

# Interspecific foraging relationships of the Worthen's sparrow (*Spizella wortheni*) during the non-breeding season in Coahuila, Mexico

## Relaciones interespecíficas de forrajeo de gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) durante la época no reproductiva en Coahuila, México

Feliciano Javier Heredia-Pineda<sup>1</sup>; Eloy Alejandro Lozano-Cavazos<sup>1\*</sup>; Guillermo Romero-Figueroa<sup>2</sup>; Eduardo Alanís-Rodríguez<sup>3</sup>; Luis Antonio Tarango-Arámbula<sup>4</sup>; Saúl Ugalde-Lezama<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Recursos Naturales Renovables. Calzada Antonio Narro núm. 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C. P. 25315.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Fracc. Playitas núm. 3917 Carretera Ensenada-Tijuana Ensenada, B. C. México. C. P. 22860.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Apartado Postal 41, Linares, Nuevo León, México. C. P. 67700.

<sup>4</sup>Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Postgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Iturbide núm. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. C. P. 78620.

<sup>5</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos, Área de Recursos Naturales, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, México. C. P. 56230.

\*Corresponding author: [alejandrolzn@yahoo.com](mailto:alejandrolzn@yahoo.com)

### Abstract

The Worthen's Sparrow (WS) (*Spizella wortheni*) is endemic to Coahuila, Nuevo León and San Luis Potosí, Mexico. Currently, its distribution is restricted, it is found in small populations and it is a species in danger of extinction. This species is associated with the margins of prairie dog colonies and has been scarcely studied. During the non-reproductive season (fall-winter), February to March, and September to December 2015 mixed and monospecific flocks of birds associated with WS were monitored in Los Angeles Experimental Ranch, Coahuila, Mexico. In this study, the species associated with WS, its composition and size of the flocks were registered. In addition, foraging habitat characteristics were evaluated. Thirteen bird species were associated with the WS and three types of feeding associations of WS in flocks were identified: 1) large mixed flocks, 2) small mixed flocks and 3) WS monospecific flocks. Fifty-seven percent of the total number of species recorded in the flocks showed seeding food habits similar to those of the WS. In the mixed flocks dominated by WS, this species was the *leader* or core species, while the flocks dominated by other species were *followers*. The habitat components associated with the large mixed flocks were height and cover of coyonoxtle plants (*Cylindropuntia imbricata* Haw.), while those related to the small mixed flocks were height and cover of prickly pear (*Opuntia rastrera* Weber). The identification of non-breeding WS feeding sites in conserved grasslands may represent a useful tool in designing conservation strategies for WS and its associated species.

**Keywords:** Functional groups, core species, follower, habitat, mixed-species flocks.

### Resumen

El gorrión de Worthen (GW) (*Spizella wortheni*) en México es endémico de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí, México. Actualmente, GW tiene una distribución restringida, se encuentra en poblaciones pequeñas y está en peligro de extinción. Esta especie se asocia a márgenes de colonias de perrito de las praderas y ha sido estudiada escasamente. Por ello, en la época no reproductiva (otoño-invierno), durante febrero y marzo, así como de septiembre a diciembre de 2015, bandadas mixtas asociadas al GW y monoespecíficas de GW fueron monitoreadas en el Rancho Experimental Los Ángeles, Coahuila, México. En este estudio, las especies asociadas al GW, su composición y tamaño de las bandadas fueron registradas; además, las características del hábitat de forrajeo fueron evaluadas. Trece especies de aves se asociaron al GW y tres tipos de asociaciones de alimentación del GW en bandadas fueron identificadas: 1) bandadas mixtas grandes, 2) bandadas mixtas pequeñas y 3) bandadas monoespecíficas de GW. El 57 % del número total de especies registradas en las bandadas tuvo hábitos alimenticios granívoros similares a los del GW. En las bandadas mixtas dominadas por GW, esta especie fue la *líder* o especie núcleo, mientras que en las bandadas dominadas por otra especie fue *seguidora*. Los componentes de hábitat asociados a las bandadas mixtas grandes fueron altura y cobertura de coyonoxtle (*Cylindropuntia imbricata* Haw.), mientras que los relacionados a las bandadas mixtas pequeñas fueron altura y cobertura de nopal rastrero (*Opuntia rastrera* Weber). La identificación de sitios no reproductivos de alimentación del GW en pastizales conservados puede representar una herramienta útil en el diseño de estrategias de conservación del GW y especies asociadas.

**Palabras clave:** Grupos funcionales, especie central, hábitat.

Please cite this article as follows (APA 6): Heredia-Pineda, F. J., Lozano-Cavazos, E. A., Romero-Figueroa, G., Alanís-Rodríguez, E., Tarango-Arámbula, L. A., & Ugalde-Lezama, S. (2017). Interspecific foraging relationships of the Worthen's sparrow (*Spizella wortheni*) during the non-breeding season in Coahuila, Mexico. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 16(2), 23-36. doi: 10.5154/r.rchsa.2017.11.009

Received: November 22, 2017 / Accepted: November 28, 2017



[www.chapingo.mx/revistas/zonas\\_aridas](http://www.chapingo.mx/revistas/zonas_aridas)

## Introduction

The Worthen's sparrow (WS, *Spizella wortheni*) is an endemic species found in north-eastern part of Mexico and is in danger of extinction (NOM-059-SEMARNAT-2010); on a national and worldwide level (Scott-Morales, Nosedal, Cotera & Canales, 2008, BirdLife, 2015, Canales-Delgadillo, Chapa Vargas, Carlos Gómez, & Arreola Aguirre, 2015). The WS is distributed regularly in the margins of the xerophilous scrub and in its ecotony areas in the Mexican Altiplano, it is associated with Prairie dog colonies (*Cynomys mexicanus*) (Canales-Delgadillo, Scott, Cotera, & Pando, 2008; Castillo, González, Ruvalcaba, & García, 2010, Roque 2015, Velasco 2015). Similarly, the WS is associated with other species of grassland birds forming flocks during the non-breeding season (Wege, Howell & Sada, 1993, Behrstock, Sexton, Lasley, Eubanks, & Gee, 1997, Canales-Delgadillo et al., 2008). This period corresponds to the coldest months in the region, from September to March, however, there are no studies on the function, structure, and composition of the winter flocks in preserved scrub grasslands.

The mixed-species flocks of birds are a heterospecific groupings of individuals, pairs or groups of two or more species, which are connected by a common social behavior, their movements, and feeding (Powell, 1985; Hutto, 1987; Hutto, 1994; Arbeláez, Rodríguez, & Restrepo, 2011; Giselle & Fanjul, 2013). According to Buskirk (1976) and Gantz, Schlatter, and Yañez (2011), the flocks are formed in order to increase their chances of finding food with little effort possible and to reduce the risk of predators. A flock with a larger number of individuals and species with different eating habits increases the coverage in their search radius, as well as their ability to explore and use a greater diversity of food substrates. This assists them in finding simultaneous food banks for various species (Krebs, 1973, Greig, 1978, Grzybowski, 1983, Hogstad, 1988, Gram, 1998).

In the tropical regions of America, mixed flocks are found permanent all year (Jullien & Thiollay, 1998), while in the subtropical and temperate areas of Mexico or Argentina these are found essentially from autumn to winter, in the non-breeding season, or when food is scarce (Moynihan, 1979, Thiollay, 1997, Greenberg, 2000). The formation of flocks in the tropics where vegetation provides a better variety and diversity of strata has been studied extensively. On the contrary, research in the semi-arid ecosystems of Mexico is scarce.

In the Mexican Altiplano, most of the sites where WS is found coincide with the distribution areas of the Prairie dog (Sada, 1987, Wege et al., 1993, Scott-Morales et al., 2008). The current situation of the colonies of the Prairie dog and the adjacent habitats to WS

## Introducción

El gorrión de Worthen (GW, *Spizella wortheni*) es una especie endémica del noreste de México y se encuentra en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010); en peligro a nivel nacional y mundial (Scott-Morales, Nosedal, Cotera & Canales, 2008; BirdLife, 2015; Canales-Delgadillo, Chapa Vargas, Carlos Gómez, & Arreola Aguirre, 2015). El GW se distribuye regularmente en los márgenes del matorral xerófilo y en sus áreas de ecotonía en el Altiplano Mexicano se asocia con colonias de perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*) (Canales-Delgadillo, Scott, Cotera, & Pando, 2008; Canales del Castillo, González, Ruvalcaba, & García, 2010; Roque 2015; Velasco 2015). Asimismo, el GW se asocia con otras especies de aves de pastizal formando bandadas durante la época no reproductiva (Wege, Howell & Sada, 1993; Behrstock, Sexton, Lasley, Eubanks, & Gee, 1997; Canales-Delgadillo et al., 2008). Dicha época corresponde a los meses menos cálidos en la región, de septiembre a marzo, sin embargo, no existen estudios sobre la función, estructura y composición de las bandadas invernales en pastizales-matorrales conservados.

