

7-23-2021

Comparación del horario de canto del copetón *Zonotrichia capensis* en dos zonas con diferente intervención antrópica en el municipio de Puente Nacional Santander, Colombia

Juan Diego Suarez Romero
Universidad de La Salle, Bogotá, juandsuarez11@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia>

Citación recomendada

Suarez Romero, J. D. (2021). Comparación del horario de canto del copetón *Zonotrichia capensis* en dos zonas con diferente intervención antrópica en el municipio de Puente Nacional Santander, Colombia. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/113>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Departamento de Ciencias Básicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Biología by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

COMPARACIÓN DEL HORARIO DE CANTO DEL COPETÓN (*ZONOTRICHIA
CAPENSIS*) EN DOS ZONAS CON DIFERENTE INTERVENCIÓN ANTRÓPICA EN
EL MUNICIPIO DE PUENTE NACIONAL SANTANDER, COLOMBIA

JUAN DIEGO SUAREZ ROMERO

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
Departamento de Ciencias Básicas
Bogotá D.C, Colombia
2021

Comparación del horario de canto del copetón (*Zonotrichia capensis*) en dos zonas con diferente intervención antrópica en el municipio de Puente Nacional Santander, Colombia

Juan Diego Suarez Romero

Trabajo de grado como requisito parcial para optar el título de Biólogo

Tutor

PhD. Astrid Muñoz Ortiz

Universidad de La Salle

Cotutor

PhD. Camilo Escallón Herkrath

Universidad de La Salle

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
Departamento de Ciencias Básicas
Bogotá D.C, Colombia
2021

Agradecimientos

Agradezco a mi tutora de tesis Astrid Muñoz Ortiz por sus correcciones sabiduría y humor, a mi cotutor Camilo Escallón Herkrath con sus ideas y acompañamiento en cada parte del proyecto.

A mis padres Francy Romero y Marcelo Suarez por el apoyo, amor y confianza que me brindaron, sin ellos no habría podido hacer esto posible.

A mi tía y prima las cuales sin ellas no habría tenido el lugar donde realizar el estudio, brindándome sus alimentos, hogar y conocimientos y a todos aquellos amigos y allegados que me ayudaron aportando granitos de arena en este trabajo.

Gracias a todos y todas, esto es por ustedes.

Figuras

Figura 1. Mapa departamento de Santander, Colombia, señalando el sitio donde se realizaron los muestreos. (Mapa de autoria propia realizado con el programa Qgis (QGIS Development Team (2019)).....	12
Figura 2. Fotografías de las zonas de muestreo. A y B sendero en la zona de baja intervención. C y D carretera de la zona de alta intervención.	14
Figura 3. Grafica comparativa en función de la hora en que se escuchó el primer canto de <i>Zonotrichia capensis</i> en cada una de las zonas de muestreo	18
Figura 4. Distribución y mediana en porcentaje del número de cantos por día de todo muestreo, dividido en rangos de 30 minutos desde las 4:30AM hasta las 8:00AM en cada una de las zonas de muestreo.....	19
Figura 5. Distribución y mediana del número de cantos netos por día de todo el muestreo, dividido en rangos de 30 minutos desde las 4:30AM hasta las 8:00AM en cada una de las zonas de muestreo.....	20

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	8
MATERIALES Y MÉTODOS	12
Modelo de estudio	12
Área de estudio	12
Diseño muestral	15
Análisis de datos	16
RESULTADOS	17
Descripción del horario de canto	17
Número de cantos	17
Tabla 1.	17
Hora del primer canto	18
Picos de frecuencia de canto	19
DISCUSIÓN	20
Numero de cantos	20
Hora del primer canto	22
Picos de frecuencias de canto	22
CONCLUSIÓN	24
LITERATURA CITADA	25

Resumen

Las aves son un grupo de organismos en los que se ha reportado mayor afectación en el comportamiento como consecuencia del ruido antropogénico asociado a la expansión urbana. Las consecuencias varían desde la ausencia de algunas de las especies en áreas urbanas, hasta adaptación y sobrevivencia en estos ambientes. Una especie que muestra potencialmente estas adaptaciones es *Zonotrichia capensis*, el copetón, convirtiéndolo en un excelente modelo biológico para entender como algunas especies de aves se enfrentan y modifican sus comportamientos, debido a los rápidos cambios provocados por las actividades antropogénicas. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar si el horario de inicio de canto del copetón, muestra diferencias cuando se compara entre zonas que se encuentran bajo diferentes niveles de intervención antrópica. Inicialmente, la descripción del canto se realizó contando este carácter del fenotipo, en rangos de 30 minutos durante las madrugadas de junio y julio del 2019. Los conteos se realizaron a lo largo de un transecto de 100 metros, en cada una de las zonas con diferente nivel de intervención (alta y baja), los conteos fueron realizados in vivo y verificados con grabaciones realizadas de manera simultánea. El análisis de los resultados se evidencio que no hay diferencias significativas en la frecuencia del inicio de cantos cuando las dos zonas son comparadas ($P=0.3711$). Sin embargo, en la zona de baja intervención, se observó que los copetones poseen una menor dispersión en la hora de su primer canto con respecto a la zona de alta intervención. Adicionalmente, en la zona de baja intervención, se detectó un solo pico de frecuencia de canto en comparación con la zona de alta intervención donde se observaron 2 picos. Comparando con diferentes especies aviales se demostró el impacto que genera la intervención antrópica sobre el copetón. Así mismo, y dado que es una especie de ave adaptada a las zonas intervenidas, puede dar las pautas para cuantificar el riesgo en el que se puede encontrar la avifauna por intervenciones

antropogénicas y empezar a tener en cuenta el ruido como un aspecto importante dentro de los planes de conservación.

