

CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA DE LAS LLAMADAS DE MACHOS DE RATONA APERDIZADA (*Cistothorus platensis*) DURANTE EL PERIODO REPRODUCTIVO EN UNA POBLACIÓN DEL VALLE DE USPALLATA, MENDOZA, ARGENTINA

Luciana A. López^{1*} , Paula S. Garrido Coria¹ , Gustavo J. Fernández²  & Paulo E. Llambías¹ 

¹Biología de Aves, Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA), CONICET, Universidad Nacional de Cuyo, Gobierno de Mendoza. Provincia de Mendoza, Argentina. Avenida Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín, 5500 Mendoza, Argentina

²Grupo de Investigación en Ecofisiología de Fauna Silvestre, INIBIOMA-CONICET, Centro Regional Universitario San Martín de los Andes (CRUSMA), Universidad Nacional del Comahue. Provincia de Neuquén, Argentina. Pasaje de la Paz 235, 8370 San Martín de los Andes, Neuquén, Argentina

*llopez@mendoza-conicet.gob.ar

RESUMEN: Las llamadas son señales vocales cortas y estructuralmente simples en comparación con los cantos, y cumplen un rol clave durante la comunicación intra e interespecífica. La estructura acústica de las llamadas dentro del género *Cistothorus*, no ha sido estudiada en poblaciones sudamericanas. Describimos la estructura acústica de las llamadas de la Ratona Aperlizada (*Cistothorus platensis*). Grabamos a machos durante el periodo reproductivo en una población del Valle de Uspallata, Mendoza, Argentina y clasificamos sus llamadas de acuerdo a sus parámetros espectrales y temporales. Identificamos dos tipos diferentes de llamadas dentro de la población, denominadas “llamada A” y “llamada B”. La llamada A presentó mayor duración, menor ancho de banda y frecuencias pico menores respecto a la llamada B. Llamadas con diferentes estructuras sugieren contextos comportamentales y/o funciones diferenciales. Este trabajo proporciona la primera descripción de las llamadas de la especie y establece una base para estudios futuros que evalúen la función y posible variación de las mismas entre poblaciones.

PALABRAS CLAVE: bioacústica, comunicación vocal, estructura acústica, Troglodytidae, vocalizaciones

Las llamadas son vocalizaciones cortas y estructuralmente simples en comparación a los cantos, y transmiten una gran variedad de información social (Catchpole & Slater 2003, Marler 2004a, 2004b). Por ejemplo, cuando las aves detectan un predador, pueden emitir llamadas para convocar a individuos de la misma u otras especies y así, ejercer conductas coordinadas de acoso (Curio 1978, Griesser 2009, Dutour et al. 2016, 2019). Mediante llamadas de contacto, es posible mantener el vínculo social y la cercanía entre individuos de la misma especie, ya sea una pareja o miembros de un grupo de pertenencia (Farabaugh et

al. 1994, Kondo & Watanabe 2009, Favaro et al. 2016). Además, en época reproductiva los pichones emiten llamadas para solicitar alimento a los adultos, mientras que los miembros de la pareja pueden producir llamadas de alarma para comunicarse entre sí o a sus pichones la presencia de una amenaza en las cercanías del nido (Leech & Leonard 1997, Marler 2004a, 2004b, Hollén & Radford 2009, Magrath et al. 2010). Esta diversidad de funciones se encuentra asociada a contextos comportamentales particulares, produciendo en muchos casos llamadas estructuralmente diferentes (Marler 1955, Morton 2000, Legarda Solarte 2016).

La selección natural ha modelado este tipo de señales acústicas de acuerdo al receptor o receptores de la señal y al propósito de la llamada (Klump & Shalter 1984, Marler & Evans 1996, Koper et al. 2016, Piza & Sandoval 2016). En consecuencia, la estructura física de una llamada, definida por sus características espectrales y temporales, suele relacionarse con la función que desempeña (Collias 2000, Morton 2000, Sung & Park 2005). Por ejemplo, en contextos de riesgo de depredación, las llamadas de frecuencias altas y banda estrecha pueden conferir una ventaja al emisor al reducir la probabilidad de ser localizado (Briskie et al. 1999, Searcy & Yasukawa 2017). En contraste, otras señales presentan características que tienden a incrementar la detección y localización de quien las emite, como es el caso de muchas llamadas de contacto utilizadas para mantener la cohesión social entre individuos (Collias 2000, Elie & Theunissen 2016). En este contexto, describir la estructura acústica de las llamadas de una especie permitirá inferir sobre sus posibles funciones asociadas (Marler 1955, Morton 2000, Sung & Park 2005).

La familia Troglodytidae ha sido modelo de estudio de comunicación vocal debido a los amplios repertorios de cantos de la mayoría de sus especies. Comprende alrededor de 75 especies distribuidas a lo largo del continente americano (Barker 2004), algunas con repertorios de cientos de tipos de canto distintos (Kroodsma et al. 2002). En particular, los géneros *Troglodytes* y *Cistothorus*, cercanamente emparentados, han sido objeto de varios estudios descriptivos enfocados en el canto complejo (*Troglodytes*: Platt & Ficken 1987, Tubaro 1990, Rendall & Kaluthota 2013, Sosa-López & Mennill 2014a, 2014b, Dos Santos et al. 2016; *Cistothorus*: Borror 1964, Kroodsma & Verner 1987, Kroodsma et al. 2001, Garrido Coria et al. 2021). Si bien las llamadas de alarma han sido ampliamente estudiadas en *T. musculus* (Fasanella & Fernández 2009, Corral et al. 2012, Fernández et al. 2012, Fernández & Carro 2022), solo dos trabajos han descrito las llamadas en el género *Cistothorus* en América del Norte (*C. stellaris*; Walkinshaw 1935 y *C. palustris*; Luttrell & Lohr 2018).