Las bandadas de especies mixtas de aves son agrupaciones heteroespecíficas de individuos, parejas o grupos de dos o más especies, que se conectan por comportamientos sociales comunes y se desplazan y alimentan en conjunto (Powell, 1985; Hutto, 1987; Hutto, 1994; Arbeláez, Rodríguez, & Restrepo, 2011; Giselle & Fanjul, 2013). De acuerdo con Buskirk (1976) y Gantz, Schlatter y Yañez (2011), las bandadas se forman para incrementar las posibilidades de encontrar alimento con menor esfuerzo y reducir el riesgo de depredación. Una bandada con mayor número de individuos y especies con diferencias en sus hábitos alimenticios incrementa la cobertura en el radio de búsqueda, así como su capacidad para explorar y utilizar una mayor diversidad de sustratos alimenticios. Lo anterior facilita el encuentro simultáneo de bancos de alimentos para diversas especies (Krebs, 1973; Greig, 1978; Grzybowski, 1983; Hogstad, 1988; Gram, 1998).

En las regiones tropicales de América, las bandadas mixtas son permanentes durante el año (Jullien & Thiollay, 1998), mientras que en las zonas subtropicales y templadas de México o Argentina ocurren esencialmente de otoño a invierno, en la época no reproductiva, o cuando escasea el alimento (Moynihan, 1979; Thiollay, 1997; Greenberg, 2000). La formación de bandadas en las zonas tropicales, donde la vegetación proporciona una mayor cantidad y diversidad de estratos, se ha estudiado ampliamente. Por el contrario, su investigación es escasa en los ecosistemas semiáridos de México.

En el Altiplano Mexicano, la mayoría de los sitios con presencia de GW coincide con las áreas de distribución

indicates a constant degradation caused by clearing for agricultural purposes (Scott-Morales, Estrada, Chávez, & Cotera, 2004; Canales-Delgadillo et al., 2008), goat overgrazing (Garza de León, Morán Rosales, Cancino, Tinajero, & López, 2007; Canales-Delgadillo et al., 2008; Macías Duarte, Panjabi, Pool, Youngberg, & Levandoski, 2011), and changes in land use for *Opuntia* (*Opuntia* spp.) cultivation, and Lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) for soil conservation purposes. In the Americas, the constant alteration of the open areas, commonly covered with native grasslands, has caused a guild of grassland birds, which are the most threatened ones (Gauthier, Lafón, Toombs, Hoth, & Wiken, 2003; Askins et al., 2007). The interspecific relationships between WS and associated species have not been studied recently and even less in well-preserved grasslands. A study of this nature can provide relevant information when populations of birds in well-preserved grasslands are compared with those present in marginal or degraded habitats during the migratory season. In this context, the Los Angeles Experimental Ranch (RELA), the property of the Antonio Narro Agrarian Autonomous University (UAAAN), presents preserved grasslands, which are managed using controlled grazing. In them, they have the permanent presence of endangered species such as the Mexican prairie dog and the WS, within areas with ideal conditions to study the flocks and to generate management and conservation strategies, which can be applied to overgrazed and degraded sites.

Definitely, when considering the anthropic processes it could be identified that the composition of the groups of bird species associated with grassland could be an indicator of their habitat quality (Martínez et al., 2010; Martínez, Pereda, & Wehenkel, 2014). In this study, the composition and size of the feeding flocks associated with WS during the non-breeding season were determined during February to March and September to December. The characteristics of the foraging habitat of the flocks in the RELA grasslands under managed grazing conditions were also determined.

## Materials and methods

This study was carried out at the Los Angeles Experimental Ranch (RELA), whose extension is 7,000 ha, located 34 km south of the municipality of Saltillo, between 25° 04' 12" and 25° 08' 51" north latitude and 100° 58' 07" and 101° 03' 12" west longitude, with an altitude of 2 150 m (Serrato, Mediana, & Vázquez, 1983; Roque, 2015). The RELA is used for extensive cattle production because it presents an open medium grassland surrounded by mountains and hills with diverse desert scrub, coniferous forests, holm oaks, and sub-montane scrub. The climate is arid, semi-warm, with cool winters, presents an average annual

del perrito de las praderas (Sada, 1987; Wege et al., 1993; Scott-Morales et al., 2008). La situación actual de las colonias de perritos de las praderas y de los hábitats adyacentes al GW indica una degradación constante por desmontes con fines agrícolas (Scott-Morales, Estrada, Chávez, & Cotera, 2004; Canales-Delgadillo et al., 2008), sobrepastoreo caprino (Garza de León, Morán Rosales, Cancino, Tinajero, & López, 2007; Canales-Delgadillo et al., 2008; Macías Duarte, Panjabi, Pool, Youngberg, & Levandoski, 2011) y cambios en el uso del suelo para plantaciones de nopal (*Opuntia* spp.) y lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) con fines de conservación del suelo.

En el continente americano, la alteración constante de las áreas abiertas, cubiertas comúnmente con pastizales nativos, ha ocasionado que el gremio de las aves de pastizal sea el más amenazado (Gauthier, Lafón, Toombs, Hoth, & Wiken, 2003; Askins et al., 2007). Las relaciones interespecíficas entre el GW y especies asociadas no han sido estudiadas recientemente y aún menos en pastizales bien conservados. Un estudio de esta naturaleza puede proveer información relevante cuando las poblaciones de aves en pastizales bien conservados se comparen con las presentes en hábitats marginales o degradados durante la época migratoria.

En este contexto, el Rancho Experimental Los Ángeles (RELA), propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), presenta pastizales conservados y manejados con pastoreo controlado. En ellos se tiene la presencia permanente de especies en peligro de extinción como el perrito de las praderas mexicano y el GW, dentro de áreas con condiciones ideales para estudiar las bandadas de aves y generar estrategias de manejo y conservación aplicable a sitios sobrepastoreados y degradados.

Sin duda, al considerar los procesos antrópicos se podría identificar que la composición de los grupos de especies de aves asociadas a los pastizales pudiera ser un indicador de su calidad de hábitat (Martínez et al., 2010; Martínez, Pereda, & Wehenkel, 2014). En este estudio, la composición y tamaño de las bandadas de alimentación asociadas al GW durante la época no reproductiva fueron determinados durante febrero a marzo y septiembre a diciembre; también, las características del hábitat de forrajeo de las bandadas en pastizales del RELA en condiciones de pastoreo manejado fueron determinadas.

## Materiales y métodos

Este estudio se realizó en El Rancho Experimental Los Ángeles (RELA), cuya superficie es de 7,000 ha y se ubica a 34 km al sur de la cabecera municipal de Saltillo, entre los 25° 04' 12" y 25° 08' 51" latitud norte y 100° 58' 07" y 101° 03' 12" longitud oeste, con una altitud de 2 150

temperature that fluctuates between 18 and 22 °C, average annual rainfall of 450 to 550 mm, distributed mainly in summer and winter (Roque, 2015). The RELA has a complex of Prairie dog colonies (*Cynomys mexicanus*) and a resident population of WS, both in endanger of extinction. Unlike the grassland areas that surround the RELA, it has a livestock management and grazing plan to promote livestock production along with maintaining the habitat for various resident and migratory bird species and fauna associated with the Prairie dog. The RELA is managed through a limited number of livestock units, which is modified depending on rainfall events, its distribution, and quantity, as well as the available forage for livestock.

The specific study area was located within the biological corridor "El Cercado-La India" (González, 2014; Roque, 2015; Velasco, 2015). Searching and monitoring of flocks of WS were done by establishing routes in the ecotony between Prairie dog colonies and scattered patches of xerophilous scrub dominated mainly by Coyonoxtle (*Cylindropuntia imbricata* Haw.) or Opuntia (*Opuntia rastrera* Weber). The routes were carried out from February to March and September to December 2015 during two or three consecutive days every 10 days, depending on the weather conditions, at 7:00 to 11:00 am and 4:00 pm to 6:00 p.m. The mixed flocks integrated with at least one WS and a compound monospecific group with at least two individuals of WS were registered. The foraging activity of these groups was also registered. Once the groups were located, the activity of the flock's was recorded by marking the site to avoid duplicate records of the same group of birds and vegetative characteristics during 20 days. Each registered flock was considered as an independent event.