Palabras clave: Comportamiento aviar, Coro del amanecer, Hábitat urbano y rural, Inicio de canto

Abstract

Birds are a group of organisms in which the greatest impact on behavior has been reported, as a consequence of anthropogenic noise associated with urban sprawl. The consequences vary from the absence of some of the species in urban areas, to adaptation and survival in these environments. A species that potentially shows these adaptations is *Zonotrichia capensis*, the rufous collar sparrow, making it an excellent biological model to understand how some species of birds cope with and modify their behaviors, due to the rapid changes caused by anthropogenic activities. The aim of this work was to evaluate if the start time of the singing of the rufous collar sparrow shows differences when compared between areas that are under different levels of anthropic intervention. Initially, the description of the song was made by counting this phenotype, in ranges of 30 minutes during the early mornings of June and July 2019. The counts were made along a 100-meter transect, in each of the areas with different level of intervention (high and low), the counts were carried out in vivo and verified with recordings made simultaneously. The analysis of the results showed that there are no significant differences in the frequency of the beginning of songs when the two zones are compared ($P = 0.3711$). However, in the area of low intervention, it is achieved that the rufous collar sparrow have a lower dispersion in the hour of their first song with respect to the area of ($P=0.3711$) high intervention. Furthermore, in the low intervention zone, only one song frequency peak was detected compared to the high intervention zone where 2 peaks

were observed. Comparing with different avian species it was possible to demonstrate an impact generated by the anthropic intervention on the rufous collar sparrow. Likewise, and given that it is a species of bird adapted to the intervened areas, it can give guidelines to quantify the risk in which the avifauna can be found due to anthropogenic interventions and begin to take noise into account as an important aspect within conservation plans..

Key words: Avian Behavior, Dawn Chorus, Urban and Rural Habitat, Song Beginning

INTRODUCCIÓN

La expansión urbana ha modificado el ambiente natural, alterando los ciclos biogeoquímicos, del clima, los hidrosistemas y la biodiversidad (Mendoza and Arce-Plata 2012). Adicionalmente, estos cambios provocados por las actividades antropogénicas, pueden alterar el fenotipo de los organismos tanto en hábitats urbanos como rurales, actuando en algunas ocasiones como vectores que afectan su estructura poblacional e historia de vida (Mendoza and Arce-Plata 2012). Un caso que evidencia estos impactos es el descrito en hormigas del género *Atta*, en el cual se observa como su comportamiento de forrajeo es perturbado debido a desechos humanos no orgánicos que funcionan como barreras en sus senderos (Zinck 2014). Por otra parte, muchos organismos se ven beneficiados y aprovechan las oportunidades que los nuevos hábitats ofrecen (Foltz, Davis, et al. 2015). Las ratas domesticas ejemplarizan claramente como un organismo se beneficia de las actividades antropogénicas, ya que las ciudades les ofrecen desechos para sus refugios y alimentación de sus crías en los nidos (Walsh 2014).

Una característica importante del hábitat urbano es el ruido antropogénico (Ramírez and Domínguez 2011). Estos sonidos no naturales pueden producir estrés en los organismos, alterando sus comportamientos, como es el caso de los peces de las especies *Carassius aurata*

y *Poecilla reticulata*, en los cuales se ha detectado que frecuencias producidas por electrodomésticos comunes de zonas urbanas, promueven movimientos acelerados y bruscos, comportamientos no frecuentes que son perjudiciales para el individuo, llevándolo en ocasiones a la muerte (Acosta 2011; Paredes 2013). Estos ruidos artificiales pueden causar interferencia en la detección de sonidos biológicos relevantes como: cantos, acercamiento de presas y/o predadores (Ollervides and Rohrkasse 2007). La disminución en la detección de señales ambientales adecuadas puede llevar a comprometer el *fitness* de los organismos, volviéndolos más vulnerables a depredación, alteración de sus comportamientos, sus mecanismos de búsqueda y defensa territorial, encuentro de alimento, comunicación entre parentales y descendientes e inclusive comprometiendo sus probabilidades de éxito reproductivo(Ollervides and Rohrkasse 2007; Carral-Murrieta et al. 2020).

Las aves son uno de los grupos de vertebrados más afectados por estos ruidos antropogénicos, debido a que la recepción de sonidos es fundamental para su comunicación, disminuyendo en algunos casos la eficacia de los llamados de alerta, señales de defensa territorial y apareamiento (Sánchez-Guzmán and Losada-Prado 2016). Se ha demostrado que algunas de las especies de hábitats con alta intervención en comparación con sus contrapartes de zonas de baja intervención, pueden exhibir diferencias morfológicas (Aguirre and Hernández 2019), fisiológicas (Foltz, Davis, et al. 2015) y comportamentales. Diferencias que podrían conducir a comportamientos como, reducción en las tasas de migración, mayor agresividad, mayor tolerancia a los humanos, cambio en el tono y horario de canto, este último importante para su viabilidad y reproducción (Foltz, Ross, et al. 2015; Foltz, Davis, et al. 2015). Existen ejemplos de estos cambios en aves de zonas templadas, en las cuales el canto se ve afectado

por la intervención antrópica, modificando el horario de canto a horas más tempranas del día (Arroyo et al. 2013; Nordt and Klenke 2013).

