

# VARIABLES DEL HÁBITAT DE PASTIZAL ASOCIADAS A LA DENSIDAD DE AVES GRANÍVORAS EN MALPAÍS, DURANGO, MÉXICO

## GRASSLAND HABITAT VARIABLES ASSOCIATED TO THE DENSITY OF GRANIVORE BIRDS IN MALPAÍS, DURANGO, MEXICO

Rodríguez-Maturino, J.A.<sup>1</sup>; Martínez-Guerrero, J.H.<sup>2\*</sup>; Chairez-Hernández, I.<sup>3</sup>; Pereda-Solís, M.E.<sup>2</sup>; Pinedo-Álvarez, A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Río Papaloapan y Blvd. Durango s/n, Col. Valle del Sur, C.P. 34120, Durango, México. <sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UJED. Carretera Durango-Mezquitlan Km 11.5, C.P. 34000, Durango, México. <sup>3</sup>CIIDIR, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango, Sigma 119 Fracc. 20 de noviembre II, C.P. 34220, Durango, México. <sup>4</sup>Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Fco. R. Almada Km 1, C.P. 31453, Chihuahua, México.

**Autor de correspondencia:** che\_hugo1@hotmail.com

### RESUMEN

Las aves de pastizal constituyen el grupo que más ha disminuido sus poblaciones en Norteamérica. Diversos estudios sugieren que existen variables clave de este hábitat que limitan la abundancia y distribución. En enero de 2013 se efectuaron censos de aves, mediante una caracterización de la estructura de la vegetación y se estimó la disponibilidad de semillas en el suelo. A través de modelos lineales generalizados se determinaron las variables predictoras de la densidad de siete especies de aves de pastizal. Todas las variables fueron incluidas en al menos un modelo de alguna de estas especies. La biomasa de semillas fue una variable predictora importante de manera individual o en interacción con otras variables, destacando el caso de *Spizella pallida* y *Ammodramus saviarum*. Por primera vez se incluye la disponibilidad de alimento como una variable en estudios de asociación del hábitat en el área de invernación de estas aves en México. Esta información puede ser utilizada en las estrategias de conservación y manejo de estas especies y sus hábitats.

**Palabras clave:** Disponibilidad de semillas, suelo, estructura de vegetación, gorriones.

### ABSTRACT

Grassland birds constitute the group that has decreased its populations most in North America. Various studies suggest that there are key variables of this habitat that limit their abundance and distribution. In January 2013, bird censuses were carried out through a characterization of the vegetation structure and the availability of seeds in the soil were estimated. Through generalized linear models the variables that predict density of seven grassland bird species were determined. All the variables were included in at least one model of one of these species. The seed biomass was an important predicting variable individually or in interaction with other variables, highlighting the case of *Spizella pallida* and *Ammodramus saviarum*. For the first time the food availability is included as a variable in studies of habitat association in the hibernation area of these birds in México. This information can be used in the strategies of conservation and management of these species and their habitats.

