




Análisis comparativo entre inviernos consecutivos en la selección del hábitat de gorriones de pastizal: precipitación pluvial y banco de semillas

Comparative analysis between consecutive winters in grassland sparrow habitat selection: annual rainfall and seed bank

José Hugo Martínez Guerrero¹ , Martín Emilio Pereda Solís^{1*} , Daniel Sierra Franco¹ , Manuel Armando Salazar Borunda¹ , Luis Antonio Tarango Arambula² , Erin H. Strasser³ , Arvind Panjabi³ 

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México

²Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. San Luis Potosí. México

³Bird Conservancy of the Rockies, Brighton, Colorado. Estados Unidos

* Autor de correspondencia: mepereda@ujed.mx

Resumen

La distribución de los recursos utilizados por las aves direcciona procesos ecológicos como la selección del hábitat. El objetivo del presente estudio fue comparar durante dos inviernos consecutivos, la selección del hábitat de gorriones de pastizal y evaluar la influencia de la precipitación anual y la biomasa de semillas disponible en el suelo. Durante dos inviernos colectamos semillas del suelo en 45 sitios usados por el gorrión de Baird (*Centronyx bairdii*) y el gorrión chapulín (*Ammodramus savannarum*) y en lugares aleatorios ($n=45$) sin aves registradas. Determinamos los sitios de uso mediante la captura de aves a las que les colocamos un transmisor y dimos seguimiento mediante telemetría. Los sitios utilizados por los gorriones tuvieron una biomasa de semillas significativamente mayor que los sitios aleatorios, y fue similar entre especies. Por lo que el recurso alimenticio juega un papel importante en la selección del hábitat invernal de los gorriones. Además, encontramos una correlación positiva entre la precipitación anual y la biomasa de semillas, lo que resulta importante ante un escenario de cambio climático, por la influencia que encontramos en las aves para seleccionar sitios de invernada con mayor biomasa de semillas en años de menor cantidad de lluvia. Nuestros resultados amplían la información disponible sobre la selección del hábitat invernal de *C. bairdii* y *A. savannarum* en México.

Palabras clave: *Ammodramus savannarum*, aves de pastizal, *Centronyx bairdii*, época no reproductiva.

Abstract

The distribution of resources used by birds directs ecological processes, such as habitat selection. The aim of the present study was to compare in two consecutive winters the habitat selection of grassland sparrows, and to evaluate the influence of annual precipitation and available ground seed biomass. Over two winters we collected seeds from the ground at 45 sites used by Baird's Sparrow (*Centronyx bairdii*) and Grasshopper Sparrow (*Ammodramus savannarum*) and at random sites ($n=45$) where no birds were registered. We determined

INFORMACIÓN SOBRE EL ARTÍCULO

Recibido:

2 de junio de 2021

Aceptado:

24 de mayo de 2022

Editor Asociado:

Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza

Contribución de cada uno de los autores:

JHMG y MEPS: participaron en el trabajo de campo, el análisis de datos y redacción del manuscrito. DSF supervisó y realizó el trabajo de captura de aves y telemetría. MASB: participó en la captura, organización y depuración de los datos derivados de las mediciones en campo. LATA: revisó el manuscrito y realizó su traducción. EHS y AP: Realizaron la gestión del financiamiento, brindaron soporte técnico a los trabajos de campo, revisaron y aprobaron el manuscrito final

Cómo citar este documento:

Martínez-Guerrero, JH, Pereda-Solís, ME, Sierra-Franco, D, Salazar-Borunda, MA, Tarango-Arambula, LA, Strasser, EH, A, Panjabi. 2022. Análisis comparativo entre inviernos consecutivos en la selección del hábitat de gorriones de pastizal: precipitación pluvial y banco de semillas. Huitzil Revista Mexicana de Ornitología 23(2):e-640. DOI: <https://doi.org/10.28947/hrmo.2022.23.2.580>

used sites by radio-tracking captured birds fitted with a transmitter. Sites used by sparrows had significantly higher seed biomass than random sites, and this was similar between species. Therefore, the food resource plays an important role in the selection of the winter habitat of the sparrows. In addition, we found a positive correlation between annual precipitation and seed biomass, which is important in a climate change scenario, due to the influence we found on the birds to select wintering sites with higher seed biomass in years with less rainfall. Our results expand the available information on the winter habitat selection of *C. bairdii* and *A. savannarum* in Mexico.

Keywords: *Ammodramus savannarum*, grassland birds, *Centronyx bairdii*, non-breeding season.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

Introducción

Desde hace varias décadas, las poblaciones de la avifauna de Norteamérica han registrado una disminución significativa y se estima que las aves de pastizal enfrentan una disminución de más del 50% de sus poblaciones (Rosenberg et al. 2019). La selección y uso de hábitat invernal por las aves de pastizal depende de muchos factores y estos procesos varían cuando la distribución de los recursos que requieren para su sobrevivencia es afectada por fenómenos climáticos (Conrey et al. 2016) o antropogénicos (Pool et al. 2014). La pérdida y degradación del hábitat (Askins et al. 2007) que ocurre en los sitios de reproducción (Vickery y Herkert 2001) e invernales (NABCI 2016), son las dos causas principales de la disminución de las poblaciones de las aves de pastizal.