Investigaciones realizadas en ambos géneros, evidencian la existencia de diferentes tipos de llamadas dentro de una misma especie asociadas a contextos diferentes. En la Ratona Común (*T. musculus*), los estudios revelan que la especie es capaz de producir dos tipos de llamadas diferenciables (tipo I y tipo II; Fasanella & Fernández 2009, Corral et al. 2012, Fernández et al. 2012). Ambas son emitidas frente a la presencia de una amenaza, como es el caso de

un predador, durante el periodo reproductivo. Los adultos emiten llamadas tipo I, posiblemente para informar al predador que ha sido detectado o para atraer su atención lejos del nido. Además, induce a los pichones a reducir su actividad y vocalizaciones dentro del nido (Serra & Fernández 2011). En el caso del tipo II, su función es menos clara, aunque se ha propuesto que podría estar dirigida a la pareja o los pichones (Fernández & Carro 2022). Por otro lado, para la Ratona Palustre (*C. palustris*) se han descrito siete llamadas dentro de su repertorio. Algunas de ellas asociadas a la vigilancia territorial, construcción del nido y cortejo y otras vinculadas a encuentros agonísticos con individuos de la misma especie o a la presencia humana (Luttrell & Lohr 2018).

El objetivo de este trabajo fue describir la estructura acústica de las llamadas emitidas por machos de Ratona Aperdizada (*C. platensis*) durante la etapa reproductiva en una población de la región de Cuyo, Argentina, en la localidad de Uspallata, provincia de Mendoza. Dado que otras especies de Troglodytidae presentan múltiples tipos de llamadas, esperamos identificar distintos tipos de llamadas acústicamente diferentes en la población de estudio. A pesar de la amplia distribución neotropical del género *Cistothorus* (Brewer 2001, Llambías et al. 2025), el conocimiento sobre las llamadas se limita a dos especies norteamericanas mientras que esta forma de comunicación en las especies neotropicales permanece prácticamente inexplorada. Considerando que la Ratona Aperdizada difiere de las especies norteamericanas en diversos rasgos de historia de vida, como el patrón de residencia anual y el sistema de apareamiento monógamo (Llambías et al. 2018, 2019), así como en su contexto ecológico, resulta relevante aportar información sobre su repertorio vocal (Sandoval & Graham 2024, Sandoval et al. 2024). El presente trabajo representa el primero en reportar y caracterizar la estructura acústica de las llamadas de una especie neotropical del género *Cistothorus*. Esto constituye un punto de partida para generar hipótesis acerca de las posibles funciones asociadas a estas vocalizaciones y contribuye a mejorar nuestra comprensión acerca de la diversidad de estrategias comunicativas presentes en aves del Neotrópico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Especie de estudio

La Ratona Aperdizada es un pequeño passeriforme (~ 10 g) insectívoro que se distribuye desde el sur de México hasta Tierra del Fuego, incluyendo las Islas

Malvinas (Brewer 2001, Llambías et al. 2025). Habita pastizales y humedales tropicales o templados. En la población de estudio la especie es residente (Llambías et al. 2025) y su sistema de apareamiento social es predominantemente monógamo, con tasas moderadas de paternidad extrapareja (Llambías et al. 2018, Arrieta et al. 2022). Ambos sexos colaboran en la construcción del nido y en la alimentación de los pichones (Llambías et al. 2018, 2020). Solo los machos desarrollan canto complejo para atraer pareja y defender el territorio (Garrido Coria et al. 2021, 2025). Si bien ambos sexos emiten llamadas, el comportamiento de las hembras suele ser más críptico, lo que dificulta la localización e identificación individual de sus señales acústicas (PEL, PG & LAL, obs. pers.).

Sitio de estudio

Realizamos trabajo de campo en el Valle de Uspallata en el departamento de Las Heras, provincia de Mendoza, Argentina (32°38'S, 69°22'O, 1800 m.s.n.m.). El Valle es irrigado por los Arroyos Uspallata y San Alberto, conformando alrededor de 120 ha de pastizales riparios (Martínez Carretero 2000). La vegetación predominante en las márgenes de los arroyos es la Cortadera (*Cortaderia selloana*), con menor presencia de otras especies como Junco (*Juncus balticus*) y Chilca (*Baccharis salicifolia*). El clima es marcadamente estacional (temperaturas mínimas medias de -2°C durante el invierno y máximas medias de 25°C durante el verano) y con precipitaciones anuales escasas (~100 mm; Martínez Carretero 2000).

Procedimiento a Campo

Desde 2010, el grupo de investigación de Biología de Aves del Instituto Argentino de Investigaciones en Zonas Áridas (IADIZA) lleva a cabo estudios de monitoreo y seguimiento sobre la biología reproductiva de ratonas de Uspallata. En cada temporada reproductiva (octubre-febrero), capturamos los individuos adultos con redes de niebla y los anillamos con tres anillos de colores y uno de aluminio numerado para su identificación. Durante los periodos 2011 a 2013 y 2016 a 2018 (seis temporadas) grabamos llamadas de 26 machos (ocho y 18 individuos, respectivamente) entre las 06:00 y las 13:00 h. Obtuvimos cada registro de manera oportunista durante el seguimiento a parejas reproductivas, ubicándonos a una distancia mínima de cinco m. Grabamos a cada individuo durante una única temporada reproductiva, con excepción de dos machos registrados en más de una temporada. Para los registros utilizamos una grabadora digital Marantz Professional PMD661 MKII conectada a un micrófono

direcciona Sennheiser ME66 con módulo de poder K6. Realizamos todas las grabaciones en formato .wav, con una profundidad de 24 bits y tasa de muestreo de 48 kHz. Para abarcar una posible variabilidad intraindividual, grabamos al azar 15 individuos en dos o más meses diferentes y a diez individuos en diferentes días de un mismo mes a lo largo del periodo reproductivo. Obtuvimos un total de 90 grabaciones (>10 h; de una a seis por macho) correspondientes a 26 individuos.

