

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Iztapalapa



Casa abierta al tiempo

**AVIFAUNA DE CUATROCÍENEGAS, COAHUILA: ESTRUCTURA Y
DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A :

BIÓL. OMAR SUÁREZ GARCÍA

DIRECTOR: DR. PABLO CORCUERA MARTÍNEZ DEL RÍO

MÉXICO, D.F

MARZO DEL 2014

La Maestría en Biología de la
Universidad Autónoma Metropolitana
pertenece al Padrón de
Posgrados de Calidad del CONACyT.

El jurado designado por la
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó el

BIÓL. OMAR SUÁREZ GARCÍA

El día _____ de _____ del año de _____.

Comité Tutorial y Jurado

Tutor: Dr. Pablo Corcuera Martínez del Río

Asesor: Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza

Asesor: Dr. José Luis Alcántara Carbajal

Sinodal: Dr. José Alejandro Zavala Hurtado

Sinodal: Dr. Pedro Luis Valverde Padilla

Sinodal: Dra. Marcela Osorio Beristáin

A Isa, mi amorosa madre.

A Ar, mi padre y mi mejor amigo.

A Helen, mi "cielito".

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Pablo Corcuera Martínez del Río, por su entusiasmo y pasión por la ecología y el conocimiento, por su paciencia, y por el inmenso apoyo que me dio para la realización de este proyecto.

Al Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza y al Dr. José Luis Alcántara Carbajal, por sus acertados comentarios y su valiosa amistad.

A la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, por ser mi casa académica durante tantos años, y por ser bastión de la educación pública y el conocimiento en México.

Al pueblo mexicano, por el apoyo económico otorgado por dos años mediante la beca de posgrado proporcionada por el CONACYT.

Al equipo de la CONANP de Cuatrociénegas, por la ayuda prestada para la realización de esta investigación, y muy especialmente a Martín Carrillo Lomas, por su generosidad.

A PRONATURA Cuatrociénegas, por facilitar mi trabajo en el rancho Pozas Azules, y muy especialmente a Roger Villalobos por su ayuda logística y su amistad.

A DESUVALLE A.C por permitir mi ingreso al Centro de información Poza Azul, y especialmente a Arturo Contreras Arquieta y a Chacho.

A la Dra. Valeria Souza, por permitir mi estancia en la casa de investigadores en Cuatrociénegas.

A los habitantes de Cuatrociénegas, Coahuila, por su gentileza y porque, desde su particular posición, viven en carne propia los problemas de conservación en ese sitio y se involucran en su solución. Agradezco especialmente a Idalia Murillo y su familia, por su hospitalidad y por darme alojamiento en su casa, en el ejido La Vega.

A los doctores José Alejandro Zavala Hurtado, Pedro Luis Valverde Padilla y Marcela Osorio Beristaín por revisar de manera muy amable y puntual mi manuscrito final, por sus atinados puntos de vista sobre mi trabajo y por aceptar ser mis sinodales en la defensa pública de mi tesis.

A mis amigos y compañeros de generación de maestría Edith, Mónica, Gina, Omar, Fernando, Domingo, Yasser y Alan, por los buenos momentos vividos en estos dos años de proyectos compartidos. También a Cristian, Stephanie y Jorge Luis, mis buenos amigos “xalapeños”.

Otro agradecimiento para mi amiga Edith, por la ayuda prestada para dar un formato decente a este documento.

Resumen

Cuatrociénegas es un valle caracterizado por su gran cantidad de endemismos y su alta diversidad biológica. Hasta la fecha, se han contabilizado 156 especies de aves en el valle, lo que representa un 39.1 % del total para el estado de Coahuila. Aunque la riqueza de aves de Cuatrociénegas es conocida, hasta la fecha no existía un estudio detallado de la comunidad de aves de este sitio. En este trabajo se describió a la avifauna de Cuatrociénegas en términos de su riqueza específica, dominancia, y distribución en los tipos de vegetación presentes en el sitio. Se comparó la diversidad de especies entre dos temporadas -reproducción e invernada- y en años consecutivos de la misma temporada. En temporada de reproducción, los mezquiales se caracterizaron por un alto número de especies y dominancia, mientras que en época de invernada uno de los pastizales –el de la localidad Poza Azul- presentó un alto número de especies. Los matorrales dominados por *L. tridentata* tuvieron una riqueza relativamente baja en las dos épocas de estudio. Las aves fueron relativamente generalistas en cuanto a uso de hábitat durante la época de migración (invierno), mientras que en época reproductiva los tipos de vegetación similares aunque geográficamente distantes entre sí tuvieron avifaunas parecidas. A nivel de gremios, en temporada de invernada no se halló un patrón de distribución claro; en contraste, en temporada reproductiva los insectívoros de follaje fueron abundantes en los mezquiales, mientras que los granívoros terrestres estuvieron asociados con los pastizales. En general, la variable de vegetación que resultó más importante para la distribución de las aves fue la diversidad foliar.

Abstract

The Cuatrociénegas basin is characterized by its large number of species, many of them endemic, included in the area. The last reports included 156 bird species, which is approximately 39.1% of the total richness in the Coahuila state. Although the Cuatrociénegas bird species richness is well known, there are no detailed community studies on the site. In this study, the Cuatrociénegas avifauna was described in terms of species richness, dominance, structure and its relationships with the vegetation. In addition, the species distribution and community structure was compared between the breeding and wintering seasons in two consecutive years. In the breeding season, the mesquite shrubland had a high dominance and species richness, whereas in winter one grassland, located at the Poza Azul site, had the highest number of species. Species richness was low in the creosotebush in both seasons. In the wintering season birds were generalists regarding habitat use, while in the breeding season similar vegetation types located far away among them sheltered similar avifaunas. At the guild level, there was no clear pattern in the wintering season but foliage insectivorous were particularly abundant in the mesquite shrubland and terrestrial granivores in grassland during the breeding season. The most important vegetation feature to bird's distribution was foliage height diversity.

Índice

Introducción	1
Antecedentes	3
Avifauna en zonas áridas	3
Años 60 y 70	3
Años 80	5
Años 90	6
Años 2000	8
Avifauna en Cuatrociénegas	9
Justificación	11
Hipótesis	12
Objetivos	13
General	13
Particulares	13
Métodos	14
Área de estudio	14
Conteos de aves	16
Caracterización del hábitat	18
Análisis de los datos	20
Inventario	20
Riqueza	20
Dominancia/Estructura de la comunidad	22
Diversidad beta	22
Asociación de hábitat	23
Resultados	24
Inventario	24
Eficiencia de muestreo	25
Riqueza	27
Por tipos de vegetación	27
Por tipos de vegetación/Localidad	28
Dominancia	30
Por tipos de vegetación	30
Por tipos de vegetación/Localidad	32
Diversidad beta	36
Uso de hábitat	38
Análisis de correspondencia (AC)	38
Análisis de correspondencia canónica (ACC)	46
Discusión	55
Inventario	55
Riqueza	56
Dominancia	61
Diversidad beta/Uso de hábitat	63
Conclusiones	67

Literatura citada.....	68
APÉNDICE I	78
APÉNDICE II	83
APÉNDICE III	85

Introducción

El Desierto Chihuahuense abarca cerca de 70 millones de hectáreas, e incluye gran parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, y también áreas extensas de Texas y Nuevo México, en los Estados Unidos de América (INE, 2000). Este desierto abarca casi en su totalidad el Altiplano Mexicano, región que está rodeada por las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, en la parte este, y de la Sierra Madre Occidental en el oeste. Aunque más húmedo que otros desiertos de Norteamérica, en el Desierto Chihuahuense los veranos son muy cálidos, los inviernos secos y las lluvias intermitentes son causadas por la poca humedad que llega de las costas durante los meses de verano.

Los tipos de vegetación predominantes en el Desierto Chihuahuense son pastizal y matorral desértico, además de zonas de chaparral y bosques en las montañas circundantes y franjas delgadas de vegetación ribereña a los lados de arroyos y manantiales (Dinerstein *et al.*, 2000). Con excepción del Río Bravo y sus tributarios, los sistemas hidrológicos se encuentran en el interior de cuencas cerradas y, debido a esto, muchos cuerpos de agua están aislados (Contreras-Balderas y Lozano, 1994).

El Desierto Chihuahuense es el desierto más biodiverso del hemisferio occidental y también es uno de los tres con mayor diversidad y riqueza biológica del mundo (Pronatura Noreste, 2000). Además de las dos grandes sierras mencionadas anteriormente, hay varios sistemas montañosos que han dado como resultado que el

área sea particularmente rica en endemismos, especialmente de plantas y reptiles (Pinkava, 1984, Mendoza-Quijano *et al.*, 2006).

El valle de Cuatrociénegas, localizado en la zona central de Coahuila, se considera el humedal más importante del Desierto Chihuahuense. Los cuerpos de agua en medio del desierto pueden fomentar una alta biodiversidad como resultado del llamado “efecto oasis” (Potchter *et al.*, 2008). Como consecuencia, el valle ha sido incluido en la lista de humedales de importancia internacional avalada por la convención RAMSAR (http://www.ramsar.org/pdf/sitelist_order.pdf).

Las pozas relictuales eran parte del gran “protogolfo de México” (Espinosa *et al.*, 2005), y debido a su aislamiento, el valle presenta una gran cantidad de endemismos de peces (Minckley, 1984), anfibios y reptiles (McCoy, 1984), crustáceos (Cole, 1984) y plantas (Pinkava, 1984). Por esta razón, el 7 de noviembre de 1994, el gobierno federal declaró la región como área natural protegida con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna (INE, 2000).

Debido a su situación geográfica, la avifauna del Desierto Chihuahuense es muy similar a la que puede encontrarse en el centro del país (Howell y Webb, 1995). El gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) es la única especie endémica de esta región. El resto de la avifauna consiste, en su mayor parte, en especies típicas de desierto y pastizales, como la codorniz cretíblanca (*Callipepla squamata*), el cuervo chihuahuense (*Corvus cryptoleucus*), la perlita colinegra (*Polioptila melanura*) y el gorrión gorjinegro carirrayado (*Amphispiza bilineata*). Con la llegada de vientos fríos, muchas especies que se reproducen en el Altiplano Mexicano van al sur hacia las tierras bajas cálidas (Howell y Webb, 1995).