**Keywords:** seed availability, soil, vegetation structure, sparrows.

**Agroproductividad:** Vol. 10, Núm. 5, mayo, 2017. pp: 3-9.

**Recibido:** julio, 2016. **Aceptado:** febrero, 2017.



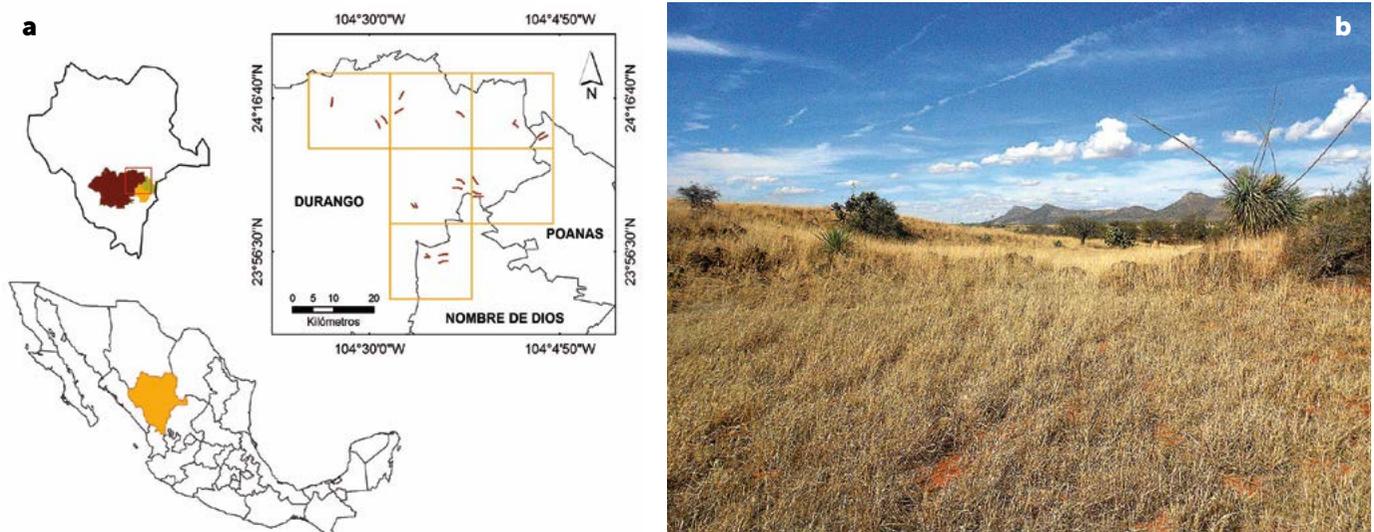
## INTRODUCCIÓN

El pastizal es el ecosistema más amenazado del planeta debido al crecimiento de la frontera agrícola, el desarrollo de centros urbanos, la rápida expansión de plantas invasoras entre otras (Hoekstra *et al.*, 2005). En Norteamérica, lo anterior, ha provocado una continua fragmentación y pérdida de hábitat para las aves de pastizal, lo que se ha traducido en una marcada tendencia negativa en el tamaño de sus poblaciones (Sauer *et al.*, 2011). Sliwinski y Koper (2012) destacan que las aves rechazan sitios que poseen gran cantidad de borde (fragmentación), lo que se convierte en un factor crítico en las áreas invernales (Brennan y Kuvlesky, 2005), pues el 90% de ellas pasan el invierno en los pastizales del Desierto Chihuahuense, particularmente en México, donde la fragmentación y el rápido crecimiento de las áreas de cultivo se hacen evidentes (Pool *et al.*, 2014). Las investigaciones en este grupo de aves durante su estancia invernal en México son recientes, sin embargo, los estudios sobre su hábitat solo han relacionado las características de la estructura de la vegetación y de cobertura de suelo sobre su abundancia y distribución, así como con algunas otras variables ecológicas (Martínez-Guerrero *et al.*, 2014). Ningún estudio ha relacionado estas variables con la disponibilidad de semillas en el suelo, factor que se ha usado solo en estudios de dieta (Desmond *et al.*, 2008). Por ello, el objetivo del presente trabajo fue identificar la asociación de las variables del hábitat de pastizal y la densidad de aves granívoras, en la Región Prioritaria para la Conservación de Pastizales de Malpaís (MALP), Durango, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La MALP comprende una superficie de 26,191 km<sup>2</sup>, abarca parte de los estados de Durango y Zacatecas (Pool *et al.*, 2014, Figura 1). El clima es seco templado con verano cálido (BS1k y BS0k) y seco semicálido (BS1h). La precipitación se ubica entre 450-550 mm al año. En las áreas de pastizal se encuentran especies de pastos de los géneros *Bouteloua*, *Setaria*, *Leptochloa*, *Stipa*, *Buchloe*, *Aristida*, *Muhlenbergia* y *Bothriochloa* (Herrera y Ortiz, 2009).