Para entender otras causas que ocasionan la reducción de la población de estas especies, se ha evaluado la relación de la estructura de la vegetación y cobertura de suelo con sus poblaciones invernales (Martínez-Guerrero et al. 2011), así como la sobrevivencia invernal de aves con las características de la vegetación (Macías-Duarte y Panjabi 2013) y la influencia del clima (Macías-Duarte et al. 2017). Sin embargo, los modelos que describen esos patrones ecológicos en estas aves, dependen de la variación continua de condiciones ambientales que afecta el ciclo de vida anual de las especies migratorias (Hostetler et al. 2015). Al respecto, se ha determinado que la sobrevivencia de las aves granívoras de pastizal durante la época no reproductiva depende de la cantidad de semillas presentes en el suelo (Desmond et al. 2008, Titulaer et al. 2017), la cual se incrementa con la precipitación pluvial y con la cobertura de plantas (Bertiller y Carrera 2015). Por ello, además de evaluar las características de la vegetación, cobertura de suelo, patrones climáticos y su relación con el tamaño poblacional de estas aves, se

debe evaluar la disponibilidad de este recurso (banco de semillas), sobre todo de las especies de aves que presentan una reducción constante y significativa de sus poblaciones (Sauer et al. 2017).

El gorrión de Baird (*Centronyx bairdii*) y el gorrión chapulín (*Ammodramus savannarum*) son especies de aves focales de pastizal migratorias que invernan en el Desierto Chihuahuense (CEC 2013), cuyas poblaciones decrecen a una tasa anual de -2.0 y -2.5%, respectivamente (Sauer et al. 2017) y con tasas de sobrevivencia invernal bajas (Macías-Duarte et al. 2017). Por lo tanto, incrementar el conocimiento de la ecología invernal de estas aves puede contribuir con el desarrollo de estrategias de conservación más adecuadas y de largo plazo (Berlanga et al. 2010, NABCI, 2016). Esto es particularmente cierto en México, donde ocurre una presión marcada sobre los pastizales naturales (De León-Mata et al. 2014, Rodríguez-Maturino et al. 2017), la que ocasiona fragmentación y pérdida de hábitat para las aves (Pool et al. 2014).

Existen pocos estudios relacionados con la disponibilidad de semillas en el suelo (banco de semillas) y la dieta invernal de aves focales de pastizal (Marone et al. 1997, Mendez-Gonzalez 2010, Titulaer et al. 2017, 2018); y no describen el efecto que estas variables pudieran tener en la selección del hábitat por las aves. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue comparar durante inviernos consecutivos, la precipitación pluvial anual, el banco de semillas en el suelo y variables de la vegetación que describen la selección del hábitat invernal de los gorriones *C. bairdii* y *A. savannarum*, en un pastizal natural de la Región Prioritaria para la Conservación de Pastizales del Desierto Chihuahuense Cuchillas de la Zarca. Debido a que las condiciones climáticas invernales suelen tener variaciones interanuales, esperamos que la selección del hábitat está influenciada por los eventos de precipitación y la

disponibilidad de semillas en el suelo.

Métodos

Área de estudio

Realizamos esta investigación en un rancho privado de nombre El Milagro, en el municipio de Hidalgo, ubicado en el estado de Durango, dentro del Área Prioritaria para la Conservación de Pastizales, Cuchillas de la Zarca (CEC y TNC, 2005). El sitio de monitoreo comprende un parche de 109 ha de pastizal mediano, que se ubica entre las coordenadas geográficas 26°20'11.24" N, 105°10'58.11" O y 26°17'5.98" N, 105°9'15.35" O (Figura 1). La vegetación en el área de estudio se compone de matorral xerófilo (91%) y pastizal natural (9%) (Rzedowski 1981). El estrato arbustivo está conformado por especies de los géneros *Larrea*, *Prosopis*, *Acacia*, *Ephedra*, *Nolina*, *Opuntia*, *Juniperus* y *Quercus*; mientras que el estrato herbáceo por los géneros *Bouteloua*, *Aristida*, *Buchloe*, *Melinis* y *Muhlenbergia* (COTECOCA 1978).