Antecedentes

Avifauna en zonas áridas

Años 60 y 70

A principios de la década de los 60 del siglo pasado, varios investigadores comenzaron a explorar la influencia de distintas variables de la vegetación (principalmente la fisonomía) en la diversidad de especies de aves (MacArthur & MacArthur, 1961; MacArthur *et al.*, 1966). Raitt y Maze (1968) estudiaron la distribución de especies y la densidad de aves residentes en diferentes ambientes dominados por *Larrea tridentata* en el Desierto Chihuahuense. Los autores reportaron nueve especies de aves, seis más reproduciéndose en el área o en hábitats cercanos y una densidad de 17.7 parejas por 40.46 ha, lo cual fue considerado por ellos como una cantidad muy baja en comparación con otras zonas desérticas de Norteamérica. Asimismo, distinguieron como zonas ligeramente más ricas en especies aquellas con árboles o arbustos altos.

Posteriormente, en el desierto de Mojave, Austin (1970) analizó la avifauna de una región dominada por mezquites. En esta investigación se reportó un total de 20 especies con densidades entre 31.5 y 44 parejas por 101.17 ha, durante dos años consecutivos. Además, este trabajo documentó una relación directa entre las densidades foliares y la riqueza de especies, y se encontró que el incremento en la cobertura de *L. tridentata* fue de poca importancia para las aves. Posteriormente, Tomoff (1974) estudió la diversidad de aves en un matorral desértico dominado por *L. tridentata* en el desierto de Sonora. Ahí, se encontró que la áreas con palo verde

(*Cercidium microphyllum*), sahuaros (*Carnegia gigantea*) y nopales (*Opuntia spp.*) tenían una mayor diversidad de aves debido a que estas plantas eran utilizadas para la nidificación.

Raitt y Pimm (1976) estudiaron la dinámica de la comunidad de aves en una porción del Desierto Chihuahuense de Nuevo México. Ahí, ellos compararon la avifauna de tres tipos distintos de vegetación: un pastizal, una zona con cobertura mayor de plantas herbáceas y un matorral de *L. tridentata*. La composición, riqueza y los gremios hallados fueron distintos para cada tipo de vegetación. En el pastizal, encontraron más especies en el invierno que en el verano, y al gremio de los semilleros con el mayor número de especies; la zona de herbáceas presentó mayor riqueza en el verano, y los gremios predominantes fueron los insectívoros y los semilleros, que permanecían hasta el invierno. Por último, el matorral mostró abundancias mayores durante la época reproductiva, sin embargo, la cantidad de insectívoros, que fueron el gremio mejor representado, fue baja en comparación con los otros hábitats analizados. Estos autores concluyeron que el factor crítico para la distribución de las aves en esta región fue la disponibilidad de alimento.

Roth (1976) mencionó que la heterogeneidad ambiental -es decir, el número de parches de vegetación- es una variable que influye de manera importante en la diversidad de aves, por lo que un incremento en el número de tipos de vegetación presentes en un sitio puede potenciar la riqueza y abundancia de dicho grupo biológico.

Años 80

Rotenberry y Wiens (1980) estudiaron la relación entre la heterogeneidad horizontal y vertical de la vegetación y la comunidad de aves de una estepa arbustiva norteamericana utilizando estadísticas multivariadas. Dichos investigadores hallaron relaciones entre la abundancia de las especies de aves y los factores mencionados. Notablemente, estos ornitólogos encontraron grupos de aves que respondían de la misma manera a los cambios en la vegetación: las especies de pastizales mostraron una relación inversa con el incremento en la estructura horizontal y con la heterogeneidad vertical, mientras que aves típicas de zonas arbustivas mostraron una relación positiva directamente proporcional a dichas variables. Este estudio es importante ya que integra el análisis de diversas variables de vegetación para explicar la distribución y abundancia de las aves con la ayuda de la estadística multivariada.

Grzybowski (1983) describió la distribución espacial de las aves en pastizales norteamericanos, y evaluó algunos mecanismos potenciales que influyeron en dicho fenómeno. El autor encontró que los pastizales representaban un hábitat relativamente simple y homogéneo en relación con otros ambientes arbustivos o arbóreos. También, pudo notar que las semillas fueron la principal fuente de alimentación para las aves invernantes, y que mientras en época reproductiva la conducta territorial fue una constante en aves de pastizal, dicho comportamiento no se observó durante el invierno.

Por otra parte, Rotenberry (1985) planteó que, contrario a lo que la mayor parte de los investigadores argumentaba, la composición florística era lo que

determinaba en mayor medida la distribución de las aves. Sus conclusiones se basaron en estudios sobre el papel del hábitat en la composición de una comunidad de aves en varios pastizales norteamericanos. Adicionalmente, él señaló que la escala de estudio es lo que permite encontrar las relaciones entre las aves y la vegetación (p.ej., una especie que parece responder a la configuración física del ambiente a nivel regional muestra poca correlación con la fisonomía a nivel local).

Años 90

En Sudamérica, Marone (1991) realizó un estudio de la influencia de distintas variables estructurales de la vegetación sobre los distintos gremios y especies de aves en una comunidad desértica de Argentina. Este investigador encontró una relación directa entre la cobertura vegetal (árboles y arbustos) y los gremios de herbívoros e insectívoros durante la temporada de reproducción debido a que estas variables implicaban una mayor disponibilidad de alimento y perchas. Por otro lado, el mismo autor no encontró una relación entre la distribución de los granívoros y los gradientes ambientales considerados en su trabajo, y concluyó que este gremio, junto con las aves migratorias, era menos selectivo con respecto a los hábitats utilizados.

En este mismo sentido, Mills *et al.* (1991) reportaron la relación entre la abundancia de aves y el volumen de la vegetación en ambientes ribereños de Nuevo México; encontraron una fuerte correlación entre el volumen total de la vegetación y la densidad de aves reproductivas. Por el contrario, no encontraron correlaciones entre dicha variable de vegetación y la densidad de aves invernantes. Contreras-Balderas (1992) realizó un estudio sobre la avifauna de dos asociaciones vegetales:

una de *Larrea-Yucca* y otra de *Pinus-Juniperus-Larrea*, en Nuevo León, México. Este investigador encontró 52 especies en la primera comunidad y 42 en la segunda. Ambas asociaciones vegetales compartieron especies (posiblemente por la presencia de *L. tridentata* en ambos sitios) pero también hubo diferencias significativas debido a los elementos vegetales distintos.

Naranjo y Raitt (1993) estudiaron la composición de la comunidad y los patrones de distribución de las aves residentes de todo el año de una “bajada” (ladera de una montaña) en Nuevo México, con tres tipos de vegetación: pastizal, matorral de *L. tridentata* y una zona dominada por diversas herbáceas. Estos científicos reportaron 28 especies y analizaron los patrones ecológicos de 13 de ellas, por ser las más comunes. En general, encontraron variaciones significativas entre los distintos hábitats; la relación entre las abundancias de las aves y la vegetación fue positiva entre aves de pastizal y el incremento de cobertura vegetal en áreas abiertas y entre aves de matorral y el incremento de la diversidad en la estructura vegetal (variedad de formas de vida vegetales).

Por su parte, Kozma y Mathews (1997) evaluaron la selección de áreas de nidificación de aves residentes en distintos hábitats del Desierto Chihuahuense en Nuevo México y encontraron que 23 especies anidaron en arroyos (vegetación ribereña) y que 20 más lo hicieron en laderas (zonas áridas). Además, ellos observaron una fuerte influencia de la composición vegetal, especialmente de plantas adecuadas para la anidación, en la comunidad de aves del Desierto Chihuahuense.

Desde otro punto de vista, Lloyd *et al.* (1998) evaluaron los efectos de la invasión de mezquite (*Prosopis velutina*) en el desierto de Arizona y encontraron una

disminución en el número de aves típicas de pastizal y un aumento en las especies típicas de matorral y zonas ribereñas a medida que dicho arbusto iba colonizando distintas áreas, principalmente perturbadas por actividades antrópicas.

Años 2000

Pidgeon *et al.* (2001) evaluaron el efecto del cambio de tipo de vegetación en la riqueza de aves del Desierto Chihuahuense. Estos investigadores enunciaron que el tipo de vegetación clímax en este desierto es el pastizal, mientras que los ambientes arbustivos encontrados en esta región son resultado de perturbaciones (principalmente antropogénicas); también encontraron que la riqueza de aves fue mayor en dichos ambientes arbustivos, y que especialmente fue mayor en las áreas dominadas por mezquite (*Prosopis spp.*). Finalmente, estos autores concluyeron que el recambio de especies entre el pastizal y las zonas arbustivas era alto, y que mientras estas últimas podían albergar más especies de aves, las zonas provistas de pastizal nativo eran capaces de dar sustento a especies altamente especializadas en este tipo de hábitat.

Fleishman *et al.* (2003) estudiaron la influencia de distintas variables -volumen total, riqueza de especies, dominancia y composición florística- de la vegetación exótica en la diversidad de aves en un cuerpo de agua del desierto de Mojave. Ellos hallaron una correlación positiva entre la diversidad de aves y el volumen total de la vegetación, mientras que la composición de la comunidad de aves estuvo relacionada con la composición florística. Como conclusión, ellos señalaron que la vegetación exótica es crucial en el mantenimiento de la diversidad de aves debido a la estructura fisonómica que aporta a los ambientes desérticos.

En Sudamérica, López de Casenave *et al.* (2008) analizaron la dinámica estacional de la estructura de gremios de una comunidad de aves en un ambiente desértico argentino. Los investigadores encontraron diferentes patrones en las especies residentes: hubo algunas que nunca cambiaron sus hábitos de alimentación y forrajeo, mientras que otras sí lo hicieron; asimismo, ellos hallaron una ocurrencia de gremios específica de una determinada época del año (p. ej., graminívoros en la época de invernada y herbívoros arbóreos en la época reproductiva). Estos científicos concluyeron que la mayoría de las aves tienen la facultad de cambiar de gremio, y que este fenómeno está influenciado por la cantidad y el tipo de recursos disponibles.

Por su parte, Kozma *et al.* (2012) hicieron una comparación de la diversidad de aves de dos ambientes del Desierto Chihuahuense: zonas de vegetación ribereña y lugares provistos con arbustos propios de zonas áridas. Dichos investigadores encontraron una mayor riqueza de aves en los ambientes ribereños que en las zonas más secas de su área de estudio. Como idea principal, destacaron la importancia de los elementos vegetales ribereños para las aves migratorias, debido a su mayor complejidad fisonómica.

Avifauna en Cuatrociénegas

Tyler (1966) realizó el primer estudio sobre la avifauna de Cuatrociénegas y en él contabilizó 36 especies. Posteriormente, Contreras-Balderas (1984) publicó un nuevo

estudio de la avifauna del valle, que consistió en un listado de aves de la región. En dicho informe, el investigador reportó un total de 61 nuevas especies.

