

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN/RESEARCH ARTICLE

FORRAJEO DE *Zonotrichia capensis* (Passeriformes: Emberizidae) Y VALOR DEL PARCHE EN CERCAS VIVAS JÓVENES DE LA SABANA DE BOGOTÁ

Foraging Behavior of *Zonotrichia capensis* (Passeriformes: Emberizidae) and Patch Value in Young Live Fences in the Bogotá High Plateau

Lorena TELLEZ-FARFÁN¹, Francisco Alejandro SÁNCHEZ².

¹ Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Cll. 222 n°. 55-37. Bogotá D.C., Colombia.

² Programa de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada. Dirección actual: Programa de Biología, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

For correspondence. tllzlorena@gmail.com

Received: 26th August 2015, **Returned for revision:** 23th October 2015, **Accepted:** 7th December 2015.

Associate Editor: Diego Santiago Alarcón.

Citation / Citar este artículo como: Tellez-Farfán L, Sánchez F. Forrajeo de *Zonotrichia capensis* (Passeriformes: Emberizidae) y valor del parche en cercas vivas jóvenes de la Sabana de Bogotá. Acta biol. Colomb. 2016;21(2):379-385. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v21n2.52605>

RESUMEN

El copetón *Zonotrichia capensis* tiene una amplia distribución en América neotropical, es un ave tolerante a las intervenciones humanas, pero sabemos poco sobre su comportamiento de forrajeo en los Andes colombianos. Por ello, estudiamos la estrategia de forrajeo del copetón y, adicionalmente, el valor de parches alimentarios a lo largo de dos cercas vivas jóvenes (plantación < 2 años), en relación con la distancia a una zona de ronda del río Bogotá, en Cajicá, Sabana de Bogotá, Colombia. El río es un área dominada por árboles en una matriz rural a urbana. Utilizamos parches artificiales hechos de bandejas de aluminio con semillas mezcladas con arena. Determinamos la proporción de consumo entre tres parches con diferentes densidades de alimento inicial, para determinar si los copetones obtienen información del parche. Usamos también parches artificiales para determinar si la distancia al río a lo largo de dos cercas vivas jóvenes afectaba el forrajeo. Nuestros resultados indican que *Z. capensis* no obtuvo información del parche y no reconoció diferencias en parches con diferente densidad inicial de alimento. Adicionalmente, la distancia al río afectó el valor de los parches de forrajeo en solo una de las cercas vivas examinadas donde hubo mayor consumo cerca al río. Al parecer, la densidad inicial de alimento no afectó el nivel de explotación del parche por parte de los copetones, mientras que el valor del parche en las cercas vivas jóvenes puede estar influido por la distancia al río.

Palabras clave: Andes, Colombia, estrategia de forrajeo, forrajeo óptimo, uso del espacio.

ABSTRACT

The Rufous-collared Sparrow *Zonotrichia capensis* is a widely distributed species in neotropical America, it is tolerant to human interventions, but we know little about its foraging ecology on the Colombian Andes. Therefore, we studied the foraging strategy and, additionally, the value of foraging patches along two young live fences (< 2 year planted) in relation to the Bogota River in Cajica, in an Andean highland plateau in Colombia. The Bogota River is one of few areas dominated by arboreal vegetation in an urban-rural matrix at the study site. We used artificial food patches made of aluminum trays with seeds mixed with sand. We measured the proportion of food consumed in patches with different initial food density to determine whether sparrows obtain information from the patch. We also used artificial patches to determine whether distance to the river affected the sparrow's foraging in two young live fences. Our results indicate that *Z. capensis* did not gather any information from the patch and did not differentiate patches with different amounts of food. Furthermore, the distance to the river affected the value of food patches, but only in one of the live fences, where there was higher food consumption close to the river. Apparently, the food initial-density did not affect the patch exploitation level by sparrows, but the patch value in young live fences could be influenced by distance to the river.

Keywords: Andes, Colombia, foraging strategy, optimal foraging, use of space.

INTRODUCCIÓN

El copetón *Zonotrichia capensis* (Statius Müller, 1776) (Passeriformes, Emberizidae) tiene una amplia distribución en América, encontrándose desde Chiapas, México, hasta Tierra de Fuego en Argentina (Hilty y Brown, 2001). En la región tropical de América se distribuye desde la Guyana Francesa, pasando por la cuenca amazónica hasta los Andes, donde se encuentra hasta los 4700 m s.n.m. en Bolivia (Miller y Miller, 1968; Nottebohm, 1975). Su amplia distribución se debe a que ha sido capaz de colonizar espacios transformados, llegando a ser abundante en lugares altamente modificados como ciudades y áreas rurales (Miller y Miller, 1968; Garitano y Gismondi, 2003; Faggi y Perepelizin, 2006; Leveau y Leveau, 2006; Maragliano *et al.*, 2009).