Un ave representativa de hábitats con alta intervención antrópica es el copetón (*Zonotrichia capensis*), es un ave ubicua que ha sido reportada en diferentes áreas, sugiriendo que tiene una gran capacidad de colonizar espacios transformados, siendo abundante en lugares altamente modificados como las ciudades y pueblos (Fernandez and Duré 2001) y su canto es escuchado durante todo el año sin depender del fotoperiodo para regular sus etapas de vida (Dorado-Correa et al. 2016). Aunque se considere una especie con alta capacidad adaptativa estudios hechos en el 2012 en Cundinamarca, Colombia, describen una disminución de su población por efecto del ruido y la intervención antrópica (Echeverry, Maria; Chaparro 2012; Redacción Bogotá 2012). Esta evidencia permite proponer al copetón como un modelo biológico ideal para evaluar el efecto que tiene la intervención antrópica en el horario de canto de las aves en el trópico, y cómo las especies se adaptan y sobreviven al impacto de las actividades humanas. Se planteó en el estudio determinar si diferentes niveles de intervención antrópica están asociados a modificar el horario de canto de *Z. capensis* en una zona de Puente Nacional, Santander, Colombia. Esta asociación es explorada describiendo y comparando el canto de individuos de copetones con respecto a su horario de inicio y frecuencia, como número de vocalizaciones, en dos zonas con diferentes niveles de intervención antrópica.

Acorde con los antecedentes planteados, se puso a prueba la hipótesis de que el horario de canto de *Z. capensis* difiere entre zonas de alta y baja intervención antrópica, evidenciando que en la zona con alta intervención los cantos inician más temprano y en mayor frecuencia para evitar el enmascaramiento de ruido que se producen en sitios con alta intervención

antrópica (Slabbekoorn and Boer-visser 2006; Loe et al. 2010; Dorado-Correa et al. 2016). Estudios detallados sobre el canto en aves contribuyen a establecer si existe un impacto importante en procesos biológicos como el apareamiento y la reproducción, lo que puede proporcionar datos sustanciales para la conservación y el manejo de este grupo de organismos (Castillo 2010; Moroni et al. 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

Modelo de estudio

El copetón (*Zonotrichia capensis*) es un ave Paseriforme ampliamente distribuida en América del Sur, desde Chiapas México hasta Tierra de Fuego Argentina, siendo una de las aves más comunes en Latinoamérica (Fernandez and Duré 2001; Tellez-Farfán and Sánchez 2016) y está presente dentro de las ciudades como en sus alrededores (Dorado-Correa et al. 2016). Su canto está compuesto por dos partes bien diferenciadas, una inicial llamada introducción, esta parte la que puede variar entre los individuos, y una parte final llamada trino; tanto las hembras como los machos poseen este canto característico (Tubaro et al. 1996). El copetón es una especie altamente territorial y se reproduce durante todo el año, lo cual permite escuchar su canto en todas las épocas (Dorado-Correa et al. 2016).

Área de estudio

El estudio se realizó en la localidad de Puente Nacional (5°52'38''Norte 73°40'43''Oeste) en el departamento de Santander, Colombia (Fig. 1), a finales de Junio e inicios de Julio del año 2019.



Figura 1. Mapa departamento de Santander, Colombia, señalando el sitio donde se realizaron los muestreos. (Mapa de autoría propia realizado con el programa Qgis(QGIS Development Team (2019))

La toma de datos se realizó en dos zonas de la localidad, la primera zona en una finca a las afueras del pueblo llamada <<cajoncitos>> (zona de baja intervención antrópica). Esta zona presento una visible variedad de fauna domestica (gallos, patos, gansos entre otros animales de corral y ornamentales), así como fauna silvestre (toches murciélagos, mirlas, guacharacas búhos, y otras aves bastante características de la región). La segunda zona correspondió a un área del pueblo junto al Instituto Técnico Industrial y a la terminal de transportes de esa región (zona de alta intervención antrópica), localizándose sobre una carretera bastante concurrida por algunos vehículos de transporte público, de construcción e intermunicipales (Fig. 2 c-d). Se consideró que la zona con intervención antrópica baja era aquella que mostraba un valor de densidad poblacional humana menor a 100 habitantes y un área de zona verde del 80% o superior. De la misma manera se consideró una zona con intervención antrópica alta aquella con densidades poblacionales humanas mayores a 100 habitantes y un área inferior al 80% de zona verde basándose trabajos de Foltz *et al* (2015).

Para corroborar el nivel de intervención antropogénica se cotejaron datos de la densidad poblacional humana y el porcentaje de área verde de ambas zonas; la primera se tomó de las estimaciones de población y proyecciones de la misma, realizadas por el censo del DANE del año 2018 (Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística: www.dane.gov.co). En cuanto al porcentaje de zona verde se determinó mediante imágenes satelitales de *google maps* y con el programa QGIS (GRASS Development Team 2017; QGIS Development Team (2019)). La estimación de este porcentaje considero áreas no intervenidas (“verdes”) como bosques, campos, pastizales y cuerpos de agua, así como áreas intervenidas o construidas (“grises”) como edificios,

carreteras y otras estructuras hechas por el hombre. El área total para definir el porcentaje de zona verde fue tomada en un radio de 50m a cada costado del transecto de 100 metros que se realizó en cada zona.



Figura 2. Fotografías de las zonas de muestreo. A y B muestran el sendero en la zona de baja intervención. C y D carretera de la zona de alta intervención.

La zona de baja intervención presentó un terreno con vegetación frondosa cubriendo alrededor del 96% del área de muestreo, con dos casas colindantes y una población humana menor a 50 individuos (Fig. 2 a-b). Los sonidos en esta zona fueron tanto de origen natural, provenientes de cuerpos de agua y de fauna tanto silvestre como doméstica, como de origen no natural, como conversaciones humanas, ruidos de pasos y ruidos provenientes de labores de agricultura. Por otra parte, la zona de alta intervención presentó algunos árboles y parches de zona verde, los cuales cubrían cerca del 26% de la zona de muestreo asimismo al encontrarse en la cabecera municipal de la localidad, la densidad poblacional humana fue muy alta, ya que para este municipio se registran aproximadamente 5547 pobladores (Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística: www.dane.gov.co). El sonido en esta zona mostraba una combinación marcada entre ruidos de origen natural (animales silvestres

y domésticos, cuerpos de agua) y ruidos provenientes de actividades antropogénicas asociadas a la presencia cercana de un acueducto, construcciones, conversaciones y tráfico vehicular. Además, en las fechas que se realizó el muestreo, el pueblo estaba en épocas de vacaciones, ferias y fiestas siendo aun mayor la población que se hospedó.

