Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 75(2): 23-33 (2026) Versión Online ISSN: 0719-935X
https://boletinmnhn.cl/
https://publicaciones.mnhn.gob.cl/668/w3-channel.html DOI: https://doi.org/10.54830/bmnhn.v75.n2.2026.1043

ARTÍCULO

CANTO DEL CHINCOL (*ZONOTRICHIA CAPENSIS*) EN SAN PEDRO DE ATACAMA, CHILE

Sebastián Maya-Miranda[1,2*]

[1]Laboratorio de Ecología Evolutiva del Comportamiento, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Las Palmeras 3425, Ñuñoa, Santiago, Chile.

[2]Departamento de Ciencias Biológicas Animales, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Av. Santa Rosa 11735, La Pintana, Santiago, Chile.

*Correspondencia a: sebastianmaya@ug.uchile.cl

RESUMEN.

El chincol (*Zonotrichia capensis*) está representado por cinco subespecies en Chile. Este trabajo describe el canto de la población de San Pedro de Atacama (Región de Antofagasta), atribuida a *Z. c. antofagastae*. Al igual que en otras poblaciones, el canto local se divide en un tema introductorio, compuesto por dos elementos distintos, y un trino final. El trino, componente que define los dialectos en esta especie, varió entre individuos sin conformar agrupaciones discretas, lo que es compatible con un único dialecto local. La firma acústica individual se concentró en la estructura del primer elemento del tema y en la organización temporal del canto, mientras que el segundo elemento resultó el más conservado entre individuos y emerge, junto con el trino, como candidato a marcador poblacional.

Palabras clave: ambientes áridos; canto; dialecto; Passeriformes.

ABSTRACT.

Song of the Rufous-collared Sparrow (*Zonotrichia capensis*) in San Pedro de Atacama, Chile. The Rufous-collared Sparrow (*Zonotrichia capensis*) is represented in Chile by five subspecies. This study describes the song of the population of San Pedro de Atacama (Antofagasta Region), attributed to *Z. c. antofagastae*. As in other populations, the local song is divided into an introductory theme, composed of two distinct elements, and a final trill. The trill, the component that defines dialects in this species, varied among individuals without forming discrete clusters, which is consistent with a single local dialect. The individual acoustic signature was concentrated in the structure of the first element of the theme and in the temporal organization of the song, whereas the second element was the most conserved among individuals and emerges, together with the trill, as a candidate population marker.

Key words: arid environments; dialect; Passeriformes; song.

INTRODUCCIÓN

El sonido es uno de los principales canales de comunicación de las aves, interviniendo en la cohesión social, el reconocimiento individual y la reproducción (Bradbury y Vehrencamp 2011); en esta última, el canto cumple un rol fundamental en la elección de pareja y en el aislamiento reproductivo entre poblaciones (Irwin *et al.* 2001, Nowicki y Searcy 2004). Las vocalizaciones suelen ser características de una especie, una población e incluso de cada individuo (Baptista y Gaunt 1997). Entre las vocalizaciones, el canto (una señal acústica compleja y estructurada) constituye un atributo distintivo de las aves paseriformes (orden Passeriformes; Gill 2007). Las aves producen estas señales mediante el órgano llamado siringe y pueden ajustarlas a la acústica del entorno para mejorar la difusión del sonido, reduciendo la reverberación y la atenuación dependiente de la frecuencia (Morton 1975, Wiley 1991). Dentro de los paseriformes, los oscinos (o aves cantoras) poseen señales vocales que pueden ser innatas o aprendidas, así como transmitidas entre individuos de la misma especie (Marler y Tamura 1964, Gill 2007).

Los dialectos, es decir, los tipos de canto que comparten las aves que viven en una misma zona geográfica (Mundinger 1982), surgen y se mantienen mediante la evolución cultural del canto; se aprende

de otros individuos, los errores de copia, aparición de variantes nuevas y la deriva entre generaciones generan variación geográfica, que puede consolidarse por selección, por ejemplo, asociada a la acústica del hábitat o a la preferencia por el canto local (Podos y Warren 2007, Williams 2021). Dos de los dialectos más estudiados en aves son los del gorrión de corona blanca (*Zonotrichia leucophrys*; e.g., Marler y Tamura 1962, Kroodsma *et al.* 1985, Luo *et al.* 2024) en Norteamérica y, en Sudamérica, los de su congénere el chincol (*Zonotrichia capensis*; e.g., Nottebohm 1969, Egli 1971, Tubaro *et al.* 2026). El canto del chincol se compone de dos partes: una sección introductoria denominada tema, compuesta por lo general por dos a cinco notas, y una sección final conocida como trino (Tubaro *et al*. 1993). En este trabajo se denomina elemento a cada tipo de nota, de modo que las notas que se repiten sin diferencias estructurales dentro del canto se consideran un mismo elemento. El tema varía sobre todo entre individuos de una misma localidad, mientras que el trino lo hace entre poblaciones y es el componente que define los dialectos (Tubaro *et al.* 1993, Casale *et al.* 2025). La variación geográfica del trino y la estructura de los dialectos de esta especie han sido descritas en distintas poblaciones, mayoritariamente en Argentina (e.g., Handford 1988, Handford y Lougheed 1991, Kopuchian *et al.* 2004, Lijtmaer y Tubaro 2007, García *et al.* 2015, Casale *et al.* 2025). En el resto de su distribución el canto y sus variaciones se han estudiado en Brasil (Avelino y Vielliard 2004), Ecuador (dialectos y preferencia femenina por el dialecto local; Danner *et al.* 2011, 2017), Perú, a lo largo de un gradiente urbano (Montes-Rivas *et al.* 2022), y Colombia, donde se examinó el efecto del ruido urbano sobre el horario de inicio del canto al amanecer (Dorado-Correa *et al.* 2016).