Se han realizado estudios de la dieta del copetón en zonas templadas de Chile y Argentina y en zonas tropicales como los bosques subandinos de Colombia (Miller y Miller, 1965; López-Calleja, 1995; Rouges y Blake, 2001; Finley *et al.*, 2011). En dichos estudios se ha observado que el copetón se alimenta principalmente de semillas, aunque puede complementar su dieta con insectos, dependiendo de la disponibilidad de recursos y la época del año. También se ha examinado su comportamiento frente a características del alimento como la presencia de sustancias químicas, encontrándose que puede percibir ciertos compuestos mediante el sentido del gusto antes de ingerirlos (Ríos y Mangione, 2010), y se comporta como una especie flexible ante cambios en su entorno (Cardozo *et al.*, 2008; Solari y Saccagnini, 2009).

La capacidad del copetón para escoger su alimento, su flexibilidad en la dieta y a los cambios en el hábitat, pueden implicar una evaluación eficiente entre costos y beneficios al momento de explotar parches alimentarios, y puede ser ventajosa para explotar zonas altamente transformadas como la Sabana de Bogotá en Colombia (ABO, 2000; Osorio y Molina, 2009).

Charnov (1976) propuso que los forrajeadores maximizan sus tasas de cosecha a través del contraste entre los costos y beneficios al forrajear en parches alimentarios, y que con el paso del tiempo en el parche, el forrajeador presenta ganancias decrecientes debido al aumento del esfuerzo en la búsqueda y la disminución en la retribución por este esfuerzo.

El valor del parche está asociado con las tasas de cosecha, de tal forma que un mayor consumo por unidad de tiempo podría indicar que el valor del parche es mayor, y se esperaría que las especies que puedan maximizar estas tasas de cosecha tengan una ventaja sobre otras que no puedan hacerlo. Valone y Brown (1989) usaron parches ricos (alta densidad de alimento) y pobres (baja densidad de alimento), en los que tres especies de roedores y tres especies de aves granívoras experimentaban ganancias decrecientes en su tasa de cosecha para evaluar la estrategia

de forrajeo utilizada por cada una. Ellos propusieron cuatro estrategias de forrajeo con base en las posibilidades de obtener información de la calidad del parche de forrajeo luego de utilizarlo. La estrategia *Fixed time* es la única en la que la explotación del parche no es dependiente de la cantidad inicial de recursos y el parche rico es subutilizado con respecto al pobre, debido a que la variable que afecta el forrajeo no es la obtención de información sino un tiempo determinado de explotación. En las estrategias *Prescient*, *Bayesian* y *Rate assessor* sí hay obtención de información de acuerdo con la exploración, la explotación progresiva y la evaluación de la calidad del parche de acuerdo con la tasa de ganancia energética, respectivamente.

En el desierto de Nacuñán (Argentina), *Z. capensis* prefirió explotar lugares cercanos a zonas con cobertura vegetal, obtuvo información del parche al realizar una exploración local rápida y explotó los parches alimentarios de acuerdo con la disponibilidad de recursos, de lo que se deduce que obtuvo información del parche alimentario (Milesi y Marone, 2015). Los autores sugirieron utilizar la técnica de densidades de abandono para estudiar la estrategia de forrajeo (Brown, 1988; Valone y Brown, 1989), debido a que no evaluaron exactamente la cantidad de información que el copetón es capaz de conseguir al momento de explorar el parche alimentario en ambientes homogéneos. Por lo anterior, evaluamos si *Z. capensis* utiliza información derivada de la explotación de un parche alimentario para determinar su calidad y nivel de explotación parches superficialmente homogéneos, estimando el efecto que tiene la densidad inicial de comida sobre la cantidad consumida.

Por otra parte, la Sabana de Bogotá es la región más densamente poblada de Colombia, y allí el copetón es una de las especies más comunes (ABO, 2000; Molina, 2006; Osorio y Molina, 2009). La Sabana ha sido altamente transformada, pasando de estar ocupada por humedales y bosques (Van der Hammen, 2003), a ser una región compuesta por fragmentos de ecosistemas naturales en una matriz dominada por ambientes artificiales dedicados a la agricultura, ganadería, minería y desarrollo urbano (ABO, 2000). Como parte de las actividades rurales se han establecido cercas vivas para dividir predios, obtener madera, cortar vientos, entre otros servicios, lo que además contribuye a preservar parte de la biodiversidad de la Sabana (Beer *et al.*, 2003; Bennet, 2003; Santivañez, 2005; Martínez-Salinas y DeClerck, 2010).