Diseño muestral

Se realizó un premuestreo de 2 días en el mes de Mayo del 2019 en cada una de las dos zonas para garantizar que cumplieran con los criterios de alta y baja intervención antrópica, asegurar la presencia de copetones (mediante avistamiento directo) y que sus cantos fueran detectables en la madrugada.

Habiendo delimitado las dos zonas, la toma de datos se hizo recorriendo un transecto de 100 metros, trazado en cada una de las zonas de intervención, durante 10 días para cada zona. Los datos del canto fueron colectados caminando los transectos entre las 4.30 h hasta las 8.00 h en rangos de 30 minutos, se registró la frecuencia de cantos anotando en una agenda cada vez que un copetón cantaba, tomando en cuenta el canto característico de *Z. capensis* adultos, principalmente su introducción. La frecuencia de cantos fue estimada como el número de cantos en los diferentes rangos de 30 minutos, de manera similar cada día se reportó la hora en que el primer canto fue escuchado en una agenda. Al mismo tiempo, se realizó una grabación general del ambiente para tener constancia y corroborar la frecuencia de los cantos, esta misma fue con la grabadora del dispositivo móvil Samsung modelo J2 pro. Estas grabaciones fueron escuchadas, examinadas y arregladas (en caso de cortes) posteriormente con el programa Audacity (Audacity), y así evitar sesgos sensoriales a la hora del muestreo.

Análisis de datos

Para realizar la comparación de la hora del primer canto entre las dos zonas de intervención se realizó implementando la prueba Wilcoxon (Gehan 1965; Pidoux et al. 2018). Por otro lado, para comparar picos de frecuencia de cantos se realizó prueba de T-student (Turcios 2015). Tanto las gráficas como las pruebas estadísticas fueron hechas en la plataforma de R (R Core Team).

RESULTADOS

Descripción del horario de canto

Número de cantos

Se registraron un total de 13345 cantos de *Z. capensis* entre las dos zonas de muestreo. En la zona de baja intervención se detectó un mayor número de cantos (N=7569), con un promedio diario de 109. Por otro lado, en la zona de alta intervención se registraron 5776 cantos y un promedio de 83 cantos por día (Tabla 1), presentando una diferencia significativa en la media de cantos por día (T-test, P= 0.01582).

Tabla 1. Descripción del número de cantos por hora durante los días de muestreo en cada zona de muestreo.

*Debido a que hay una dispersión amplia en los datos que están entre rango de 0 a 91, biológicamente no es posible dar una desviación estándar.

	Zona de intervención			
	Baja		Alta	
Hora	Número de cantos (promedio)	Número de cantos (desviación estándar)	Número de cantos (promedio)	Número de cantos (desviación estándar)
4:30	2.625	*	0	0
5:00	174.2	65.344897	194.1	44.856438
5:30	169.8	19.537997	257.7	45.176321
6:00	65.2	25.306126	76.8	28.200867
6:30	49.2	35.149838	47.1	28.629627
7:00	54.6	21.177556	62.2	53.297488
7:30	51.2	36.045650	118.8	66.459344
Total cantos	7559		5776	

Hora del primer canto

La media para la hora del primer canto en la zona de alta intervención fue a las 5:04 AM (sd \pm 10.96 minutos) y para la zona de baja intervención fue a las 5:09 AM (sd \pm 12.81 minutos), sin tener diferencias significativas al ser comparadas (Wilcoxon test, $P=0.3711$). El primer canto más temprano fue a las 4:43 AM en la zona de baja intervención y el canto más tarde a las 5:22 AM, mientras que para la zona de alta intervención, el primer canto más temprano fue a las 4:45 AM y el más tarde fue a las 5:23 AM. Se pudo observar que en la zona de alta intervención hay una mayor dispersión de datos con respecto al primer canto y en la zona de baja intervención se presentaron 2 datos atípicos y un mayor número de inicios de canto después de las 5:10 AM (Fig. 3). Observando que los copetones en la mayoría de días del muestreo dentro de la zona de baja intervención empezaron su canto un poco más tarde en las madrugadas en el rango de 5:00 AM que los copetones de la zona de alta intervención.

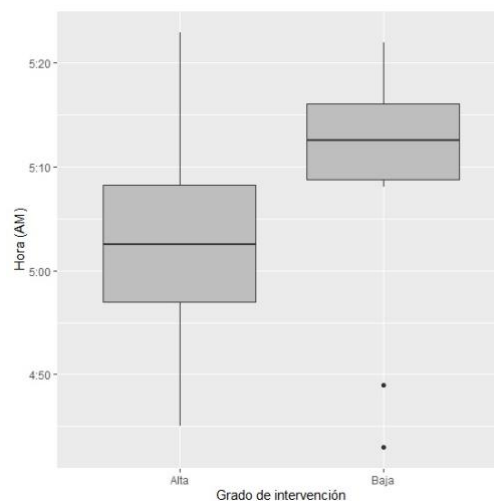


Figura 3. Grafica comparativa en función de la hora en que se escuchó el primer canto de *Z. capensis* en cada una de las zonas de muestreo

Picos de frecuencia de canto

Con respecto al pico de frecuencia de canto se puede apreciar que en ambas zonas el número de cantos aumentó drásticamente a partir de las 5:00 AM y se sostiene hasta las 6:00 AM (Fig. 4 y 5). Para la zona de alta intervención ocurrieron dos picos de canto significativo que se mantuvo durante dos rangos, entre el rango de 5:00 AM a 5:30 AM y el rango de 5:30 AM a 6:00 AM sin tener diferencias significativas que establezcan que un rango es mayor que el otro (Wilcoxon test, $P=0.6953$ para cantos netos y $P=1$ para porcentaje de cantos por día). Por otra parte en la zona de baja intervención se presentó un solo pico de canto en el rango de 5:30 AM.