The registered data were total number of birds, flock composition, flock size, date, observation site, and site coordinates. The method of Giselle and Fanjul (2013) was used to consider the permanence and role of the species within the flocks (i.e. leading or core species, satellite, companion or follower). Other variables considered were the type of substrate in which they were fed, feeding behavior (if they went down to look for food in the soil or if they stay above soil level consuming seeds directly from the plants). The observation period was five minutes. The mixed-species flocks were classified as small (two to 10 members and two or more species), large ( $\geq 11$  members) (Gantz et al., 2011), and monospecific (integrated exclusively by WS, with two or more individuals). In addition, the seasonality of the species that made up the flocks was registered as permanent residents or winter migrants (Garza de León, 2003).

The structural characteristics of the vegetation were evaluated at the foraging sites of the flocks. At each site, a plot of 5 x 5 m was established. The focus was

m (Serrato, Mediana, & Vázquez, 1983; Roque, 2015). El RELA se utiliza para la producción extensiva de ganado bovino porque presenta pastizal mediano abierto rodeado de cerros y lomeríos con diversos matorrales desérticos, bosques de coníferas, encinares y matorral submontano. El clima es seco árido, semicálido, de invierno fresco, con temperatura media anual que fluctúa entre 18 y 22 °C, precipitación promedio anual de 450 a 550 mm, distribuida principalmente en verano e invierno (Roque, 2015). El RELA tiene un complejo de colonias de perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*) y una población residente de GW, ambas en peligro de extinción. A diferencia de las áreas de pastizal que rodean al RELA, éste cuenta con un plan de manejo de ganado y pastoreo para promover la producción de ganado junto con el mantenimiento de hábitat para diversas especies de aves residentes y migratorias, y fauna asociada al perrito de la pradera. El RELA se maneja a través de un número limitado de unidades animales de ganado, el cual se modifica dependiendo de los eventos de precipitación, su distribución y cantidad, así como de la disponibilidad de forraje para el ganado.

El área específica de estudio se ubicó dentro del corredor biológico El Cercado-La India (González, 2014; Roque, 2015; Velasco, 2015). La búsqueda y observación de bandadas del GW se hicieron mediante recorridos en la ecotonía entre colonias de perrito de las praderas y manchones dispersos de matorral xerófilo dominados principalmente por coyonoxtle (*Cylindropuntia imbricata* Haw.) o nopal (*Opuntia rastrera* Weber). Los recorridos se realizaron de febrero a marzo y de septiembre a diciembre de 2015 durante dos o tres días consecutivos cada 10 días, dependiendo de las condiciones del clima, a partir de las 7:00 hasta las 11:00 y de las 16:00 hasta las 18:00 h. Las bandadas mixtas integradas con al menos un individuo de GW y grupos monoespecíficos compuestos con al menos dos individuos de GW fueron registrados. La actividad de forrajeo de dichos grupos también fue registrada. Una vez que los grupos fueron localizados, la actividad de la bandada se registró marcando el sitio para evitar registros duplicados del mismo grupo de aves y las mismas características de la vegetación durante los siguientes 20 días. Cada bandada registrada se consideró como un evento de observación independiente. Los datos registrados fueron número de individuos, composición de la bandada, tamaño de la bandada, fecha, lugar de observación y coordenadas del sitio.

El método de Giselle y Fanjul (2013) fue involucrado para considerar la permanencia y el rol de las especies dentro de las bandadas (i.e. especie líder o núcleo, satélite, acompañante o seguidor). Otras variables consideradas fueron el tipo de sustrato en los que se alimentaron, procuración de alimento (si bajaban a buscar alimento al suelo o si se mantenían sobre



on the principal plant where the group was found. The vegetable species used by the flock in each plot, its height and crown diameter obtained by means of two transversal measurements were registered. A random sub-plot of 50 x 50 cm was established within the main plot to estimate the coverage of grasses, shrubs, bare soil, and organic matter (Daubenmire, 1959); the depth of organic matter, grass height, and herbs were also estimated. The analysis of the information was carried out based on the grouping of the observations according to the number of individuals or size of the flocks and by species (Berlanga, et al., 2015). The averages and standard deviations of the number of species and individuals per flock were estimated. The Kruskal-Wallis test ( $H$  to  $P < 0.05$ ) was used to determine differences in number of species and size of the flocks. The degree of association between species per type of flock was estimated by the Brad-Curtis cluster analysis considering the “participation” parameter in estimating the percentage of the presence of individual species in the total flocks and per type. In addition, variables of vegetation were used to determine if there were differences in the use of habitats per type of flock.

## Results and discussion

A total of 42 flocks was registered; 33 mixed and 9 monospecific species. In total, 14 species integrated the flocks (including WS); eight winter migratory species and six permanent residents associated with desert and grassland scrub (Macias Duarte et al., 2011; Macias Duarte & Panjabi, 2013); nine of the registered species were granivorous and five were insectivorous (Table 1).

### Size and composition of the mixed-species flocks

The average number of mixed-species flocks was 3.7 ( $\pm 1.4$ ), while the overall number of individuals was 26.8 ( $\pm 15.9$ ) significantly higher ( $P = 0.02$ ) compared to the monospecific flocks with 13.8 ( $\pm 13.3$ ) individuals per flock (Figure 1). Thirty-three mixed flocks were registered, 26 as large mixed flocks (BMG) and seven small mixed flocks (BMP); the average number of BMG species were 3.9 ( $\pm 1.5$ ) and BMP species were 3.1 ( $\pm 1.1$ ). No significant differences in the number of species per mixed flock type ( $P = 0.2$ ) were observed, while the average number of individuals/flock was 32.4 ( $\pm 12.3$ ) and 6.1 ( $\pm 2.5$ ) for the BMG and BMP, respectively ( $P = 0.0005$ ).

The size of the flocks was diverse in number and species. The number of species participating in the flocks was small, possibly as a consequence of the sampling periods. For example, February and March represent the late winter stage in the study region, which may imply that some individuals of migratory bird species have already left the area (González, 2014). In addition, it is probable that some resident species do local migrating

el sustrato consumiendo semillas directamente de las plantas). El periodo de observación fue de cinco minutos. Las bandadas mixtas se clasificaron en pequeñas (de 2 a 10 integrantes y 2 o más especies), grandes ( $\geq 11$  integrantes) (Gantz et al., 2011) y monoespecíficas (integradas exclusivamente por GW, con 2 o más individuos). También, la estacionalidad de las especies que conformaban las bandadas fue registrada al considerarlas residentes permanentes o migratorias invernales (Garza de León, 2003).

Las características estructurales de la vegetación fueron evaluadas en los sitios de forrajeo de las bandadas. En cada sitio, una parcela de 5 x 5 m fue establecida. El centro de la misma fue la planta principal donde se encontró al grupo. La especie vegetal utilizada por la bandada en cada parcela, su altura y diámetro de la copa mediante dos medidas transversales fueron registrados. Una subparcela al azar de 50 x 50 cm fue establecida dentro de la parcela principal para estimar la cobertura de pastos, hierbas, suelo desnudo y materia orgánica (Daubenmire, 1959); además, la profundidad de materia orgánica, altura de pastos y hierbas fueron estimadas.

El análisis de la información se hizo con base en la agrupación de las observaciones de acuerdo al número de individuos de las bandadas o tamaño y por especies (Berlanga, et al., 2015). Los promedios y desviaciones estándar de número de especies e individuos por bandada fueron estimados. La prueba de Kruskal-Wallis ( $H$  a  $P < 0.05$ ) fue usada para determinar diferencias de número de especies en bandadas y tamaño. El grado de asociación entre especies por tipo de bandada fue estimado mediante un análisis de conglomerados de Brad-Curtis al considerar el parámetro “participación” para estimar el porcentaje de presencia de las especies individuales en el total de bandadas y por tipo. Además, las variables de vegetación se usaron para determinar si hubo diferencias en el uso de hábitat por tipo de bandada.

## Resultados y discusión

Un total de 42 bandadas de aves fue registrado: 33 mixtas y 9 monoespecíficas. En total, 14 especies de aves integraron las bandadas (incluyendo al GW); ocho especies fueron migratorias de invierno y seis residentes permanentes asociadas al matorral desértico y de pastizal (Macias Duarte et al., 2011; Macias Duarte & Panjabi, 2013); nueve de las especies registradas fueron granívoras y cinco fueron insectívoras (Cuadro 1).