El copetón, aunque es una especie que tolera un alto nivel de transformación del paisaje, percibe los cambios en su entorno, como es la presencia o ausencia de cobertura vegetal, prefiriendo las zonas que probablemente le signifiquen menor riesgo de ser depredada (Milesi y Marone, 2015). Las cercas vivas en áreas rurales y suburbanas aumentan la cobertura vegetal, y pueden brindar zonas de alimentación y refugio, generando así, espacios de conexión entre ecosistemas (DAMA, 2000; Hinsley y Bellamy, 2000;

Ardila, 2003; Beer *et al.*, 2003; Santivañez, 2005; Téllez-Farfán *et al.*, 2013). Sin embargo, hasta donde sabemos, en la Sabana de Bogotá no se han realizado estudios que evalúen el efecto que tienen las cercas vivas sobre la ecología del copetón particularmente. Por ello, utilizamos parches de forrajeo artificiales para examinar si cercas jóvenes, con menos de dos años de plantación, que se alejan de una zona arbolada afectan el valor, o nivel de explotación, de parches de forrajeo para los copetones, aportando información sobre el copetón en la Sabana y sobre la posibilidad de usar cercas vivas como corredores ecológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estrategia de forrajeo

Este estudio se realizó en el campus sur de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) al norte de la ciudad de Bogotá, Cundinamarca; 4°47'57" N-74°02'40" W, 2550 m s.n.m. El campus de la UDCA se encuentra dentro del área rural de Bogotá, colindando hacia el norte con el humedal de Guaymaral y hacia el sur con la zona de expansión urbana de la ciudad. Las observaciones las hicimos en una cerca viva cercana a una cancha de fútbol donde frecuentemente se observan copetones. Para examinar su estrategia de forrajeo utilizamos parches artificiales de diferente calidad, representada por la cantidad de semilla, utilizando cinco estaciones con tres bandejas de aluminio cada una. Cada estación tuvo condiciones ambientales muy similares entre sí. En este estudio, cada parche corresponde a una bandeja. Las bandejas (14,5 · 9,5 · 4,5 cm) contenían 0,5 L de arena mezclados con diferentes cantidades de alpiste. La arena tuvo el propósito de generar ganancias decrecientes al dificultar la obtención de semillas a medida que aumentaba el tiempo de explotación del parche (Brown, 1988) y para registrar huellas que permitieran verificar que los datos obtenidos fueran de copetón. La certeza del uso de los parches por parte del copetón la obtuvimos haciendo observaciones de los parches de forrajeo y revisando las huellas. En el campus sur, las únicas especies granívoras aparte del copetón eran *Sporagra spinescens*, *Astragalinus psaltria* y *Zenaida auriculata* (Sánchez *et al.*, 2013); las dos primeras raramente visitaron la zona donde se hizo el experimento y las huellas de *Z. auriculata* eran considerablemente más grandes que las del copetón. Cada bandeja tuvo un techo de plástico para evitar que la lluvia alterara el peso de las semillas y contenía diferentes cantidades de alimento con el fin de evaluar si los copetones podían identificar diferencias en la calidad de cada parche. En cada estación había una bandeja con 1 g de alpiste (el equivalente a un parche pobre), otra con 3 g (el equivalente a un parche medio), y otra con 5 g (el equivalente a un parche rico). En cada ensayo variamos la posición de cada bandeja de forma aleatoria con el propósito de evitar que el forrajeador se decidiera por una bandeja por la posición del parche en el ensayo

anterior (Valone y Brown, 1989). Realizamos el experimento durante siete días seguidos, después de un periodo de diez días de habituación, al lugar y a las bandejas, utilizando alpiste y pan. Las bandejas se dejaron desde las 07:00 h hasta las 12:00 h, para obtener una evaluación diaria de cinco horas. Después de cada periodo de evaluación diario, procedimos a tamizar la arena para calcular el peso de las semillas consumidas y medir la proporción de alimento consumido por parche alimentario, i.e., masa de alimento consumido/masa de alimento inicial de cada bandeja. Para la determinación de la estrategia de forrajeo, inicialmente evaluamos si la densidad inicial de recursos no afectó la proporción de consumo, lo que correspondería con las predicciones de la estrategia *fixed time*, es decir, no uso de información. En caso de haber efecto de la densidad inicial de alimento por parche sobre el consumo, se evaluaría el nivel de explotación del parche rico con respecto al pobre.