Realizamos la captura y monitoreo de aves durante dos períodos invernales: 1) diciembre-marzo 2015-2016 (I-1) y 2) diciembre-marzo 2016-2017 (I-2). Para estas actividades obtuvimos los permisos de colecta científica SGPA/DGVS/10768/16 y SGPA/DGVS/011900/17 expedidos por la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Para la captura de las aves participamos de 8-10 personas y usamos tres redes de niebla de 12 m de largo cada una, las cuales colocamos en forma lineal con un espacio de captura de 36 m de largo. Conducimos las aves hacia las redes desde una distancia de entre 100 y 150 m utilizando la técnica del arreo, avanzando después de cada intento a lo largo del pastizal. La captura inicial de aves se realizó durante los primeros 4 días del periodo de estudio, entre las 7:30 y 11:30 h, posteriormente solo se capturaron aves que reemplazaran a las encontradas muertas (frio, depredación) o perdidas. Una vez capturadas las colocamos anillos metálicos de identifi-



Figura 1. Localización del área de estudio en la Región Prioritaria para la Conservación de Pastizales, Cuchillas de la Zarca, Durango, México.

cación proporcionados por The United States Geological Survey, y les instalamos radio-transmisores de 0.6 g (modelo PicoPip 379 de LOTEK®) usando la técnica del arnés (Rappole y Tipton 1991), cuya batería tuvo una duración de 40-60 días. Para su colocación, cuidamos que el peso de los radios transmisores no excediera el 4% del peso del ave (Fair et al. 2010).

Para el monitoreo de las aves participaron dos personas y utilizamos la técnica de telemetría, triangulando su detección con antenas plegables Yagi de tres elementos radio receptores (Biotrack, LTD, de LOTEK® modelo R2000) y auriculares (David Clark® modelo H10-00-4). Durante el periodo de estudio, las aves con radio transmisores, se monitorearon diariamente y registramos su localización con un punto georreferenciado mediante un navegador GPS Garmin Etrex Vista. Para seleccionar los puntos de sitios aleatorios, el monitor lanzó un objeto visible (para no perderlo en el pastizal) sobre su espalda, en distintos sitios de donde se encontraban las aves, a lo largo de la superficie del pastizal. Con todas las localizaciones de las aves generamos una base de puntos enumerados al azar (números aleatorios). Durante el primer invierno, seleccionamos las primeras 30 localizaciones por especie, y 30 con puntos donde no se registraron aves. Para el segundo invierno usamos el mismo procedimiento, pero sólo se utilizaron 15 detecciones de cada especie y 15 al azar.

Durante el primer período invernal 2015-2016 (I), monitoreamos en total 167 individuos, con 98 individuos de *C. bairdii* con 786 puntos de localización y 69 individuos de *A. savannarum* con 454 localizaciones. Para el segundo período invernal 2015-2016 (II), monitoreamos únicamente 23 individuos, siendo 13 de *C. bairdii* con 378 localizaciones y 10 de *A. savannarum* con 270 localizaciones.

Densidad de semillas en el suelo y características del hábitat

Recolectamos las semillas en puntos de localización de las aves ubicadas mediante el monitoreo por radio-telemetría. Para la recuperación de las semillas usamos un aro metálico de 8.8 cm de diámetro, que colocamos a 0.5 cm de profundidad del suelo, presionamos el aro ligeramente y giramos media vuelta hacia la derecha para recuperar el suelo y su contenido (Desmond et al. 2008). Con una espátula metálica y una brocha colectamos las muestras de

suelo y colocamos su contenido en sobres de papel de 10 x 15 cm, estos fueron etiquetados y los trasladamos al laboratorio de posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. El número de muestras varió de acuerdo con el número de localizaciones por especie.

Inmediatamente después de la toma de muestras de suelo, en cada uno de los sitios de muestreo (sitios de uso y aleatorios), establecimos una parcela circular de 10 m de diámetro. En cada parcela, dos monitores debidamente entrenados, estimaron visualmente el porcentaje promedio de cobertura de pasto, hierba, arbusto, suelo desnudo y otra cobertura (Macías-Duarte et al. 2017). Asimismo, estimamos la altura promedio de pastos, hierbas y arbustos por obstrucción visual con un bastón de Robel de 1 m de alto subdividido y marcado cada 5 cm (Robel et al. 1970). El número de parcelas evaluadas dependió también del número de localizaciones de las aves.

En el laboratorio separamos las semillas de pastos y hierbas encontradas en cada muestra de suelo. La separación de semillas la realizamos a través de tamices de malla 1.0 y 0.5 mm mediante su observación en un microscopio estereoscópico con oculares de 10 x 20 marca Leica®, modelo EZ4. Para cada muestra pesamos la biomasa de semillas por unidad de área (g/m²) con una balanza analítica marca Sartorius, modelo CP224S (Desmond et al. 2008).

Precipitación pluvial

Para determinar el efecto de la precipitación sobre la biomasa de semillas disponibles en el suelo, compilamos la información de precipitación pluvial mensual (mm) de los años 2015, 2016 y 2017 de la estación meteorológica más cercana al sitio de estudio (El Mirador, Hidalgo, Dgo.), la cual depende de la Comisión Nacional del Agua.

Análisis estadístico

Para evaluar la influencia climática en la disponibilidad de recursos alimenticios para los gorriones durante la temporada invernal, analizamos los datos de precipitación pluvial (mm) y de biomasa de semillas (g m⁻²) mediante la prueba no paramétrica de correlación de Spearman (rs). Luego, aplicamos 3 pruebas de Kruskal-Wallis y Bonferroni, primero para comparar el efecto de la precipitación pluvial anual sobre la biomasa de semilla por periodo inver-

nal, de sitios usados por especie de ave de estudio y sitios aleatorios, la segunda para evaluar las características del hábitat que utilizan ambas especies de gorriones y compararlas sin incluir sitios aleatorios y en la tercera prueba incluimos a los sitios aleatorios a la comparación.