El muestreo de aves se realizó durante enero de 2013 en 18 transectos de 2 km de longitud, tres en cada uno de los bloques (18 km×18 km) del área de estudio (Pool *et al.*, 2014). Con el programa Distance 6.0 se estimó la densidad de cada especie por transecto, empleando el muestreo de distancia convencional (CDS) y diferentes combinaciones de modelos. Para seleccionar el mejor modelo se consideró el Criterio de Información del Mínimo Akaike (AIC, Thomas *et al.*, 2009). Simultáneamente, sobre los mismos transectos se realizó la caracterización de la estructura de la vegetación. Para ello, se establecieron parcelas de 10 m de diámetro (cada 100 m en todos los transectos, n=360 parcelas) en las que se registró el porcentaje cubierto por pasto, hierbas, suelo desnudo, o de otro tipo de cobertura (materia orgánica, excremento animal y partes de plantas muertas), la altura promedio de las especies de pastos, árboles y arbustos. La estimación de la cobertura y altura promedio de los árboles y arbustos, se realizó en parcelas de 100 m de diámetro, considerando



**Figura 1.** a: Ubicación de los bloques de muestreo (cuadros color naranja) en Malpaís, Durango (transectos de muestreo en líneas rojas), b: ejemplo de un sitio de estudio en el municipio de Nombre de Dios, Durango, México.

los mismos puntos centrales de las parcelas de 10 m de diámetro (Levandoski *et al.*, 2008). La estimación de las variables de la estructura de la vegetación se realizó de manera visual por observadores experimentados, de acuerdo a Macías-Duarte y Panjabi (2013), este tipo de metodologías proveen estimaciones razonablemente precisas y similares a las estimaciones de los métodos cuantitativos.

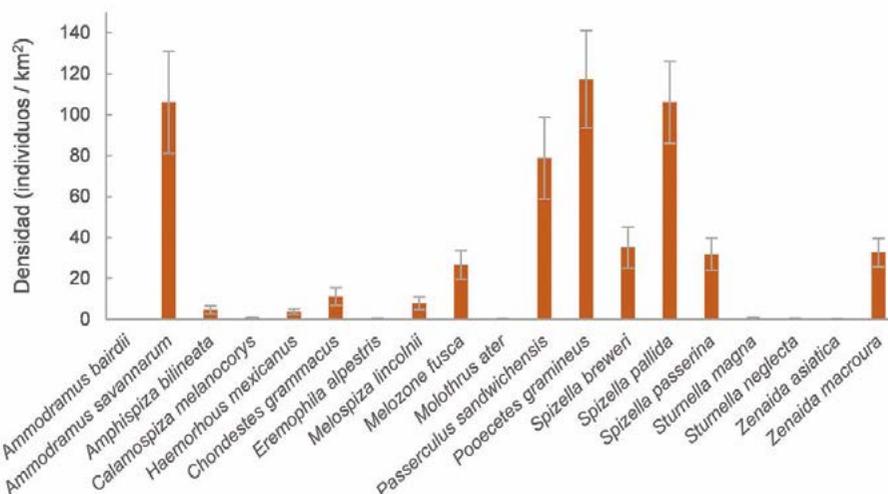
Una vez concluidos los muestreos de aves y de la estructura de la vegetación, se procedió al muestreo de semillas. En cada una de las parcelas (10 m de diámetro) en donde se efectuó el muestreo de vegetación, se establecieron parcelas circulares de 40 m de diámetro y en ellas se recolectaron muestras del banco de semillas. Cada parcela circular de 40 m de diámetro, se dividió en cuatro cuadrantes, tomando una muestra del banco de semillas en cada uno de ellos, obteniendo un total de 1440 muestras (18 transectos  $\times$  20 puntos  $\times$  4 muestras). Las muestras de semillas del suelo se recolectaron empleando un aro metálico de 8.8 cm de diámetro, este se insertó a una profundidad de 0.5 cm y se recolectó el contenido de suelo y semillas de pastos y hierbas. Las muestras se tamizaron y utilizaron estereoscopios 10  $\times$  40 para separar las semillas del suelo; y una vez separadas se pesaron en una balanza analítica. En cada transecto se obtuvo la biomasa promedio del banco de semillas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) (Desmond *et al.*, 2008). Para determinar diferencias entre las medias de cada bloque de los datos de las variables de la estructura del pastizal y de la biomasa, se realizaron análisis de varianza, además de análisis de residuales, en los datos que no cumplieron