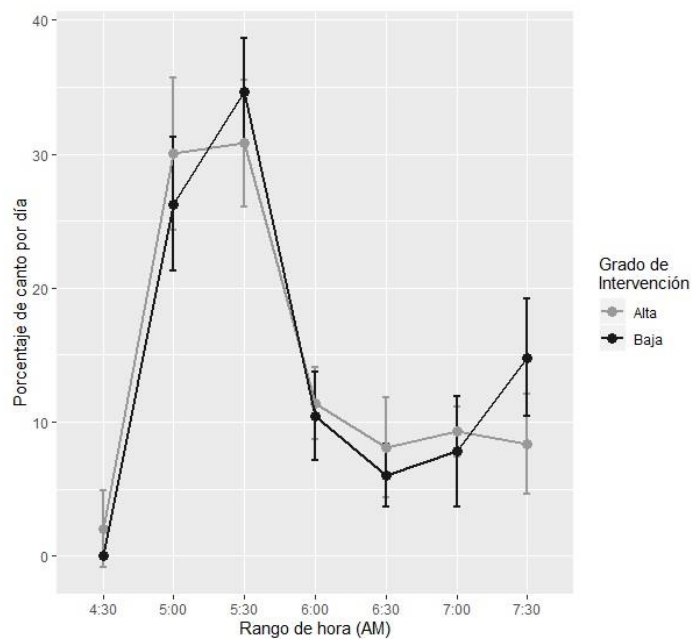


Figura 4. Distribución y mediana en porcentaje del número de cantos por día de todo muestreo, dividido en rangos de 30 minutos desde las 4:30AM hasta las 8:00AM en cada una de las zonas de muestreo

Después de los picos de mayor frecuencia de canto, en ambas zonas los individuos de *Z. capensis* disminuyen su canto, de estar cantando 250 veces en la zona de baja intervención

y 175 veces en la zona de alta intervención, a cantar alrededor de 75 veces en ambas zonas (Fig. 4 y 5). A partir de las 6:00 AM el número de cantos disminuye progresivamente en las dos zonas de muestreo para posteriormente a las 7:00 AM comenzar a aumentar su canto de manera paulatina cuando la actividad humana es menos activa y más calmada y hasta el final del muestreo.

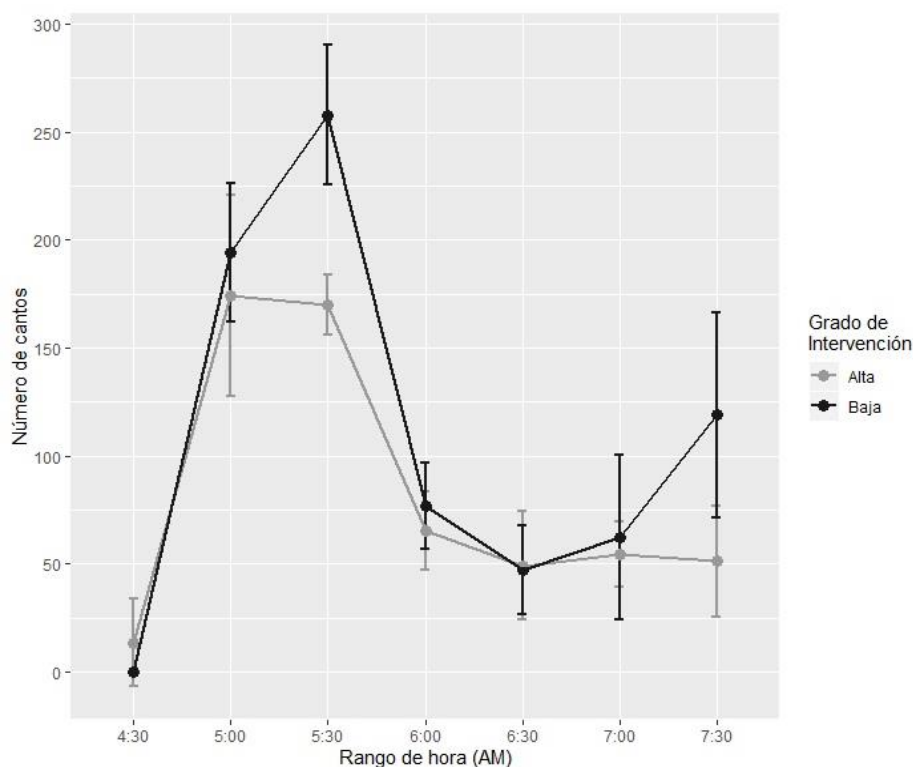


Figura 5. Distribución y mediana del número de cantos netos por día de todo el muestreo, dividido en rangos de 30 minutos desde las 4:30AM hasta las 8:00AM en cada una de las zonas de muestreo.

DISCUSIÓN

Número de cantos

Aunque no fue cuantificado el número de individuos de *Z. capensis*, esta diferencia significativa en un mayor número de cantos en la mayoría de intervalos de la zona de baja intervención con respecto a los intervalos de la zona de alta intervención puede ser atribuida a un mayor número de copetones en la zona de baja intervención, ya que esta zona posee un

mayor número de áreas verdes como pastizales, cultivos y relictos de bosque. Estos espacios presentan un mayor hábitat aprovechable con respecto a la zona de baja intervención en las aves permitiendo mayor riqueza y abundancia de especies en estas áreas (Moreno 2017), entre ellas especies vegetales como arbustos y pastizales, aprovechados por los copetones para ocultar y construir sus nidos. También en estos lugares de alta vegetación como lo es la zona de baja intervención se ha reportado un mayor número de especies de insectos y semillas que permiten una mejor alimentación, lo que explicaría la mayor cantidad de individuos en la zona de baja intervención (Keve; A. Kovács 1971; Fernandez and Duré 2001; Tellez-Farfán and Sánchez 2016).