### Tamaño y composición de las bandadas de especies mixtas

El número promedio de especies en las bandadas mixtas fue 3.7 ( $\pm 1.4$ ), mientras que el número general de individuos fue 26.8 ( $\pm 15.9$ ) significativamente

to external breeding sites near the RELA, such as the community of “Tanque de Emergencia” located 2 km to the south, or as far as to the community “La India” located 20 km to the west, thus reducing the presence and abundance of the species. On the contrary, the largest number of species and abundance of migratory birds occurs during December and January (DeGraaf & Rappole, 1995, González, 2014).

mayor ( $P = 0.02$ ) que el observado en las bandadas monoespecíficas con 13.8 ( $\pm 13.3$ ) individuos por bandada (Figura 1). De las 33 bandadas mixtas registradas, 26 fueron mixtas grandes (BMG) y 7 mixtas pequeñas (BMP); el promedio de especies participantes en las BMG fue de 3.9 ( $\pm 1.5$ ) y de 3.1 ( $\pm 1.1$ ) en las BMP, sin diferencias significativas en el número de especies por tipo de bandada mixta ( $P = 0.2$ ), mientras que

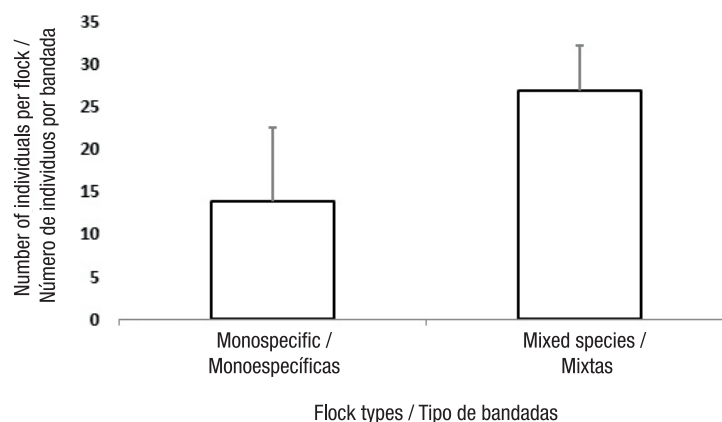
**Table 1. Average abundance ( $\pm$  standard deviation), participating percentage, and association among species in different types of feeding flocks, during the non-reproductive season 2015, at the Los Angeles Experimental Ranch, Coahuila, Mexico.**

**Cuadro 1. Abundancia promedio ( $\pm$  desviación estándar), porcentaje de participación y asociación entre especies en diferentes tipos de bandadas de alimentación, durante la época no reproductiva 2015, en el Rancho Experimental los Ángeles, Coahuila, México.**

Specie / Especies	Temporary residence and food guild / Permanencia temporal y gremio alimenticio	BMG			BMP		
		Number of individuals / Número de integrantes	Participation in flocks (%) / Presencia en bandadas (%)	Brad-Curtis association (%) / Asociación Brad-Curtis (%)	Number of individuals / Número de integrantes	Participation in flocks (%) / Participación en bandadas (%)	Brad-Curtis association (%) / Asociación Brad-Curtis (%)
<i>Spizella wortheni</i>	RP,Gs-Is	14.2 ( $\pm 9.4$ )	49.7	---	2.4 ( $\pm 1.6$ )	39.5	---
<i>Spizella passerina</i>	MI,Gs-Is	9.1 ( $\pm 11.2$ )	28.3	39.4	0.4 ( $\pm 0.5$ )	7.0	30.0
<i>Haemorhous mexicanus</i>	RP,Gs-Is	2.8 ( $\pm 5.7$ )	8.6	14.5	0.1 ( $\pm 0.4$ )	2.3	11.1
<i>Setophaga coronata</i>	MI,Is,If	2.3 ( $\pm 3.4$ )	7.1	19.2	0.7 ( $\pm 1.9$ )	11.6	9.1
<i>Sialia mexicana</i>	MI,Ia,Is	1.2 ( $\pm 1.8$ )	3.7	14.1	0.4 ( $\pm 1.1$ )	7.0	10.0
<i>Poocetes gramineus</i>	MI,Gs	0.8 ( $\pm 2.3$ )	2.7	8.7	1.0 ( $\pm 1.5$ )	16.3	50.0
<i>Passerculus sandwichensis</i>	MI,Gs	0.8 ( $\pm 1.5$ )	2.5	10.8	0.1 ( $\pm 0.4$ )	2.3	11.1
<i>Melospiza fusca</i>	RP,Gs-Is	0.4 ( $\pm 0.8$ )	1.3	5.8	0.1 ( $\pm 0.4$ )	2.3	11.1
<i>Spizella pallida</i>	MI,Gs-Is	0.3 ( $\pm 1.0$ )	0.8	3.7	0.3 ( $\pm 0.7$ )	4.7	21.1
<i>Tyrannus verticalis</i>	MI,Ia	0.2 ( $\pm 0.6$ )	0.6	1.6	0.0 ( $\pm 0.0$ )	0.0	0.0
<i>Chondestes grammacus</i>	MI,Gs-Is	0.2 ( $\pm 0.6$ )	0.5	2.1	0.0 ( $\pm 0.0$ )	0.0	0.0
<i>Amphispiza bilineata</i>	RP,Gs-Is	0.1 ( $\pm 0.2$ )	0.1	0.5	0.0 ( $\pm 0.0$ )	0.0	0.0
<i>Sayornis saya</i>	RP,Ia	0.1 ( $\pm 0.2$ )	0.1	0.5	0.3 ( $\pm 0.5$ )	4.7	21.1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	RP,Ia	0.0 ( $\pm 0.0$ )	0.0	0.0	0.1 ( $\pm 0.4$ )	2.3	11.1

BMG: Large mixed flock; BMP: Small mixed flock. RP: Permanent residents, MI: Winter migrants. Gs: Soil granivores, Is: Soil insectivores; If: Plant leaf insectivores; Ia: Aerial Insectivores.

BMG: bandada mixta grande; BMP: bandada mixta pequeña. RP: Residente permanente, MI: Migratoria de invierno. Gs: Granívoro del suelo, Is: Insectívoro del suelo; If: Insectívoro del follaje; Ia: Insectívoro aéreo.



**Figure 1. Total average number of individuals in mixed-species flocks and monospecific feeding, observed during the non-breeding season of 2015, in the RELA-UAAAN. The lines on the bars correspond to the confidence intervals.**

**Figura 1. Número promedio de individuos totales en bandadas mixtas y monoespecíficas de alimentación, observados durante la época no reproductiva de 2015, en el RELA-UAAAN. Las líneas sobre las barras corresponden a intervalos de confianza.**

Fourteen species were registered among the flocks, in which WS was the most common and abundant one, obtaining (49.7 %) in the BMG and (39.5 %) in the BMP, followed by the Chipping sparrow (*Spizella passerina*) with 28.3 % in the BMG and the White-tailed sparrow (*Pooecetes gramineus*) in the BMP, contributing with 16.3 % of the total number in the flocks (Table 1). The Brad-Curtis analysis of conglomerates, in which the level of similarity of the WS with the other members of mixed flocks was estimated, indicating that the chipping sparrow and Yellow-rumped warbler (*Setophaga coronata*) in the BMG were those that presented the greater association with WS, with 39.4 and 19.2 %, respectively. Likewise, the vesper sparrow and chipping sparrow species in BMP were associated mainly with WS, obtaining 50 and 30 %, respectively.

Now, 60% of the species that were registered and belonging to the mixed flocks consumed mainly seeds during the winter, same as for WS. On the contrary, insects form an essential part of their diet in spring and summer, due to protein requirements during reproduction (Powell, 1985; Hutto, 1987). For example, the main components of the diet of the Tyrant flycatcher (*Tyrannus verticalis*), Say's phoebe (*Sayornis saya*), Vermilion flycatcher (*Pyrocephalus rubinus*), Western bluebird (*Sialia mexicana*), and the Yellow-rumped warbler (*Setophaga coronata*) are insects. Then, when these birds participate in mixed-species flocks they are able to find banks of insects, while the rest of the species consume seeds found on the surface of the soil.

The numbers of individuals and species in mixed and monospecific flocks that were observed in this study

el número promedio de individuos/bandada fue de 32.4 ( $\pm 12.3$ ) y de 6.1 ( $\pm 2.5$ ) en las BMG y BMP, respectivamente ( $P=0.0005$ ).

El tamaño de las bandadas observadas fue diverso en número y especies. El número de especies participantes en las bandadas fue pequeño, posiblemente por consecuencia de los periodos de muestreo. Por ejemplo, febrero y marzo representan la etapa tardía del invierno en la región de estudio, lo que pudiera implicar que algunos individuos de especies de aves migratorias hubieran ya abandonado el área (González, 2014). Asimismo, es probable que algunas especies residentes realicen migraciones locales hacia sitios de reproducción externos y cercanos al RELA, como el Ejido Tanque de Emergencia ubicado a 2 km hacia el sur, o incluso hasta el Ejido la India localizado 20 km al oeste, ocasionando una reducción en la presencia de especies y abundancia. Por el contrario, el mayor número de aves migratorias de especies y abundancia se presenta durante diciembre y enero (DeGraaf & Rappole, 1995; González, 2014).