Después, García-Salas (1992) llevó a cabo un estudio sobre la zoogeografía y algunos índices ecológicos de la ornitofauna del matorral micrófilo (*Larrea tridentata-Fouquieria splendens*). Dicha investigación reportó 35 especies de aves (21 residentes, 8 veraniegas, 5 migratorias y 1 ocasional), de las cuales cuatro especies fueron registros nuevos, y consideró a dicho matorral como uno de los tipos de vegetación más ricos en especies del Desierto Chihuahuense.

González-Rojas (1993) hizo un estudio avifaunístico en el matorral alto espinoso (*Prosopis glandulosa-Acacia gregii*), en donde encontró 37 especies (20 residentes, 7 veraniegas, 9 migratorias y una ocasional). Más tarde, Contreras-Balderas *et al.* (1997) llevaron a cabo un estudio y reportaron 87 especies, de las cuales 55 se reproducían en la zona y 44 fueron nuevos registros. Los trabajos antes mencionados revelaron una riqueza de 109 especies para la región. Más adelante, en un nuevo estudio, González-Rojas *et al.* (1999) reportaron cuatro nuevos registros visuales. A la postre, ya en la década pasada, Contreras-Balderas *et al.* (2004) realizaron 43 nuevos registros en el valle, sumando un total de 156 especies en Cuatrociénegas.

Si se toma en en cuenta que el total de aves reportadas para el estado de Coahuila es de 398 especies confirmadas (Garza de León *et al.*, 2007), se infiere que Cuatrociénegas posee un 39.1 % de las aves registradas para dicho estado.

Justificación

Este trabajo es una contribución al conocimiento de la avifauna de Cuatrociénegas, ya que en la región sólo se habían hecho inventarios, y aunque en un trabajo previo se había reportado la estacionalidad y preferencia de hábitat de algunas aves de este valle, no existía ningún estudio detallado de ecología de comunidades de aves en la zona.

La información generada en este estudio es relevante porque es posible comparar los resultados obtenidos con los datos de otras zonas del Desierto Chihuahuense, para entender la dinámica de las comunidades de aves en este tipo de ambientes. Este trabajo implicó una comparación de la diversidad de especies entre tipos de vegetación, por lo que contribuyó a la comprensión de la importancia de los distintos ambientes del valle para las aves de la región. En el futuro, la información de este trabajo podría ser útil para fines de conservación y toma de decisiones.

Finalmente, se analizó la relación entre la estructura, cobertura y formas de crecimiento de la vegetación y la estructura y distribución de la comunidad de aves en dos épocas, considerando además la respuesta de los distintos gremios, con lo cual este estudio contribuyó al debate clásico sobre los factores de vegetación que son importantes para la diversidad de las aves.

El proyecto comprendió diferentes tipos de vegetación en cuatro localidades distintas con el fin de confirmar la importancia de los factores mencionados a escala local y regional.

Hipótesis

- Si la existencia de varios ambientes en un lugar incrementa la riqueza de especies de aves, entonces Cuatrociénegas tendrá más especies que otras regiones del Desierto Chihuahuense, debido a la presencia de distintos tipos de vegetación en el valle.
- Si la diversidad de especies se incrementa en otoño e invierno con la presencia de aves invernantes, entonces se encontrará una mayor diversidad en temporada de invernada que en época reproductiva, debido a la llegada de aves migratorias a la zona. Esta tendencia será más evidente en los mezquiales y pastizales, debido al arribo de aves insectívoras terrestres e insectívoras de follaje al valle
- Si en época de reproducción las aves son específicas en cuanto a uso de hábitat, entonces los tipos de vegetación similares ubicados en localidades distintas tendrán avifaunas más parecidas que entre ambientes cercanos pero con vegetación diferente, debido a que en esa época las aves tienen requerimientos ecológicos puntuales –p. ej., sitios percha y de anidamiento-..
- Si cada uno de los ambientes estudiados en Cuatrociénegas es diferente por las características de su vegetación –volumen total de la vegetación, diversidad foliar y diversidad de formas de crecimiento-, entonces existirán especies y gremios exclusivos de cada uno de éstos, ya que cada ambiente ofrecerá recursos distintos –p. ej., alimento y sitios de reproducción-.

Objetivos

General

Describir a la comunidad de aves de Cuatrociénegas en términos de su diversidad de especies –riqueza, composición, dominancia y abundancia-, así como su relación con el hábitat.

Particulares

1. Elaborar un listado actualizado de las aves de la región, y comparar la riqueza de especies de Cuatrociénegas con la de otras regiones del Desierto Chihuahuense y con otros desiertos norteamericanos.
2. Comparar la diversidad de la comunidad de aves en dos épocas distintas del año (reproductiva y de invernada) y de la misma época en años consecutivos.
3. Analizar la diversidad beta de especies; esto es, cuantificar y comparar la diversidad de aves en los distintos ambientes muestreados, para determinar cuál es la diferencia: a) entre ambientes diferentes y b) entre ambientes similares ubicados en localidades diferentes.
4. Estudiar la relación de la distribución de las aves (por especie y por gremio), con los distintos tipos de vegetación (mezquital, matorral, pastizal y sotol) y las distintas variables de vegetación (diversidad de formas de crecimiento, diversidad foliar y volumen total de vegetación).

Métodos

Área de estudio

El área natural protegida Cuatrociénegas tiene una superficie de cerca de 85,000 ha; se localiza entre las coordenadas 26°45'00" y 27°00'00" de latitud norte y 101°48'49" y 102°17'53" de longitud oeste (INE, 2000). Esta zona se encuentra localizada dentro del municipio de Cuatrociénegas de Carranza, Coahuila, México, a aproximadamente 75 km de la ciudad de Monclova. El valle de Cuatrociénegas se encuentra dentro de la ecorregión Matorrales Xerófilos del Desierto Chihuahuense (Garza de León *et al.*, 2007).

De los distintos tipos de vegetación presentes en el valle, se tomaron en cuenta cuatro para este estudio: 1) matorral (*Larrea tridentata-Fouquieria splendens*), 2) mezquital (*Prosopis glandulosa*), 3) pastizal (vegetación halófila y gipsófila, principalmente gramíneas) y 4) sotol (*Dasyllirion sp.*). En el figura 1 se puede observar la ubicación de los distintos tipos de vegetación del valle y la distribución de los trayectos lineales utilizados en el muestreo. La clave de tipos de vegetación/localidad se muestra en el cuadro 1.

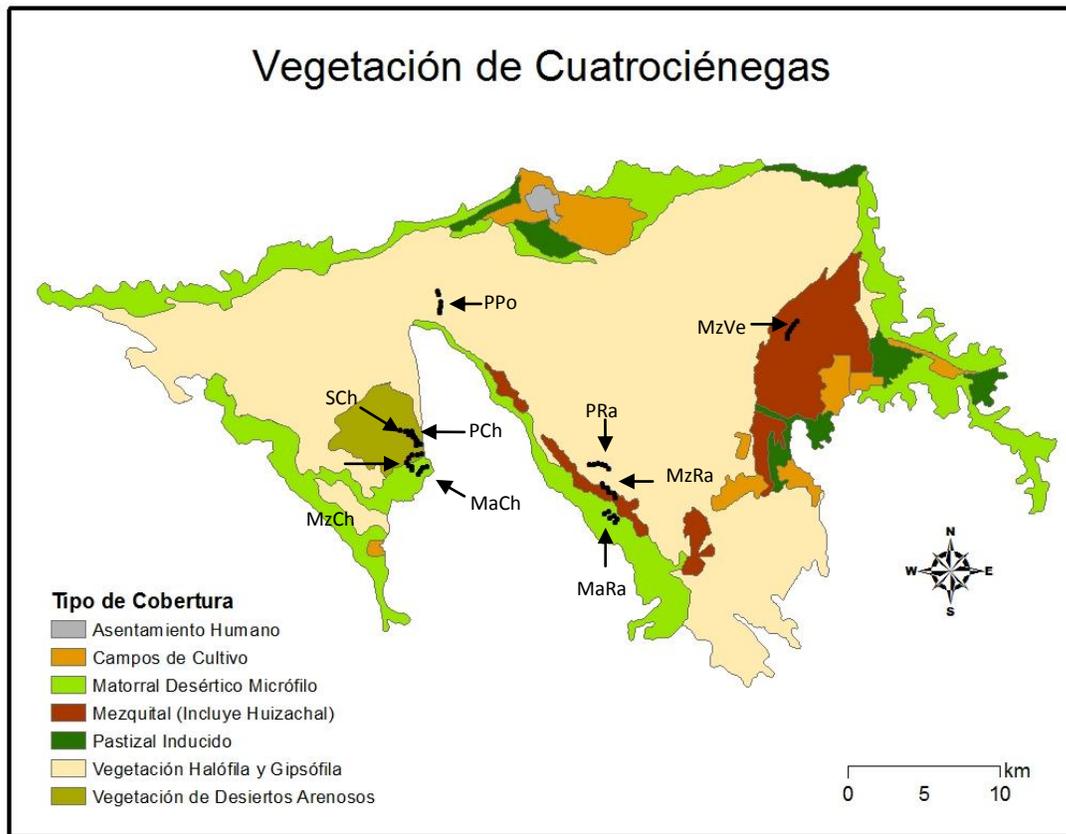


Figura 1. Diferentes tipos de vegetación presentes en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila.
Fuente: CONAFOR, 2013.

Los muestreos se realizaron en cuatro localidades diferentes, cada una con distintos tipos de vegetación presentes: Churince (matorral, mezquital, pastizal y sotol), Poza Azul (pastizal), Ejido La Vega (mezquital) y rancho Pozas Azules (matorral, mezquital y pastizal).

Cuadro 1. Clave utilizada para denotar cada tipo de vegetación en cada sitio visitado.

Tipo de vegetación/Localidad	Clave
Mezquital/Churince	MzCh
Matorral/Churince	MaCh
Pastizal/Churince	PCh
Soto/Churince	SCh
Pastizal/Poza Azul	PPo
Mezquital/Ejido La Vega	MzVe
Mezquital/Rancho Pozas Azules	MzRa
Matorral/Rancho Pozas Azules	MaRa
Pastizal/Rancho Pozas Azules	PRa

Conteos de aves

Para registrar a las especies de aves y sus abundancias relativas se llevaron a cabo conteos mediante el método de muestreo por trayectos de banda (Anderson *et al.*, 1979; Bibby *et al.*, 1993), de una longitud de 250 m y un ancho de 50 m a cada lado; se ubicaron a una distancia mínima de 250 m entre ellos. Durante cada visita, se realizaron avistamientos durante las mañanas de tres días consecutivos en cada ambiente. Solo se registraron las aves que estuvieron a una distancia de 50 m o menos y que se observaron utilizando directamente el hábitat.