Uso de parches alimentarios en cercas vivas jóvenes

Este estudio lo desarrollamos en la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), en el municipio de Cajicá, Cundinamarca, Colombia; área ~ 76 ha, 4°56'32.97" N y 74°00'46.38" W, 2560 m s.n.m. La UMNG se encuentra al norte de Bogotá y forma parte de la Sabana de Bogotá (Guhl, 1981). Antes de pertenecer a la UMNG, los terrenos del campus se utilizaron para actividades agropecuarias. Actualmente están conformados por tres coberturas principales: construcciones con pastizales y jardines, pastizales dominados por *Cenchrus clandestinus* junto con árboles dispersos y zonas de cultivos, y una zona arbolada ubicada en la ronda del río Bogotá, con árboles de las especies *Eucalyptus* sp. y *Salix humboldtiana*, con alturas entre 6 y 15 m, y arbustos de *Baccharis* spp. (Barrera-Niño y Sánchez, 2014). Recientemente se han sembrado árboles y arbustos de especies nativas en esta zona. La UMNG colinda al oriente con el río Bogotá, al norte con una finca en donde se presentan cultivos transitorios y cultivos permanentes de flores, al occidente con la variante Cajicá-Zipacquirá, y al sur con un área donde se encuentran cultivos de flores abandonados. En el año 2012 se sembraron diferentes especies de árboles del bosque altoandino, para formar cercas vivas en los perímetros norte y sur del campus. Estas cercas colindan al oriente con el río Bogotá, un área más natural y con mayor cobertura arbórea en comparación con el sector occidental de las mismas, en el que colindan con la vía (Fig. 1). En el momento de los experimentos, las cercas estaban conformadas por dos filas de árboles cuya altura oscilaba entre 1,5-3 m de altura. Establecimos estaciones de forrajeo separadas entre sí de 100 m en cada cerca (Fig. 1). Colocamos una bandeja de aluminio de 30 · 21 · 4 cm, con 2 g de mijo rojo mezclados con 2 L de arena por estación evaluada. Por día, las bandejas fueron dejadas desde las 06:00 h hasta las 18:00 h. Luego de cada periodo, las bandejas fueron recogidas para tamizar la arena y

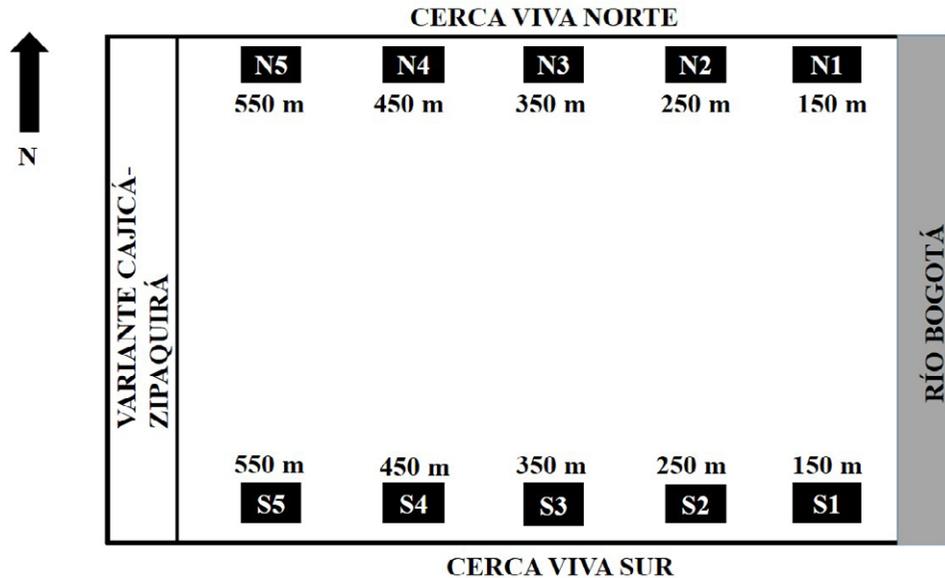


Figura 1. Esquema de la localización de los transectos y estaciones de muestreo dentro del campus de la Universidad Militar Nueva Granada. La longitud aproximada de cada cerca viva es de 700 m.

determinar la densidad de abandono por estación, que nos permitía obtener el dato de consumo. Esta evaluación se realizó durante treinta días, en los meses de noviembre y diciembre del 2014. Para confirmar la especie de ave que utilizaba el parche, colocamos cámaras trampa Trophy Cam Bushnell® frente a las bandejas durante el mismo periodo de tiempo en que éstas se dejaban a disposición de los forrajeadores. Para determinar el valor de los parches a lo largo de las cercas vivas y poder así, establecer el valor que éstas dan a su hábitat en cuanto a refugio y fuente de recursos (Brown, 1988), analizamos si el nivel de explotación de los parches a lo largo de las cercas cambia, es decir, si la cantidad consumida por los copetones era afectada por la distancia al río.