Las características del hábitat evaluadas fueron cobertura y altura de pasto, arbusto, hierba, incluyendo suelo desnudo y otro tipo de cobertura, por periodo invernal, precipitación pluvial anual y la biomasa de semillas de sitios usados por ambas especies de aves. Los análisis se realizaron mediante el uso del paquete estadístico NCSS® (Hintze, 2001).

Resultados

En ambos períodos invernales, encontramos una correlación positiva y significativa de la precipitación con la biomasa de semillas ($r_s = 0.55$ $P = 0.0002$), de alguna manera esta relación indica que cuando la precipitación anual es mayor, es posible observar una mayor producción de semillas. De manera consistente y debido a que la precipitación fue mayor ($P = 0.003$, $gl = 9$) en el segundo periodo, la biomasa de semilla fue diferente ($P = 0.00019$, $gl = 87$) observando 0.89 y 3.27 $g\ m^{-2}$ para el primer y segundo periodo respectivamente. También observamos que tanto *C. bairdii* como *A. savannarum* se localizaron en sitios con mayor cantidad de semilla (0.99 y 1.30 $g\ m^{-2}$ respectivamente) que los sitios aleatorios (0.35 $g\ m^{-2}$) considerando solo el año de menor cantidad de lluvia ($P = 0.0001$, $gl = 118$).

Cuando comparamos las variables que representan los atributos de la vegetación de los sitios

usados por las aves más los sitios aleatorios por periodo invernal (I y II), encontramos diferencias significativas solo para las variables altura de pasto de 40.3 cm para PI y 19.3 cm para PII ($P = 0.00001$, $gl = 118$) y para cobertura de hierba con 2.7 % en PI y 5.26% en PII ($P = 0.0004$, $gl = 118$). La altura del pasto fue mayor durante el periodo de menor precipitación pluvial, mientras que la cobertura de hierba fue menor en el periodo seco (Cuadro 2). En el resto de las variables no observamos diferencias (Cuadro 2), tal vez debido a que solo estamos comparando dos periodos invernales y el efecto de la cantidad de lluvia anual no se refleje de manera inmediata en la vegetación.

Los atributos de la vegetación que presentamos bajo este mismo análisis (Cuadro 3), que observan diferencias significativas, son de nuevo la altura del pasto (cm), mayor para el año de menor precipitación pluvial y la cobertura de hierba (%).

C. bairdii usó sitios con mayor cobertura de hierba similar a los sitios aleatorios, a diferencia de *A. savannarum* que usó sitios con igual cobertura de esta variable de la vegetación, independientemente de la cantidad de lluvia registrada, lo que indica menor tolerancia a usar este tipo de cobertura vegetal.

Discusión

De acuerdo con nuestros resultados, los gorriones *C. bairdii* y *A. savannarum* se localizaron en sitios con mayor concentración de semillas (biomasa). Esto concuerda con estudios previos que describen la importancia de la cantidad de semillas en el suelo sobre sitios que las aves de pastizal

Cuadro 1. Precipitación pluvial anual y biomasa de semillas (promedio ± E.E.) en dos periodos invernales (2015-2016 y 2016-2017), en sitios usados por *Centronyx bairdii*, *Ammodramus savannarum* y aleatorios en el Área de Conservación de Pastizales de Cuchillas de la Zarca.

Variable	Período invernal	
	2015	2016
Precipitación pluvial anual (mm)	421.6 b	616.5 a
Biomasa de semilla ($g\ m^{-2}$)	0.89 ± 0.16 b	3.27 ± 0.28 a
Biomasa sitios aleatorios ($g\ m^{-2}$)	0.35 ± 0.07 b (b)	2.97 ± 0.44 a (a)
Biomasa sitios <i>C. bairdii</i> ($g\ m^{-2}$)	0.99 ± 0.20 b (a)	3.35 ± 0.57 a (a)
Biomasa sitios <i>A. savannarum</i> ($g\ m^{-2}$)	1.33 ± 0.25 b (a)	3.54 ± 0.94 a (a)

Diferencias significativas entre columnas indicadas por letras distintas. Diferencias entre variables en la misma columna (año) indicados por letras distintas en paréntesis. Prueba de comparaciones múltiples de Bonferroni ($P \leq 0.05$)

Cuadro 2. Comparación del efecto de la precipitación pluvial anual (promedio) sobre los atributos de la vegetación invernal (promedio \pm E.E.) de sitios usados por *Centronyx bairdii*, *Ammodramus savannarum* y sitios aleatorios, por periodo invernal (2015-2016 y 2016-2017) en el Área de Conservación de Pastizales de Cuchillas de la Zarca.