En Chile, *Z. capensis* está representada por cinco subespecies (Egli y Vásquez 2018). La de mayor distribución corresponde a *Z. c. chilensis*, que se distribuye desde el sur de la Región de Antofagasta hasta las islas Guaitecas (Región de Aysén) (Egli 1971). Para esta subespecie, Egli (1971) documentó un patrón equivalente al descrito por Nottebohm (1969) en Argentina: la parte final del canto, el trino, define las "zonas de canto" relativamente amplias (i.e., el dialecto de la especie), mientras que las partes inicial y central varían a nivel individual. Hacia el norte del país, *Z. c. chilensis* es reemplazada por *Z. c. antofagastae* y, más al norte, por *Z. c. peruviensis*, mientras que *Z. c. sanborni* ocupa los ambientes cordilleranos desde Atacama. No obstante, la filogeografía del chincol identifica solo unos pocos linajes mitocondriales de amplia distribución, que no se corresponden con las numerosas subespecies reconocidas; la diversidad morfológica y conductual entre subespecies sería reciente y estaría superpuesta a una estructura genética más antigua (Lougheed *et al.* 2013) y se ha documentado contacto secundario con flujo génico entre linajes divergentes (Campagna *et al.* 2014); además, no existen estudios genéticos detallados de estas subespecies (Lougheed *et al.* 2013; véase Egli y Vásquez 2018). Por ello, la asignación subespecífica debe tomarse con cautela.

El canto del chincol ha recibido escasa "atención formal" en Chile: tras el trabajo pionero de Egli (1971), los estudios formales se concentran en gradientes urbano-naturales del centro-sur del país (Calderón-Quiroga *et al.* 2020, Arévalo *et al.* 2026), y parte del conocimiento permanece como literatura gris de acceso restringido o sin revisión por pares (e.g., tesis y comunicaciones a congresos). Para el norte del país, el trabajo del suroeste de Perú es el más próximo geográficamente y el realizado en un ambiente árido comparable. El propio Egli (1971) infirió que, dado el aislamiento geográfico entre los oasis del norte de Chile, en ellos podrían haberse formado cantos distintos, y apoyó esa suposición en un canto registrado en Quillagua (Región de Antofagasta) que mostraba diferencias notorias frente a otras localidades. En este contexto, donde la asignación subespecífica es incierta, el canto ofrece un carácter independiente de la morfología para caracterizar estas poblaciones. Sin embargo, el canto de las poblaciones del norte de Chile, y en particular de *Z. c. antofagastae*, permanece sin describir en la literatura formal. El objetivo de este trabajo es describir y cuantificar la estructura espectro-temporal del canto de los individuos de esta población. Se plantea como hipótesis que la población de San Pedro de Atacama constituye un único dialecto local, con la distintividad individual concentrada en las notas iniciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Especie y área de estudio

El chincol es una especie común en Chile y de amplia distribución (Egli y Vásquez 2018), de dieta generalista (López-Calleja 1995). En el norte está presente en oasis y ausente del desierto absoluto; en los valles y zonas bajas de las regiones del norte puede reproducirse durante todo el año, mientras que en la precordillera la temporada sería más breve (Egli y Vásquez 2018). Además, ocupa un amplio rango altitudinal y muestra variación intraespecífica entre poblaciones en su afinidad altitudinal y conducta exploratoria (Poblete *et al.* 2018), lo que vuelve relevante caracterizar poblaciones de zonas áridas de altura como la de San Pedro de Atacama. Esta población se atribuye a *Z. c. antofagastae*, subespecie descrita por sus costados y flancos de un castaño-rojizo más intenso, el estriado dorsal más fino, mayor extensión de negro en el alto del pecho (Chapman 1940); además posee líneas negras de la cabeza más oscuras, las cuales se han señalado para las subespecies del norte, tanto *antofagastae* como *peruviensis* (Egli y Vásquez 2018). En esta especie el canto es producido por los machos y funciona en la defensa territorial y la atracción de pareja (Nottebohm 1969; Moore et al. 2004), función evidenciada por la respuesta de los individuos a la reproducción experimental de cantos conespecíficos (Danner et al. 2011).

San Pedro de Atacama se ubica en la Región de Antofagasta, Chile (22°54′39″S, 68°12′00″O), a unos 2.450 m s.n.m., y corresponde a un matorral bajo desértico (Luebert y Pliscoff 2017). Presenta un bioclima hiperdesértico (Luebert y Pliscoff 2017), con una extrema aridez caracterizada por precipitaciones anuales muy escasas, asociadas casi exclusivamente a eventos estivales altiplánicos y una pronunciada oscilación térmica diaria (Luebert y Gajardo 2000; Garreaud *et al.* 2003). A pesar de esta rigurosa matriz circundante, San Pedro de Atacama conforma un ecosistema de oasis originado por la escorrentía andina superficial y subterránea. Esta dinámica hidrológica sostiene formaciones boscosas y arbustivas azonales dominadas por algarrobos (*Neltuma alba*), chañares (*Geoffroea decorticans*) y especies ribereñas menores (Villagrán *et al.* 1998, Luebert y Pliscoff 2017).