los supuestos de Gauss Markov se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y en su defecto, un análisis de varianza de un diseño completamente al azar ( $p \leq 0.05$ ). Para determinar las variables estructurales que pudieran influir en la densidad de aves, se emplearon modelos lineales generalizados. Para ello, se consideraron las nueve variables estructurales del pastizal (variables independientes) y la densidad de aves (variable de respuesta). Para eliminar los posibles efectos de multicolinealidad se realizó un análisis de correlación de rangos de Spearman entre las variables independientes. Con el empleo de los programas estadísticos Statistica y SPSS, se probaron cuatro modelos basados en las distribuciones normal, Poisson, multinomial y binomial negativa con sus respectivas funciones de vínculo (StatSoft Inc., 2011; SPSS Inc., 2008). Para evaluar la viabilidad de cada modelo, primero se realizó una prueba de  $\chi^2$  para verificar que la Desviación ( $D$ ) fuera menor que la Chi tabulada. En este análisis se consideró que el cociente entre la  $D$  y los grados de libertad fueran un valor de aproximadamente igual a uno. Una vez que se cumplía este supuesto, se inspeccionaron en los

efectos del modelo el valor de significancia de cada variable ( $\alpha = 0.05$ ). Para seleccionar el mejor modelo para cada una de las especies de aves, se utilizaron los estadísticos de  $D$ , AIC y el Criterio de Información Bayesiano (BIC). Se estimaron los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) y el porcentaje de aciertos de los modelos, según el tipo de probabilidad de distribución.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 19 especies de aves granívoras de pastizal, 10 de las cuales pudieron haber incluido poblaciones migratorias de invierno. La densidad promedio global fue de 502 individuos  $\text{km}^{-2}$  ( $\pm 14.4$ ). Las especies con mayor densidad promedio en el área estudiada fueron *Pooecetes gramineus*, *Ammodramus savannarum* y *Spizella pallida* (Figura 2). Las medias de las variables cobertura y altura de pastos conformaron tres grupos de bloques estadísticamente diferentes, las otras variables no presentaron diferencias estadísticamente significativas en los bloques (Cuadro 1). La biomasa presentó un promedio general de 21.9  $\text{kg ha}^{-1}$  (rango 10.3-31.2  $\text{kg ha}^{-1}$ ).



**Figura 2.** Densidad (individuos/ $\text{km}^2$ ) de especies de aves de pastizal en Malpaís, Durango (error estándar en líneas grises).

**Cuadro 1.** Promedio de la biomasa y de variables estructurales por bloque en Malpaís, Durango, México.

Bloque	Biomasa de semillas (kg ha <sup>-1</sup> )	Parcelas de 10 m de diámetro						Parcelas de 100 m de diámetro	
		Cobertura hierbas (%)	Cobertura de pastos (%)	Suelo desnudo (%)	Altura del pasto (cm)	Otro tipo de cobertura (%)	Cobertura de árboles y arbustos (%)	Cobertura de árboles y arbustos (%)	Altura de árboles y arbustos (cm)
1	18.8	11.0	55.4 <sup>c</sup>	14.3	19.5 <sup>b</sup>	16.2	2.3	1.3	1.6
2	17.3	5.8	29.8 <sup>a</sup>	35.3	16.3 <sup>b</sup>	27.8	1.5	2.7	2.6
3	10.3	8.9	30.7 <sup>a</sup>	35.4	9.1 <sup>a</sup>	22.7	1.3	2.8	2.6
4	29.2	14.9	43.0 <sup>b</sup>	18.6	27.5 <sup>c</sup>	18.6	3.3	2.5	2.2
5	31.2	10.4	24.1 <sup>a</sup>	23.8	16.1 <sup>b</sup>	23.8	5.3	5.1	2.9
6	22.2	15.6	26.8 <sup>a</sup>	28.1	19.0 <sup>b</sup>	28.1	7.0	3.9	3.0

(Las letras diferentes representan medianas con diferencias estadísticamente significativas,  $p \leq 0.05$ ).