Análisis acústico

Generamos los espectrogramas de todas las grabaciones en el software bioacústico Raven Pro (versión 1.6.5, K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics at the Cornell Lab of Ornithology 2026), utilizando como parámetros: tipo de ventana *Hann*, *window size* 512 samples (10.70 ms), *3 dB filter bandwidth* 134 Hz, *overlap* 50%, *hop size* 257 samples (5.35 ms), *DFT size* 1024 samples y *grid spacing* 46.9 Hz. Las llamadas en esta especie están compuestas por notas simples que pueden ser repetidas en el tiempo a tasas variables. Por ello, en cada grabación de llamadas, tomamos a la nota (definida como trazo único dentro de un espectrograma) como objeto de medición (Marler 2004c, Luttrell & Lohr 2018). Seleccionamos un mínimo de cinco y un máximo de 20 notas al azar por grabación y medimos parámetros temporales (duración de la nota (s)) y espectrales (frecuencia mínima (Hz), frecuencia pico (Hz), ancho de banda 50 y 90% (Hz), mínimo y máximo del contorno de frecuencia pico (Hz)). Obtuvimos las tablas de selección de cada grabación y las exportamos para su análisis estadístico. Depositamos todas las grabaciones analizadas en la Colección de Bioacústica del IADIZA.

Análisis estadístico

Llevamos a cabo todos los análisis estadísticos en el entorno RStudio (versión 4.5.1, R Core Team 2025). Mediante el paquete *Rraven* (Araya-Salas 2020) importamos las tablas de selección y, posteriormente, calculamos la media de cada variable acústica por grabación con *dplyr* (Wickham et al. 2023). Para reducir la dimensionalidad de los datos y explorar su estructura multivariada, realizamos un Análisis de Componentes Principales (PCA; R Core Team 2025). Debido a que las variables presentaban diferentes unidades de medida, las estandarizamos para facilitar su comparación. Para clasificar los diferentes tipos de llamadas, retuvimos los componentes que explicaron al menos el 70% de la varianza total acumulada para introducirlos en un análisis de agrupamiento o *clustering* basado en modelos, usando el paquete *mclust*

(Scrucca et al. 2023). Previamente al agrupamiento, dado que los datos corresponden a más de una grabación por individuo, evaluamos cuánto de la variación detectada en el PCA se debe a diferencias entre individuos utilizando Modelos Lineales Generalizados Mixtos (GLMM). En ellos incluimos los valores de los ejes de los componentes principales como variables dependientes y la identidad del individuo como factor aleatorio. A partir de estos modelos, calculamos los coeficientes de correlación intraclase (ICC). Repetimos este procedimiento tomando las variables acústicas individualmente como variable respuesta (Material Suplementario Tabla S1).

El análisis de agrupamiento empleado es un método de clasificación no supervisado que ajusta diferentes Modelos de Mezcla Gaussiana (GMM) y utiliza el Criterio de Información Bayesiano (BIC) para seleccionar el modelo y el número óptimo de grupos o clústeres que mejor describen los datos. Además de asignar cada grabación a un grupo, el modelo nos proporcionó la probabilidad de pertenencia a cada clúster, lo que permitió estimar la incertidumbre asociada a cada asignación.

RESULTADOS

Del PCA obtuvimos que los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) explicaron el 74.66% de la varianza de los datos. El PC1 (52.04%) varió positivamente con la duración de la nota y negativamente con las variables de frecuencia (frecuencia mínima, frecuencia pico, ancho de banda 50 y 90% y mínimo y máximo del contorno de frecuencia pico). Todas las variables presentaron cargas de magnitud similar a excepción de la frecuencia mínima, cuya contribución al componente fue reducida. En cambio, el PC2 sintetizó una proporción menor de la varianza (22.62%) pero varió principalmente de manera positiva con la frecuencia mínima y máximo del contorno de frecuencia pico y negativamente con las variables de ancho de banda (50 y 90%; Tabla 1). La densidad de los *scores* a lo largo del PC1 indicó una distribución bimodal de las grabaciones (Material Suplementario Fig. S1), la cual fue respaldada mediante el Test de Hardigan ($D = 0.070, p = 0.002$).

La identidad individual explicó una proporción nula de la variación en PC1 ($ICC \approx 0$) y una proporción moderada en PC2 ($ICC \approx 0.13$), indicando que la principal estructura de variación acústica no estuvo asociada a diferencias entre individuos. Al evaluar las variables acústicas individualmente, la identidad del individuo tampoco contribuyó a la variación, excepto

en la frecuencia mínima (Material Suplementario Tabla S1). En el análisis de agrupamiento, identificamos que el modelo con distribución diagonal, volumen y forma variables (VVI) con dos clústeres fue el de mejor ajuste según BIC (Tabla 2). Confirmamos la selección a favor de este modelo mediante la diferencia de BIC respecto al modelo con un único clúster ($\Delta BIC = 27.32$). El clúster 1 incluyó 44 grabaciones, mientras que el 2 incluyó 46. La probabilidad media de clasificación fue de 0.98, es decir, en promedio cada observación tuvo 98.20% de probabilidad de pertenecer al clúster asignado. En consecuencia, la incertidumbre media de clasificación fue baja (1.80%).

Debido a que la mayor parte de la variabilidad estuvo explicada por el PC1 (52.04%), la separación entre ambos clústeres ocurrió principalmente a lo largo de este componente. Los dos clústeres que identificamos a través del GMM se corresponden con la estructura bimodal presente en el primer componente principal (PC1), generando dos grupos de llamadas (Fig. 1), denominadas arbitrariamente como llamadas ‘A’ y llamadas ‘B’:

Tabla 1. Coeficientes de carga correspondientes a los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos mediante un análisis de componentes principales (PCA), utilizado para reducir dimensionalidad de las variables que describen la estructura de las llamadas emitidas por machos de Ratona Aperdizada (*Cistothorus platensis*).