Grabaciones

Durante el inicio de la primavera (septiembre–octubre) de 2017 y 2018 se grabó el canto de machos de chincol en los alrededores de la localidad de San Pedro de Atacama, principalmente al amanecer y durante la tarde, antes del atardecer, cuando la actividad vocal es máxima. Las grabaciones se obtuvieron con un micrófono direccional Sennheiser ME 66 conectado a una grabadora digital Olympus LS-100 (formato WAV, 44.1 kHz, 16 bits), orientado hacia el individuo cantando, y se extendieron hasta cinco minutos o hasta que el ave abandonaba el lugar. Para evitar el remuestreo de un mismo individuo, se recorrieron transectos diferentes por zonas alejadas del área urbanizada y separados por distancias superiores al territorio de canto típico de la especie.

Análisis del canto

Las grabaciones se analizaron con Raven Pro 1.6.5 (K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics 2024), generando sonogramas con ventana de Hann, FFT de 512 muestras y 50 % de solapamiento. Se seleccionaron por inspección visual 5 cantos de buena calidad (alta relación señal-ruido y sin enmascaramiento espectral). Para cada individuo se midieron, por separado para los elementos del tema y para el trino, la frecuencia mínima, la frecuencia máxima y el ancho de banda (diferencia entre ambas), además de la duración del canto, del tema y del trino, la pausa temporal entre componentes y la tasa de elementos por canto. Adicionalmente se registró el total de elementos que componen el canto. Los

elementos del tema se delimitaron por inspección visual de los sonogramas y, cuando un mismo elemento se repetía dentro del canto, sus repeticiones se compararon acústicamente para corroborar que constituían una única unidad antes de promediarlas. A diferencia de los trabajos que numeran los elementos por su posición, este criterio evita tratar las repeticiones de un mismo elemento como unidades distintas. Todas las variables se promediaron por individuo para evitar la pseudorreplicación. Adicionalmente se calcularon medidas espectrales menos sensibles al ruido: las frecuencias bajo las cuales se acumula el 5 % y el 95 % de la energía, el ancho de banda del 90 % (F95 % - F5 %) y la frecuencia peak (e.g. Casale *et al.* 2025). La extracción de los parámetros acústicos se realizó en Raven Pro, mientras que la visualización de los sonogramas de las figuras se generó con el paquete seewave (Sueur *et al.* 2008) en el entorno R (R Core Team 2023).

Análisis estadístico

Las variables acústicas se describen como media ± desviación estándar (DE), calculadas a partir de los promedios por individuo (5 cantos por individuo). Se compararon los parámetros entre los elementos del tema y el trino mediante pruebas de Kruskal-Wallis (Kruskal y Wallis 1952). Para evaluar si los elementos repetidos del canto constituían una misma unidad (i.e., la misma nota reproducida en el canto), se compararon de forma pareada mediante la prueba de Wilcoxon (Wilcoxon 1945). Cuando un elemento apareció como una nota única en algunos cantos y repetido en otros, su duración se comparó entre ambas condiciones mediante la prueba U de Mann-Whitney (Mann y Whitney 1947). La variación del trino entre individuos se evaluó mediante pruebas de Kruskal-Wallis y el coeficiente de correlación intraclase (*intraclass correlation coefficient*, ICC) (Shrout y Fleiss 1979), que mide la proporción de la varianza total atribuible a diferencias entre individuos (de 0 a 1; valores altos indican un rasgo más variable entre aves que dentro de cada una), para cuantificar en qué medida el trino, el componente asociado a los dialectos en la especie, es compartido entre individuos o varía individualmente, es decir, la conformidad del dialecto en la población. Finalmente, se revisó la existencia de subgrupos ("microdialectos") mediante técnicas de agrupamiento (k-medias y jerárquico) (Hartigan y Wong 1979) sobre los parámetros del trino y se visualizó la estructura mediante un análisis de componentes principales (PCA), evaluando el número de grupos (k = 2 a 6) con el índice de silueta (Rousseeuw 1987, Dudek 2020); este último compara, para cada individuo, su cohesión con el propio grupo frente a su separación del grupo más cercano; valores cercanos a 1 reflejan grupos bien definidos y valores cercanos a 0, ausencia de estructura (variación continua). Los análisis se realizaron en R 4.3.2 (R Core Team 2023).

RESULTADOS

Se grabaron y analizaron cantos de 16 machos a lo largo de las dos temporadas. Siguiendo el esquema descrito para la especie (Tubaro *et al.* 1997, Calderón-Quiroga *et al.* 2020), el canto se organizó en una introducción (el tema), formada por elementos silbados, seguida de un trino terminal originado por la repetición rápida de un mismo elemento (Figura 1). El tema se compuso de dos elementos espectralmente distintos, en adelante E1 y E2. El canto más frecuente fue E1 - E2 - Trino (48 %), seguido por individuos con cantos en que el E1 se repitió como dos notas consecutivas (i.e., E1a - E1b - E2 - Trino; 45 %) y, en un único individuo, con una tercera repetición (E1c). Estas repeticiones del E1 no difirieron en sus parámetros espectrales (prueba de Wilcoxon, $p > 0.7$), por lo que se trataron como un mismo elemento. La duración del E1 emitido como una sola nota (0.18 ± 0.06 s) fue mayor que la de cada nota cuando se emitió repetido (0.11 ± 0.04 s; prueba *U* de Mann-Whitney, $U = 850$, $p < 0.001$), aunque sin alcanzar la duración conjunta de ambas (0.24 ± 0.07 s; $U = 280$, $p = 0.002$). Así, el tema incluyó casi siempre dos elementos distintos, mientras que el número total de elementos del canto, contando las repeticiones del E1 (i.e., el n de notas), E2 y el Trino varió de 3 a 5 (media 3.5 ± 0.5; Figura 1).