También se puede atribuir un mayor número de cantos en la zona de baja intervención a causa de que algunos individuos de aves silvestres y domesticas de esta zona fueron contribuyentes al coro del amanecer, momento en el que los copetones siendo altamente territoriales como ya ha sido reportado (Keve; A. Kovács 1971; Fernandez and Duré 2001), compiten agonísticamente por territorio o pareja. Esta observación se evidenció en el estudio de Sagario y Cueta (2014), en el cual corroboran el aumento de agresividad intra e interespecifica en las especies *Poospiza ornata*, *Poospiza torquata*, *Z. capensis* y *Saltatricula multicolor* dando como resultado un mayor número de cantos en la zona de baja intervención, sumando que la zona de alta intervención presentaba ruidos de diferente índole como, construcciones, vehículos, personas, entre otros, causando interferencia en el canto de los copetones que presenta una barrera en la comunicación interespecifica e intraespecifica, como sucede en otras especies que son afectadas por esta clase de interferencia (Ollervides and Rohrkasse 2007); también interfiriendo en la detención y anotación como sucede en el

estudio de Sayers *et al.* (2019) lo cual las especies en estudio se alejaban de la zona de muestreo debido a la interferencia antropogénica y sus cantos no se podían contabilizar.

Hora del primer canto

En la comparación del horario del primer canto entre las dos zonas, no se apreciaron diferencias significativas (Wilcoxon test, $P=0.3711$). Esto se pudo deber a que a pesar de escoger una zona altamente intervenida tenían parches de zona verde generando potencialmente un gradiente menos brusco de intervención antrópica y mitigando estos efectos antropogénicos, reportando que estos parches verdes pueden servir como <<barreras naturales anti ruido>> y generadores de microclimas siendo lugares más adecuados para la vivencia de esta especie (Criollo 2018; Martínez 2019) que posiblemente hicieron no presentar diferencias significativas en la hora del primer canto entre la zona de baja intervención y la zona de alta intervención. Este efecto de gradiente se puede observar en un estudio de mirlas europeas, en el que se evaluó su horario de canto mediante un gradiente de intervención antrópica, donde las mirlas con mayor cercanía a la intervención antrópica más retrasaban su horario de canto en las madrugadas, incluso llegaban a retrasar su canto hasta 5 horas evidenciando el efecto antropogénico en el horario de inicio de canto (Nordt and Klenke 2013). La sutileza en el cambio de horario del primer canto también se puede observar en las especies *Sturnus unicolor* y *Passer domesticus*, en las cuales el canto se ve afectado por la intervención antrópica, modificando el horario de canto a momentos más tempranos del día en zonas de alta intervención (Arroyo et al. 2013).

Picos de frecuencias de canto

Las diferencias en los picos de frecuencia de canto observados se dieron potencialmente a la competencia que se genera con el ruido ambiental que se crean y se perciben en ambas zonas,

en la zona de baja intervención los copetones compiten con otras especies silvestres y domésticas y en la zona de alta intervención como se mencionó anteriormente en el estudio de Sagario y Cueta (2014), sumando el ruido antropogénico por actividades humanas matutinas teniendo tendencia al aumento de agresividad de las aves (Mendoza and Arce-Plata 2012; Foltz, Ross, et al. 2015; Foltz, Davis, et al. 2015). Así los copetones de la zona de alta intervención se veían con más tendencia a la agresividad, extendiendo su pico de canto debido a la competencia territorial y a la presencia e interferencias de ruidos provenientes de actividades humanas, estas últimas iniciando alrededor de las 5:30 AM siendo el mayor pico de actividad a las 6:00 AM (Román 2018). Este aumento de agresividad por la presencia humana también es evidenciado en diferentes especies como por ejemplo el gorrión cantor (*Melospiza melodia*) en los estudios de Evans *et al.* (2010) y Scales *et al.* (2011) que comparan la agresividad del gorrión en zonas rurales y urbanas.

Esta disminución drástica del mayor pico de canto se puede atribuir a que a estas horas en la zona de alta intervención los estudiantes ingresaban a sus clases y posiblemente aumentando el ruido ambiental debido a los vehículos, las conversaciones entre otras fuentes sonoras (Platzer et al. 2007; Marín Mamani et al. 2017; Román 2018) y en la zona de baja intervención las labores de agricultura eran más notables como se mencionó anteriormente. Los copetones podrían haber evadido estos ruidos como también se pudo apreciar con diferentes aves entre ellas el Selva Pechigrís (*Henicorhina leucophrys*) y el Solitario Carinegro (*Myadestes melanops*) en el estudio de Sayers *et al* (2019) y volver cuando este ruido antropogénico no fuera tan intenso o hacer silencio en esta hora de alto ruido antropogénico para luego cantar con mayor intensidad cuando estuviera más en calma (Castillo 2010).

Aunque no era el foco de esta investigación y no se le pudo dar una profundización adecuada, se notó un cambio en el patrón de canto de *Z. capensis* después de examinar y escuchar las grabaciones. Donde el trino de los copetones en la zona de alta intervención era en algunos casos ausente o bastante alterado dentro de la misma población a pesar de que *Z. capensis* posea dialectos heredados (Tubaro 1999; Foltz, Ross, et al. 2015; Foltz, Davis, et al. 2015; Charria 2019). Un comportamiento similar es observado en el estudio de Pacheco y Lozada (2015) en el cual la especie *Hylophilus flavipes* presentó distorsión en sus cantos provocando menor duración entre sus notas de canto, una mayor duración entre nota y nota, cantos con menor número de notas en cercanías al ruido vehicular, además en *Cyclarhis gujanensis* generó tendencia a que su última nota fuera más duradera en cercanías al ruido vehicular.