De las 14 especies registradas en las bandadas, el GW fue el más común y el que tuvo más presencia (49.7 %) en las BMG y (39.5 %) en las BMP, después el gorrión ceja blanca (*Spizella passerina*) en las BMG con un 28.3 % de presencia en las bandadas y el gorrión cola blanca (*Pooecetes gramineus*) en las BMP contribuyendo con el 16.3 % de presencia en las bandadas (Cuadro 1). El análisis de conglomerados de Brad-Curtis, con el que el nivel de similitud del GW con las otras especies integrantes de las bandadas mixtas se estimó, indicó que las especies gorrión ceja blanca y chipe coronado (*Setophaga coronata*) en las BMG fueron las que

were greater than those registered by Canales-Delgadillo et al. (2008) in grassland areas with overgrazing. In the present case, mixed flocks corresponded to 3.7 ( $\pm 1.4$ ) species and 26.8 ( $\pm 15.9$ ) individuals, whereas monospecific flocks were associated with 13.8 ( $\pm 13.3$ ) individuals. These values were higher than 2.7 ( $\pm 1.19$ ) species and 12.9 ( $\pm 8.97$ ) individuals in mixed flocks and 10.7 ( $\pm 8.82$ ) individuals in monospecific flocks, as reported by Canales-Delgadillo et al. (2008). Canales-Delgadillo et al. (2008) identified 16 species in mixed flocks of which ten were identified in flocks registered in this study. These species are the Chipping sparrow (*Spizella passerina*), Clay-coloured sparrow (*S. pallida*), Black-throated sparrow (*Amphispiza bilineata*), House finch (*Haemorrhous mexicanus*), Lark Sparrow (*Chondestes grammacus*), Vesper sparrow (*Poocetes gramineus*), Canyon towhee (*Melospiza fusca*), Yellow-rumped warbler (*Setophaga coronata*), Western bluebird (*Sialia mexicana*), and Say's phoebe (*Sayornis saya*). On our knowledge, this is the first report of the inclusion complex of Savanna sparrow (*Passerculus sandwichensis*), Tyrant flycatcher (*Tyrannus verticalis*), and the Vermilion flycatcher (*Pyrocephalus rubinus*) in mixed flocks associated with WS.

Canales-Delgadillo et al. (2008) also reported other species related to open areas such as the American pipit (*Anthus americana*) and the Horned lark (*Eremophila alpestris*). Specifically, the areas of "El Cercado" and "La Perforadora" are open grassland with reduced patches of desert scrub, scattered with evident vegetative degradation; then, the WS may be forced to move to more distant areas than the RELA; such a situation may require it to join more species or a larger group of food interacting with territorial or satellite species.

The association of WS with mixed flocks, as in the present case, coincides with the reports of Canales-Delgadillo et al. (2008) in the "La Perforadora" area, specifically with Vesper sparrow (*P. gramineus*), Canyon towhee (*M. fusca*), Clay-coloured sparrow (*S. pallida*) and Crowned warbler (*S. coronata*). In the BMP, the WS presented the greater association with Yellow-rumped warbler *P. gramineus*, Chipping sparrow *S. passerina* and Say's phoebe (*S. saya*). In the BMG, the major associations of the WS were Chipping sparrow (*S. passerina*), House finch (*H. mexicanus*), Western bluebird (*S. mexicana*), and Savanna sparrow (*P. sandwichensis*).

According to Latta and Wunderle (1996) and Lawrence and Ballard (1999), the association of bird species occurs because they are related to feeding behavior. In addition, these species use open areas of grassland with patches of scrub or perches of the dispersed vegetation of Coyonoxtle or Opuntia, with low cover shrubs such as the American tarwort (*Flourensia Cernua* DC) or Creosote bush (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. Ex DC) Coville), close to the area of ecotony with the Prairie dog colonies (Roque, 2015; Velasco, 2015).

presentaron mayor asociación con el GW, con 39.4 y 19.2 %, respectivamente. Asimismo, las especies de gorriones cola blanca y ceja blanca en las BMP fueron las más asociadas al GW con 50 y 30 %, respectivamente. El 60 % de las especies integrantes de las bandadas mixtas registradas consumen principalmente semillas durante el invierno, al igual que el GW. Por el contrario, los insectos durante primavera y verano forman una parte esencial de la dieta, debido a requerimientos proteínicos durante su reproducción (Powell, 1985; Hutto, 1987). Por ejemplo, los componentes principales de la dieta del mosquero tirano (*Tyrannus verticalis*), mosquero llanero (*Sayornis saya*), mosquero cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*), azulejo mexicano (*Sialia mexicana*) y chipe coronado (*Setophaga coronata*) son insectos. Entonces, cuando esas especies de aves participan en bandadas mixtas son capaces de encontrar bancos de insectos, mientras que el resto de especies consumen semillas que encuentran sobre la superficie del suelo.

Los números de individuos y especies en bandadas mixtas y monoespecíficas que se observaron en este estudio fueron mayores que los registrados por Canales-Delgadillo et al. (2008) en áreas de pastizal con sobrepastoreo. En el presente caso, a bandadas mixtas corresponden 3.7 ( $\pm 1.4$ ) especies y 26.8 ( $\pm 15.9$ ) individuos, mientras que a bandadas monoespecíficas se asociaron 13.8 ( $\pm 13.3$ ) individuos. Dichos valores son mayores que 2.7 ( $\pm 1.19$ ) especies y 12.9 ( $\pm 8.97$ ) individuos en bandadas mixtas y 10.7 ( $\pm 8.82$ ) individuos en bandadas monoespecíficas, tal cual fueron consignados por Canales-Delgadillo et al. (2008).

De las 16 especies en bandadas mixtas señaladas por Canales-Delgadillo et al. (2008), diez se identificaron en las bandadas registradas en este estudio. Dichas especies son gorrión ceja blanca (*Spizella passerina*), gorrión mexicano (*S. pallida*), gorrión garganta negra (*Amphispiza bilineata*), gorrión mexicano (*Haemorrhous mexicanus*), gorrión arlequín (*Chondestes grammacus*), gorrión cola blanca (*Poocetes gramineus*), rascador pardo (*Melospiza fusca*), chipe coronado (*Setophaga coronata*), azulejo pálido (*Sialia mexicana*) y mosquero llanero (*Sayornis saya*). En esta investigación se informa por primera vez la inclusión de gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*), mosquero tirano (*Tyrannus verticalis*) y mosquero cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) en bandadas mixtas asociadas con el GW.

Las otras especies reportadas por Canales-Delgadillo et al. (2008) están relacionadas con especies de áreas abiertas como bisbita de agua (*Anthus americana*) y alondra cornuda (*Eremophila alpestris*). Específicamente, las áreas de El Cercado y La Perforadora son de pastizal abierto con manchones reducidos de matorral desértico, dispersos y con vegetación degradada evidente; entonces, el GW posiblemente sea forzado a desplazarse a zonas más distantes que el RELA; tal



The majority of the mixed flocks consisted of granivorous species in different proportions, such as Chipping sparrow (*S. passerina*), Vesper sparrow (*P. gramineus*), Savanna sparrow (*P. sandwichensis*), and House finch (*H. mexicanus*). The mixed flocks eventually included insectivorous species, with 1 to 2 individuals of the flycatcher species that opportunistically joined these flocks temporarily and separated once the flock moved away from the feeding sites.

The WS as a leading species plays an important role in the flocks because it unites the group and maintains a constant number of members in it (Morrison, Marcot, & Mannan, 1992). When the group moves from site to site, looking for new foraging areas, other species joins them for short or long periods.

### Flocks and habitat components

In the sites selected by the BMP, the height characteristics ( $P = 0.01$ ) and plant cover ( $P = 0.03$ ) showed that opuntia obtained the highest average; while in the sites selected by the BMG, height ( $P = 0.009$ ) and average plant cover ( $P = 0.001$ ) coyonoxtle presented the highest average. No significant differences were showed for the vegetation attributes selected by the monospecific flocks (Table 2).

The scrub composed of low and medium-sized Opuntia, surrounded by tall grasses, are important structural characteristics for the BMPs because, due to their size, they face a greater risk of predation than in large flocks. Therefore, BMPs look for more discrete feeding sites with more opportunities for escape. In contrast, the BMG use the Coyonoxtles plants as high and scattered perches; thus, aiding in forming large groups, in which the search and feeding are facilitated.