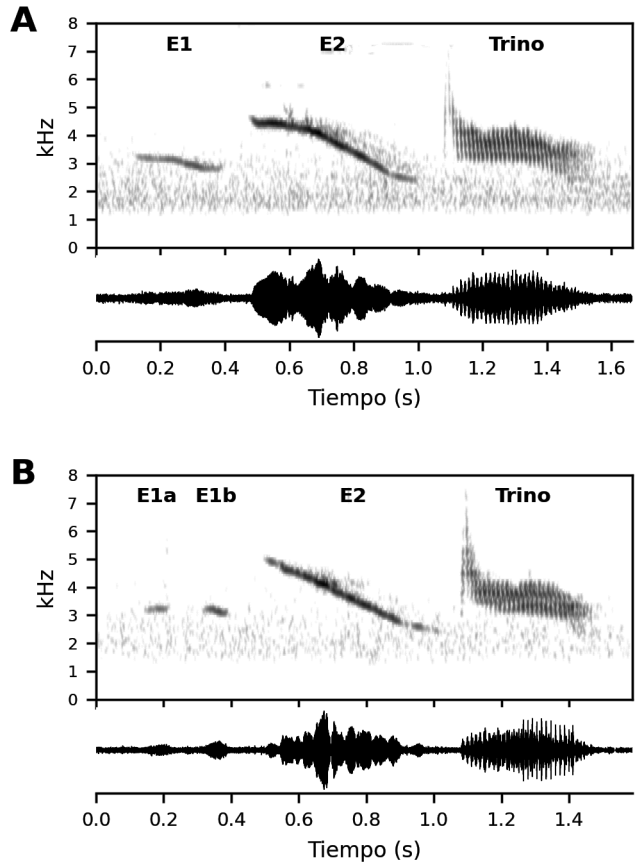


Figura 1. Sonogramas del canto de *Zonotrichia capensis* en San Pedro de Atacama. (A) Estructura más frecuente, con el E1 como una sola nota (E1, E2 y Trino). (B) Estructura con el E1 repetido como dos notas consecutivas (E1a y E1b). En cada panel se muestran el sonograma (arriba) y el oscilograma (abajo). Sonogramas ilustrados con el paquete seewave (Sueur et al. 2008) con filtro de ruido ('bwfilter') de 1.5 kHz en R.

Los valores espectro-temporales del canto se resumen en la Tabla 1. Los dos elementos del tema y el trino difirieron en todos sus parámetros acústicos (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$; Tabla 1). El E1 fue una nota breve y de menor ancho de banda, con la frecuencia mínima más alta del canto; el E2, un silbido descendente, de mayor prolongación y de mayor ancho de banda, que comenzó a una frecuencia mayor y terminó más grave; y el trino, el componente de banda más amplia, formado por notas repetidas. El canto completo duró 1.3 ± 0.2 s, con una pausa entre el tema y el trino de 0.09 ± 0.04 s. Las medidas espectrales robustas al ruido (F5 %, F95 %, ancho de banda del 90 % y frecuencia peak) mostraron el mismo patrón entre elementos (Tabla 1S).

El trino, considerado el rasgo que define los dialectos en la especie, varió significativamente entre individuos en todas sus medidas (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$), con la mayor parte de la varianza explicada por diferencias entre aves en la duración (ICC = 0.81) y el ancho de banda (ICC = 0.70). Sin embargo, el índice de silueta y el PCA mostraron que esta variación interindividual no es suficiente para formar más de un grupo.

Tabla 1. Características espectro-temporales del canto de *Zonotrichia capensis* en San Pedro de Atacama (16 individuos; media ± DE de los promedios por individuo). F: frecuencia; E1 y E2: primer y segundo elemento del tema.

Variable	Media	DE
F. mínima E1 (kHz)	2.90	0.47
F. máxima E1 (kHz)	4.01	0.81
F. mínima E2 (kHz)	2.17	0.16
F. máxima E2 (kHz)	5.04	0.39
F. mínima trino (kHz)	2.08	0.26
F. máxima trino (kHz)	5.35	0.45
N.º de elementos	3.7	0.8
Duración del trino (s)	0.40	0.08
Pausa tema–trino (s)	0.09	0.04
Tiempo total del canto (s)	1.30	0.20
Elementos por segundo	2.8	0.4

Los rasgos más distintivos en el canto individual fueron el ancho de banda y la frecuencia máxima del E1 (ICC = 0.90 y 0.87), el número de elementos (ICC = 0.89), la tasa de elementos (ICC = 0.81) y la duración del trino (ICC = 0.80). En cambio, el E2 fue el componente más conservado entre individuos (ancho de banda, ICC = 0.47) y la pausa entre el tema y el trino el rasgo menos distintivo (ICC = 0.26). Además, la presencia de una o dos notas del E1 fue consistente dentro de cada individuo: 8 de los 16 individuos repitieron el E1 en todos sus cantos.