Los trayectos se recorrieron a una velocidad aproximada de 1 km/h, y se registraron los siguientes datos relacionados con las aves: especie, número de individuos, distancia aproximada con respecto al observador y actividad realizada. Los muestreos se realizaron en dos épocas distintas (dos muestreos por temporada): reproductiva (marzo-abril de 2012 y mayo de 2013) y de invernada (enero de 2012 y septiembre-octubre de ese mismo año). El número de conteos por temporada se puede leer en el cuadro 2.

Cuadro 2. Número de recorridos realizados para contar aves, en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila.

Temporada de muestreo	Fecha de muestreo	Número de recorridos realizados
Reproductora	marzo-julio	177 conteos (93 en abril-mayo 2012 y 84 en mayo 2013).
Invernada	agosto-marzo	144 conteos (48 en enero 2012 y 96 en septiembre-octubre)

En total, se establecieron 28 trayectos lineales en cuatro tipos de ambiente ubicados en cuatro localidades distintas del valle. El número y la distribución de los trayectos se puede observar en el cuadro 3. Cabe destacar que en enero del 2012 la cantidad de recorridos fue bastante menor a la de las visitas posteriores, debido a que en ese mes el diseño del muestreo aún estaba incompleto (es decir, solo se recorrieron una vez los trayectos del pastizal Poza Azul y el mezquital del ejido La Vega-.

Cuadro 3. Distribución de los diferentes trayectos en banda para el conteo de aves, en los distintos tipos de vegetación y localidades, en el Valle de Cuatrociénegas, Coahuila.

Localidad/Tipo de vegetación	Mezquital	Matorral	Sotol	Pastizal	Total
Churince	3	3	3	3	12
Poza Azul	-	-	-	3	3
Ejido La Vega	4	-	-	-	4
Rancho Pozas Azules	3	3	-	3	9
Total	10	6	3	9	28

Para realizar el inventario avifaunístico se registraron todas las especies presentes en el sitio; sin embargo, para los análisis de diversidad no se tomaron en cuenta las especies de hábitos mayoritariamente aéreos como chotacabras y golondrinas, ni aves rapaces y acuáticas ya que el método de campo utilizado es inadecuado para estimar las abundancias relativas de estos grupos de aves (Bibby *et al.*, 1993). Para determinar la estacionalidad de las especies se utilizó la información disponible en el sitio web de la universidad de Cornell (<http://www.birds.cornell.edu>).

Las aves se agruparon en gremios con base en su fuente principal de alimentación y su estrategia de forrajeo tomando como guía la clasificación propuesta por Ehrlich *et al.* (1988), además de observaciones personales y la información disponible en el sitio web de la universidad de Cornell (<http://www.birds.cornell.edu>). Los gremios considerados en este estudio fueron frugívoros, granívoros de follaje, granívoros terrestres, insectívoros aéreos, insectívoros de corteza, insectívoros de follaje, insectívoros terrestres, nectarívoros y omnívoros terrestres.

Caracterización del hábitat

Los trayectos de banda se colocaron en cuatro tipos de vegetación del valle: mezquital, matorral, pastizal y sotol (INE, 2000). Cada uno de estos fue diferente con base en tres características de la vegetación: diversidad de formas de crecimiento (Tomoff, 1974), diversidad foliar (MacArthur y MacArthur, 1961) y volumen total de vegetación (Mills, Dunning Jr y Bates, 1991).

Para estimar la cobertura vegetal, se emplearon los métodos propuestos por Wiens (1969) y Montaña y Ezcurra (1980); ambas técnicas están basadas en el número de contactos de las plantas con una vara o línea imaginaria, respectivamente. Esto permitió estimar la estructura vertical (diversidad foliar), volumen total de vegetación y abundancia relativa de las formas de vida vegetales en cada sitio. Las estimaciones se hicieron en 200 puntos elegidos a lo largo de los trayectos utilizados para realizar los conteos de aves.

Para realizar los cálculos de la diversidad de formas de crecimiento (GFD), se utilizó el índice de Shannon y las formas de crecimiento consideradas fueron plantas esclerófilas siempre verdes (con pequeñas hojas siempre verdes), espinosas (provistas de espinas, usualmente deciduas), de tallo suculento (cactus), perennes (sufrutescentes y herbáceas incluidas) y anuales (Tommo 1974). Para calcular la diversidad foliar (FHD) (MacArthur y MacArthur, 1961) también se utilizó el índice de Shannon, tomando en cuenta el número de contactos de la vara o eje imaginario con las hojas o ramas de la vegetación en tres estratos verticales, cada uno de 1 m de altura. Finalmente, para calcular el volumen total de vegetación (DenT) se tomó en cuenta el número total de contactos de la vara o eje imaginario de las plantas en cada punto, sin considerar estratos verticales de vegetación (Mills, Dunning Jr y Bates, 1991).

Los valores obtenidos de cada variable para cada ambiente en cada localidad se muestran en el cuadro 4, y se utilizaron en los análisis de correspondencia canónica. Los datos que aparecen en dicho cuadro son promedios calculados con los datos de tres trayectos lineales distribuidos según se observa en el cuadro 3.

Cuadro 4. Valores de diversidad obtenidos a partir de las estimaciones de cobertura de vegetación.

Tipo de vegetación/Localidad	FHD	GFD	DenT
Mezquital Churince	0.96	0.63	430.33
Matorral Churince	0.37	0.63	137.00
Pastizal Churince	0.15	0.31	504.33
Sotol Churince	0.47	0	122.33
Pastizal Poza Azul	0.30	0.40	1146.67
Mezquital Ejido La Vega	0.91	0.19	240.25
Mezquital Rancho	0.90	0.44	462.67
Matorral Rancho	0.58	0.28	103.67
Pastizal Rancho	0.10	0.09	534.33

FHD, diversidad foliar; GFD, diversidad de formas de crecimiento; DenT, volumen total de vegetación.

Análisis de los datos

Inventario

Para realizar el inventario de las aves de la región, se registraron las especies presentes en cada uno de los trayectos de banda y también las observadas fuera de ellos (es decir, vistas fuera de los muestreos), en cada una de las cuatro visitas realizadas al valle.

Riqueza

Eficiencia de muestreo

Para determinar la eficiencia del muestreo, se calculó el total de especies registradas en todos los trayectos en todas las visitas realizadas y se generó una curva de

acumulación de especies mediante Estimates 7.5 (Colwell, 2005); además, se comparó con el número de especies pronosticado por el estimador no paramétrico Chao 2; de esa manera, se obtuvo la proporción de especies encontradas con respecto al total predicho por el estimador de riqueza. Este análisis se llevó a cabo con los datos de cada visita realizada al valle por separado y con los datos de las cuatro visitas en conjunto para hacer una estimación global de la eficiencia del muestreo. La curva de acumulación de especies se generó con base en muestras, y la unidad elemental de muestreo en este estudio fue cada uno de los recorridos realizados (cuadro 2).

Rarefacción

Para comparar la riqueza de especies entre tipos de vegetación se utilizó el análisis de rarefacción (James y Rathbun, 1981) con curvas de acumulación de especies, ya que el esfuerzo de muestreo entre sitios fue distinto. Esta comparación se hizo con base en el número de muestras (Magurran y McGill, 2011). La rarefacción se realizó desde dos enfoques distintos: entre tipos de vegetación (agrupando datos de los distintos tipos de vegetación estudiados sin importar su localización geográfica) y entre tipos de vegetación presentes en cada localidad (considerando cada tipo de vegetación presente en cada localidad como una unidad de estudio distinta).

Dominancia/Estructura de la comunidad

La dominancia se determinó mediante el índice de Simpson (Simpson, 1949). Se utilizó dicho índice porque es sensible a los cambios de las especies más comunes de la comunidad, lo que enfatiza la dominancia (Peet, 1974).

Para representar de manera gráfica la estructura de la comunidad se utilizaron gráficas de Whittaker o de rango-abundancia, debido a que esta es una manera sencilla e ilustrativa de comparar la distribución de las abundancias de aves entre los ambientes muestreados y también porque permiten comparar los datos con distintos modelos teóricos (Magurran y McGill, 2011). Estas gráficas se utilizaron para complementar los análisis de dominancia.

En este estudio, solo los análisis de riqueza y de dominancia/estructura de la comunidad se realizaron a dos niveles: por tipos de vegetación –sin importar su localización geográfica- y por tipos de vegetación/localidad –considerando cada tipo de vegetación presente en cada localidad como una unidad de estudio-; esto con el objetivo de encontrar patrones: a) entre ambientes y b) entre localidades.

Diversidad beta

Para comparar la abundancia y composición de especies entre tipos de vegetación/localidad se aplicó un análisis de conglomerados (Everitt, 1980); para ello se utilizó la medida de disimilitud semi-métrica Bray-Curtis (Gotelli y Ellison, 2004) y datos cuantitativos (promedios de abundancias proporcionales) de cada especie.

Asociación de hábitat

Para explorar relaciones entre tipos de vegetación/localidad y especies/gremios de aves, se utilizó análisis de correspondencia (AC) (Manly, 1994), que es un método multivariado indirecto de ordenación, por medio del programa estadístico R (Equipo de desarrollo R, 2012).

Para establecer y analizar relaciones entre las especies de aves y las variables de vegetación, se utilizó un análisis multivariado de ordenación; específicamente, un análisis de correspondencia canónica (ACC), mediante los programas CANOCO (ter Braak y Smilauer, 1997) y MVSP (Kovach, 2010). Esta técnica es un tipo de análisis de correspondencia que sirve para explorar las relaciones entre especies y variables ambientales en gradientes de manera directa (sin necesidad de realizar análisis adicionales), es por eso que se considera un método directo de ordenación (ter Braak, 1986). Solo se incluyeron en el análisis las especies cuya abundancia relativa fue de por lo menos tres individuos.

Para evaluar la significancia de los ACC se utilizó la prueba de Montecarlo, que consiste en la comparación de los datos observados con muestras aleatorias generadas con base en la hipótesis que se pone a prueba (Hope, 1968). Para evaluar la significancia de las relaciones entre los ejes y las variables canónicas se comparó el coeficiente obtenido en el ACC con el valor crítico de correlación de Pearson $r=0.666$ ($\alpha=0.05$, $gl=7$).

Resultados

Inventario

En total se registraron 101 especies pertenecientes a 16 órdenes y 39 familias (Apéndice 1). De las especies observadas, 43 son consideradas residentes todo el año, 16 residentes de verano, 32 residentes de invierno y 10 son transeúntes (<http://www.birds.cornell.edu>).