La Región Prioritaria para la Conservación de Pastizales de Cuchillas de la Zarca presentó una densidad promedio de aves de pastizal más alta que la MALP, cinco especies se presentaron en menor densidad en el área de estudio (*A. bairdii*, *Calamospiza melanocorys*, *S. breweri*, *S. passerina* y *Sturnella magna*) (Panjabi *et al.*, 2010). Las densidades bajas de aves registradas en la MALP se atribuye a niveles bajos de las variables cobertura y altura del pasto que se registraron en algunos bloques muestreados. El promedio y rango de biomasa de semillas registradas en este estudio fueron más bajas a los determinados en áreas de pastizal, en la misma temporada, en los Estados Unidos, debido posiblemente al alto grado de pastoreo que ocurre en la mayor parte del área de la MALP (Desmond *et al.*, 2008). Estudios previos (Pulliam y Dunning, 1987) han demostrado que la disponibilidad de semillas, durante el invierno, cuando el alimento es escaso, puede limitar el desarrollo de las comunidades de gorriones invernales. Sin embargo, no todas las especies de gorriones bajo condiciones de escasas de alimento tienen la misma habilidad para encontrar semillas (Whalen y Whatts, 2000). Por ello, se puede asumir que algunas especies encontradas en el área estudiada pudieron haber presentado un nivel alto de estrés ante la baja disponibilidad de alimento (Yahner, 2012). El análisis de Spearman no identificó correlación significativa entre las variables independientes, por lo que en los modelos lineales generalizados se emplearon todas ellas. Siete especies de aves se ajustaron a alguno de los modelos, seis para la probabilidad de distribución multinomial y *S. passerina* para la probabilidad de distribución negativa binomial. Las variables significativas determinadas por el modelo con más frecuencia fueron la altura del pasto y la biomasa de semillas. Las especies cuyos modelos

emplearon la variable biomasa fueron *A. savannarum*, *Haemorhous mexicanus* y *S. pallida* (Cuadro 2).

*A. savannarum* fue una de las especies cuyo modelo incluyó la variable biomasa de semillas. Al respecto, Grzybowski (1983) es el único que hace alusión a esto. Se ha mencionado de algunos parámetros que de forma indirecta pueden estar asociados a la cantidad de semillas en el suelo, como ejemplo, el estrato del suelo. La especie de ave a nivel de microhábitat puede seleccionar entre estratos superficiales o profundos (Henderson y Davis, 2014). Aunque Fisher y Davis (2010), expresan que no es claro el efecto de la profundidad del suelo sobre la disponibilidad de semillas, si es posible que ésta incida de alguna forma en la accesibilidad a las semillas. Si lo expresado respecto al microhábitat es aplicable para la MALP, entonces es posible que esta especie de ave aumente su tasa de forrajeo, al tener capacidad de encontrar semillas superficiales y profundas (Cueto *et al.*, 2013). Esto último podría ocurrir principalmente en el invierno tardío, cuando la cantidad y accesibilidad a semillas disminuyen. La asociación de la densidad de *A. savannarum* con la variable altura del pasto era de esperarse, pues otros estudios ya la han identificado como variable importante para esta especie en su hábitat invernal y reproductivo (Howe *et al.*, 1997; Macías-Duarte *et al.*, 2009); sin embargo, McLaughlin *et al.* (2014) señalan que las densidades de estas poblaciones pueden verse afectadas por pastos altos durante la época reproductiva. De acuerdo a Pulliam y Mills (1977) algunas especies forrajean en parches en donde la altura del pasto juega un papel importante para evitar la depredación. La cobertura de árboles y arbustos fue también un predictor importante; al respecto Henderson y Davis (2014) y McLaughlin *et al.* (2014) deter-

**Cuadro 2.** Resultados del análisis de modelos lineales generalizados.

Especie	Probabilidad de distribución	Función de vínculo	Desviación (D)	Grados de libertad (GL)	D/GL	% de aciertos	Variables significativas
<i>Ammodramus savannarum</i>	Multinomial	Logarítmica acumulativa	71.5	321	0.2	83	Biomasa*
							Altura del pasto**
							Cobertura de árboles y arbustos* <sup>Δ</sup>
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Multinomial	Logarítmica acumulativa	54.8	222	0.2	89	Biomasa*
							Cobertura de hierbas*
<i>Melospiza fusca</i>	Multinomial	Logarítmica acumulativa	97.5	354	0.2	82	Altura del pasto**
<i>Passerculus sandwichensis</i>	Multinomial	Logarítmica acumulativa	43.4	255	0.1	94	Altura del pasto*
							Cobertura de árboles y arbustos* <sup>Δ</sup>
							Altura de hierbas* <sup>Δ</sup>
<i>Poocetes gramineus</i>	Multinomial	Logarítmica acumulativa	185.2	783	0.2	76	Altura del pasto*
<i>Spizella pallida</i>	Multinomial	Logarítmica acumulativa	69.4	288	0.2	83	Biomasa*
<i>Spizella passerina</i>	Negativa binomial	Logarítmica	84.8	24	0.4	82	Cobertura de hierbas**
							Cobertura de pastos**
							Cobertura de suelo desnudo**
							Otra cobertura**
							Cobertura de árboles y arbustos**