El agrupamiento de los individuos según los parámetros del trino no recuperó grupos discretos (PCA e índice de silueta < 0.3; las soluciones fueron inestables entre métodos, k-medias y jerárquico, sin una topología de agrupamiento congruente), describiendo más bien una variación continua (Figura 2). En conjunto, la población de San Pedro de Atacama presentó un patrón de canto con variación individual continua, centrada en el E1.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El canto del chincol de San Pedro de Atacama presenta la organización en dos partes característica de la especie. La primera nota del canto (E1) no repetido tendió a ser más prolongada que cuando se presentó repetido, sin alcanzar la duración conjunta de ambas; al tratarse de una comparación mayormente interindividual, este patrón debe confirmarse con más registros. La diferencia entre emitir el E1 como una nota más larga o como dos notas más breves podría reflejar estrategias motoras-respiratorias alternativas en la producción del tema (un único pulso espiratorio frente a dos pulsos separados por una breve pausa; Suthers y Zollinger 2004). No obstante, al no contar con registros respiratorios y tratarse de una comparación mayormente interindividual, esta interpretación se plantea de manera tentativa. El trino, el componente que define los dialectos regionales (Nottebohm 1969, 1975, Tubaro *et al.* 1993), varió entre individuos de forma continua, sin conformar subgrupos discretos, lo que sugiere una fuerte distintividad individual del canto. A nivel cualitativo, la estructura del trino se observa visual y acústicamente semejante entre individuos, pese

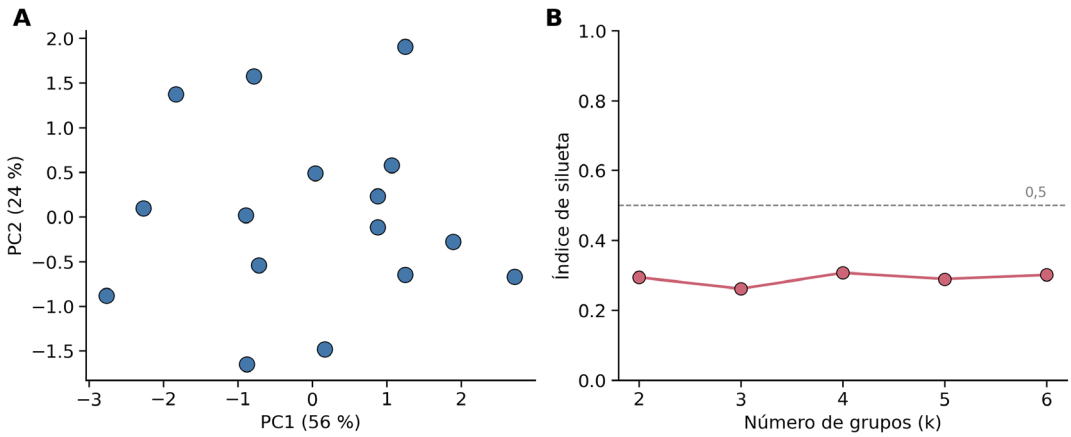


Figura 2. Variación del trino entre individuos y evaluación de dialecto. (A) Análisis de componentes principales (PCA) sobre las medidas del trino promediadas por individuo (duración, frecuencias mínima y máxima, y ancho de banda, estandarizadas); cada punto representa a un individuo, y PC1 y PC2 explican el 56 % y el 24 % de la varianza. (B) Índice de silueta para particiones de k = 2 a 6 grupos (k-medias); todos los valores quedan por debajo de 0.5 (línea discontinua), lo que indica ausencia de estructura de grupos.

a las diferencias en el tema (véanse los dos individuos en la Fig. 1A y 1B), lo que es coherente con un único dialecto poblacional; no obstante, dado que no se midió el intervalo interno de las notas que componen el trino, esta semejanza debe interpretarse como un indicio.

La estructura fina del E1 y la organización temporal del canto, como el número y la tasa de elementos y la duración del trino, fueron los rasgos más individualizados, mientras que el E2 resultó el más conservado entre las aves. Esta concentración de la individualidad en las notas iniciales del tema coincide con lo descrito para la especie, cuya mayor variabilidad intrapoblacional se ubica en estas notas (Tubaro *et al.* 1993; Calderón-Quiroga *et al.* 2020), y con el patrón de sus congéneres, en los que la información individual se concentra en las notas introductorias del canto (Nelson y Soha 2004). Incluso la repetición del E1 fue consistente dentro de cada individuo, lo que sugiere una individualidad también sintáctica. Una explicación posible para esta distintividad individual es ecológica: en hábitats abiertos y de vegetación discontinua, como el oasis de San Pedro de Atacama, las vecindades acústicas serían más dispersas y las interacciones de contracanto menos frecuentes, lo que reduciría la convergencia cultural entre individuos (Laiolo y Tella 2005; Pérez-Granados *et al.* 2016); al carecer de datos de densidad y conectividad, esta interpretación se plantea de manera tentativa. Por su mayor estereotipia, el segundo elemento del tema (E2) es un candidato a marcador poblacional o subespecífico (además del trino) que convendría contrastar con *Z. c. chilensis* y con poblaciones del norte para comprender mejor la conservación cultural del canto de este paseriforme (véase Bistel *et al.* 2025). Esa comparación resulta especialmente pertinente porque los linajes mitocondriales del chincol no coinciden estrictamente con las subespecies actuales (Lougheed *et al.* 2013, Campagna *et al.* 2014): en ese escenario, el canto aporta un carácter independiente de la morfología y de los marcadores mitocondriales para interpretar el recambio subespecífico del corredor árido.