Variables	PC1	PC2
Duración de la nota	0.39	-0.06
Frecuencia mínima	-0.01	0.56
Frecuencia pico	-0.49	0.12
Ancho de banda 50%	-0.37	-0.39
Ancho de banda 90%	-0.42	-0.42
Mínimo del contorno de frecuencia pico	-0.42	0.09
Máximo del contorno de frecuencia pico	-0.32	0.56
Varianza explicada (%)	52.04	22.62
Varianza acumulada (%)	74.66	

Tabla 2. Criterio de Información Bayesiano (BIC) de los tres mejores modelos de clasificación de llamadas emitidas por machos de Ratona Aperdizada (*Cistothorus platensis*), obtenidos por Modelos de Mezcla Gaussiana (GMM). VII (distribución diagonal, volumen y forma variable), EVI (distribución diagonal, igual volumen y forma variable) y VII (distribución esférica, volumen variable e igual forma).

Modelo	Número de clústeres	BIC
VVI	2	-657.23
EVI	2	-659.59
VII	2	-661.01

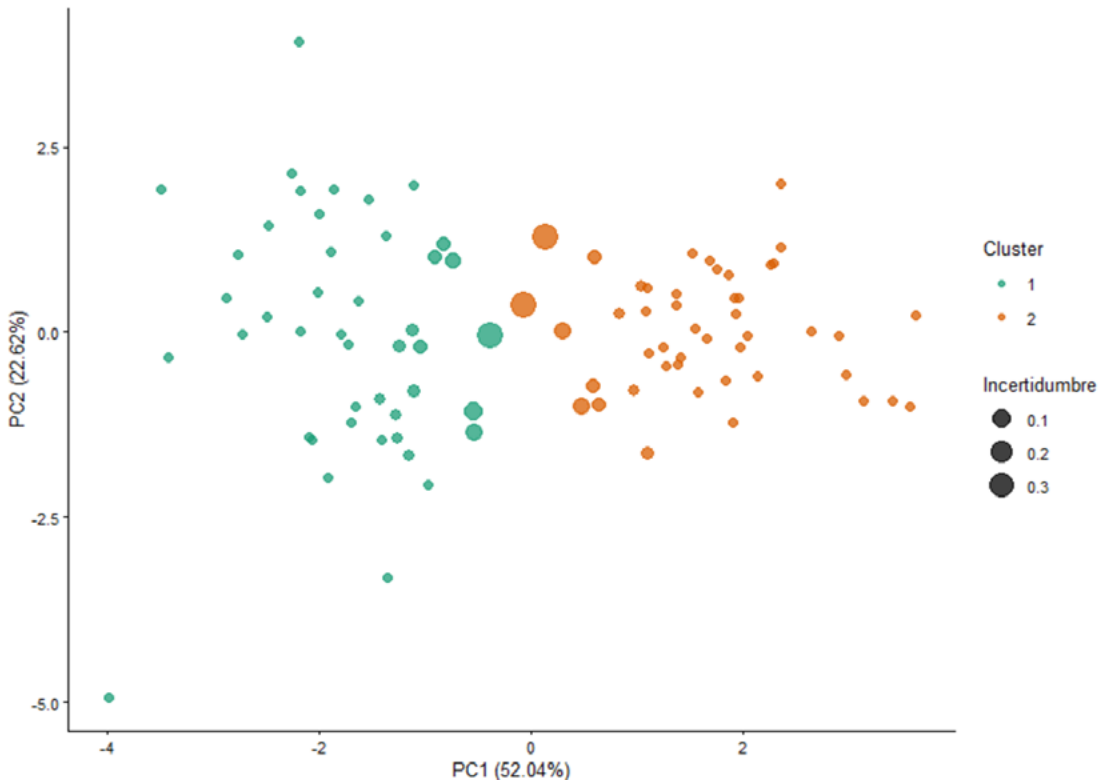


Figura 1. Asignación de las llamadas de machos de Ratona Aperdizada (*Cistothorus platensis*) a dos clústeres en el espacio acústico bidimensional (PC1 y PC2). Cada punto en el gráfico corresponde a una grabación ($n = 90$) realizada en Uspallata, Mendoza, Argentina. El color de cada punto indica el clúster asignado (verde o naranja) y el tamaño refleja la incertidumbre de pertenencia al clúster.

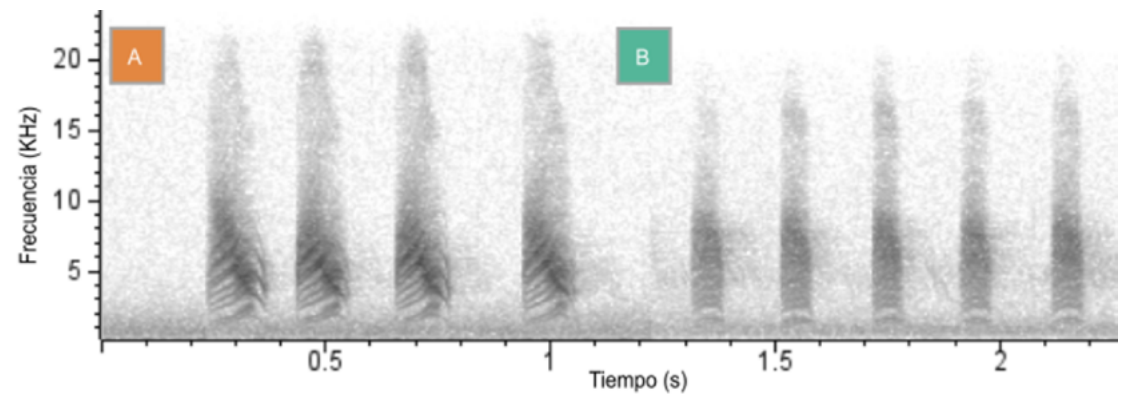


Figura 2. Espectrograma representativo de las llamadas emitidas por machos de Ratona Aperdizada (*Cistothorus platensis*) en Uspallata, Mendoza, Argentina. En este estudio identificamos dos tipos de llamadas: (A) llamada A (clúster 2) y (B) llamada B (clúster 1). Imagen generada con Software Raven (versión 1.6.5, K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics at the Cornell Lab of Ornithology 2026).

Clúster 1 ('llamada B'): notas de menor duración y mayor ancho de banda, con frecuencias pico altas.