Análisis estadísticos

Realizamos un análisis de varianza para examinar la estrategia de forrajeo y determinar el efecto del parche, es decir la densidad inicial sobre la proporción de consumo. Al iniciar el análisis del uso de parches alimentarios en cercas vivas jóvenes, excluimos las estaciones de forrajeo más cercanas al río, debido a la presencia de gallinas en ellas. Luego realizamos análisis de varianza para determinar los efectos de la distancia al río, la ubicación de la cerca (costado norte o costado sur) y el día sobre el consumo. En este análisis, usamos la raíz cuadrada del consumo para corregir violaciones al supuesto de homoscedasticidad. Para examinar el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homoscedasticidad realizamos análisis de residuales; todas las hipótesis estadísticas las evaluamos usando un nivel de significancia $\alpha=0,05$. Para diferenciar las estaciones, de acuerdo con la distancia al río, realizamos una prueba post-hoc de Tukey.

RESULTADOS

Estrategia de forrajeo del copetón

La torcaza *Z. auriculata* y el copetón *Z. capensis* utilizaron las bandejas del experimento. Las bandejas utilizadas por *Z. auriculata* se excluyeron del análisis estadístico. La densidad inicial de alimento en el parche (Cuadrados medios [CM]=0,311, $F_{2, 92}=2,27$, $p=0,11$) no tuvo efecto sobre la proporción de consumo por parte de los copetones (Fig. 2).

Uso de parches alimentarios en cercas vivas jóvenes

El factor día no afectó el uso de los parches ($p<0,05$) y fue eliminado del modelo estadístico final. La ubicación de la cerca (CM=1,22, $F_{1,290}=8,29$, $p=0,04$), distancia al río (CM=3,97, $F_{4,290}=27,1$, $p<0,01$) y la interacción cerca·distancia al río (CM=1,88, $F_{4,290}=12,8$, $p<0,01$) afectaron el forrajeo del copetón. El efecto de la interacción se explica porque hubo un mayor consumo en las dos estaciones más cercanas al río en la cerca norte, mientras que en la cerca sur no hubo un efecto de la distancia al río (Fig. 3).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados indican que los copetones no utilizaron información derivada de la cantidad de alimento inicial para decidir cuánto tiempo explotarlo. En otras palabras, los copetones no usaron estrategias que dependen del uso de información derivado del uso del parche, por lo que deducimos que utilizaron la estrategia *fixed time* (Valone y Brown, 1989). En el estudio desarrollado por Milesi y Marone (2015), el copetón obtuvo información de las características del entorno para luego explotarlo, prefiriendo las zonas que facilitaban la obtención de las semillas. Sin embargo, Valone y Brown (1989) comentan que un individuo puede variar su estrategia

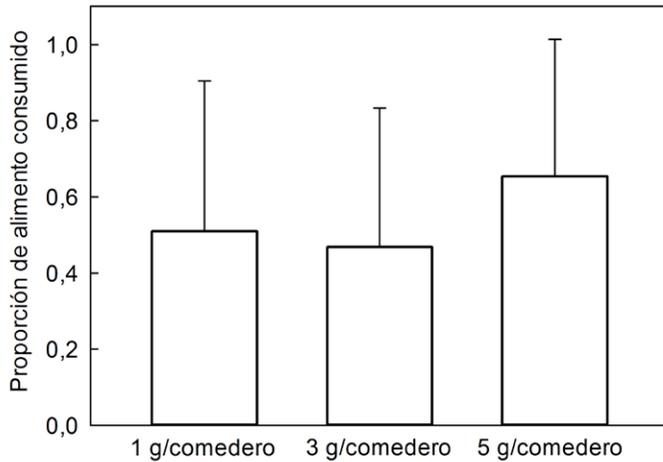


Figura 2. Proporción de alimento consumido (consumo/cantidad inicial en el parche) por *Zonotrichia capensis* (promedio ± desviación estándar) en parches con diferente densidad de alimento. No hubo diferencias en la explotación de los parches de acuerdo con la cantidad inicial de alimento.

de forrajeo de acuerdo con el nivel de heterogeneidad en el parche, de tal manera que entre más heterogéneo sea, más información debe adquirir. En nuestro caso, los copetones se encontraron con parches superficialmente homogéneos y no obtuvieron información de los mismos, por lo que el nivel de explotación de cada parche no fue proporcional a la cantidad inicial de alimento, características que definen la estrategia *fixed time* (Valone y Brown, 1989).