En el cuadro 5 se presenta una comparación de la riqueza total de especies obtenida en este trabajo –es decir, el inventario con todas las especies registradas dentro y fuera de los muestreos- con otros trabajos realizados en el valle de Cuatrociénegas, en el Desierto Chihuahuense y en otros desiertos (Sonorense, Tehuacán-Cuicatlán y Mohave).

Cuadro 5. Comparación del número de especies encontrado en varias localidades en diversas zonas desérticas de Norteamérica.

Autor	Lugar	Número de especies	Desierto
Dixon(1959)	Chisos Mountain, Texas	26	Chihuahuense
Raitt y Maze(1968)	Dona Ana County, New Mexico	14	Chihuahuense
Austin(1970)	Paradise Valley, Nevada	20	Mohave
Tommof(1974)	Pima County, Arizona	17	Sonorense
Hill(1980)	Rock Valley, Nevada	4	Mohave
Thiollay(1981)	Mapimí, Durango	49	Chihuahuense
Contreras-Balderas(1984)	Cuatrociénegas, Coahuila	61	Chihuahuense
Contreras-Balderas(1992)	Galeana, Nuevo León	76	Chihuahuense
Naranjo y Raitt(1993)	Dona Ana County, New Mexico	28	Chihuahuense
García Salas et al. (1995)	Cuatrociénegas, Coahuila	35	Chihuahuense
Coro y Espinosa(1996)	Tehuacán, Puebla	90	Tehuacán-Cuicatlán
Kozma y Mathews (1997)	Orogrande, New Mexico	27	Chihuahuense

Cuadro 5. (Cont)

Autor	Lugar	Número de especies	Desierto
Contreras-Balderas <i>et al.</i> (1997)	Cuatrociénegas, Coahuila	87	Chihuahuense
Skagen <i>et al.</i> (1998)	Tucson, Arizona	186	Sonorense
Suárez García <i>et al.</i> (2013)	Cuatrociénegas, Coahuila	101	Chihuahuense

Eficiencia de muestreo

En total, en las cuatro visitas realizadas al valle de Cuatrociénegas, se registraron 68 especies, y el estimador Chao 2 predijo 85 especies, por lo que la eficiencia de muestreo para dichas visitas fue de 80 % (figura 2).

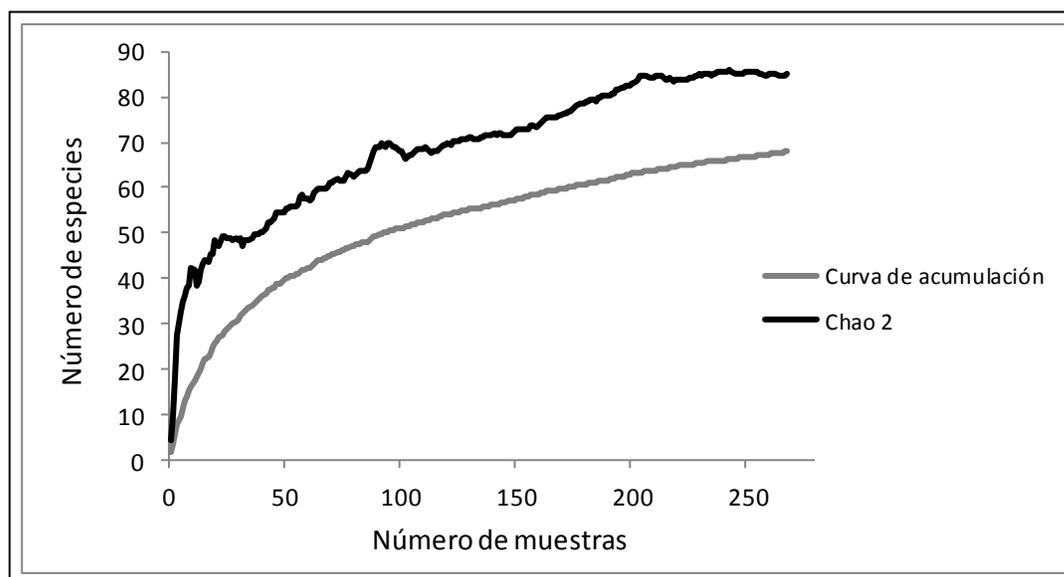


Figura 2. Número de especies de aves observadas vs. número de especies predichas por el estimador Chao 2 en los cuatro muestreos realizados, en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila.

En la visita de enero del 2012, se observaron 28 especies, y el estimador Chao 2 predijo 46 especies para el valle, por lo que la eficiencia de muestreo según este estimador fue de 61% (figura 3-a). Por su parte, el número de especies observadas en septiembre-octubre del 2012 fue 33, y el estimador de riqueza predijo un total de 39 especies para Cuatrociénegas, por lo que la eficiencia de muestreo fue de alrededor de 86% (figura 3-b).

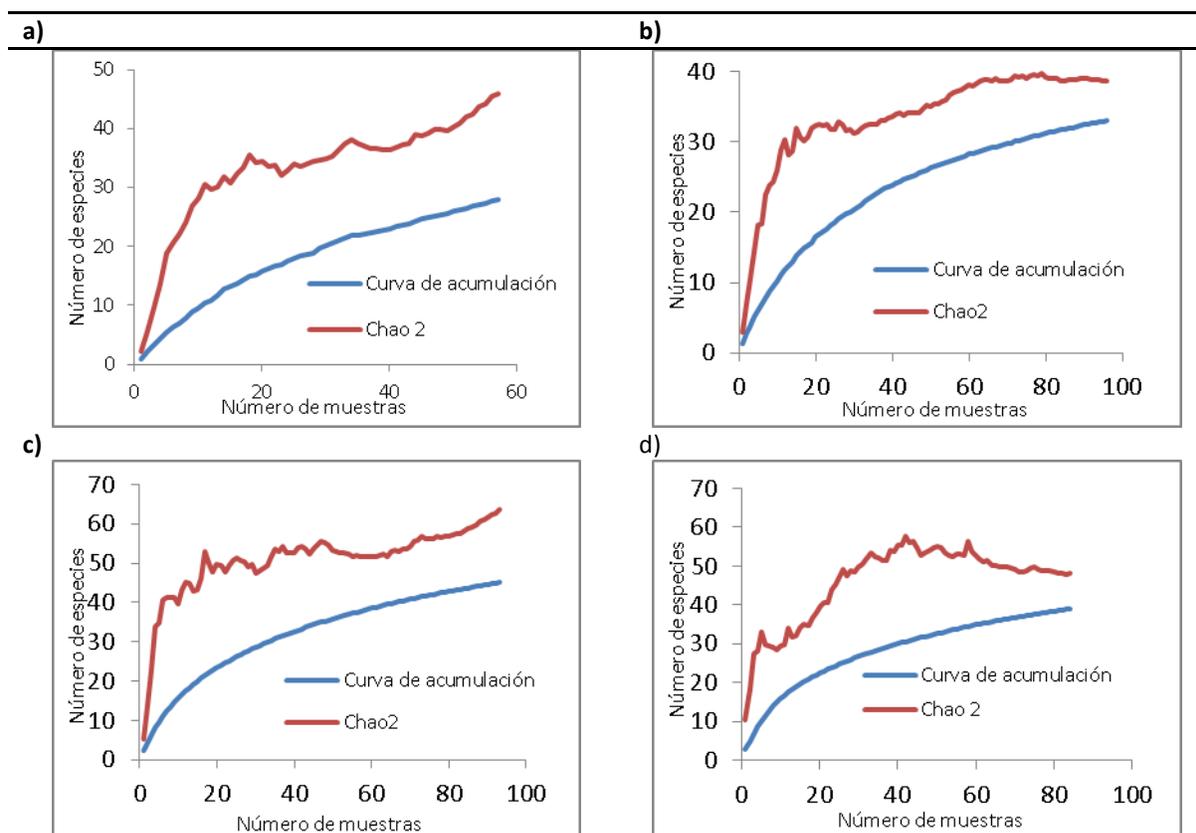


Figura 3. Número de especies observadas vs número de especies estimadas por el estimador Chao 2 en los distintos meses de muestreo: a) enero del 2012; b) septiembre-octubre del 2013; c) En la visita de abril-mayo de 2012 el número de especies observadas fue 45, y

con base en esos datos el estimador Chao 2 calculó 64 especies, por lo que la eficiencia de muestreo para esta temporada fue de 71 % (figura 3-c). Para el mes de mayo del 2013 se registraron 39 especies en los muestreos y el estimador de riqueza

Chao 2 predijo un total de 48 especies en el valle, por lo que la eficiencia de muestreo para este mes fue del 81% (figura 3-d).

Riqueza

Por tipos de vegetación

El análisis de rarefacción para el mes de enero de 2012 indicó que, con base en seis muestras, la riqueza para el pastizal, el mezquital y el matorral fue prácticamente igual (cinco especies), mientras que la del sotol fue la más baja (una especie) (cuadro 6).

Asimismo, el análisis de rarefacción para los meses de septiembre-octubre del 2012 mostró una riqueza similar, con base en 12 muestras, entre el mezquital y el pastizal (12 y 13 especies respectivamente), mientras que en el matorral y el sotol se encontraron riquezas similares (cuatro especies), por lo que fueron los ambientes más pobres en especies (cuadro 6).

El análisis de rarefacción del muestreo abril-mayo del 2012 para nueve muestras reveló que el tipo de vegetación más rico en esta visita fue el mezquital (16 especies), seguido por el pastizal (11 especies), el matorral (nueve especies) y el sotol (tres especies) (cuadro 6).

En mayo del 2013, el análisis de rarefacción indicó que para nueve muestras el mezquital fue el tipo de vegetación que mayor riqueza presentó (18 especies), el pastizal en segundo lugar (nueve especies), el matorral en tercer lugar (ocho

especies) y el sotol fue el tipo de vegetación más pobre en especies de aves (cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de la riqueza observada, riqueza rarefacccionada, tamaño de muestra (para rarefacción) para cada tipo de vegetación en cada una de las cuatro visitas al valle de Cuatrociénegas, Coahuila.

	Invernada							
	ene-12				sep-oct 2012			
	Mezquital	Pastizal	Matorral	Sotol	Mezquital	Pastizal	Matorral	Sotol
Riqueza								
Observada	18	12	8	1	20	20	7	4
Rarefacción	5.0	5.4	4.9	1.0	11.8	12.8	4.3	4.0
Tamaño de muestra	6	6	6	6	12	12	12	12
	Reproducción							
	abr-may 2012				may-13			
	Mezquital	Pastizal	Matorral	Sotol	Mezquital	Pastizal	Matorral	Sotol
Riqueza								
Observada	29	21	13	3	29	19	10	2
Rarefacción	15.6	10.7	8.5	3.0	18.1	9.4	7.8	2.0
Tamaño de muestra	9	9	9	9	9	9	9	9

Por tipos de vegetación/Localidad

Para el mes de enero del 2012, el análisis de rarefacción mostró que el ambiente más rico en especies fue el pastizal Poza Azul, seguido por los mezquiales del ejido La Vega y rancho PRONATURA. Por el contrario, el sotol, el matorral del Churince y los pastizales del Churince y del Rancho Pozas Azules presentaron la menor cantidad de especies (cuadro 7).