Clúster 2 ('llamada A'): notas de mayor duración y anchos de banda más acotados. Presentan frecuencias pico menores (Fig. 2, Tabla 3).

El agrupamiento generado representa diferentes tipos de llamadas y no diferencias entre individuos, dado que 20 de 26 individuos emitieron llamadas clasificadas en ambos clústeres (Material Suplementario Tabla S2).

DISCUSIÓN

En este trabajo describimos la estructura acústica de las llamadas de machos de Ratona Aperdizada en el Valle de Uspallata, Mendoza, Argentina. Nuestros resultados evidencian la presencia de dos tipos diferentes de llamadas (A y B), diferenciables tanto temporal como espectralmente. Las llamadas A tienen una duración mayor, espectro reducido y tono bajo, en cambio, las llamadas B son de menor duración, de amplio espectro y tono alto. Sin embargo, la presencia de vocalizaciones con estructura acústica intermedia entre A y B podría responder al estado o condición del emisor. Esto podría reflejar variaciones asociadas a la tasa de emisión debido a limitaciones vinculadas con la capacidad pulmonar y respiratoria durante la producción vocal (Hartley & Suthers 1989, Podos 1997, Illes et al. 2006, Sierro et al. 2023). Alternativamente, estas vocalizaciones podrían ser notas de transición entre tipos de llamadas. No obstante, dichas llamadas fueron poco frecuentes.

Las diferencias estructurales halladas entre llamadas A y B, sugieren la posibilidad de ser emitidas en diferentes contextos comportamentales y/o cumplir funciones distintas. Observaciones sistemáticas

realizadas a campo durante el seguimiento a parejas reproductivas en seis temporadas, indican que la llamada A fue la vocalización menos frecuente. La misma se asoció a comportamientos evasivos, con individuos ocultos en la vegetación (PEL & LAL, obs. pers.). Este patrón sugiere una posible función intraespecífica de comunicación a corta distancia, la cual podría ser con la hembra, pichones o volantones. En contraste, la llamada B fue emitida con mayor frecuencia ante la presencia de potenciales peligros (e.g., personas en las cercanías del nido) y desde sitios expuestos sobre la vegetación (PEL & LAL, obs. pers.), lo que sugiere que podría cumplir una función de señal de alarma o reclutamiento a distancia dirigida a conespecíficos. Asimismo, ambas llamadas fueron fácilmente localizables para el oído humano, por lo que su emisión podría estar orientada también a atraer la atención del receptor hacia el individuo vocalizante (PEL & LAL, obs. pers.).

La variación en la estructura acústica de estas vocalizaciones también puede estar condicionada por las propiedades físicas del hábitat como la estructura de la vegetación, viento, humedad o ruido natural o artificial. Se ha sugerido que las propiedades espectrales y temporales han evolucionado para optimizar la transmisión del sonido en un hábitat determinado (hipótesis de adaptación acústica; Morton 1975, Slabbekoorn et al. 2007, Hardt & Benedict 2021). A pesar de ello, pocos estudios en aves oscinas han evaluado el rol del hábitat en la variación de las llamadas tanto a escala macro (Irwin et al. 2008, Luttrell & Lohr 2018) como microgeográfica (Naguib et al. 2001). En este contexto, las diferencias observadas entre los tipos de llamadas A y B podrían también estar moduladas por las condiciones acústicas locales del tipo de ambiente en el Valle de Uspallata. En este sentido, estudios futuros deberán comparar la estructura

Tabla 3. Valores promedio ($\pm$ DE) de las variables acústicas de los 2 grupos de llamadas (denominadas A y B) de machos de Ratona Aperdizada (*Cistothorus platensis*), clasificadas utilizando Modelos de Mezcla Gaussiana (GMM).

Variab ^{les} acústicas	Clúster 1 (Llamada B, n = 44)			Clúster 2 (Llamada A, n = 46)		
Duración de la nota (s)	0.06	$\pm$	0.01	0.11	$\pm$	0.03
Frecuencia pico (Hz)	6434.44	$\pm$	627.02	4342.95	$\pm$	534.87
Ancho de banda 50% (Hz)	1961.89	$\pm$	468.97	1422.79	$\pm$	271.45
Ancho de banda 90% (Hz)	4826.83	$\pm$	797.04	3400.61	$\pm$	393.15
Mínimo del contorno de frecuencia pico (Hz)	3936.49	$\pm$	1156.53	2768.69	$\pm$	529.10
Máximo del contorno de frecuencia pico (Hz)	7269.51	$\pm$	596.85	6082.94	$\pm$	793.62

acústica de las llamadas entre diferentes poblaciones de Ratona Aperdizada a lo largo de su distribución para establecer si los tipos de llamadas aquí descritas son compartidas por otras poblaciones y evaluar la contribución del hábitat en la variación geográfica de las mismas.

En el presente estudio, los análisis se basaron en llamadas emitidas solo por machos de Ratona Aperdizada. Machos y hembras pueden emitir distintos tipos de llamadas o incluso diferir en la frecuencia de emisión de los diferentes tipos de llamadas (Marler 2004b, Amy et al. 2018, Austin et al. 2021). Tanto en la Ratona Común como en la Ratona Palustre, la emisión de las llamadas depende del sexo (Fernández et al. 2012, Luttrell & Lohr 2018). Observaciones a campo realizadas durante el monitoreo de la Ratona Aperdizada, indican que las hembras producen dos llamadas aparentemente similares a las descritas para los machos (PEL & LAL, obs. pers.). No obstante, aún se desconoce si hay diferencias estructurales entre vocalizaciones de ambos sexos. Esto introduce una limitación importante en la interpretación funcional de las llamadas, por lo que se requieren estudios sobre las vocalizaciones de las hembras para evaluar si variaciones asociadas al sexo también están presentes en la población de estudio.