El copetón utiliza la vista en el ejercicio de exploración y explotación de un parche alimentario (Getty y Pulliam, 1993), lo que le podría facilitar la llegada a los sitios de forrajeo e influenciaría sus decisiones durante la explotación de los parches. Debido a que en nuestro experimento las semillas estaban mezcladas con arena y las bandejas tenían aspectos similares, posiblemente se le dificultó a los copetones ver el alimento. Esto concuerda con lo discutido por Valone y Brown (1989), quienes sugieren que la cantidad de semillas que se observa en la superficie de los parches no da una información completa sobre el valor de los mismos. En el estudio mencionado (Valone y Brown, 1989), una especie de codornices utilizó la estrategia de *fixed time* y el nivel de explotación del parche no se relacionó de forma proporcional con su densidad inicial de alimento. De forma similar, una especie de paloma no reconoció diferencias entre parches de diferente calidad, mientras que grupos de diversas aves sí demostraron un comportamiento de forrajeo dependiente de la densidad inicial de alimento en cada parche, pero de forma inexacta *bayesian foraging* (Valone y Brown, 1989).

Kelt *et al.* (2004) encontraron que *Z. capensis* junto con *Diuca diuca* son importantes depredadores de semillas en el Parque Nacional Bosque Fray Jorge (Chile), su forrajeo

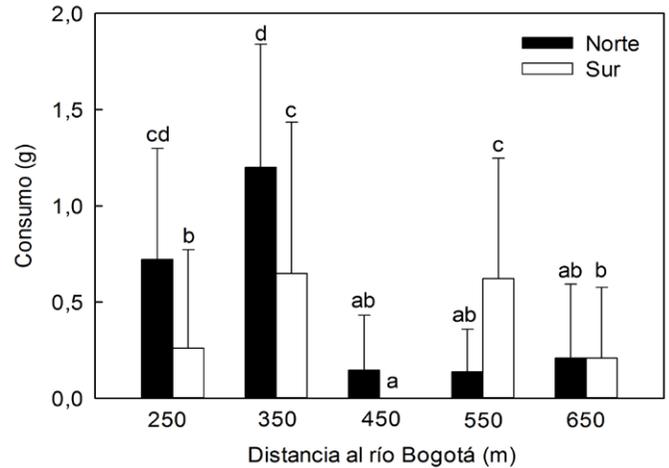


Figura 3. Consumo de semillas (promedio ± desviación estándar) por *Zonotrichia capensis* a lo largo de dos cercas vivas jóvenes (norte y sur) en el campus de la Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, que se alejan del río Bogotá. El consumo, en la cerca sur, no muestra una tendencia clara con respecto a la distancia al río, mientras que en la norte el mayor consumo se dio en las dos estaciones más cercanas a éste. Se presentan valores no transformados y barras con diferentes letras indican diferencias al 95 % entre los promedios.

es independiente del microhábitat, entre zonas abiertas y cubiertas arbustivas, posiblemente debido a que en la zona hay pocas especies de depredadores voladores. Por el contrario, Milesi y Marone (2015) observaron en sus experimentos que los individuos de copetón inician su forrajeo prefiriendo las zonas cubiertas, debido, posiblemente a su percepción de riesgo. En nuestro estudio, *Z. capensis* muestra tendencia a preferir las zonas cercanas al río en una de las cercas, lo que concuerda más con lo reportado por Milesi y Marone (2015), e indicaría que el copetón percibe diferencias en la cerca a nivel de microhábitat. Una posible explicación puede ser debida a que la zona presenta mayor vegetación arbórea la cual puede ser percibida como más segura por parte de los copetones, lo que implicaría que las cercas vivas aún no son percibidas como zonas de refugio. Estos resultados contrastan con estudios previos en otros lugares, donde esta especie prefiere zonas con baja cantidad de árboles, arbustos dispersos y dominancia de pastos para forrajear y anidar (Miller y Miller, 1968; Kelt *et al.*, 2004). Así, es posible que al incrementarse el tamaño de los árboles en la cerca, el uso del espacio por parte del copetón varíe en el futuro y las aproveche únicamente como zonas de refugio o de paso hacia otros ecosistemas. También, la distancia al río posiblemente no es la única variable que afecta el forrajeo de esta especie a lo largo de las cercas vivas, como sucedió en la cerca sur, sino los ecosistemas aledaños que pueden ser fuente de individuos. Las zonas aledañas a la UMNG, hacia el norte y sobretodo el sur, presentan cultivos de plantas medianas como flores de rosa (*Rosa* sp.), lo que podría explicar la tendencia de uso de los parches alimentarios a lo

largo de ésta última cerca viva, si se tiene en cuenta que *Z. capensis* prefiere este tipo de plantas y percibe estos cultivos como zonas de refugio.