Por su parte, el análisis de rarefacción para los meses de septiembre-octubre del 2012 indicó que el pastizal de la Poza Azul fue el ambiente con mayor cantidad de especies de aves, seguido por el mezquital del ejido La Vega (cuadro 7). El

mezquital del rancho PRONATURA y los pastizales del Churince y del rancho presentaron una riqueza intermedia de especies muy similar entre sí. Finalmente, el sotol y ambos matorrales presentaron las riquezas más bajas (cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de la riqueza observada, riqueza rarefaccionada, tamaño de muestra (para rarefacción) para cada tipo de vegetación/localidad, en cada una de las cuatro visitas al valle de Cuatrociénegas, Coahuila.

Invernada									
ene-12									
Riqueza	MzCh	MzVe	MzRa	PCh	PPz	PaRa	MaCh	MaRa	SCh
Observada	7	6	13	2	9	3	4	5	1
Rarefacción	4.4	6.0	5.4	1.1	9.0	1.6	2.4	3.2	0.5
Tamaño de muestra	3	3	3	3	3	3	3	3	3
sep-oct 2012									
Riqueza	MzCh	MzVe	MzRa	PCh	PPz	PaRa	MaCh	MaRa	SCh
Observada	10	12	8	11	14	8	4	3	4
Rarefacción	8.0	10.6	8.0	8.5	14.0	8.0	3.2	3.0	3.0
Tamaño de muestra	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Reproductiva									
abr-may 2012									
Riqueza	MzCh	MzVe	MzRa	PCh	PPz	PaRa	MaCh	MaRa	SCh
Observada	15	16	18	11	14	3	7	10	3
Rarefacción	15.0	13.6	15.6	11.0	14.0	2.6	7.0	10.0	3.0
Tamaño de muestra	9	9	9	9	9	9	9	9	9
may-13									
Riqueza	MzCh	MzVe	MzRa	PCh	PPz	PaRa	MaCh	MaRa	SCh
Observada	20	17	13	9	11	5	8	7	2
Rarefacción	20.0	15.9	13.0	9.0	11.0	5.0	8.0	7.0	2.0
Tamaño de muestra	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Clave de tipo de vegetación/localidad. **MzCh**-Mezquital Churince, **MzVe**-Mezquital Ejido La Vega, **MzRa**-Mezquital Rancho Pozas Azules, **PCh**-Pastizal Churince, **PPo**-Pastizal Poza Azul, **PaRa**-Pastizal Rancho Pozas Azules, **MaCh**-Matorral Churince, **MaRa**-Matorral Rancho Pozas Azules, **SCh**-Sotol Churince.

En abril-mayo del 2012, el análisis de rarefacción indicó que los mezquiales tuvieron la mayor riqueza de especies, junto con el pastizal de la Poza Azul. Los

matorrales tuvieron riquezas intermedias y los ambientes con el menor número de especies fueron el sotol y el pastizal del rancho PRONATURA (cuadro 7).

Asimismo, en el mes de mayo del 2013, los tres mezquiales fueron los tipos de vegetación que mayor riqueza de especies presentaron. El pastizal Poza Azul también se encontró entre los más ricos. En contraparte, el sotol y el pastizal del rancho PRONATURA fueron los ambientes más pobres en especies (cuadro 13).

Dominancia

Por tipos de vegetación

En enero del 2012, el tipo de vegetación que presentó la mayor dominancia fue el sotol, seguido del pastizal (cuadro 8), mientras que el mezquital y el matorral presentaron los valores más bajos del índice de Simpson. En el sotol se encontró a la especie *Corvus corax*, mientras que en el pastizal la especie dominante fue *Euphagus cyanocephalus*. En el mezquital y el matorral las especies dominantes fueron *Spinus psaltria* y *Callipepla squamata*, respectivamente (figura 4-a).

En la visita de septiembre-octubre del 2012, el tipo de vegetación que presentó una mayor dominancia fue el sotol, mientras que los tres tipos de vegetación restantes tuvieron valores del índice de Simpson muy bajos y parecidos entre sí (cuadro 8). En el sotol la especie dominante fue *Eremophila alpestris*, en el mezquital *Zenaida macroura* y *Mimus polyglottos*, en el pastizal *E. cyanocephalus*, *Spizella pallida* y *Haemorhous mexicanus*, y en el matorral *H. mexicanus* (figura 4-b).

Cuadro 8. Comparación de la dominancia observada en cada tipo de vegetación, en cada una de las cuatro visitas al valle de Cuatrociénegas, Coahuila. La dominancia está expresada mediante el índice de Simpson

		Invernada							
		ene 12				sep-oct 12			
		Mezquital	Pastizal	Matorral	Sotol	Mezquital	Pastizal	Matorral	Sotol
Dominancia (D)		0.2	0.5	0.2	1	0.1	0.1	0.2	0.4
		Reproducción							
		abr-may 2012				may 13			
		Mezquital	Pastizal	Matorral	Sotol	Mezquital	Pastizal	Matorral	Sotol
Dominancia (D)		0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	0.1	0.2	0.5

En abril-mayo del 2012, el sotol presentó el valor de dominancia más alto, mientras que el mezquital, el pastizal y el matorral presentaron valores idénticos menores (cuadro 8). La especie dominante en el sotol fue *H. mexicanus*, en el mezquital fue *Vireo belli*, en el matorral *Amphispiza bilineata* y en el pastizal *Molothrus ater* (figura 4-c).

En el mes de mayo del 2013, el tipo de vegetación que presentó la mayor dominancia fue el sotol, seguido por el mezquital y el matorral, cuyos valores del índice de Simpson fueron ligeramente más altos que el del pastizal (cuadro 8). En el sotol se encontraron únicamente dos especies con la misma abundancia relativa: *H. mexicanus* y *M. polyglottos*. En el mezquital, la especie dominante fue *V. belli*, en el matorral *Icterus parisorum* y *A. bilineata* y en el pastizal *Sturnella magna* (figura 4-d).

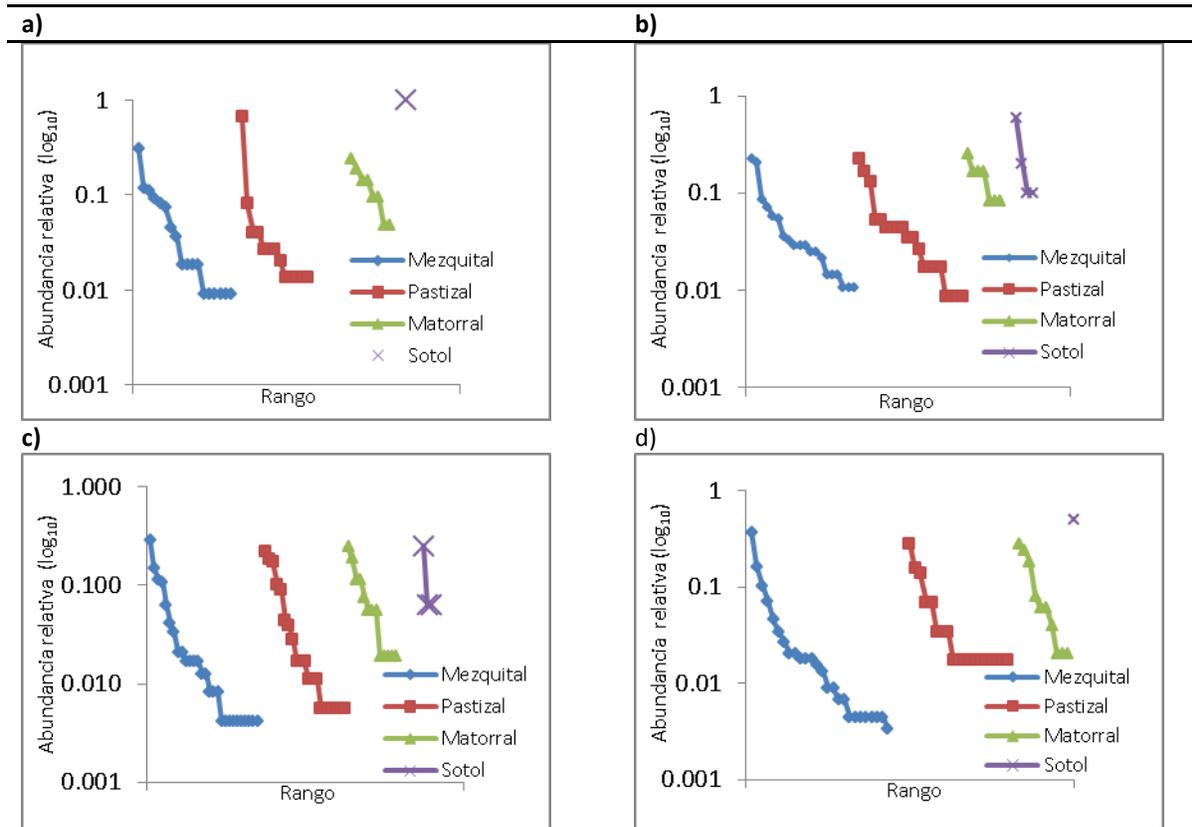


Figura 4. Comparación de la estructura de la comunidad –mediante curvas de Whittaker- de los cuatro ambientes estudiados en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila, en los distintos meses de muestreo: a) enero del 2012, b) septiembre-octubre del 2012, c) abril-mayo del 2012, d) mayo del 2013.

Por tipos de vegetación/Localidad

En enero del 2012, el ambiente que presentó una mayor dominancia fue el sotol, seguido de los pastizales presentes en el Churince y en la Poza Azul (cuadro 9). Los matorrales y los mezquitalas tuvieron valores similares de dominancia. En el sotol solo se observó a la especie *Corvus corax*, mientras que la especie dominante en el pastizal del Churince fue también *C. corax*, en el de la Poza Azul fue *Euphagus cyanocephalus* y en el del rancho fue *Ammodramus savannarum* (figura 5-a). En

general, en los ambientes en donde hubo mayor dominancia se encontraron muy pocas especies (exceptuando al pastizal Poza Azul). Por el contrario, los mezquiales presentaron una distribución de abundancias más equitativa, lo que se ve reflejado en curvas de rango-abundancia más escalonadas.