Variable	2015-2016	2016-2017
Precipitación pluvial anual (mm)	421.6 b	616.5 a
Biomasa de semilla (g m ⁻²)	0.9 \pm 0.2 b	3.27 \pm 0.3 a
Altura de pasto (cm)	40.3 \pm 2.0 a	19.36 \pm 3.4 b
Cobertura de pasto (%)	80.4 \pm 1.6 a	84.30 \pm 2.7 a
Altura de arbusto (cm)	46.1 \pm 3.7 a	34.56 \pm 6.4 a
Cobertura de arbusto (%)	4.7 \pm 0.5 a	4.53 \pm 0.9 a
Altura de hierba (cm)	25.7 \pm 1.8 a	23.60 \pm 3.1 a
Cobertura de hierba (%)	2.7 \pm 0.5 b	5.26 \pm 0.9 a
Suelo desnudo (%)	6.4 \pm 0.8 a	5.16 \pm 1.4 a
Otra cobertura (%)	4.9 \pm 0.5 a	3.50 \pm 0.9 a

Letras distintas entre columnas muestran diferencias estadísticamente significativas. Prueba de comparación múltiple de Bonferroni ($P \leq 0.05$).

usan en comparación con sitios aleatorios (Ginter y Desmond 2005, Bechtholdt y Stouffer 2005, Mendez-Gonzalez 2010). La disponibilidad de semillas en el suelo como alimento potencial para las dos especies de aves en nuestro estudio es importante, ya que representa uno de los recursos que determinan la selección del hábitat invernal (Rechetelo et al. 2016).

Adicionalmente, encontramos que la cantidad de semillas disponibles en el suelo (biomasa) se correlacionó con la cantidad de lluvia en cada periodo invernal durante el año de estudio, aunque esto lo observamos principalmente en el año más seco. En ese sentido, Dunning y Brown (1982) reportaron una correlación entre la cantidad de lluvia de verano y la densidad de gorriones invernantes de los géneros *Calamospiza*, *Pooecetes*, *Spizella*, *Chondestes* y *Zonotrichia*, debido a la cantidad de semillas disponibles como alimento para las aves. Al respecto, Mowll et al. (2015) mostraron que la precipitación pluvial tuvo un efecto importante en la producción primaria neta (g/m²) de gramíneas de pastizales semiáridos en época de crecimiento (abril-septiembre). Una precipitación abundante durante el verano influye en la capacidad de producir semillas, principalmente en pastos perenes y reduce la presencia de hierbas anuales. Por el contrario, una lluvia abundante en invierno favorece la presencia de hierbas anuales (Dudney et al. 2016). En un es-

tudio previo, Zuckerberg et al. (2018) demostraron que el éxito reproductivo de las aves de pastizal es mayor cuando es precedido de una temporada con lluvia abundante, lo que también influye en la selección de hábitat durante la época no reproductiva (Macías-Duarte et al. 2018).

La biomasa estimada de semillas en el suelo (0.9 y 3.27g m⁻² para cada invierno) del presente estudio fue menor a la observada por Mendez-Gonzalez (2010), con valores de entre 4.0 y 14.1 g m⁻² en New Mexico, E.U.A. Mendez-Gonzalez (2010) también señala que la cantidad de semillas en el suelo en los sitios seleccionados por las aves disminuye conforme la temporada invernal avanza. Al respecto, Price y Joyner (1997) estimaron que, para el Desierto de Mojave en California, E.U.A., la cantidad fue de 38 g m⁻² en el banco de semilla del suelo, y decrece en promedio 0.007 g m⁻² por día, debido a su germinación y consumo por animales granívoros (roedores y aves).

No obstante que ambas especies de gorriones en el presente estudio prefirieron sitios con mayor cantidad de semillas en el suelo comparado con los sitios al azar, *A. savannarum* usó lugares con más semillas (biomasa) que *C. bairdii*, esto fue más evidente en el año con menor cantidad de lluvia. Esto puede ser explicado porque *A. Savannarum* recorre menor distancia diaria (134.3 m) y el ámbito hogareño invernal (4.3 ha) es más pequeño

Cuadro 3. Precipitación pluvial anual (promedio), biomasa de semillas y atributos de la vegetación invernal (media \pm E.E.) de sitios usados por *Centronyx bairdii*, *Ammodramus savannarum* y sitios aleatorios en el Área de Conservación de Pastizales de Cuchillas de la Zarca, inviernos 2015-2016 y 2016-2017.