En las cercas vivas presentes en el campus de la UMNG los árboles posiblemente aún no tienen los tamaños de copa ni altura necesarios para la anidación de *Z. capensis*, aunque ya hemos observado algunos nidos en *Baccharis bogotensis* y *Dodonea viscosa* cercanas a las cercas. Variables como tamaño de copa, altura, DAP y tipo de conectividad afectan la diversidad de aves (Santivañez, 2005) y se espera que a medida que madura una cerca viva se modifiquen las comunidades de aves que la utilizan. Así, *Z. capensis* es una especie que colonizaría y utilizaría las cercas vivas en los momentos iniciales, mientras los árboles y arbustos logran valores altos en las variables mencionadas, pero que dejaría de dominar en el caso en que las cercas vivas presenten las condiciones necesarias de estructura, composición y conectividad para el establecimiento de otras especies propias de bosque secundario. En nuestro estudio no pudimos evaluar dichas ideas. Para ello, sugerimos que estudios en el futuro realicen un seguimiento del uso que *Z. capensis* y otras especies dan a las cercas vivas, para relacionarlo con las características de las mismas (estructura, composición y conectividad).

CONCLUSIONES

Al parecer, el copetón *Z. capensis* no obtuvo información sobre los parches de forrajeo, lo que conlleva a deducir que utilizó la estrategia *fixed time*. Es posible que el copetón se guíe por el sentido de la vista a la hora de explorar y explotar un parche; sin embargo, debido a que las semillas estaban mezcladas con arena, el sentido de la vista no le aporta información completa sobre el valor del parche. Adicionalmente, la heterogeneidad en el paisaje puede influir en la estrategia de forrajeo que utiliza, ya que en otros estudios realizados en ambientes más heterogéneos, el copetón obtuvo información del parche. Por otra parte, la distancia al río en una de las cercas vivas de la UMNG influyó sobre el valor de los parches de forrajeo, lo que sugiere que la calidad de hábitat se reduce al alejarse de la zona arbolada. En el caso de la cerca en la que la distancia al río no explicó el valor del parche, posiblemente la presencia de plantas de tipo arbustivo en zonas aledañas module el efecto de la distancia al río.

AGRADECIMIENTOS

A Wendy Ramírez por su colaboración en los experimentos sobre estrategia de forrajeo. A la Vicerrectoría de Campus y el equipo de seguridad del campus de la UMNG por su apoyo durante el trabajo de campo. Este proyecto fue parcialmente financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones de la UMNG, proyecto CIAS 1476. Gracias a tres evaluadores anónimos por sus comentarios que ayudaron a mejorar la calidad del manuscrito.

REFERENCIAS

- Ardila G. Territorio y sociedad: el caso del Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Bogotá. Bogotá, Colombia: Ministerio de Medio Ambiente; Universidad Nacional de Colombia, Red de Estudios de Espacio y Territorio RET; 2003. 612 p.
- ABO-Asociación Bogotana de Ornitología. Aves de la Sabana de Bogotá-Guía de Campo-. Asociación Bogotana de Ornitología y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca; 2000. 276 p.
- Barrera-Niño V, Sánchez F. Forrajeo de *Didelphis pernigra* (Mammalia: Didelphidae) en un área suburbana de la Sabana de Bogotá, Colombia. *Therya*. 2014;5:289-302.
- Beer J, Harvey C, Ibrahim M, Harmand JM, Somarriba E, Jiménez F. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*. 2003;10(37-28):80-87.
- Bennet AF. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN; 2003. 254 p.
- Brown JS. Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk, and competition. *Behav Ecol Sociobiol*. 1988;22(1):37-47. Doi:10.1007/BF00395696
- Cardozo G, Beltzer A, Collins P. Variación primavera-estival de la diversidad y abundancia de la comunidad de aves en la reserva ecológica de la Ciudad Universitaria UNL "El Pozo". *Miscelánea INSUGEO*. 2008;17:367-386.
- Charnov EL. Optimal Foraging, The Marginal Value Theorem. *Theor Popul Biol*. 1976;9(2):129-136. Doi:10.1016/0040-5809(76)90040-X
- Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA). Protocolo Distrital de Restauración Ecológica. Bogotá, Colombia: Departamento Técnico del Medio Ambiente; 2000. 288 p.
- Faggi A, Perepelizin P. Riqueza de aves a lo largo de un gradiente de urbanización en la ciudad de Buenos Aires. *Rev Mus Argentino Cienc Nat*. 2006;8(2):289-297.
- Finley AC, Caicedo-Ortiz Y, Calderón-Leitón JJ. Dieta de semilleros en un bosque subandino. *Revista de Ciencias*. 2011;1(1):1-8.
- Garitano Zavala Á, Gismondi P. Variación de la riqueza y diversidad de la ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto (Bolivia). *Ecología en Bolivia*. 2003;38(1):65-78.
- Getty T, Pulliam HR. Search and Prey Detection by Foraging Sparrows. *Ecology*. 1993;74(3):734-742. Doi:10.2307/1940801
- Guhl E. La Sabana de Bogotá, sus alrededores y su vegetación. Colombia: Jardín Botánico José Celestino Mutis; 1981. 106 p.
- Hilty SL, Brown WL. Guía de las aves de Colombia. Colombia: American Bird Conservancy, Universidad del Valle, Sociedad Antioqueña de Ornitología; 2001. 1030 p.