According to Greig (1978), Moynihan (1979) and Morrison et al. (1992), the flocks tend to be larger and diverse in areas of greater coverage and plant diversity. In the case of the WS in large mixed flocks, the large perches increase the landscape perspective during surveillance and facilitate the detection of predators (Figure 2). Therefore, knowledge about the species that coexist with the WS is important in designing of conservation strategies. In this study the characteristics and structural heterogeneity of the vegetation was identified which influences the conformation of mixed and monospecific flocks. Specifically for the case of feeding and survival of the WS, the characteristics of the contiguous shrubs (species, height, and vegetative cover) to the areas of ecotony with Prairie dog colonies are important. In addition, the structure of Opuntia fields is important for small flocks, especially at the end of the breeding season when the WS remained active in the breeding territories according to Mr. Lozano-Cavazos resident of the area. Inclusive, the Coyonoxtles

situación quizás lo obligue a unirse a más especies o a un grupo mayor de alimentación interactuando con especies territoriales o satélite.

La asociación del GW en bandadas mixtas, como en el caso presente, concuerda parcialmente con la asociación reportada por Canales-Delgadillo et al. (2008) en el área La Perforadora, específicamente con gorrión cola blanca (*P. gramineus*), rascador pardo (*M. fusca*), gorrión pálido (*S. pallida*) y chipe coronado (*S. coronata*). En las BMP, el GW presentó mayor asociación con gorrión cola blanca (*P. gramineus*), gorrión ceja blanca (*S. passerina*) y mosquero llanero (*S. saya*). En las BMG, las asociaciones mayores del GW fueron con gorrión ceja blanca (*S. passerina*), gorrión mexicano (*H. mexicanus*), azulejo mexicano (*S. mexicana*) y gorrión sabanero (*P. sandwichensis*).

De acuerdo con Latta y Wunderle (1996) y Lawrence y Ballard (1999), la asociación de especies de aves se presenta porque son afines en conducta de alimentación. Además, esas especies usan áreas abiertas de pastizal con manchones de matorral o perchas de vegetación dispersa de coyonoxtle o nopaleras, con arbustos de poca cobertura como hojasén (*Flourensia Cernua* DC) o gobernadora (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. Ex DC) Coville), próximos al área de ecotonía con las colonias de perrito de las praderas (Roque, 2015; Velasco, 2015). La mayoría de las bandadas mixtas estaban conformadas por especies granívoras en diferentes proporciones, como gorrión ceja blanca (*S. passerina*), gorrión cola blanca (*P. gramineus*), gorrión sabanero (*P. sandwichensis*) y gorrión mexicano (*H. mexicanus*). Las bandadas mixtas incluyeron eventualmente especies insectívoras, con 1 a 2 individuos de las especies de mosqueros que de manera oportunista se unieron temporalmente a dichas bandadas y se separaron una vez que la bandada se alejaba de los sitios de alimentación.

El GW como especie líder desempeña un rol importante en las bandadas debido a que cohesiona al grupo y mantiene un número constante de integrantes en él (Morrison, Marcot, & Mannan, 1992). Cuando el grupo se desplaza entre sitios, buscando nuevas zonas de forrajeo, otras especies se le unen durante periodos cortos o prolongados.

### Bandadas y componentes de hábitat

En los sitios seleccionados por las BMP, los atributos altura ( $P = 0.01$ ) y cobertura vegetal ( $P = 0.03$ ) del nopal fueron los de mayor promedio; mientras que en los sitios seleccionados por las BMG, altura ( $P = 0.009$ ) y cobertura vegetal promedio de coyonoxtle ( $P = 0.001$ ) presentaron los promedios mayores. En ninguno de los atributos de la vegetación seleccionados por las bandadas monoespecíficas se estimaron diferencias significativas (Cuadro 2).

**Table 2. Habitat characteristics (averages  $\pm$  standard deviation) used by three flocks associated with WS (*S. wortheni*) recorded during the 2015 non-breeding season, at the Los Angeles Experimental Ranch, Coahuila, Mexico.**  
**Cuadro 2. Atributos de hábitat (promedios  $\pm$  desviación estándar) utilizados por tres tipos de bandadas asociadas al GW (*S. wortheni*) registradas durante la época no reproductiva 2015, en el Rancho Experimental Los Angeles, Coahuila, México.**

Habitat characteristics / Atributos del hábitat	Flock type /Tipo de bandada				
	BMG <i>n</i> = 25	BMP <i>n</i> = 6	MN <i>n</i> = 1225	<i>F</i>	<i>P</i>
<b>Soil cover (%) / Cobertura del suelo (%)</b>					
Grassland / Pastos	17.9 ( $\pm 3.1$ ) a	15.3 ( $\pm 2.5$ ) a	15.9 ( $\pm 2.9$ ) a	2.7	0.1
Herbs / Hierbas	12.9 ( $\pm 7.1$ ) a	9.2 ( $\pm 4.9$ ) a	10.7 ( $\pm 5.8$ ) a	0.9	0.4
Exposed soil / Suelo desnudo	40.1 ( $\pm 10.8$ ) a	48.8 ( $\pm 20.7$ ) a	40.2 ( $\pm 8.9$ ) a	1.3	0.3
Organic matter / Materia orgánica	8.9 ( $\pm 3.4$ ) a	10.8 ( $\pm 3.2$ ) a	9.4 ( $\pm 3.8$ ) a	0.7	0.5
Depth of organic matter (cm) / Profundidad de materia orgánica (cm)	1.0 ( $\pm 1.0$ ) a	1.0 ( $\pm 0.5$ ) a	1.5 ( $\pm 0.5$ ) a	0.1	0.9
<b>Height of grass and herbs (cm) / Altura de pastos e hierbas (cm)</b>					
Grassland / Pastos	6.0 ( $\pm 2.6$ ) a	5.0 ( $\pm 2.7$ ) a	6.0 ( $\pm 1.3$ ) a	0.6	0.5
Herbs / Hierbas	4.0 ( $\pm 2.6$ ) a	5.0 ( $\pm 2.6$ ) a	5.0 ( $\pm 1.7$ ) a	0.6	0.5
<b>Height of substrate (m) / Altura de sustrato (m)</b>					
Creeping opuntia / Nopal rastrero	0.2 ( $\pm 0.8$ ) b	0.8 ( $\pm 0.4$ ) a	0.4 ( $\pm 0.5$ ) bc	4.9	0.01
Coyonoxtle	1.8 ( $\pm 0.9$ ) a	0.4 ( $\pm 0.9$ ) bc	1.3 ( $\pm 1.2$ ) b	5.2	0.009
Agrito	0.2 ( $\pm 0.5$ ) a	0.0 ( $\pm 0.0$ ) a	0.1 ( $\pm 0.5$ ) a	0.5	0.6
Cats claw / Uña de gato	0.1 ( $\pm 0.2$ ) a	0.0 ( $\pm 0.0$ ) a	0.1 ( $\pm 0.4$ ) a	0.5	0.6
<b>Substrate coverage (m<sup>2</sup>) / Cobertura de sustrato (m<sup>2</sup>)</b>					
Creeping opuntia / Nopal rastrero	0.5 ( $\pm 1.1$ ) b	2.3 ( $\pm 1.4$ ) a	0.8 ( $\pm 1.0$ ) bc	6.7	0.03
Coyonoxtle	3.9 ( $\pm 2.1$ ) a	0.6 ( $\pm 3.1$ ) c	2.3 ( $\pm 3.1$ ) b	7.4	0.001
Agrito	0.4 ( $\pm 1.0$ ) a	0.0 ( $\pm 0.0$ ) a	0.4 ( $\pm 1.5$ ) a	0.4	0.6
Cats claw / Uña de gato	0.1 ( $\pm 0.2$ ) a	0.0 ( $\pm 0.0$ ) a	0.3 ( $\pm 1.2$ ) a	1.0	0.4

BMG: large mixed flocks, BMP: small mixed flocks, and MN: monospecific flocks of WS

BMG: bandada mixta grande, BMP: bandada mixta pequeña, y MN: bandada monoespecífica de GW



**Figure 2. Mixed flocks of the Worthen sparrow (*Spizella wortheni*) and the chipping sparrow (*S. passerina*), on a coyonoxtle plant during the non-breeding season of 2015, at the RELA-UAAAN, Coahuila, Mexico.**

**Figura 2. Bandada mixta del gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) y el gorrión ceja blanca (*S. passerina*), sobre un coyonoxtle durante la época no reproductiva de 2015, en el RELA-UAAAN, Coahuila, México.**

are important as the breeding season ends, the period during which migratory species are integrated into the bird community.

It is evident that, in Coahuila, Mexico, grassland management is essential to maintain the flocks that include the WS and to favor the bird communities in occupying the sites. Therefore, in patches of vegetation dominated by scattered shrubs in the ecotony area of the Prairie dog colonies during the winter (November, December, January, February, and March) should be avoided grazing by goats. Such a measure should also be implemented in sites dominated by microphyllous scrubland to provide reproduction areas of the WS.