Entre las limitaciones, el tamaño muestral (16 individuos) es modesto y no se midió el intervalo o la tasa interna del trino (Kopuchian *et al.* 2004), por lo que no puede descartarse una estructura dialectal en ese rasgo, aunque la falta de subgrupos observada es un indicio de la unificación de este, además de la estructura observada (y escuchada) en el sonograma. Estudios futuros sobre el dialecto deberían incorporar mayor detalle en las variables del trino, ampliar la muestra y evaluar la estructura geográfica (norte-sur), así como comparar con poblaciones atribuidas a *Z. c. chilensis* y del norte aún no descritas en la literatura formal.

Aplicar el mismo enfoque de agrupamiento e índice de silueta a esa escala multipoblacional permitiría evaluar si emergen dialectos discretos entre localidades.

La hipótesis planteada, que la población de San Pedro de Atacama constituye un único dialecto local, con una marcada distintividad individual del canto concentrada en las notas iniciales, se vio respaldada por los resultados: el trino, componente que define el dialecto, no reveló subgrupos discretos, mientras que la mayor individualidad se concentró en la estructura fina del E1 y en la organización temporal y sintáctica del canto. El E2 fue el rasgo más conservado y, por ello, el candidato más prometedor, junto con el trino, a marcador poblacional o subespecífico de esta población. Este trabajo aporta la primera línea de base acústica para la población de San Pedro de Atacama, y cubre el vacío de información del corredor árido del norte de Chile.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto AFB-170008 (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo [ANID]/Instituto de Ecología y Biodiversidad) y por la beca de Doctorado Nacional ANID (2023 - 21230143). Gracias a Matías Vera por su apoyo en las grabaciones.

REFERENCIAS

ARÉVALO, J.D., C.E. VALERIS-CHACÍN, S. MAYA-MIRANDA Y R.A. VÁSQUEZ. 2026. City birds are smaller but noisier: morphology, body condition, and song variation between Rufous-collared Sparrows (*Zonotrichia capensis*) from urban and wild environments in Central Chile. Urban Ecosystems 29:295. https://doi.org/10.1007/s11252-026-02159-1.

AVELINO, M.F. Y J.M.E. VIELLIARD. 2004. Comparative analysis of the song of the Rufous-collared Sparrow *Zonotrichia capensis* (Emberizidae) between Campinas and Botucatu, São Paulo State, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 76:345–349. https://doi.org/10.1590/S0001-37652004000200023

BAPTISTA, L.F. Y S.L.L. GAUNT. 1997. Bioacoustics as a tool in conservation studies. Pp. 212–242 en Behavioral approaches to conservation in the wild (Clemmons, J.R. y R. Buchholz, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

BISTEL, R., A. AMADOR Y G.B. MINDLIN. 2025. Conservation of avian vocal heritage through synthetic song reintroduction. Physica D: Nonlinear Phenomena 473:134555. https://doi.org/10.1016/j.physd.2025.134555

BRADBURY, J.W. Y S.L. VEHRENCAMP. 2011. Principles of animal communication, 2.ª ed. Sinauer Associates, Sunderland, EE.UU.

CALDERÓN-QUIROGA, S., M. RIQUERO, M. MARCHANT Y H.V. NORAMBUENA. 2020. Variación del canto del chincol (*Zonotrichia capensis*) en un gradiente urbano-natural del Concepción metropolitano, Chile. Revista Chilena de Ornitología 26:13–18.

CAMPAGNA, L., C. KOPUCHIAN, P.L. TUBARO Y S.C. LOUGHEED. 2014. Secondary contact followed by gene flow between divergent mitochondrial lineages of a widespread Neotropical songbird (*Zonotrichia capensis*). Biological Journal of the Linnean Society 111:863–868. https://doi.org/10.1111/bij.12272

CASALE, A.I., D.A. LIJTMAER Y P.L. TUBARO. 2025. Dialectos de canto del chingolo (*Zonotrichia capensis*) al norte y al sur de la Laguna Mar Chiquita, Provincia de Córdoba, Argentina. El Hornero 40:73–80. https://doi.org/10.56178/eh.v40i1.1513

CHAPMAN, F.M. 1940. The post-glacial history of *Zonotrichia capensis*. Bulletin of the American Museum of Natural History 77:381–438.

