrina* y *S. fusca* mostraron una alta superposición en sus elipses de confianza, indicando solapamiento ecológico y posible coexistencia en nichos similares.

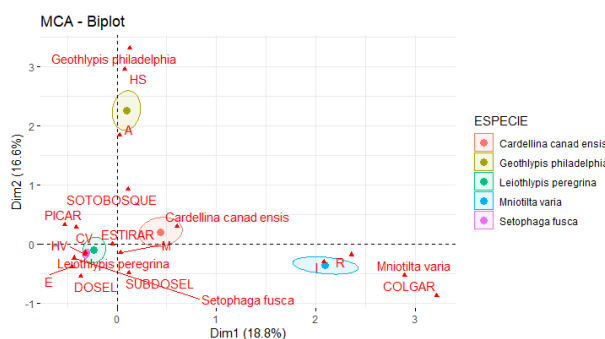


Figura 6. Agrupación de las seis especies focales dentro del espacio multivariado y su relación con las categorías de maniobra, sustrato, posición vertical y horizontal.

Discusión

Los resultados del Análisis de Correspondencias Múltiples (MCA) y los modelos lineales muestran que existe una segregación parcial entre las especies migratorias en cuanto a su uso del espacio vertical y horizontal del bosque. *S. fusca*, por ejemplo, presentó una fuerte asociación con el dosel y posiciones externas del bosque, mientras que *Geothlypis philadelphia* y *Mniotilta varia* se asociaron más con el sotobosque y posiciones internas. Este patrón es consistente con el modelo clásico de partición del nicho propuesto por [MacArthur \(1958\)](#) para reinitas simpátricas, quien demostró que la diferenciación espacial en el uso del hábitat reduce la competencia interespecífica y facilita la coexistencia. Estudios posteriores han reafirmado la validez de este mecanismo en distintos contextos ecológicos y regiones geográficas, tanto en áreas de reproducción como en sitios de invernada ([Schoener, 1974](#); [Sherry & Holmes, 1996](#); [Petalas et al., 2024](#)).

El modelo GLM para la variable de altura confirmó diferencias significativas entre especies, aunque con una varianza explicada moderada. Esto indica que, si bien la altura es un factor importante en la segregación espacial, no es el único mecanismo. El análisis de las variables espaciales (posición vertical y horizontal) reveló solapamientos bajos a moderados, evidenciando un patrón de partición más claro en algunas especies (por ejemplo, *M. varia* y *S. fusca*), pero con cierto grado de

superposición en otras como *L. peregrina* y *S. fusca* quienes tienen un rango de actividad muy similar sobre el dosel.

Cabe destacar que la escasa representación de especies como *Vermivora chrysoptera* limita la robustez de las conclusiones para estas especies, lo cual ha sido reportado como una fuente de sesgo en estudios con tamaños muestrales reducidos ([Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. \(2001\)](#)).

En la segregación temporal se evidenció diferencias significativas en los horarios de actividad de algunas especies, particularmente entre *Mniotilta varia* y *Leiothlypis peregrina*. Esta diferenciación horaria, aunque no generalizada para todas las especies, puede representar un mecanismo adicional de partición del nicho temporal para evitar la competencia directa por recursos similares ([Remsen, J.V. y Robinson, S.K. \(1990\)](#)). Sin embargo, la mayoría de las especies presentó amplios solapamientos en sus horarios de actividad, lo que sugiere una segregación temporal limitada durante el periodo de estudio. Este patrón ha sido documentado previamente en comunidades de reinitas, donde la diferenciación temporal suele ser débil o secundaria frente a mecanismos espaciales y tróficos de partición del nicho ([Sherry & Holmes, 1996](#); [Poulin et al., 2001](#)). En contextos de alta disponibilidad de recursos, como los sitios de invernada neotropical, el solapamiento horario puede persistir sin generar una competencia intensa, reduciendo la necesidad de una segregación temporal marcada ([Greenberg, 1986](#); [Latta & Faaborg, 2002](#)). En este sentido, la segregación temporal observada en este estudio parece actuar como un mecanismo complementario, más que principal, de diferenciación ecológica entre especies.

Para la segregación alimenticia los análisis multinomiales y el AC sobre las variables maniobra de caza y sustrato mostraron diferencias claras entre algunas especies. *S. fusca* presentó una fuerte afinidad por la maniobra de “estirar” sobre hojas verdes “HV”, mientras que *M. varia* mostró preferencia por “colgar” y sustratos como ramas. *G. philadelphia* en cambio se asoció casi exclusivamente sobre hojas secas. Estos resultados reflejan una especialización en técnicas de forrajeo y selección de microhábitat de alimentación, que reduce el solapamiento competitivo entre especies que coinciden espacial y temporalmente.