En septiembre-octubre del 2012, el sotol y el matorral del rancho tuvieron los valores más altos del índice de Simpson. Los mezquiales y los pastizales presentaron dominancias bajas (cuadro 9). Las curvas de rango abundancia denotan una estructura de la comunidad más simple en aquellos ambientes que presentaron una mayor dominancia (figura 5-b). La especie dominante en el sotol fue *Eremophila alpestris*, mientras que en el matorral del Churince fueron *Peaucaea cassini* y *Polioptila caerulea* y en el matorral del rancho PRONATURA fue *Haemorhous mexicanus* (figura 5-b).

Cuadro 9. Comparación de la dominancia observada en cada tipo de vegetación/localidad, en cada una de las cuatro visitas al valle de Cuatrociénegas, Coahuila. La dominancia está expresada mediante el índice de Simpson.

		Invernada							
		ene-12							
Dominancia	MzCh	MzVe	MzRa	PCh	PPz	PaRa	MaCh	MaRa	SCh
Simpson (D)	0.2	0.3	0.3	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	1
		sep-oct 2012							
Dominancia	MzCh	MzVe	MzRa	PCh	PPz	PaRa	MaCh	MaRa	SCh
Simpson (D)	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4
		Reproductiva							
		abr-may 2012							
Dominancia	MzCh	MzVe	MzRa	PCh	PPz	PaRa	MaCh	MaRa	SCh
Simpson (D)	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2	0.0	0.2	0.2	0.4
		may-13							
Dominancia	MzCh	MzVe	MzRa	PCh	PPz	PaRa	MaCh	MaRa	SCh
Simpson (D)	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.5

Clave de tipo de vegetación/localidad. **MzCh-Mezquital Churince**, **MzVe-Mezquital Ejido La Vega**, **MzRa-Mezquital Rancho Pozas Azules**, **PCh-Pastizal Churince**, **PPo-Pastizal Poza Azul**, **PaRa-Pastizal Rancho Pozas Azules**, **MaCh-Matorral Churince**, **MaRa-Matorral Rancho Pozas Azules**, **SCh-Sotol Churince**.

En la visita de abril-mayo del 2012, el ambiente que presentó la mayor dominancia fue el sotol, seguido del pastizal del Churince y el mezquital del Churince. La menor dominancia la tuvieron los tres ambientes (mezquital, matorral y pastizal) muestreados en el rancho PRONATURA (cuadro 9). En el mezquital del Churince, las dos especies dominantes fueron *Spizella passerina* y *Vireo belli*. Esta última especie también fue dominante en los otros mezquिताles. Por otra parte, en el pastizal del Churince fue dominante *H. mexicanus* (figura 5-c).

En mayo del 2013, el ambiente que presentó una mayor dominancia fue el sotol. De la misma manera, el pastizal del rancho PRONATURA y los mezquिताles del Churince y del rancho PRONATURA también presentaron una alta dominancia en

comparación con los otros ambientes estudiados. El pastizal de la Poza Azul presentó el valor más bajo de dominancia (cuadro 9).

En los mezquiales, la especie dominante fue *V. belli*. En el pastizal del rancho PRONATURA la especie dominante fue *Sturnella magna*. En el sotol solo se encontraron dos especies: *H. mexicanus* y *Mimus polyglottos* (figura 5-d).

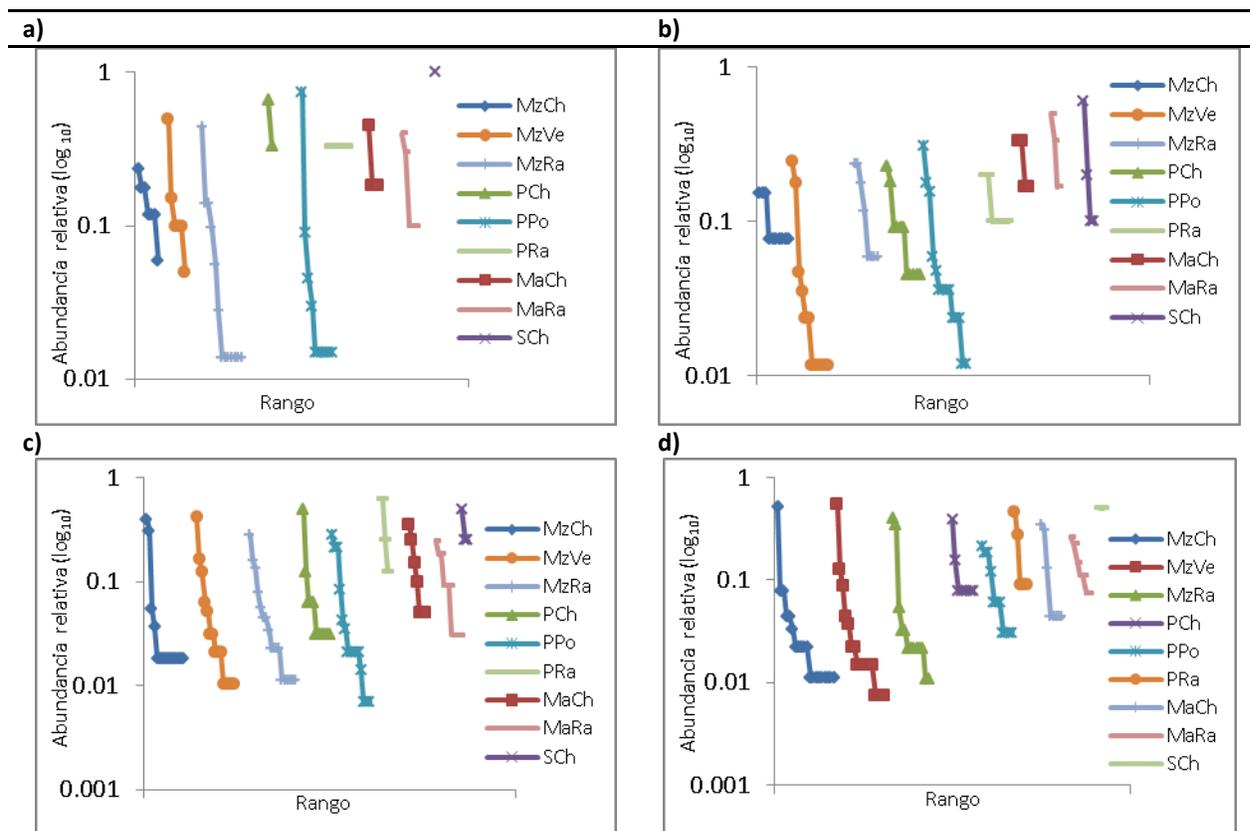


Figura 5. Comparación de la estructura de la comunidad –mediante curvas de Whittaker- para cada de tipo de vegetación/sitio, en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila: a) enero del 2012, b) septiembre-octubre del 2012, c) abril-mayo del 2012, d) mayo del 2013. Clave de tipo de vegetación/localidad. **MzCh-Mezquital Churince, MzVe-Mezquital Ejido La Vega, MzRa-Mezquital Rancho Pozas Azules, PCh-Pastizal Churince, PPo-Pastizal Poza Azul, PaRa-Pastizal Rancho Pozas Azules, MaCh-Matorral Churince, MaRa-Matorral Rancho Pozas Azules, SCh-Sotol Churince.**

Diversidad beta

En la figura 6 se presentan los dendrogramas de los distintos tipos de vegetación/sitio, en cada época de muestreo.

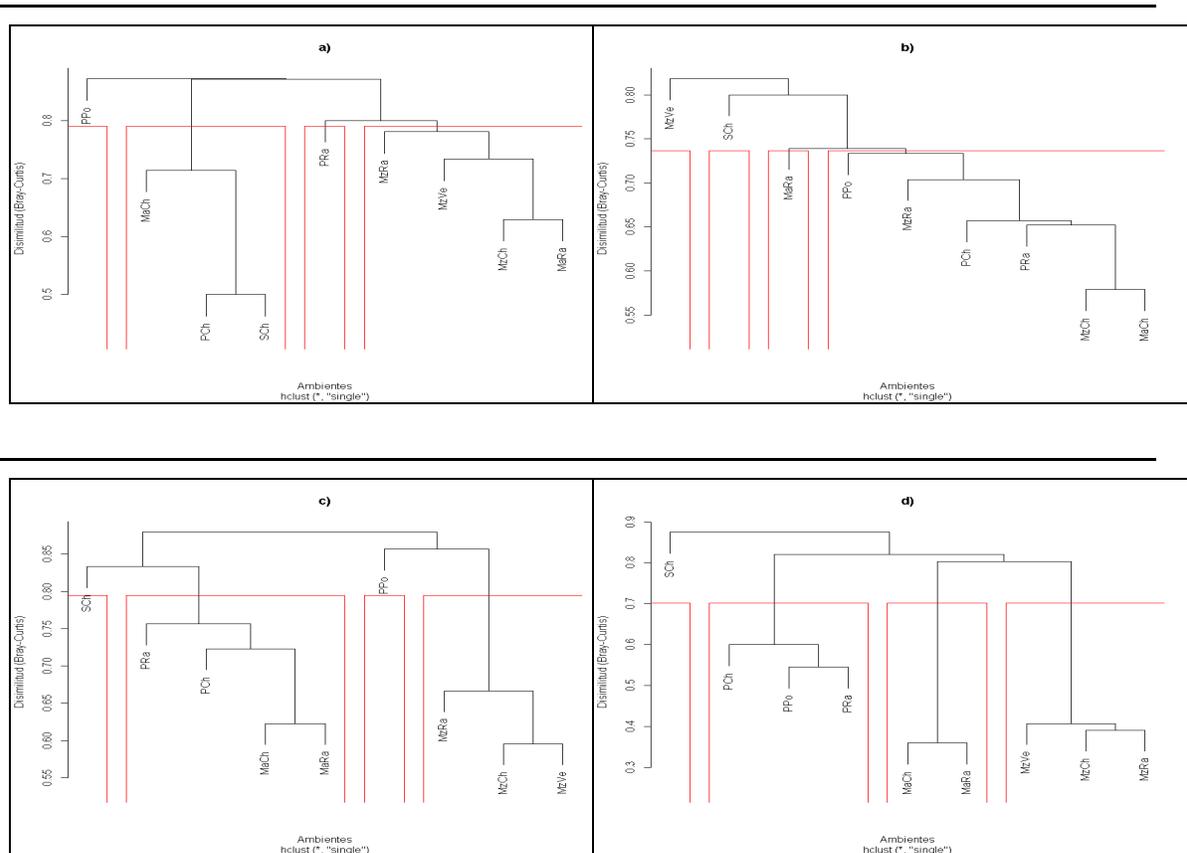


Figura 6. Comparación de la diversidad de especies entre tipos de vegetación/localidad en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila: a) enero del 2012, b) septiembre-octubre del 2012, c) abril-mayo del 2012, d) mayo del 2013. Clave de tipo de vegetación/localidad. **MzCh-Mezquital Churince**, **MzVe-Mezquital Ejido La Vega**, **MzRa-Mezquital Rancho Pozas Azules**, **PCh-Pastizal Churince**, **PPO-Pastizal Poza Azul**, **PaRa-Pastizal Rancho Pozas Azules**, **MaCh-Matorral Churince**, **MaRa-Matorral Rancho Pozas Azules**, **SCh-Sotol Churince**.