\*Probabilidad  $p \leq 0.05$ ; \*\*  $p \leq 0.01$ ; <sup>Δ</sup>Variable reportada para 100 m diámetro. La variable cobertura esta expresada en porcentaje.

minaron una correlación positiva entre la densidad de esta especie y la cobertura durante la época de reproducción. Para esta misma época, otras investigaciones señalan una correlación negativa o una tolerancia baja de las aves a la presencia de vegetación leñosa (Block y Morrison, 2010). Los únicos autores que determinaron una asociación entre las aves y la cobertura de árboles y arbustos en temporada invernal, fueron Macías-Duarte et al. (2009), sin embargo, sus resultados contrastan con lo determinado en este estudio. Es muy probable que los elementos estructurales de árboles y arbustos, ofrezcan a las aves sitios de percha para detectar áreas de mayor abundancia de semillas.

Los resultados para *Passerculus sandwichensis* son similares a lo reportado por Howe et al. (1997) y Macías-Duarte et al. (2009) en su hábitat invernal, con una influencia positiva de la altura del pasto. Sin embargo, en su hábitat de reproducción, esta variable se comporta de forma contraria (Thompson et al., 2014). Para la variable altura de hierbas, Howe et al. (1997) registraron resultados similares a los de este estudio. En la MALP ambas variables parecen estar siendo usadas como estrategia

antidepredatoria, o como una señal de la presencia de alimento. En cuanto a la variable porcentaje de cobertura de árboles y arbustos; diversos estudios señalan que la especie prefiere hábitats libres de componentes leñosos (Baldwin et al., 2007). Por otro lado, Henderson y Davis (2014), determinaron que la abundancia de *P. sandwichensis* se incrementa con la presencia de árboles y arbustos. En la MALP, los elementos estructurales parecen jugar un papel importante en las estrategias de forrajeo al utilizarlos como sitios de observación (Walsberg y King, 1980).

Las referencias de *P. gramineus* son congruentes con lo encontrado en este estudio, señalando a la altura del pasto como uno de los principales predictores (Howe et al., 1997; Macías-Duarte y Panjabi, 2013). Otros autores determinaron que la cobertura del pasto, hierba y leñosa son variables complementarias (Block y Morrison, 2010). Aunque se señala que esta última variable desempeña un papel importante en las estrategias antidepredatorias, Macías-Duarte et al. (2009) identificó una correlación negativa entre la densidad de esta especie y la cobertura leñosa. *S. pallida* y su relación con su hábitat ha sido poco

estudiada; y los pocos reportes se han realizado solo en su hábitat reproductivo, y aunque se destaca una correlación positiva de la abundancia de esta especie con la presencia de árboles y arbustos, los resultados de estos estudios difieren (Henderson y Davis, 2014; McLaughlin *et al.*, 2014). La profundidad del suelo es un indicador empleado en modelos y se ha concluido que ésta influye de manera positiva en la abundancia de *S. pallida*, sobre todo si la profundidad se incrementa (Thompson *et al.*, 2014). Su comportamiento en cuanto a las condiciones del microhábitat y específicamente sobre la profundidad de estrato y disponibilidad de semillas, es muy similar al utilizado por *A. savannarum*.