Variables	<i>Centronyx bairdii</i>		<i>Ammodramus savannarum</i>		Sitios aleatorios	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Precipitación pluvial (mm)	421.6 b	616.5 a	421.6 b	616.5 a	421.6 b	616.5 a
Biomasa de semilla (g m ⁻²)	0.99 \pm 0.2 b	3.35 \pm 0.6 a	1.33 \pm 0.3 b	3.54 \pm 0.9 a	0.35 \pm 0.2 b	2.97 \pm 0.4 a
Altura de pasto (cm)	39.66 \pm 2.3 a	22.90 \pm 3.9 b	41.43 \pm 3.5 a	19.40 \pm 6.0 b	39.86 \pm 4.3 a	15.80 \pm 7.4 b
Cobertura de pasto (%)	75.03 \pm 4.1 a	80.2 \pm 6.2 a	82.20 \pm 2.1 a	85.40 \pm 3.7 a	83.90 \pm 2.1 a	87.30 \pm 3.7 a
Altura de arbusto (cm)	61.15 \pm 10.3 a	34.4 \pm 15.6 a	45.65 \pm 4.5 a	40.30 \pm 7.8 a	31.40 \pm 4.7 a	29.00 \pm 8.1 a
Cobertura de arbusto (%)	6.33 \pm 1.3 a	6.00 \pm 2.0 a	4.86 \pm 0.8 a	3.80 \pm 1.4 a	3.00 \pm 0.5 a	3.80 \pm 1.0 a
Altura de hierba (cm)	28.2 \pm 3.3 a	28.50 \pm 5.0 a	26.30 \pm 3.0 a	27.80 \pm 5.3 a	22.70 \pm 3.3 a	14.50 \pm 5.7 a
Cobertura de hierba (%)	2.36 \pm 0.8 b	5.50 \pm 1.3 a	2.66 \pm 1.1 a	4.8 \pm 2.0 a	2.96 \pm 1.0 b	5.50 \pm 1.7 a
Suelo desnudo (%)	7.33 \pm 1.8 a	8.10 \pm 2.8 a	6.63 \pm 1.2 a	5.40 \pm 2.1 a	5.20 \pm 1.2 a	2.00 \pm 1.8 a
Otra cobertura (%)	5.63 \pm 1.0 a	7.20 \pm 1.6 a	4.26 \pm 0.9 a	1.90 \pm 1.6 a	4.83 \pm 0.9 a	1.40 \pm 1.2 a

Letras distintas entre columnas muestran diferencias estadísticamente significativas. Prueba de comparación múltiple de Bonferroni ($P \leq 0.05$).

en comparación con *C. bairdii* que recorre 203.1 m distancia diaria con ámbito hogareño de 4.8 ha (Sierra et al. 2019). Este comportamiento se agudiza cuando en años secos la producción de semillas es escasa y la competencia entre las aves granívoras es mayor (Mendez-Gonzalez 2010).

Además de usar sitios con más semillas, la presencia de *A. savannarum* se relacionó con otras características de la vegetación como cobertura de pastos, por lo que este gorrión podría ser considerado como buen indicador biológico de aves de pastizal (Elliot y Johnson, 2018). Tanto *C. bairdii* como *A. savannarum* usaron sitios con una cobertura alta de pasto y una proporción baja de suelo desnudo. La cobertura de pastos en nuestro sitio de estudio (Cuadro 2) resultó superior a lo reportado en otros trabajos. En un trabajo previo en el mismo sitio Sierra et al. (2019) estimaron que la cobertura de pastos para *C. bairdii* fue de 64% y para *A. savannarum* 66%. Macías-Duarte et al. (2017) esti-

maron en un área de pastizales en Janos, Chihuahua que estas mismas especies de aves usaron sitios con una cobertura de pasto entre 31% y 45%. La proporción de suelo desnudo determinado por nosotros (Cuadro 2) resultó menor a lo reportado por Sierra et al. (2019) quienes estimaron 14.2% para ambas especies de aves. La cobertura de arbustos estimada por nosotros (Cuadro 2) resultó menor que la reportada por Macías-Duarte et al. (2017) y Sierra et al. (2019). Esto confirma la gran variabilidad en la estructura de la vegetación entre los distintos sitios de invernada de las aves en el Desierto Chihuahuense y la habilidad de estos organismos para encontrar sitios con mejores condiciones (Sadoti et al. 2018, Macías-Duarte et al. 2018).

El hábitat y las poblaciones de las aves del pastizal se reducen día a día; por ello, los estudios para entender cómo estas especies hacen uso de su hábitat invernal, son importantes para el diseño de estrategias de manejo y conservación de estas es-

pecies ante diferentes escenarios climáticos. El presente estudio contribuye a ampliar el conocimiento sobre cómo las aves granívoras usan sus territorios, encontrando que la disponibilidad de semillas es una variable importante para *C. bairdii* y *A. savannarum* ante un escenario de escasa precipitación pluvial. Cabe destacar que para identificar la forma precisa de cómo la precipitación determina el proceso selectivo de estas aves del pastizal, se requieren estudios a largo plazo para cuantificar la disponibilidad de semillas ante diversos escenarios de precipitación para *C. bairdii* y *A. savannarum* y con otras especies con las que coexiste.

Agradecimientos

Environment Canada (contrato 3000588539), al Proyecto de la Red para el estudio y conservación de las aves de pastizal del Desierto Chihuahuense (PRODEP SEP 2015) y a Bird Conservancy of the Rockies por el apoyo técnico y financiero para realizar este estudio.

Conflicto de interés

Los autores declaramos no tener ningún tipo de conflicto de intereses, ni ninguna relación económica, personal, política, interés financiero ni académico que pueda influir en nuestro juicio. Asimismo, las personas o instituciones que participaron en la recolección y análisis de la información y preparación del manuscrito, han sido identificadas en los agradecimientos y han aceptado dicha mención.