## Conclusions

During this study, a total of 42 flocks of birds was recorded (33 mixed and 9 monospecific).

Fourteen bird species integrated the flocks (including the WS); eight of them were winter migrants and six permanent residents. Nine of the registered species were granivorous and five insectivorous.

Thirty-three mixed flocks were registered, 26 as large mixed flocks and 7 small mixed flocks.

The average number of species in the mixed flocks was  $3.7 (\pm 1.4)$  with  $26.8 (\pm 15.9)$ . The average of participating species in the large mixed flocks was  $3.9 (\pm 1.5)$  and  $3.1 (\pm 1.1)$  in the small mixed flocks.

El matorral compuesto por nopaleras de bajo y mediano porte, rodeados de pastos altos, son atributos estructurales importantes para las BMP debido a que, por su tamaño, enfrentan un mayor riesgo de depredación que las bandadas grandes. Por ello, las BMP buscan sitios de alimentación más discretos y con más oportunidades de escape. En cambio, las BMG utilizan los coyonoxtles como perchas altas y dispersas; así se propicia la formación de grupos grandes con lo cual búsqueda y consumo de alimento se facilitan.

De acuerdo a Greig (1978), Moynihan (1979) y Morrison et al. (1992), las bandadas tienden a ser más grandes y diversas en áreas de mayor cobertura y diversidad vegetal. En el caso del GW en bandadas mixtas grandes, las perchas grandes aumentan la perspectiva del paisaje durante la vigilancia y facilitan la detección de depredadores (Figura 2). Por ello, el conocimiento sobre las especies que coexisten con el GW es importante para el diseño de estrategias de conservación. En este estudio se identificó que las características y heterogeneidad estructural de la vegetación influyen sobre la conformación de bandadas mixtas y monoespecíficas. Específicamente para el caso de alimentación y sobrevivencia del GW, los atributos arbustivos (especies, altura y cobertura de la vegetación) contiguos a las áreas de ecotonía con colonias del perro de las praderas son importantes. Asimismo, la estructura de las nopaleras es importante para las bandadas pequeñas, especialmente a finales de la época reproductiva cuando los volantones de GW aún permanecen activos en los territorios reproductivos

## Acknowledgments

Thanks to the Research and Postgraduate Department of the UAAAN, to the Postgraduate Department in Animal husbandry, particularly to the Wildlife Laboratory of the Department of Renewable Natural Resources, for facilitating in the logistic support in developing the present study, to the anonymous reviewers, and to CONACYT for financing the completion of the first author postdoctoral internship.

## End of English version

## References / Referencias

- Arbeláez, E., H. A. Rodríguez, C., & M. Restrepo, C. (2011). Bandadas mixtas de aves: patrones de actividad y composición de especies en una región de la Cordillera Central de los Andes de Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:639-651. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532011000200022](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000200022).
- Askins, R. A., F. Chávez R., B. C. Dale, C. A. Haas, J. R. Herkert, F. L. Knopf, ...P. D. Vickery. (2007). Conservation of grassland birds in North America: Understanding ecological processes in different regions. *Ornithological Monographs* 64:1-46. <http://digitalcommons.conncoll.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1004&context=biofacpub>.
- Behrstock, R. A., C. W. Sexton, G. W. Lasley, T. L. Eubanks, & J. P. Gee. (1997). First nesting records of Worthen's Sparrow (*Spizella wortheni*) from Nuevo León, México, with habitat characterization of the nest site and notes on ecology, voice, additional recent sightings and leg coloration. *Cotinga* 8:27-33. <http://www.neotropicalbirdclub.org/wp-content/uploads/2016/02/Cotinga-08-1997-27-33.pdf>.
- Berlanga, H., H. Gómez da Silva, V. M. Vargas C., V. Rodríguez C., L. A. Sánchez G., R. Ortega A., R. Calderón P. (eds.). (2015). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO. México, D. F. [http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts\\_aves/docs/checklist\\_aves\\_mexico\\_2015x.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts_aves/docs/checklist_aves_mexico_2015x.pdf).
- BirdLife International. (2015). Country profile: Mexico. [www.birdlife.org/datazone/country/mexico](http://www.birdlife.org/datazone/country/mexico).
- Buskirk, W. H. (1976). Social systems in a tropical forest avifauna. *The American Naturalist* 110: 293-310. <https://doi.org/10.1086/283065>.
- Canales-Delgadillo, J. C., L. M. Scott M., M. Cotera C., & M. Pando. (2008). Observations on flocking behavior of Worthen's Sparrows (*Spizella wortheni*). *The Wilson Journal of Ornithology* 120:569-574. <https://doi.org/10.1676/07-053.1>.
- Canales del Castillo, R., J. I. González R., I. Ruvalcaba O., & A. García R. (2010). New breeding localities of Worthen's Sparrow in northeastern Mexico. *Journal*
- según información del señor Lozano-Cavazos habitante del lugar. Inclusive, los coyonoxtles son importantes a medida que la temporada reproductiva finaliza, periodo durante el cual las especies migratorias se integran a la comunidad de aves.
- Es evidente que, en Coahuila, México, el manejo del pastizal es fundamental para mantener las bandadas que incluyen al GW y propiciar la ocupación de sitios por comunidades de aves. Por lo anterior, en los parches de vegetación dominados por arbustos dispersos en el área de ecotonía de las colonias del perrito de la pradera durante el invierno (noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo) debe evitarse el pastoreo por ganado caprino. Tal medida debe implementarse también en los sitios dominados por matorral micrófilo para proveer zonas de reproducción del GW.

## Conclusiones

Durante este estudio, un total de 42 bandadas de aves fue registrado (33 mixtas y 9 monoespecíficas).

14 especies de aves integraron las bandadas (incluyendo al GW); ocho de ellas son migratorias de invierno y seis residentes permanentes.

Nueve de las especies registradas fueron granívoras y cinco insectívoras.

De las 33 bandadas mixtas registradas, 26 bandadas fueron mixtas grandes y 7 bandadas mixtas pequeñas. El número promedio de especies en las bandadas mixtas fue de 3.7 ( $\pm 1.4$ ) con 26.8 ( $\pm 15.9$ ).

El promedio de especies participantes en las bandadas mixtas grandes fue de 3.9 ( $\pm 1.5$ ) y de 3.1 ( $\pm 1.1$ ) en las bandadas mixtas pequeñas.

## Agradecimientos

Al Departamento de Investigación y a la Subdirección de Posgrado de la UAAAN, al Departamento de Posgrado en Zootecnia, particularmente al Laboratorio de Fauna Silvestre del Departamento de Recursos Naturales Renovables, por las facilidades y el apoyo logístico para desarrollar el presente estudio, a los revisores anónimos, y al CONACYT por el financiamiento para la realización de una estancia posdoctoral del primer autor.