CONCLUSIONES

Las diferencias en frecuencias de canto en las zonas comparadas, muestran que los copetones evitan cantar en momentos de mayor ruido antropogénico, muy probablemente para evitar ser enmascarados y disminuir la competencia intra e interespecifica.

No se revelaron adaptaciones locales a nivel del horario del primer canto en las dos zonas analizadas, lo que indica que no ha habido tiempo suficiente para que estas adaptaciones se establezcan o fortaleciendo la hipótesis de la plasticidad de este carácter en *Z. capensis*.

Finalmente, las cualidades del canto de la población de los copetones en Puente Nacional Santander analizadas en este trabajo, evidenciaron que las diferencias en los niveles de intervención antrópica no están modificando el horario y frecuencia del canto de manera significativa. Sin embargo, las diferencias fueron evidenciadas, lo que sugiere que a un

mediano o largo plazo, pueden marcarse con claridad diferencias en el canto de esta especie bajo diferentes intensidades de ruido antropogénico.

En ese sentido, estas poblaciones de *Z. capensis*, deberían continuar bajo seguimiento, evaluando y estimando en más detalle su respuesta a estos sonidos antropogénicos. Adicionalmente y simultáneamente, estudios de los elementos genéticos o epigenéticos involucrados en la expresión de este carácter, permitiría evaluar el grado de plasticidad fenotípica o de adaptación de esta especie a la intervención antrópica. Asimismo se recomienda realizar mediciones de ruidos antropogénicos y el patrón del canto de *Z. capensis* como observaciones más detalladas de su comportamiento ante la intervención antrópica.

LITERATURA CITADA

- Acosta MC. 2011. Estudio sobre el estrés producido por contaminación acústica antropogénica en el comportamiento de *Carassius aurata* (Pisces : Cyprinidae). :7–13.
- Aguirre J, Hernández I. 2019. Caracterización morfológica, fisiológica y comportamental de aves forestales del centro de la península ibérica. Universidad Complutensis de Madrid.
- Arroyo A, Castillo J, Figueroa E, Lopez J, Slabbekoorn H. 2013. Experimental evidence for an impact of anthropogenic noise on dawn chorus timing in urban birds. (December 2012):1–9. doi:10.1111/j.1600-048X.2012.05796.x.
- Artusi R, Verderio P, Marubini E. 2002. Bravais-Pearson and Spearman correlation coefficients: Meaning, test of hypothesis and confidence interval. Int J Biol Markers. 17(2):148–151. doi:10.5301/JBM.2008.2127.

Audacity E software® copyright © 1999-2019 AT. Sitio web: <https://audacityteam.org/> . Es un software libre distribuido bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU. El nombre Audacity® es una marca registrada de Dominic Mazzoni.

Carral-Murrieta CO, García-Arroyo M, Marín-Gómez OH, Sosa-López JR, MacGregor-Fors I. 2020. Noisy environments: untangling the role of anthropogenic noise on bird species richness in a Neotropical city. *Avian Res.* 11(1):1–7. doi:10.1186/s40657-020-00218-5.

Castillo AA. 2010. Impacto del ruido antropogénico en las propiedades acústicas de vocalizaciones de *Rallus longirostris levipes*, la gallineta de marisma. Ensenada, Baja California.

Charria A. 2019. El canto de los copetones - ELESPECTADOR.COM. [accessed 2020 Jan 6]. <https://www.elespectador.com/opinion/el-canto-de-los-copetones-columna-859714>.

Criollo SC. 2018. Evaluación de la cobertura vegetal de los parques del programa de adopción de parques y zonas verdes de la ciudad de Cali como estrategia para la mitigación de islas de calor. Universidad Autónoma de Occidente.

Dorado-Correa AM, Rodríguez-Rocha M, Brumm H. 2016. Anthropogenic noise, but not artificial light levels predicts song behaviour in an equatorial bird. *R Soc Open Sci.* 3(7). doi:10.1098/rsos.160231.

Echeverry, Maria; Chaparro S. 2012. El Clarinero, reporte anual de ornitología. 46.

Evans J, Boudreau K, Hyman J. 2010. Behavioural Syndromes in Urban and Rural Populations of Song Sparrows. *Ethology.* 116(7):588–595. doi:10.1111/j.1439-0310.2010.01771.x.

Fernandez G, Duré N. 2001. Éxito reproductivo y productividad del chingolo (*Zonotrichia capensis*) en un área de monte de la provincia de buenos aires (Argentina). *Ornitol Neotrop.* 12(1):113–120. doi:10.1038/086378a0.

Foltz SL, Davis JE, Battle KE, Greene VW, Laing BT, Rock RP, Ross AE, Tallant JA, Vega RC, Moore IT. 2015. Across Time and Space : Effects of Urbanization on Corticosterone and Body Condition Vary Over Multiple Years in Song Sparrows (*Melospiza melodia*). doi:10.1002/jez.1906.

Foltz SL, Ross AE, Laing BT, Ryan P, Moore IT. 2015. Behavioral Get off my lawn : increased aggression in urban song sparrows is related to resource availability. 00:1–10. doi:10.1093/beheco/arv111.

Gehan EA. 1965. A Generalized Wilcoxon Test for Comparing Arbitrarily Singly-Censored Samples. *Biometrika.* 52(1/2):203. doi:10.2307/2333825.