Aunque los modelos multinomiales presentan altos errores estándar en algunas categorías, debido principalmente al bajo número de registros para ciertas combinaciones especie-maniobra (como en el caso de *V. chrysoptera*), los patrones generales concuerdan con estudios previos que han documentado estrategias de alimentación diferenciadas como un eje clave en la partición del nicho en parúlidos neotropicales ([Hurtado-Giraldo et al. 2016](#)).

La investigación realizada aportó información sobre la segregación y solapamiento de las seis especies de reinitas focales para esta región noroccidental del país, donde se pudo evidenciar un solapamiento o una segregación marcadas en el uso de microhábitat y comportamiento alimenticio. Estos hallazgos constituyen una contribución significativa al entendimiento cuantitativo de la ecología de aves migratorias en ecosistemas neotropicales, y subrayan la importancia de continuar evaluando patrones de partición de nicho con enfoques integrativos y robustos.

Referencias

- Barger, C. P., & Kitaysky, A. S. (2012). Isotopic segregation between sympatric seabird species increases with nutritional stress. *Biology Letters*, 8(3), 442–445. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.1020>
- Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4), 379–391. <https://doi.org/10.2307/2689986>
- Greenberg, R. (1986). Competition in migrant birds in the nonbreeding season. *Current Ornithology*, 3, 281–307. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6784-4_7
- Hurtado-Giraldo, A., Cruz-Bernate, L., & Molina, E. J. (2016). Dieta de aves migratorias en un sistema agroecológico del Valle del Cauca, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 20(2), 151–163. <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.2.11>
- Husson, F., Josse, J., Le, S., & Mazet, J. (2011). FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining (versión 1.41) [R package]. <https://cran.rproject.org/web/packages/FactoMineR/>
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22:415-427
- Latta, S. C., & Faaborg, J. (2002). Demographic and population responses of Cape May Warblers wintering in multiple habitats. *Ecology*, 83(9), 2502–2515. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2502:DAPROC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2502:DAPROC]2.0.CO;2)
- MacArthur, R. H. (1958). Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology*, 39(4), 599–619. <https://doi.org/10.2307/1931600>
- Niella, Y., Butcher, P. A., & Parnell, P. E. (2023). Spatial, environmental and trophic niche partitioning by seabirds in a climate change hotspot. *Journal of Animal Ecology*, 92(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.14245>
- Paiva, V. H., Xavier, J. C., & Branco, M. (2010). Foraging ecology of Cory's shearwaters (*Calonectris diomedea*) in relation to the marine environment of the Azores archipelago. *Marine Biology*, 157(3), 661–673. <https://doi.org/10.1007/s00227-009-1353-0>

Segregación parcial nicho reinitas migratorias

<https://doi.org/10.54588/cc.2026v31n1a4>

Arias-Martínez, J.

- Petalas, C., van Oordt, F., Lavoie, R.A. and Elliott, K.H. (2024), A review of niche segregation across sympatric breeding seabird assemblages. *Ibis*, 166: 1123–1145. <https://doi.org/10.1111/ibi.13310>
- Poulin, B., Lefebvre, G., & McNeil, R. (2001). Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology*, 82(7), 2078–2092. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[2078:TAPIRT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[2078:TAPIRT]2.0.CO;2)
- Remsen, J. V., & Robinson, S. K. (1990). A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. *Studies in Avian Biology*, 13, 144–160.
- Schielzeth, H., & Forstmeier, W. (2009). Conclusions beyond support: overconfident estimates in mixed models. *Behavioral Ecology*, 20(2), 416–420. <https://doi.org/10.1093/beheco/arn145>
- Schoener, T. W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185(4145), 27–39. <https://doi.org/10.1126/science.185.4145.27>
- Sherry, T. W., & Holmes, R. T. (1996). Winter habitat quality, population limitation, and conservation of Neotropical–Nearctic migrant birds. *Ecology*, 77(1), 36–48. <https://doi.org/10.2307/2265652>
- Yepes Arcila, N. (2023). Segregación ecológica de reinitas (Aves: Parulidae) en sistemas agroforestales [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia].

Jhonatan Arias Martínez

ORCID: 0000-0002-4577-1365

Segregación parcial de nicho en reinitas migratorias (Parulidae): diferencias espaciales, tróficas y temporales en bosque de niebla del Chocó.

Citación del artículo: Arias-Martínez, J. 2026. Segregación parcial de nicho en reinitas migratorias (Parulidae): diferencias espaciales, tróficas y temporales en bosque de niebla del Chocó. *Conservación Colombiana*, 31(1), 68-76 pp.

<https://doi.org/10.54588/cc.2026v31n1a4>