Literatura citada

- Askins RA, Chávez-Ramírez F, Dale BC, Haas CA, Herkert JR, Knopf FL, Vickery PD. 2007. Conservation of grassland birds in North America. Understanding ecological processes in different regions. *Ornithological Monographs* 64:1-46. <https://doi.org/10.2307/40166905>
- Bechtholdt CL, Stouffer PC. 2005. Home-range size, response to fire, and habitat preferences of wintering Henslow's Sparrows. *Wilson Bulletin* 117:211–225. <https://doi.org/10.1676/04-110.1>
- Berlanga H, Kennedy JA, Rich TD, Arizmendi MC, Beardmore JC, Blancher PJ, Butcher GS, Couturier AR, Dayer AA, Demarest DW, Easton WE, Gustafson M, Iñigo EE, Krebs EA, Panjabi AO, Rodríguez VC, Rosenberg KV, Ruth MJ, Santana EC, Vidal RM, Will T. 2010. Conservando a nuestras aves com-
- partidas: la visión trinacional de compañeros en vuelo para la conservación de las aves terrestres. Lab of Ornithology. Cornell University. Ithaca, New York.
- CEC (Commission for Environmental Cooperation). 2013. Where do grassland birds winter? Density, abundance and distribution of wintering grassland passerines in the Chihuahuan Desert. Commission for Environmental Cooperation. Montreal, Canada.
- CEC and TNC (Commission for Environmental Cooperation and The Nature Conservancy). 2005. North American Central Grasslands Priority Conservation Areas: Technical Report and Documentation (Karl J. W. y J. Hoth, Eds.). Commission for Environmental Cooperation and The Nature Conservancy, Montreal, Quebec.
- Conrey RY, Skagen SK, Adams AA, Panjabi AO. 2016. Extremes of heat, drought and precipitation depress reproductive performance in shortgrass prairie passerines. *Ibis* 158:614-629. <https://doi.org/10.1111/ibi.12373>
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero). 1978. Coeficientes de agostaderos de la República Mexicana: Estado de Durango. S.A.G. México D.F.
- De León-Mata GD, Pinedo-Álvarez A, Martínez-Guerrero JH. 2014. Aplicación de sensores remotos en el análisis de la fragmentación del paisaje en Cuchillas de la Zarca, México. *Investigaciones Geográficas* 84:42-53. <https://doi.org/10.14350/rig.36568>
- Desmond MJ, Méndez GC, Abbott LB. 2008. Winter diets and seed selection of granivorous birds in southwestern New Mexico. *Studies in Avian Biology* 37:101–112.
- Dudney J, Hallett LM, Larios L, Farrer EC, Spotswood EN, Stein C, Suding KN. 2016. Lagging behind: have we overlooked previous-year rainfall effects in annual grasslands? *Journal of Ecology* 105:484–495. <https://doi:10.1111/1365-2745.12671>
- Elliot L, Johnson DH. 2018. The Grasshopper Sparrow as an indicator species in tall-grass prairies. *Journal of Wildlife Manage-*