GRASS Development Team 2017. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 7.2. Open Source Geospatial Foundation. Electronic document: <http://grass.osgeo.org>.

Keve; A. Kovács A. 1971. Notas taxonómicas sobre el Chingolo (*Zonotrichia capensis*) del. El Hornero. 011(0073–3407):85–92.

Loe P, Kempnaers B, Borgstro P, Schlicht E, Valcu M. 2010. Report Artificial Night Lighting Affects Dawn Song , Extra-Pair Siring Success , and Lay Date in Songbirds. :1735–1739. doi:10.1016/j.cub.2010.08.028.

Machado JP, Johnson WE, Gilbert MTP, Zhang G, Jarvis ED, O'Brien SJ, Antunes A. 2016. Bone-associated gene evolution and the origin of flight in birds. *BMC Genomics.*

17(1):1–15. doi:10.1186/s12864-016-2681-7.

Marín Mamani G, Marín Paucara E, Argota Pérez G. 2017. Zonificación acústica generada por decibeles no permisibles antropogénicos en la ciudad de Puno, Perú. 22(23):59–68. doi:10.24265/campus.2017.v22n23.05.

Martinez CF. 2019. Propuesta metodológica para evaluar la mitigación de la contaminación sonora por parte de los espacios verdes urbanos . Caso del Área Metropolitana de Mendoza. (January).

Mendoza ÁM, Arce-Plata MI. 2012. Aproximación al impacto de la perturbación urbana en las vocalizaciones de *Pitangus sulphuratus* (Tyrannidae) en Santiago de Cali, Valle del Cauca (Colombia). :19–29.

Moreno C. 2017. Diversidad taxonomica y funcional de aves asociadas a diferentes tipos de vegetación. Pontificio Universidad Javeriana.

Moroni E, Crivelaro A, Soares T. 2017. Increased behavioural responses to human disturbance in breeding Burrowing Owls *Athene cunicularia*. :854–859. doi:10.1111/ibi.12513.

Nordt A, Klenke R. 2013. Sleepless in Town – Drivers of the Temporal Shift in Dawn Song in Urban European Blackbirds. 8(8):1–10. doi:10.1371/journal.pone.0071476.

Ollervides F, Rohrkasse S. 2007. Repertorio acústico de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en Bahía Magdalena. :263–274.

Pacheco V, Losada S. 2015. Efecto del ruido del tráfico vehicular en cantos de *Hylophilus flavipes* y *Cyclarhis gujanensis*. 6(2):177–183.

- Paredes L. 2013. Comportamiento de juveniles de *Poecilla reticulata* ante diferentes frecuencias acústicas. *An Univ Etol.* 7:38–44.
- Pidoux L, Leblanc P, Levenes C, Leblois A. 2018. A subcortical circuit linking the cerebellum to the basal ganglia engaged in vocal learning. *Elife.* 7:1–31.
doi:10.7554/eLife.32167.
- Platzer L, Iñiguez C R, Cevo J, Ayala F. 2007. Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello.* 67:122–128.
- QGIS Development Team (2019). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project <https://qgis.org>.
- R Core Team. (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.
- Ramírez A, Domínguez E. 2011. El ruido vehicular urbano: Problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Rev la Acad Colomb Ciencias Exactas, Físicas y Nat.* 35(137):509–530.
- Redacción Bogotá. 2012. Ruido y contaminación en Bogotá - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com. [accessed 2020 Jan 6].
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-11130684>.
- Román G. 2018. Evaluación de los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija, Bolivia. *Acta Nov.* 8(3):421–432.
- Sagario C, Cueto V. 2014. Evaluación del comportamiento territorial de cuatro especies de aves granívoras en el Monte central. *Hornero.* 29(2):81–92.

Sánchez-Guzmán JN, Losada-Prado S. 2016. Características de la avifauna en un fragmento de bosque húmedo premontano afectado por ruido vehicular. *Rev Mutis*. 6(2):7–18. doi:10.21789/22561498.1147.

Sayers C, Moreland C, Morgan H, Arevalo E. 2019. Efecto de corto plazo del ruido por tráfico sobre coros de aves en un bosque nuboso neotropical. *Zeledonia*. 23.

Scales J, Hyman J, Hughes M. 2011. Behavioral syndromes break down in urban song sparrow populations. *Ethology*. 117(10):887–895. doi:10.1111/j.1439-0310.2011.01943.x.

Slabbekoorn H, Boer-visser A Den. 2006. Report Cities Change the Songs of Birds. :2326–2331. doi:10.1016/j.cub.2006.10.008.

Tellez-Farfán L, Sánchez FA. 2016. Forrajeo de *Zonotrichia capensis* (Passeriformes: Emberizidae) y valor del parche en cercas vivas juvenes de la sabana de Bogotá. *Acta Biológica Colomb*. 21(2):379–385. doi:10.15446/abc.v21n2.52605.

Tubaro P, Gabelli F, Mozetich I. 1996. Evaluación de la Hipótesis de la Detección Alertada en el Canto del Chingolo (*Zonotrichia capensis*) - I. Experimentos con Playbacks de Cantos Completos y Fraccionados. *El Hornero*. 14(3):27–34.

Tubaro PL. 1999. Bioacústica aplicada a la sistemática , conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. 32:19–32.

Turcios RAS. 2015. T-Student. Usos y abusos. *Rev Mex Cardiol*. 26(1):59–61.

Walsh MG. 2014. Rat sightings in New York City are associated with neighborhood sociodemographics, housing characteristics, and proximity to open public space. *PeerJ*. 2:e533. doi:10.7717/peerj.533.

Zinck G. 2014. Influencias Antropogénicas en el Mantenimiento de los Senderos en el género de Hormigas corta hojas *Atta*. Indep Study Proj Collect. 1871:1–25.