La única referencia para *S. passerina* (Rotenberry y Wiens, 1980) señala la importancia de la cobertura de hierbas en su hábitat reproductivo. Es muy probable que debido a que dicho estudio se concentró durante el periodo de reproducción, las otras variables consideradas en esa investigación resultarían irrelevantes en términos de su selección por *S. passerina*. Sin embargo, los resultados para *S. passerina* deben tomarse con precaución, pues se trata de una especie generalista que puede utilizar hábitats con diversas características (Azpiroz y Blake, 2016). *H. mexicanus* y *Melospiza fusca* son especies que no han recibido mucha atención en cuanto a la selección de hábitat. Los resultados pueden hasta cierto grado reflejar su asociación con algunas variables del hábitat en cuanto a su densidad en vida silvestre. Para algunas de las especies estudiadas los resultados pueden contrastar (Ruth *et al.*, 2014). Por ejemplo, Davis (2004) encontró variaciones en la respuesta de una especie a una variable tan solo de una temporada anual a otra. Es necesario prestar especial atención en los sistemas de pastoreo actuales de los pastizales de México, ya que el pastoreo vigente puede disminuir la cobertura, la altura del pastizal, y afectar la composición de especies vegetales e incluso a la disponibilidad de alimento para las aves (Pol *et al.*, 2014). Hay que recordar que el suministro adecuado y oportuno de alimento aumenta la sobrevivencia y favorece las tendencias reproductivas de las poblaciones de aves de pastizal.

## CONCLUSIONES

Se determinó la asociación entre diferentes variables del hábitat y la densidad de aves granívoras. Para *S. pallida* y *A. savannarum* la biomasa de semillas de manera individual y en asociación con variables estructurales del pastizal, fueron predictores importantes de

su densidad, respectivamente. Algunas de las variables fueron consistentes con lo reportado en la literatura. Al investigar respecto a la asociación del hábitat se debe considerar no solo la especie, sino las condiciones ecosistémicas del área bajo estudio y la fase de la temporada invernal.

## AGRADECIMIENTOS

Al Bird Conservancy of the Rockies (E.U.A) por el financiamiento para el monitoreo de aves invernales de pastizal en México. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada al primer autor para realizar sus estudios de Doctorado.

## LITERATURA CITADA

- Azpiroz A.B., Blake J.G. 2016. Associations of grassland birds with vegetation structure in the Northern Campos of Uruguay. *The Condor* 118: 12-23.
- Baldwin H.Q., Grace J.B., Barrow Jr W.C., Rohwer F.C. 2007. Habitat relationships of birds overwintering in a managed coastal prairie. *Wilson Journal of Ornithology* 119: 189-197.
- Block G., Morrison M.L. 2010. Large-scale effects on bird assemblages in desert grasslands. *Western North American Naturalist* 70: 19-25.
- Brennan L.A., Kuvlesky W.P. 2005. North American grassland birds: an unfolding conservation crisis? *Journal of Wildlife Management* 69:1-13.
- Cueto V.R., Milesi F.A., Marone L. 2013. Litter and seed burying alter food availability and foraging efficiency of granivorous birds in the Monte desert. *Journal of Avian Biology* 44:339-346.
- Davis S.K. 2004. Area sensitivity in grassland passerines: effects of patch size, patch shape, and vegetation structure on bird abundance and occurrence in southern Saskatchewan. *The Auk* 121: 1130-1145.
- Desmond M.J., Mendez-Gonzalez C., Abbott L.B. 2008. Winter diets and seed selection of granivorous birds in southwestern New Mexico. *Studies in Avian Biology* 37:101-112.
- Fisher R.J., Davis S.K. 2010. From wiens to robel: A review of grassland-bird habitat selection. *The Journal of Wildlife Management* 74: 265-273.
- Grzybowski J.A. 1983. Sociality of grassland birds during winter. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 13: 211-219.
- Henderson A.E., Davis S.K. 2014. Rangeland health assessment: A useful tool for linking range management and grassland bird conservation?. *Rangeland Ecology & Management* 67: 88-98.
- Herrera A.Y., Ortiz A.C. 2009. Diversidad de las gramíneas de Durango, México. *Polibotánica* 28: 49-68.
- Hoekstra J.M., Boucher T.M., Ricketts T.H., Roberts C. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology letters* 8:23-29.
- Howe W., Ness H., Carter M.F., Leukering T., Bradley J.S., Aid C.S. 1997. Habitat associations of the Mexican Plateau winter grassland bird community. Colorado Bird Observatory, Brighton, Colorado, EUA.
- Levandoski G., Panjabi A., Sparks R. 2008. Wintering bird inventory and monitoring in priority conservation areas in Chihuahuan Desert grasslands in Mexico: 2008 results. Rocky Mountain Bird Observatory, Brighton, Colorado. Reporte técnico I-MXPLAT-TNC08-02.
- Macías-Duarte A., Montoya A.B., Méndez-González C.E., Rodríguez-Salazar J.R., Hunt W. G., Krannitz P.G. 2009. Factors influencing