DANNER, J.E., R.M. DANNER, F. BONIER, P.R. MARTIN, T.W. SMALL Y I.T. MOORE. 2011. Female, but not male, tropical sparrows respond more strongly to the local song dialect: implications for population divergence. The American Naturalist 178:53–63. https://doi.org/10.1086/660283

DANNER, J.E., R.C. FLEISCHER, R.M. DANNER Y I.T. MOORE. 2017. Genetic population structure in an equatorial sparrow: roles for culture and geography. Journal of Evolutionary Biology 30:1078–1093. https://doi.org/10.1111/jeb.13065

DORADO-CORREA, A.M., M. RODRÍGUEZ-ROCHA y H. BRUMM. 2016. Anthropogenic noise, but not artificial light levels predicts song behaviour in an equatorial bird. Royal Society Open Science 3:160231. https://doi.org/10.1098/rsos.160231

DUDEK, A. 2020. Silhouette Index as Clustering Evaluation Tool. Pp. 19–33 en Classification and Data Analysis. SKAD 2019. Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization (Jajuga, K., J. Batóg y M. Walesiak, eds.). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52348-0_2

EGLI, G. y R.A. VÁSQUEZ. 2018. *Zonotrichia capensis*. (Pp. 570-571) en: Medrano F, Barros R, Norambuena HV, Matus R y Schmitt F (eds.). Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.

EGLI, W. 1971. Investigaciones sobre el canto de *Zonotrichia capensis* chilensis (Meyen) (Aves, Passeriformes). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 32:173–190.

GARCÍA, N.C., R.S. ARRIETA, C. KOPUCHIAN y P.L. TUBARO. 2015. Stability and change through time in the dialects of a Neotropical songbird, the Rufous-collared Sparrow. Emu - Austral Ornithology 115:309–316. https://doi.org/10.1071/MU14099

GARREAUD, R.D., M. VUILLE y A.C. CLEMENT. 2003. The climate of the Altiplano: observed current conditions and mechanisms of past changes. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 194:5–22. https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00269-4

GILL, F.B. 2007. Ornithology, 3.ª ed. WH Freeman, Nueva York, EE.UU.

HANDFORD, P. 1988. Trill rate dialects in the Rufous-collared Sparrow, *Zonotrichia capensis*, in northwestern Argentina. Canadian Journal of Zoology 66:2658–2670. https://doi.org/10.1139/z88-391

HANDFORD, P. y S.C. LOUGHEED. 1991. Variation in duration and frequency characters in the song of the Rufous-collared Sparrow, *Zonotrichia capensis*, with respect to habitat, trill dialects and body size. The Condor 93:644–658. https://doi.org/10.2307/1368196

HARTIGAN, J.A. y M.A. WONG. 1979. Algorithm AS 136: a k-means clustering algorithm. Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics) 28:100–108. https://doi.org/10.2307/2346830

IRWIN, D.E., S. BENSCH y T.D. PRICE. 2001. Speciation in a ring. Nature 409:333–337. https://doi.org/10.1038/35053059

KOPUCHIAN, C., D.A. LIJTMAER, P.L. TUBARO y P. HANDFORD. 2004. Temporal stability and change in a microgeographical pattern of song variation in the Rufous-collared Sparrow. Animal Behaviour 68:551–559. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.10.025

K. LISA YANG CENTER FOR CONSERVATION BIOACOUSTICS. 2024. Raven Pro: interactive sound analysis software (versión 1.6.5). The Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, EE.UU.

KROODSMA, D.E., M.C. BAKER, L.F. BAPTISTA y L. PETRINOVICH. 1985. Vocal "dialects" in Nuttall's White-crowned Sparrow. Pp. 103–133 en Current Ornithology, vol. 2 (Johnston, R.F., ed.). Plenum Press, Nueva York, EE.UU. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2385-3_3

KRUSKAL, W.H. y W.A. WALLIS. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. Journal of the American Statistical Association 47:583–621. https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441

LAIOLO, P. y J.L. TELLA. 2005. Habitat fragmentation affects culture transmission: patterns of song matching in Dupont's lark. Journal of Applied Ecology 42:1183–1193. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01093.x

LIJTMAER, D.A. y P.L. TUBARO. 2007. A reversed pattern of association between song dialects and habitat in the Rufous-collared Sparrow. The Condor 109:658–667. https://doi.org/10.1650/8176.1

LÓPEZ-CALLEJA, M.V. 1995. Dieta de *Zonotrichia capensis* (Emberizidae) y *Diuca diuca* (Fringillidae): efecto de la variación estacional de los recursos tróficos y la riqueza de aves granívoras en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 68:321–331.

LOUGHEED, S.C., L. CAMPAGNA, J.A. DÁVILA, P.L. TUBARO, D.A. LIJTMAER y P. HANDFORD. 2013. Continental phylogeography of an ecologically and morphologically diverse Neotropical songbird, *Zonotrichia capensis*. BMC Evolutionary Biology 13:58. https://doi.org/10.1186/1471-2148-13-58

LUEBERT, F. y P. GAJARDO. 2000. Vegetación de los Andes áridos del norte de Chile. Lazaroa 21:111–130.

LUEBERT, F. y P. PLISCOFF. 2017. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile, 2.ª ed. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

LUO, A.R., S. LIPSHUTZ, J. PHILLIPS, R.T. BRUMFIELD y E.P. DERRYBERRY. 2024. Song and genetic divergence within a subspecies of white-crowned sparrow (*Zonotrichia leucophrys nuttalli*). *PLoS ONE* 19:e0304348. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304348

MANN, H.B. y D.R. WHITNEY. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. The Annals of Mathematical Statistics 18:50–60. https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491

MARLER, P. y M. TAMURA. 1962. Song dialects in three populations of white-crowned sparrows. The Condor 64:368–377. https://doi.org/10.2307/1365545

MARLER, P. y M. TAMURA. 1964. Culturally transmitted patterns of vocal behavior in sparrows. Science 146:1483–1486. https://doi.org/10.1126/science.146.3650.1483