Este trabajo constituye un primer paso para que próximos estudios exploren la función asociada a las llamadas de la Ratona Aperdizada como también su posible variación a nivel geográfico y entre sexos. Nuestro trabajo contribuye al conocimiento de las vocalizaciones de una especie sudamericana del género *Cistothorus* y aporta nueva evidencia para comprender la evolución y función de la comunicación vocal en aves del Sur Global.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a M. Milagros Jefferies, Ramiro Arrieta, Agustín Zarco, Daniel Cáceres, Sara Prussing, Lee Sutcliffe, Holly Pickett, Kay Garlick-Ott y Kathryn Perlman por su ayuda en el campo. Agradecemos especialmente a Benjamín Bender (Colección de Ornitología del IADIZA) por su apoyo en campo y en el laboratorio. Agradecemos a la Editora en jefe, el Editor Asociado y dos revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias al manuscrito. Este trabajo fue financiado por el CONICET a través de dos becas de doctorado y las subvenciones D1791, PIP 11220100100039, 11220130100198; el FONCYT a través de las subvenciones PICT 2010-1033, 2015-0569, 2017-0460; la Association of Field Ornithologists bajo

el premio Alexander Bergstrom Memorial Research Award y la Animal Behavior Society bajo la subvención Developing Nations Research Grants.

USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Durante la preparación del manuscrito, utilizamos ChatGPT (Open IA) como herramienta de apoyo en análisis estadísticos, mejoras en aspectos de redacción y traducción al idioma inglés.

PERMISOS ÉTICOS

Los permisos fueron otorgados por la Secretaría de Medio Ambiente, perteneciente a la Dirección de Recursos Naturales Renovables, Gobierno de Mendoza (Resoluciones número 946, 459 y 1564).

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Accedé al material suplementario de este artículo, visitando <https://doi.org/10.56178/eh.v41i2.1545>.

REFERENCIAS

- Amy M, Salvin P, Leboucher G (2018) The functions of female calls in birds. En: Naguib M, Barrett L, Healy SD, Podos J, Simmons LW, Zuk M (eds) *Advances in the Study of Behavior*. Academic Press. Pp. 243-271 <https://doi.org/10.1016/bs.asb.2017.11.002>
- Araya-Salas M (2020) Raven: connecting R and Raven bioacoustic software. R package version 1.0.9. [URL: <https://github.com/maRce10/Raven>]
- Arrieta RS, Campagna L, Mahler B, Lovette I, Llabias PE (2022) Local male breeding density affects extra-pair paternity in a south temperate population of grass wrens *Cistothorus platensis*. *Journal of Avian Biology* 2022(4):e02887. <https://doi.org/10.1111/jav.02887>
- Austin VI, Dalziel AH, Langmore NE, Welbergen JA (2021) Avian vocalisations: the female perspective. *Biological Reviews* 96(4):1484-1503. <https://doi.org/10.1111/brv.12713>
- Barker FK (2004) Monophyly and relationships of wrens (Aves: Troglodytidae): a congruence analysis of heterogeneous mitochondrial and nuclear DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 31(2):486-504. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2003.08.005>
- Borror DJ (1964) Songs of the thrushes (Turdidae), wrens (Troglodytidae), and mockingbirds (Mimidae) of eastern North America. *The Ohio Journal of Science* 64(3):195-207. [URL: <http://hdl.handle.net/1811/5004>]
- Brewer D (2001) *Wrens, dippers and thrashers*. Christopher Helm Publishers, Londres

- Briskie JV, Martin PR, Martin TE (1999) Nest predation and the evolution of nestling begging calls. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 266(1434):2153-2159. <https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0902>
- Catchpole CK, Slater PJB (2003) *The Study of Bird-song*. En: *Bird song: Biological themes and variations*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp 1-18
- Collias NE (2000) Vocal Signals of the Village Weaver: a spectrographic key and the communication code. *Condor* 102(1):60-68. <https://doi.org/10.1093/condor/102.1.60>
- Corral MG, Carro ME, Fernández GJ (2012) Alarm calls of nesting Southern House Wrens (*Troglodytes musculus*). *Ornitologia Neotropical* 23(2):251-260. [URL: https://digitalcommons.usf.edu/ornitologia_neotropical/vol23/iss2/11/]
- Curio E (1978) The adaptive significance of avian mobbing: I. Teleonomic Hypotheses and Predictions. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 48(2):175-183. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1978.tb00254.x>
- Dos Santos EB, Llambías PE, Rendall D (2016) The structure and organization of song in Southern House Wrens (*Troglodytes aedon chilensis*). *Journal of Ornithology* 157(1):289-301. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1277-3>
- Dutour M, Cordonnier M, Léna JP, Lengagne T (2019) Seasonal variation in mobbing behaviour of passerine birds. *Journal of Ornithology* 160(2):509-514. <https://doi.org/10.1007/s10336-019-01630-5>
- Dutour M, Léna JP, Lengagne T (2016) Mobbing behaviour varies according to predator dangerousness and occurrence. *Animal Behaviour* 119:119-124. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.06.024>
- Elie JE, Theunissen FE (2016) The vocal repertoire of the domesticated zebra finch: a data-driven approach to decipher the information-bearing acoustic features of communication signals. *Animal Cognition* 19(2):285-315. <https://doi.org/10.1007/s10071-015-0933-6>
- Farabaugh SM, Linzenbold A, Dooling RJ (1994) Vocal plasticity in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*): Evidence for social factors in the learning of contact calls. *Journal of Comparative Psychology* 108(1):81-92. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.108.1.81>
- Fasanella M, Fernández GJ (2009) Alarm calls of the Southern House Wren *Troglodytes musculus*: variation with nesting stage and predator model. *Journal of Ornithology* 150(4):853-863. <https://doi.org/10.1007/s10336-009-0406-2>
- Favaro L, Gili C, Da Rugna C, Gnone G, Fissore C, Sanchez D, McElligott AG, Gamba M, Pessani D (2016) Vocal individuality and species divergence in the contact calls of banded penguins. *Behavioural Processes* 128:83-88. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.04.010>
- Fernández GJ, Carro ME (2022) Alarm calls of southern house wrens, *Troglodytes aedon bonariae*, convey information about the level of risk. *Ethology* 128(4):293-302. <https://doi.org/10.1111/eth.13255>
- Fernández GJ, Corral MG, Carro ME (2012) Variation in the alarm calls of Southern House Wrens (*Troglodytes musculus*). *Emu* 112(1):71-75. <https://doi.org/10.1071/MU11033>
- Garrido Coria PS, Arrieta RS, Rendall D, Mahler B, Llambías PE (2025) Elements of male song performance and complexity are associated with reduced risk of paternity loss in a South American passerine. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 292(2049):20250241. <https://doi.org/10.1098/rspb.2025.0241>
- Garrido Coria PS, Rendall D, Panasiti Ros R, García NC, Llambías PE (2021) Structure and organization of songs of south-temperate Grass Wrens (*Cistothorus platensis*). *Journal of Field Ornithology* 92(4):365-376. <https://doi.org/10.1111/jfo.12395>
- Griesser M (2009) Mobbing calls signal predator category in a kin group-living bird species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276:2887-2892. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.0551>
- Hardt B, Benedict L (2021) Can you hear me now? A review of signal transmission and experimental evidence for the acoustic adaptation hypothesis. *Bioacoustics* 30(6):716-742. <https://doi.org/10.1080/09524622.2020.1858448>
- Hartley RS, Suthers RA (1989) Airflow and pressure during canary song: Direct evidence for mini-breaths. *Journal of Comparative Physiology* 165(1):15-26. <https://doi.org/10.1007/BF00613795>
- Hollén LI, Radford AN (2009) The development of alarm call behaviour in mammals and birds. *Animal Behaviour* 78(4):791-800. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.07.021>
- Illes AE, Hall ML, Vehrencamp SL (2006) Vocal performance influences male receiver response in the banded wren. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273:1907-1912. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3535>
- Irwin DE, Thimman MP, Irwin JH (2008) Call divergence is correlated with geographic and genetic distance in greenish warblers (*Phylloscopus trochiloides*): A strong role for stochasticity in signal evolution? *Journal of Evolutionary Biology* 21(2):435-448. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2007.01499.x>
- K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics at the Cornell Lab of Ornithology (2026) Raven Pro: Interactive sound analysis software (versión 1.6.5). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. [URL: <https://www.ravensoundsoftware.com/>]
- Klump GM, Shalter MD (1984) Acoustic behaviour of