- habitat use by migratory grassland birds in the state of Chihuahua, Mexico. *The Auk*, 126: 896-905.
- Macías-Duarte A., Panjabi A.O. 2013. Association of habitat characteristics with winter survival of a declining grassland bird in Chihuahuan Desert grasslands of Mexico. *The Auk* 130: 141-149.
- Martínez-Guerrero J.H., Pereda-Solis M.E., Wehenkel C. 2014. Association of *Ammodramus bairdii* A. 1844, and other species of grassland granivorous birds in winter time in northwestern Mexico. *Open Journal of Ecology* 4: 281-288.
- McLaughlin M.E., Janousek W.M., McCarty J.P., Wolfenbarger L. L. 2014. Effects of urbanization on site occupancy and density of grassland birds in tallgrass prairie fragments. *Journal of Field Ornithology* 85: 258-273.
- Panjabi A., Youngberg E., Levandoski G. 2010. Wintering grassland bird density in Chihuahuan Desert Grassland Priority Conservation Areas, 2007-2010, Rocky Mountain Bird Observatory, Technical report I-MXPLAT-08-03, Brighton, Colorado.
- Pol R.G., Sagario M.C., Marone L. 2014. Grazing impact on desert plants and soil seed banks: implications for seed-eating animals. *Acta Oecologica* 55: 58-65.
- Pool D.B., Panjabi A.O., Macías-Duarte A., Solhjem D.M. 2014. Rapid expansion of croplands in Chihuahua, Mexico threatens declining North American grassland bird species. *Biological Conservation* 170: 274-281.
- Pulliam H.R., Mills, G.S. 1977. The use of space by wintering sparrows. *Ecology* 58:1393-1399.
- Pulliam H.R., Dunning J.B. 1987. The influence of food supply on local density and diversity of sparrows. *Ecology* 68: 1009-1014.
- Rotenberry J.T., Wiens J.A. 1980. Habitat structure, patchiness, and avian communities in North American steppe vegetation: a multivariate analysis. *Ecology* 61:1228-1250.
- Ruth J.M., Stanley T.R., Gordon C.E. 2014. Associations of wintering birds with habitat in semidesert and plains grasslands in Arizona. *The Southwestern Naturalist* 59: 199-211.
- Sauer J.R., Hines J.E., Fallon J.E., Pardieck K.L., Ziolkowski-Jr. D.J., Link W.A. 2011. The North American Breeding Bird Survey, Results and Analysis 1966-2009. Version 3.23.2011 USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD.
- Sliwinski M.S., Koper N. 2012. Grassland bird responses to three edge types in a fragmented mixedgrass prairie. *Avian Conservation and Ecology* 7: 6.
- SPSS Inc. Released 2008. SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago: SPSS Inc.
- StatSoft Inc. 2011. STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Thomas L., Laake J.L., Rexstad E., Strindberg S., Marques F.F.C., Buckland S.T., Borchers D.L., Anderson D.R., Burnham K.P., Burt M.L., Hedley S.L., Pollard J.H., Bishop J.R.B., Marques T.A., 2009. Distance 6.0. Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>
- Thompson S.J., Arnold T.W., Amundson C.L. 2014. A multiscale assessment of tree avoidance by prairie birds. *The Condor* 116: 303-315.
- Walsberg G.E., King J.R. 1980. The thermoregulatory significance of the winter roost-sites selected by robins in eastern Washington. *Wilson Bulletin* 92:33-39.
- Whalen D.M., Watts B.D. 2000. Interspecific variation in extraction of buried seeds within an assemblage of sparrows. *Oikos* 88:574-584.
- Yahner R.H. 2012. Wildlife behavior and conservation. New York, Springer Science.