## Fin de la versión en español



- of Field Ornithology 81:5-12. doi: 10.1111/j.1557-9263.2009.00254.x.
- Canales-Delgadillo, J. C., L. Chapa Vargas, J. A. Carlos Gómez, & J. Arreola Aguirre. (2015). Nuevos registros de distribución del gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) en San Luis Potosí, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 31:313-317. <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v31n2/v31n2a21.pdf>.
- Daubenmire, R. F. (1959). Canopy coverage method of vegetation analysis. *Northwest Science* 33:43-64. [http://www.kacdn.net.org/kansasenvirothon/Daubenmire\\_Method.pdf](http://www.kacdn.net.org/kansasenvirothon/Daubenmire_Method.pdf).
- DeGraaf, R. M., & J. H. Rappole. (1995). *Neotropical Migratory Birds* Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Diario Oficial de la Federación. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059. 2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México, D.F.
- Gantz, A., R. Schlatter, & M. Yañez. (2011). Influencia del tamaño de la bandada sobre el comportamiento de alimentación y vigilancia en Bandurria (*Theristicus melanopis* Gmelin 1789). *Boletín Chileno de Ornitología* 17(2): 92-102. <http://aveschile.cl/boletin/PDF/17%20%282%29/01b%2092-102.pdf>.
- Garza de León, A. (2003). *Aves de Coahuila. Guía de Campo*. 371 p.
- Garza de León, A., I. F. Morán Rosales, F. Cancino, R. Tinajero, & S. López A. (2007). Parámetros reproductivos y nueva localidad de anidación para el gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) en el estado de Coahuila, México. *Ornitología Neotropical, Coahuila, México* 18:243-249. [https://sora.unm.edu/sites/default/files/ON%20\(18\)%20243-250.pdf](https://sora.unm.edu/sites/default/files/ON%20(18)%20243-250.pdf).
- Gauthier, D. A., A. Lafón, T. Toombs, J. Hoth, & E. Wiken. (2003). *Grasslands: Toward a North American Conservation Strategy*. Canadian Plains Research Center, University of Regina, Regina, Saskatchewan, and Commission for Environmental Cooperation, Montreal, Quebec, Canada. <https://www.sciencebase.gov/catalog/item/573f7549e4b04a3a6a24af4f>.
- Giselle, M., & M. E. Fanjul. (2013). Conociendo las bandadas mixtas de aves y los efectos de la fragmentación en bosques y selvas de la provincia de Salta. *Temas BGN* 3:68-76. [https://www.researchgate.net/profile/Elisa\\_Fanjul/publication/274637068\\_Conociendo\\_las\\_bandadas\\_mixtas\\_de\\_aves\\_y\\_los\\_efectos\\_de\\_la\\_fragmentacion\\_en\\_bosques\\_y\\_selvas\\_de\\_la\\_provincia\\_de\\_Salta/links/5524239d0cf2b123c5173599/Conociendo-las-bandadas-mixtas-de-aves-y-los-efectos-de-la-fragmentacion-en-bosques-y-selvas-de-la-provincia-de-Salta.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Elisa_Fanjul/publication/274637068_Conociendo_las_bandadas_mixtas_de_aves_y_los_efectos_de_la_fragmentacion_en_bosques_y_selvas_de_la_provincia_de_Salta/links/5524239d0cf2b123c5173599/Conociendo-las-bandadas-mixtas-de-aves-y-los-efectos-de-la-fragmentacion-en-bosques-y-selvas-de-la-provincia-de-Salta.pdf).
- González, B. G. (2014). Evaluación de la diversidad de aves invernales del pastizal en el Rancho Los Ángeles, Mpio. de Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6489/62904%20GONZALEZ%20HERNANDEZ%20C%20BLANCA%20GORETY%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.
- Gram, W. K. (1998). Winter participation by neotropical migrant and resident birds in mixed-species flocks in northeastern Mexico. *Condor* 100:44-53. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/condor/v100n01/p0044-p0053.pdf>.
- Greig, P. W. (1978). The formation, structure and function of mixed-species insectivorous bird flocks in West African savannah woodland. *Ibis* 120:284-295. doi: 10.1111/j.1474-919x.1978.tb06789.x.
- Greenberg, R. (2000). Birds of many feathers: the formation and structure of mixed-species flocks of forest birds. In: Boinski S, Garber PA (eds) *On the move: how and why animals travel in groups*. University of Chicago Press, Chicago, pp 521-58. <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/4394/Greenberg2000.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Grzybowski, J. A. (1983). Sociality of grassland birds during winter. *Behavioral ecology and sociobiology*, 13:211-219. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00299925>.
- Hogstad, O. (1988). Social rank and antipredator behaviour of Willow Tits (*Parus montanus*) in winter flocks. *Ibis* 130 (1): 45-56. doi: 10.1111/j.1474-919x.1988.tb00954.x.
- Hutto, R. L. (1987). A description of mixed-species insectivorous bird flocks in western Mexico. *Condor* 89:282-292. [http://hs.umn.edu/dbs/labs/hutto/documents/pubs-pdfs/19\\_1987-Hutto-condor-flockdescription.pdf](http://hs.umn.edu/dbs/labs/hutto/documents/pubs-pdfs/19_1987-Hutto-condor-flockdescription.pdf).
- Hutto, R. L. (1994). The composition and social organization of mixed species flocks in a tropical deciduous forest in western Mexico. *Condor* 96:105-118. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/condor/v096n01/p0105-p0118.pdf>.
- Jullien, M., & J. M. Thiollay. (1998). Multi-species territoriality and dynamic of neotropical forest understorey bird flocks. *Journal of Animal Ecology* 67:227-52. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2656.1998.00171.x/pdf>.
- Krebs, J. R. (1973). Social learning and the significance of mixed-species flocks of chickadees (*Parus spp.*). *Canadian Journal of Zoology* 51:1275-1288. <https://doi.org/10.1139/z73-181>.
- Latta, S. C., & J. M. Wunderle Jr. (1996). The composition and foraging ecology of mixed-species flocks in pine forests of Hispaniola. *Condor* 98:595-607. <https://books.google.com.mx/books?id=72Kp8vTzlhIC&pg=PA103&dq=Condor+98:595%E2%80%93607.&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKewjyqrPrM7XAhWL24MKHdNaAYkQ6AEIjAA#v=onepage&q=Condor%2098-%3A595%E2%80%93607.&f=false>.
- Lawrence, D., & B.M. Ballard. (1999). Habitat associations of migrant and overwintering grassland birds in Southern Texas. *The Condor* 101:771-782. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/condor/v101n04/p0771-p0782.pdf>.
- Macías Duarte, A., & A. Panjabi. (2013). Association of habitat characteristics with winter survival of a declining grassland bird in Chihuahuan Desert grasslands of

- Mexico. The Auk 130:141-149. <http://dx.doi.org/10.1525/auk.2012.12047>.
- Macías Duarte, A., A. Panjabi, D. Pool, E. Youngberg, & G. Levandoski. (2011). Wintering grassland bird density in Chihuahuan Desert grassland priority conservation Areas, 2007-2011. Rocky Mountain Bird Observatory, Brighton, CO, RMBO Technical Report I-MXPLAT-10-01. [https://tpwd.texas.gov/huntwild/wild/research/highlights/taxa/publications/MaciasDuarte\\_etal\\_2011\\_RMBOChihuahuanDesert.pdf](https://tpwd.texas.gov/huntwild/wild/research/highlights/taxa/publications/MaciasDuarte_etal_2011_RMBOChihuahuanDesert.pdf).
- Martínez, J. H., C. Wehenkel, M. E. Pereda, J. J. Corral, F. Rosales, H. Herrera. (2010). Measuring associations between granivorous grassland bird species and between the bird species and winter habitat in northwestern Mexico. Research Journal of Biological Sciences 5: 713-721. <http://dx.doi.org/10.3923/rjbsci.2010.713.721>.
- Martínez, J. H., M. E. Pereda S., & C. Wehenkel. (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. [https://file.scirp.org/pdf/OJE\\_2014042214162115.pdf](https://file.scirp.org/pdf/OJE_2014042214162115.pdf).
- Morrison, M. L., B. G. Marcot, & R.W. Mannan. (1992). Wildlife-habitat relationships: Concept and Applications. The University of Wisconsin Press. Madison, WI.
- Moynihan, M. (1979). Geographic variation in social behavior and in adaptations to competition among Andean birds. Publications of the Nuttall Ornithological Club 18:89-147.
- Powell, G. V. N. (1985). Sociobiology and adaptive significance of interspecific foraging flocks in the Neotropical Ornithology Monographs 36:713-732. <http://cescos.fau.edu/gawliklab/papers/PowellGVsociobiology.pdf>.
- Roque, J. S. (2015). Caracterización estructural del hojaseñ (*Flouencia cernua*) y especies asociadas como sustrato de anidación del Gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) en el Rancho Los Ángeles, Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8086/64077%20ALVARADO%20DIAZ%2C%20JOSE%20ALFREDO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.
- Sada, A. M. (1987). Locations of finding Worthen's Sparrow (*Spizella wortheni*) in Nuevo Leon [Coahuila]. MBA Bulletin Board 1 (87-3):2.
- Scott-Morales, L. M., E. Estrada, F. Chávez R., & M. Cotera. (2004). Continued decline in geographic distribution of the mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). Journal of Mammalogy 85:1095. <https://doi.org/10.1644/BER-1071>.
- Scott-Morales, L. M., J. Nosedal, M. Cotera, & J. Canales D. (2008). Worthen's Sparrow (*Spizella wortheni*) in the Northern Mexican Plateau. The Southwestern Naturalist 53:91-95. [https://doi.org/10.1894/0038-4909\(2008\)53\[91:WSSWIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1894/0038-4909(2008)53[91:WSSWIT]2.0.CO;2).
- Serrato S., R., G., Mediana T., & R. Vázquez A. (1983). Respuestas del pastizal mediano abierto a diferentes sistemas de pastoreo. UAAAN. Monografía. Técnico Científica. 9 (1): 32 – 43.
- Thiollay, J. M. (1997). Disturbance, selective logging and bird diversity: a Neotropical forest study. *Biodiversity Conservation*. 6: 1155–1173.
- Velasco, L. A. (2015). Caracterización estructural de la mariola (*Parthenium incanum*) como sustrato de anidación en el Rancho Experimental Los Ángeles. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7673/63730%20VELASCO%20BAUTISTA%2C%20LARISA%20ALHELI%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.
- Wege, D. C., S. N. Howell, & A. M. Sada. (1993). The distribution and status of Worthen's Sparrow (*Spizella wortheni*): a review. Bird Conservation International 3:211-220. <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S0959270900000903>.