- birds and mammals in the predator context; I. Factors affecting the structure of alarm signals. II. The functional significance and evolution of alarm signals. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 66(3):189-226. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1984.tb01365.x>
- Kondo N, Watanabe S (2009) Contact calls: Information and social function. *Japanese Psychological Research* 51(3):197-208. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5884.2009.00399.x>
- Koper N, Leston L, Baker TM, Curry C, Rosa P (2016) Effects of ambient noise on detectability and localization of avian songs and tones by observers in grasslands. *Ecology and Evolution* 6(1):245-255. <https://doi.org/10.1002/ece3.1847>
- Kroodsma DE, Verner J (1987) Use of song repertoires among Marsh Wren populations. *Auk* 104(1):63-72. <https://doi.org/10.2307/4087234>
- Kroodsma DE, Wilda K, Salas V, Muradian R (2001) Song variation among *Cistothorus* wrens, with a focus on the Mérida Wren. *Condor* 103(4):855-861. <https://doi.org/10.1093/condor/103.4.855>
- Kroodsma DE, Woods RW, Goodwin EA (2002) Falkland Island Sedge Wrens (*Cistothorus platensis*) imitate rather than improvise large song repertoires. *Auk* 119(2):523-528. <https://doi.org/10.1093/auk/119.2.523>
- Leech SM, Leonard ML (1997) Begging and the risk of predation in nestling birds. *Behavioral Ecology* 8(6):644-646. <https://doi.org/10.1093/beheco/8.6.644>
- Legarda Solarte LE (2016) Llamados y cantos del miranchurito *Phœticus aureoventris* (aves, cardinalidae) en zonas asociadas a bosque seco tropical y bosque alto andino del suroccidente de Colombia. Universidad de Nariño, Colombia
- Llambías PE, García NC, Herkert JR, Kroodsma DE, Gibbs JP, Boesman PFD (2025) Grass Wren (*Cistothorus platensis*), versión 2.0. En: Keeney BK (ed) *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca. <https://doi.org/10.2173/BOW.SEDWRE.02>
- Llambías PE, Garrido PS, Jefferies MM, Fernández GJ (2018) Social mating system, male parental care contribution and life history traits of a southern Sedge Wren (*Cistothorus platensis platensis*) population: a comparison with northern Sedge Wrens (*Cistothorus platensis stellaris*). *Journal of Ornithology* 159(1):221-231. <https://doi.org/10.1007/s10336-017-1491-2>
- Llambías PE, Jefferies MM, Cáceres Apaza DP, Garrido PS, Zarco A, Arrieta RS, Bender JB (2020) Building multiple nests is associated with reduced breeding performance in a south temperate population of Grass Wrens *Cistothorus platensis platensis*. *Ibis* 162(1):75-89. <https://doi.org/10.1111/ibi.12722>
- Llambías PE, Jefferies MM, Garrido Coria PS, Fernández GJ (2019) Social mating system divergence between North and South Temperate Wrens. En: Rebores J, Fiorini V, Tuero D (eds) *Behavioral ecology of Neotropical Birds*. Springer International Publishing, Cham. Pp. 1-20. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14280-3_1
- Luttrell SAM, Lohr B (2018) Geographic variation in call structure, likelihood, and call-song associations across subspecies boundaries, migratory patterns, and habitat types in the Marsh Wren (*Cistothorus palustris*). *Auk* 135(1):127-151. <https://doi.org/10.1642/auk-17-110.1>
- Magrath RD, Haff TM, Horn AG, Leonard ML (2010) Calling in the face of danger: predation risk and acoustic communication by parent birds and their offspring. En: Brockmann JH, Timothy RJ, Naguib M, Wynne-Edwards KE, Mitani JC, Simons LW (eds) *Advances in the Study of Behavior*. Academic Press, Londres, Pp. 187-253. [https://doi.org/10.1016/S0065-3454\(10\)41006-2](https://doi.org/10.1016/S0065-3454(10)41006-2)
- Marler P (1955) Characteristics of some animal calls. *Nature* 176(4470):6-8. <https://doi.org/10.1038/176006a0>
- Marler P (2004a) Bird calls: a cornucopia for communication. En: Marler P, Slabbekoorn H (eds) *Nature's music: the science of birdsong*. Elsevier Academic Press, San Diego. Pp. 132-176. <https://doi.org/10.1016/B978-012473070-0/50008-6>
- Marler P (2004b) Bird Calls: Their potential for behavioral neurobiology. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1016:31-44. <https://doi.org/10.1196/annals.1298.034>
- Marler P (2004c) Science and birdsong: the good old days. En: Marler P, Slabbekoorn H (eds) *Nature's music: the science of birdsong*. Elsevier Academic Press, San Diego. Pp. 1-37. <https://doi.org/10.1016/B978-012473070-0/50004-9>
- Marler P, Evans C (1996) Bird calls: Just emotional displays or something more? *Ibis* 138(1):26-33. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.1996.tb04310.x>
- Martínez Carretero E (2000) Vegetación de los Andes centrales de la Argentina. El valle de Uspallata, Mendoza. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 34(4):127-148
- Morton ES (1975) Ecological sources of selection on avian sounds. *The American Naturalist* 109(965):17-34. <https://doi.org/10.1086/282971>
- Morton ES (2000) An evolutionary view of the origins and functions of avian vocal communication. *Japanese Journal of Ornithology* 49(2):69-78. <https://doi.org/10.3838/jjo.49.69>
- Naguib M, Hammerschmidt K, Wirth J (2001) Microgeographic variation, habitat effects and individual signature cues in calls of chiffchaffs *Phylloscopus collybita canarensis*. *Ethology* 107(4):341-355. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0310.2001.00669.x>
- Piza P, Sandoval L (2016) The differences in transmission properties of two bird calls show relation to their specific functions. *The Journal of the Acoustical Society of America* 140(6):4271-4275. <https://doi.org/10.1121/1.4971418>