- Hinsley SA, Bellamy PE. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: a review. *J Environ Manage.* 2000;60(1):33-49. Doi:10.1006/jema.2000.0360
- Kelt DA, Meserve PL, Forister ML, Nabors LK, Gutierrez JR. Seed predation by birds and small mammals in semiarid Chile. *Oikos.* 2004;104(1):133-141. Doi:10.1111/j.0030-1299.2004.12714.x
- Leveau CM, Leveau LM. Ensamblajes de aves en calles arboladas de tres ciudades costeras del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *El Hornero.* 2006;21(1):25-30.
- López-Calleja MV. 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. *Rev Chil Hist Nat.* 1995;68(3):321-331.
- Maragliano RE, Marti LJ, Ibañez LM, Montalti D. Comunidades de aves urbanas de Lavallol, Buenos Aires, Argentina. *Acta Zool Lilloana.* 2009;53(1-2):108-114.
- Martínez-Salinas A, Declerck F. El Papel de los Agroecosistemas y Bosques en la Conservación de Aves dentro de Corredores Biológicos. *Agron Mesoam.* 2010;14(3):35-51.
- Milesi FA, Marone L. Exploration and exploitation of foraging patches by desert sparrows: environmental indicators and local evaluation of spatially correlated costs and benefits. *J Avian Biol.* 2015;46(3):225-235. Doi:10.1111/jav.00388
- Miller AH, Miller VD. The behavioral ecology and breeding biology of the Andean sparrow, *Zonotrichia capensis*. *Caldasia.* 1968;10(47):83-154.
- Molina LF. Aproximación a la historia de los parques de Bogotá. *Revista Nodo.* 2006;1(1):35-44.
- Nottebohm F. Continental patterns of song variability in *Zonotrichia capensis*: some possible ecological correlates. *Am Nat.* 1975;109(970):605-624. Doi:10.1086/283033
- Osorio J, Molina LF. A vuelo de pájaro, las ciudades como refugio para las aves. *Revista Nodo.* 2009;4(7):47-58.
- Ríos JM, Mangione AM. Respuesta disuasiva del granívoro *Zonotrichia capensis* (Paseriformes: Emberizidae) frente a fenoles comunes en las semillas. *Ecol Austral.* 2010;20(2):215-221.
- Rouges M, Blake JG. Tasas de captura y dietas de aves del sotobosque en el Parque Biológico Sierra de San Javier, Tucumán. *El Hornero.* 2001;16(1):7-15.
- Sánchez F, Niño J, Téllez-Farfán L. Emplumados en un ambiente suburbano del norte de Bogotá. In: Téllez-Farfán L, Posada-Flórez F, Sánchez F, editores. Biodiversidad en un rincón del borde norte de Bogotá. Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; 2013. p. 99-120.
- Santivañez JL. Efecto de la estructura, composición y conectividad de las cercas vivas en la comunidad de aves en Río Frío, Costa Rica (Tesis de maestría). Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza; 2005. 116 p.
- Solari LM, Zaccagnini ME. Efecto de bordes arbóreos y terrazas sobre la riqueza y densidad de aves en lotes de soja de Entre Ríos, Argentina. *BioScriba.* 2009;2(2):90-100.
- Téllez-Farfán L, Posada-Florez F, Sánchez F, editores. Biodiversidad en un rincón del borde norte de Bogotá. Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA; 2013. 148 p.
- Valone TJ, Brown JS. Measuring patch assessment abilities for desert granívoros. *Ecology.* 1989;70(6):1800-1810. Doi:10.2307/1938113
- Van Der Hammen T. Los humedales de la Sabana: origen, evolución, degradación y restauración. In: Güarnizo A, Calvachi B, editores. Los humedales de Bogotá y la Sabana. Bogotá D.C., Colombia: Acueducto de Bogotá, Conservación Internacional; 2003. p. 19-51.