- ment 82:1074-1081. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21447>
- Dunning JB, Brown JH. 1982. Summer rainfall and winter sparrow densities: a test of the food limitation hypothesis. *Auk* 99:123-129. <https://doi.org/10.2307/4086028>
- Fair J, Paul E, Jones J. 2010. Guidelines to the Use of Wild Birds in Research. Washington, D.C. Ornithological Council. https://birdnet.org/wp-content/uploads/2017/07/guidelines_august2010.pdf (consultado el 23 de mayo de 2021).
- Ginter DL, Desmond MJ. 2005. Influence of foraging and roosting behaviour on home-range size and movement patterns of Savannah Sparrows wintering in south Texas. *Wilson Bulletin* 117:63-71. <https://doi.org/10.1676/04-017>
- Hintze J. 2001. NCSS and PASS, Number Cruncher Statistical Systems, Keyville, Utah, U.S.A.
- Hostetler J, Scott T, Marra P. 2015. Full-annual-cycle population models for migratory birds. *The Auk Ornithological advances* 132:433-449. <https://doi.org/10.1642/AUK-14-211.1>
- Macías-Duarte A, Panjabi AO. 2013. Association of habitat characteristics with winter survival of a declining grassland bird in Chihuahuan desert grassland of Mexico. *Auk* 130:141-149. <https://doi.org/10.1525/auk.2012.12047>
- Macías-Duarte A, Panjabi A, Strasser E, Levandoski G, Ruvalcaba-Ortega I, Doherty P, Ortega-Rosas C. 2017. Winter survival of North American grassland birds is driven by weather and grassland condition in the Chihuahuan Desert. *Journal of Field Ornithology* 88:374-386. <https://doi.org/10.1111/jofo.12226>
- Macías-Duarte A, Panjabi AO, Pool DB, Ruvalcaba-Ortega I, Levandoski G. 2018. Fall vegetative cover and summer precipitation predict abundance of wintering grassland birds across the Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environments* 156:41-49. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2018.04.007>
- Martínez-Guerrero JH, Wehenkel C, Pereda-Solís ME, Panjabi AO, Levandoski G, Corral-Rivas JJ, Díaz-Moreno R. 2011. Relación entre la cobertura del suelo y atributos de la vegetación invernal con *Ammodramus bairdii*, Audubon 1844, en el noroeste de México. *Agrociencia* 45:443-451.
- Mendez-Gonzalez CE. 2010. Influence of seed resources on the diet, seed selection, and community dynamics of wintering birds in semi-arid grasslands. Tesis Doctoral. New Mexico State University Las Cruces, New México, USA.
- Marone L, López de Casenave J, Cueto VR. 1997. Patterns of habitat selection by wintering and breeding granivorous birds in the central Monte desert, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 709:73-81.
- Mowll W, Blumenthal D, Cherwin K, Smith A, Symstad A, Vermeire L, Collins S, Smith M, Knapp A. 2015. Climatic controls of aboveground net primary production in semi-arid grasslands along a latitudinal gradient portend low sensitivity to warming. *Oecologia* 177:959-969. <https://doi.org/10.1007/s00442-015-3232-7>
- NABCI (North American Bird Conservation Initiative, U.S. Committee). 2016. The State of the Birds 2016 Report. U.S. Department of Interior, Washington, D.C. <http://www.stateofthebirds.org/2016/resources/species-assessments/> (consultado el 3 de marzo de 2021).
- Pool BD, Panjabi AO, Macías-Duarte A, Soljhem D. 2014. Rapid expansion of croplands in Chihuahua, Mexico threatens declining north American grassland bird species. *Biological Conservation* 170:274-281. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.019>
- Price MV, Joyner JW. 1997. What resources are available to desert granivores: seed rain or soil seed bank? *Ecology* 78:764-773. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[0764:WRAATD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[0764:WRAATD]2.0.CO;2)
- Rappole JH, Tipton AR. 1991. New harness design for attachment of radio transmitters to small passerines. *Journal of Field Ornithology* 62:335-337.
- Rechetelo J, Grice A, Reside AE, Hardesty BD, Moloney J. 2016. Movement patterns, home

- range size and habitat selection of an endangered resource tracking species, the Black-throated Finch (*Poephila cincta cincta*). PLoS ONE 11(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167254>
- Rodríguez-Maturino A, Martínez-Guerrero JH, Chairez-Hernandez I, Pereda-Solís ME, Pinedo-Álvarez A. 2017. Variables del hábitat de pastizal asociadas a la densidad de aves granívoras en Malpais, Durango, México. *Agroproductividad* 10:3-9.
- Robel RJ, Briggs JN, Dayton AD, Hulbert LC. 1970. Relationships between visual obstruction measurements and weight of grassland vegetation. *Journal of Range Management* 23:295–297.
- Rosenberg K, Dokter A, Blancher P, Sauer J, Smith A, Smith P, Stanton J, Panjabi A, Helft L, Parr M, Marra P. 2019. Decline of the North American avifauna. *Science* 366:120-124. <https://doi.org/10.1126/science.aaw1313>
- Rzedowski J. 1981. *Vegetación de México*. LIMUSA. México.
- Sadoti G, Johnson K, Smith J, Petersen N. 2018. Influences of spatial variation in vegetation on avian richness and abundance vary by season in the Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environments* 151:49-57. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.10.007>
- Sauer JR., Niven DK, Hines JE, Ziolkowski DJ, Pardieck KL, Fallon JE, Link WA. 2017. *The North American Breeding Bird Survey, Results and Analysis 1966 - 2015*. Version 2.07.2017 USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD. USA.
- Sierra FD, Martínez JH, Pereda ME, Strasser EH. 2019. Patrón de movimientos y ámbito hogareño invernal de aves de pastizal en el noroeste de México. *Biotecnia XXI* (3): 41-47. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i3.1010>
- Titulaer M, Melgoza-Castillo A, Panjabi A, Sánchez-Flores A, Martínez-Guerrero JH, Macías-Duarte A, Fernández JA. 2017. Molecular analysis of stomach contents reveals important grass seeds in the winter diet of Baird's and Grasshopper sparrows, two declining grassland bird species. PLoS ONE 12(12):1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189695>
- Titulaer M, Melgoza-Castillo A, Macías-Duarte A, Panjabi A. 2018. Seed size, bill morphology, and handling time influence preferences for native v.s. nonnative grass seeds in three declining sparrows. *Wilson Journal of Ornithology* 130:445-456. <https://doi.org/10.1676/17-003.1>
- Vickery P, Herkert J. 2001. Recent advances in grassland bird research: where do we go from here? *Auk* 118:11-15. <https://doi.org/10.1093/auk/118.1.11>
- Zuckerberg B, Ribic CA, McCauley LA. 2018. Effects of temperature and precipitation on grassland bird nesting success as mediated by patch size. *Conservation Biology* 32:872:882. <https://doi.org/10.1111/cobi.13089>