- Platt ME, Ficken MS (1987) Organization of singing in house wrens (*Troglodytes aedon*). *Journal of Field Ornithology* 58(2):190-197. [URL: <http://www.jstor.org/stable/4513217>]
- Podos J (1997) A performance constraint on the evolution of trilled vocalizations in a songbird family (Passeriformes: Emberizidae). *Evolution* 51(2):537-551. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1997.tb02441.x>
- R Core Team (2025) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [URL: <https://www.R-project.org/>]
- Rendall D, Kaluthota CD (2013) Song organization and variability in Northern House Wrens (*Troglodytes aedon parkmanii*) in western Canada. *Auk* 130(4):617-628. <https://doi.org/10.1525/auk.2013.13069>
- Sandoval L, Graham B (2024) Songs and calls: perspectives on creating a global definition. *Ornitología Neotropical* 35(2):92-95. <https://doi.org/10.58843/ornneo.v35i2.1361>
- Sandoval L, Graham B, Sosa-López JR, Laverde OR, Araya-Ajoy YG (2024) The study of bird vocalizations in Neotropical habitats: current knowledge and future steps. *Ornitología Neotropical* 35(2):112-129. <https://doi.org/10.58843/ornneo.v35i2.693>
- Scrucca L, Fraley C, Murphy TB, Raftery AE (2023) Model-Based clustering, classification, and density estimation using mclust in R. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781003277965>
- Searcy WA, Yasukawa K (2017) Eavesdropping and cue denial in avian acoustic signals. *Animal Behaviour* 124:273-282. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.07.018>
- Serra C, Fernández GJ (2011) Reduction of nestlings' vocalizations in response to parental alarm calls in the Southern House Wren, *Troglodytes musculus*. *Journal of Ornithology* 152(2):331-336. <https://doi.org/10.1007/s10336-010-0595-8>
- Sierro J, de Kort SR, Hartley IR (2023) A limit to sustained performance constrains trill length in birdsong. *iScience* 26(11):108206. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108206>
- Slabbekoorn H, Yeh P, Hunt K (2007) Sound transmission and song divergence: A comparison of urban and forest acoustics. *Condor* 109(1):67-78. <https://doi.org/10.1093/condor/109.1.67>
- Sosa-López JR, Mennill DJ (2014a) The vocal behavior of the Brown-throated Wren (*Troglodytes brunneicollis*): song structure, repertoires, sharing, syntax, and diel variation. *Journal of Ornithology* 155(2):435-446. <https://doi.org/10.1007/s10336-013-1024-6>
- Sosa-López JR, Mennill DJ (2014b) Vocal behaviour of the island-endemic Cozumel Wren (*Troglodytes aedon beani*): song structure, repertoires, and song sharing. *Journal of Ornithology* 155(2):337-346. <https://doi.org/10.1007/s10336-013-1008-6>
- Sung HC, Park SR (2005) Explaining avian vocalizations: A review of song learning and song communication in male-male interactions. *Integrative Biosciences* 9(2):47-55. <https://doi.org/10.1080/17386357.2005.9647251>
- Tubaro PL (1990) Song description of the House Wren (*Troglodytes aedon*) in two populations of eastern Argentina, and some indirect evidences of imitative vocal learning. *Hornero* 13(2):111-116. <https://doi.org/10.56178/eh.v13i2.1093>
- Walkinshaw LH (1935) Studies of the Short-billed Marsh Wren (*Cistothorus stellaris*) in Michigan. *Auk* 52(4):362-369. <https://doi.org/10.2307/4077509>
- Wickham H, François R, Henry L, Vaughan D (2023) dplyr: A grammar of data manipulation. R package version 1.2.1. [URL: <https://dplyr.tidyverse.org/>]