MONTES-RIVAS, R., V. GAMARRA-TOLEDO, E. LÓPEZ y M. ARAYA-SALAS. 2022. Variación de la estructura del canto del gorrión de collar rufo (*Zonotrichia capensis*) a lo largo de un gradiente urbano en el suroeste del Perú. Ornitología Neotropical 33:133–141. https://doi.org/10.58843/ornneo.vi.943

MOORE, I.T., J.C. WINGFIELD y E.A. BRENOWITZ. 2004. Plasticity of the avian song control system in response to localized environmental cues in an equatorial songbird. The Journal of Neuroscience 24:10182–10185. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3475-04.2004

MORTON, E.S. 1975. Ecological sources of selection on avian sounds. The American Naturalist 109:17–34. https://doi.org/10.1086/282971

MUNDINGER, P.C. 1982. Microgeographic and macrogeographic variation in the acquired vocalizations of birds. Pp. 147–208 en Acoustic communication in birds, vol. 2 (Kroodsma, D.E. y E.H. Miller, eds.). Academic Press, Nueva York, EE.UU.

NELSON, D.A. y J.A. SOHA. 2004. Perception of geographical variation in song by male Puget Sound white-crowned sparrows, *Zonotrichia leucophrys pugetensis*. Animal Behaviour 68:395–405. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.08.027

NOTTEBOHM, F. 1969. The song of the chingolo, *Zonotrichia capensis*, in Argentina: description and evaluation of a system of dialects. The Condor 71:299–315. https://doi.org/10.2307/1366306

NOTTEBOHM, F. 1975. Continental patterns of song variability in *Zonotrichia capensis*: some possible ecological correlates. The American Naturalist 109:605–624. https://doi.org/10.1086/283033

NOWICKI, S. y W.A. SEARCY. 2004. Song function and the evolution of female preferences: why birds sing, why brains matter. Annals of the New York Academy of Sciences 1016:704–723. https://doi.org/10.1196/annals.1298.012

PÉREZ-GRANADOS, C., T. OSIEJUK y G.M. LÓPEZ-IBORRA. 2016. Habitat fragmentation effects and variations in repertoire size and degree of song sharing among close Dupont's Lark *Chersophilus duponti* populations. Journal of Ornithology 157:471–482. https://doi.org/10.1007/s10336-015-1310-6

PODOS, J. y P.S. WARREN. 2007. The evolution of geographic variation in birdsong. Advances in the Study of Behavior 37:403–458. https://doi.org/10.1016/S0065-3454(07)37009-5

POBLETE, Y., V. GUTIÉRREZ, V. CID, S.D. NEWSOME, P. SABAT y R.A. VÁSQUEZ. 2018. Intraspecific variation in exploratory behavior and elevational affinity in a widely distributed songbird. Oecologia 186:931–938. https://doi.org/10.1007/s00442-018-4076-8

R CORE TEAM. 2023. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria.

ROUSSEEUW, P.J. 1987. Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. Journal of Computational and Applied Mathematics 20:53–65. https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7

SHROUT, P.E. y J.L. FLEISS. 1979. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. Psychological Bulletin 86:420–428. https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420

SUEUR, J., T. AUBIN y C. SIMONIS. 2008. Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. Bioacoustics 18:213–226. https://doi.org/10.1080/09524622.2008.9753600

SUTHERS, R.A. y S.A. ZOLLINGER. 2004. Producing song: the vocal apparatus. Annals of the New York Academy of Sciences 1016:109–129. https://doi.org/10.1196/annals.1298.041

TUBARO, P.L., E.T. SEGURA y P. HANDFORD. 1993. Geographic variation in the song of the Rufous-collared Sparrow in eastern Argentina. The Condor 95:588–595. https://doi.org/10.2307/1369603

TUBARO, P.L., P. HANDFORD y E.T. SEGURA. 1997. Aprendizaje del canto en el chingolo (*Zonotrichia capensis*). El Hornero 14:204–210. https://doi.org/10.56178/eh.v14i4.965

TUBARO, P.L., A.I. CASALE y D.A. LIJTMAER. 2026. Microgeographic pattern of song variation in the Rufous-collared Sparrow (*Zonotrichia capensis*) in southern Patagonia. Emu - Austral Ornithology 126:44–56. https://doi.org/10.1080/01584197.2025.2598303

VILLAGRÁN, C., V. CASTRO, G. SÁNCHEZ, M. ROMO, C. LATORRE y L.F. HINOJOSA. 1998. La tradición surandina del desierto: etnobotánica del área del Salar de Atacama (Provincia de El Loa, Región de Antofagasta, Chile). Estudios Atacameños 16:7–105. https://doi.org/10.22199/S07181043.1998.0016.00002

WILCOXON, F. 1945. Individual comparisons by ranking methods. Biometrics Bulletin 1:80–83. https://doi.org/10.2307/3001968

WILEY, R.H. 1991. Associations of song properties with habitats for territorial oscine birds of eastern North America. The American Naturalist 138:973–993. https://doi.org/10.1086/285263

WILLIAMS, H. 2021. Mechanisms of cultural evolution in the songs of wild bird populations. Frontiers in Psychology 12:643343. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.643343

Recibido: 22/jun/2026; Aceptado: 29/jul/2026; Administrado por Jhoann Canto H.