El análisis de conglomerados para enero del 2012 separó a cuatro grupos principales que incluyeron a los siguientes tipos de vegetación/localidad: el pastizal de la Poza Azul –el ambiente más disímil de todos- en solitario, el matorral, pastizal y sotol del Churince en otro conjunto, el pastizal del rancho PRONATURA en tercer lugar y los mezquiales y el matorral del rancho en un cuarto conglomerado (figura 6-a). En septiembre-octubre del 2012, el mezquital del ejido La Vega fue el ambiente que tuvo una composición más distinta con respecto a los demás sitios durante esta temporada. El sotol se agrupó en solitario al igual que el matorral del rancho PRONATURA. En un cuarto grupo se agruparon todos los demás ambientes (figura 6-b). Básicamente, el dendrograma generado indicó que no hay ningún tipo de agrupación de los tipos de vegetación/localidad.

En abril-mayo del 2012, el análisis de conglomerados distinguió cuatro grupos: el primer grupo incluyó al sotol, el segundo incluyó a los dos matorrales y a los pastizales del Churince y del rancho PRONATURA, el tercero solo incluyó al pastizal de la Poza Azul y el cuarto incluyó a los tres mezquiales (figura 6-c).

En mayo de 2013 (época de reproducción), el análisis de conglomerados separó a los tipos de vegetación/localidad en cuatro grupos (figura 6-d): el sotol, los tres pastizales, los dos matorrales y los tres mezquiales.

Uso de hábitat

Análisis de correspondencia (AC)

Con el fin de interpretar los resultados de las ordenaciones, se utilizaron claves correspondientes a la especie (letras en mayúscula) y gremio respectivo (letras en minúscula) (cuadro 14).

Cuadro 14. Clave de especies y gremios utilizada en los análisis de correspondencia.

Clave especie	Nombre científico	Gremio	Clave
AB	<i>Amphispiza bilineata</i>	Granívoro de follaje	a
AF	<i>Auriparus flaviceps</i>	Granívoro terrestre	b
AR	<i>Aimophila ruficeps</i>	Insectívoro aéreo	c
CC	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Insectívoro de corteza	d
CCO	<i>Corvus corax</i>	Insectívoro de follaje	e
CCR	<i>Corvus cryptoleucos</i>	Insectívoro terrestre	f
CG	<i>Chondestes grammacus</i>	Omnívoro terrestre	g
CM	<i>Haemorhous mexicanus</i>		
CP	<i>Cardellina pusilla</i>		
COS	<i>Contopus sordidulus</i>		
CS	<i>Cardinalis sinuatus</i>		
CSQ	<i>Callipepla squamata</i>		
EA	<i>Eremophila alpestris</i>		
EC	<i>Euphagus cyanocephalus</i>		
GC	<i>Passerina caerulea</i>		
GT	<i>Geothlypis trichas</i>		
IP	<i>Icterus parisorum</i>		
IV	<i>Icteria virens</i>		

LL	<i>Lanius ludovicianus</i>
MA	<i>Molothrus ater</i>
MC	<i>Miarchus cinerascens</i>
MP	<i>Mimus polyglottos</i>
PC	<i>Peaucea cassini</i>
PCI	<i>Passerina ciris</i>
PCA	<i>Polioptila caerulea</i>
PCH	<i>Pipilo chlorurus</i>
PG	<i>Pooecetes gramineus</i>
PM	<i>Polioptila melanura</i>
PS	<i>Picoides scalaris</i>
QM	<i>Quiscalus mexicanus</i>
SC	<i>Setophaga coronata</i>
SM	<i>Sturnella magna</i>
SO	<i>Salpinctes obsoletus</i>
SP	<i>Spizella pallida</i>
SPA	<i>Spizella passerina</i>
SPS	<i>Spinus psaltria</i>
SPH	<i>Sayornis phoebe</i>
SS	<i>Sayornis saya</i>
TB	<i>Thryomanes bewickii</i>
TC	<i>Toxostoma curvirostre</i>
TV	<i>Tyrannus vociferans</i>
VB	<i>Vireo belli</i>
XX	<i>Xantocephalus</i> <i>xantocephalus</i>
ZA	<i>Zenaida asiatica</i>
ZM	<i>Zenaida macroura</i>

Para el mes de enero del 2012, el análisis de correspondencia mostró que *Cardinalis sinuatus*, *Mimus polyglottos*, *Spinus psaltria*, *Carpodacus mexicanus*, *Polioptila melanura*, *Cardinalis cardinalis* y *Amphispiza bilineata* estuvieron asociados a los tres mezquiales y el matorral del sitio Churince. Por otra parte, la abundancia de *Sayornis saya* fue mayor en el pastizal del rancho Pozas Azules, mientras que *Lanius ludovicianus*, *Salpinctes obsoletus* y *Callipepla squamata* se encontraron principalmente en el matorral del Churince. Finalmente, *Euphagus cyanocephalus* mostró afinidad con el pastizal de la Poza Azul (figura 7).

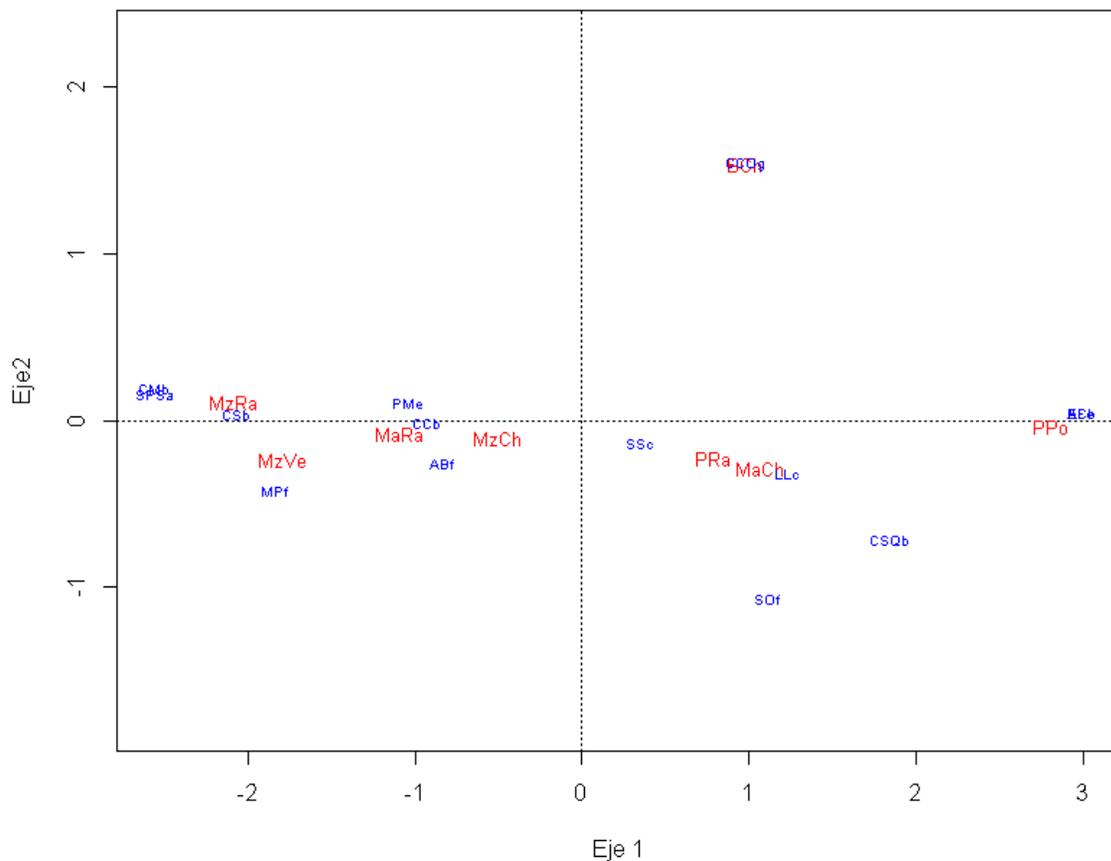


Figura 7. Gráfico de análisis de correspondencia de tipo de vegetación/localidad y especies/gremios para el mes de enero del 2012. Letras rojas: tipos de vegetación/localidad; letras azules: especies/gremios.

A nivel de gremios no se alcanza a distinguir un patrón claro de distribución: por ejemplo, en los mezquiales se encontraron aves pertenecientes al gremio de granívoros de follaje, granívoros terrestres, insectívoros de follaje e insectívoros terrestres, mientras que al matorral del Churince había tanto insectívoros aéreos como granívoros terrestres e insectívoros terrestres (figura 7).

El análisis de correspondencia para septiembre-octubre del 2012 indicó que especies como *Amphispiza bilineata*, *Zenaida macroura* y *Mimus polyglottos* estuvieron asociadas al mezquital del ejido La Vega, mientras que *Cardinalis cardinalis*, *Pipilo chlorurus* y *Setophaga coronata* ocuparon el mezquital del ejido La Vega. *Polioptila caerulea* y *Sayornis phoebe* se asociaron con el mezquital y el matorral del Churince, mientras que *Spizella pallida*, *Euphagus cyanocephalus*, *Tyrannus vociferans*, *Lanius ludovicianus* y *Chondestes grammacus* fueron comunes en los pastizales de Churince y de Poza Azul. Las especies *Peuceea cassini* y *Haemorhous mexicanus*, se encontraron estrechamente relacionadas con el matorral de Churince mientras que en el sotol sólo se encontraron *Eremophila alpestris* y *Pooecetes gramineus* (figura 8).

A nivel de gremios, se encontró que los insectívoros terrestres, los granívoros terrestres y los insectívoros de follaje estuvieron asociados a los mezquiales, mientras que, además de éstos, los insectívoros aéreos fueron comunes en los matorrales. Por otro lado, en los pastizales se encontraron básicamente granívoros terrestres e insectívoros aéreos (figura 8).

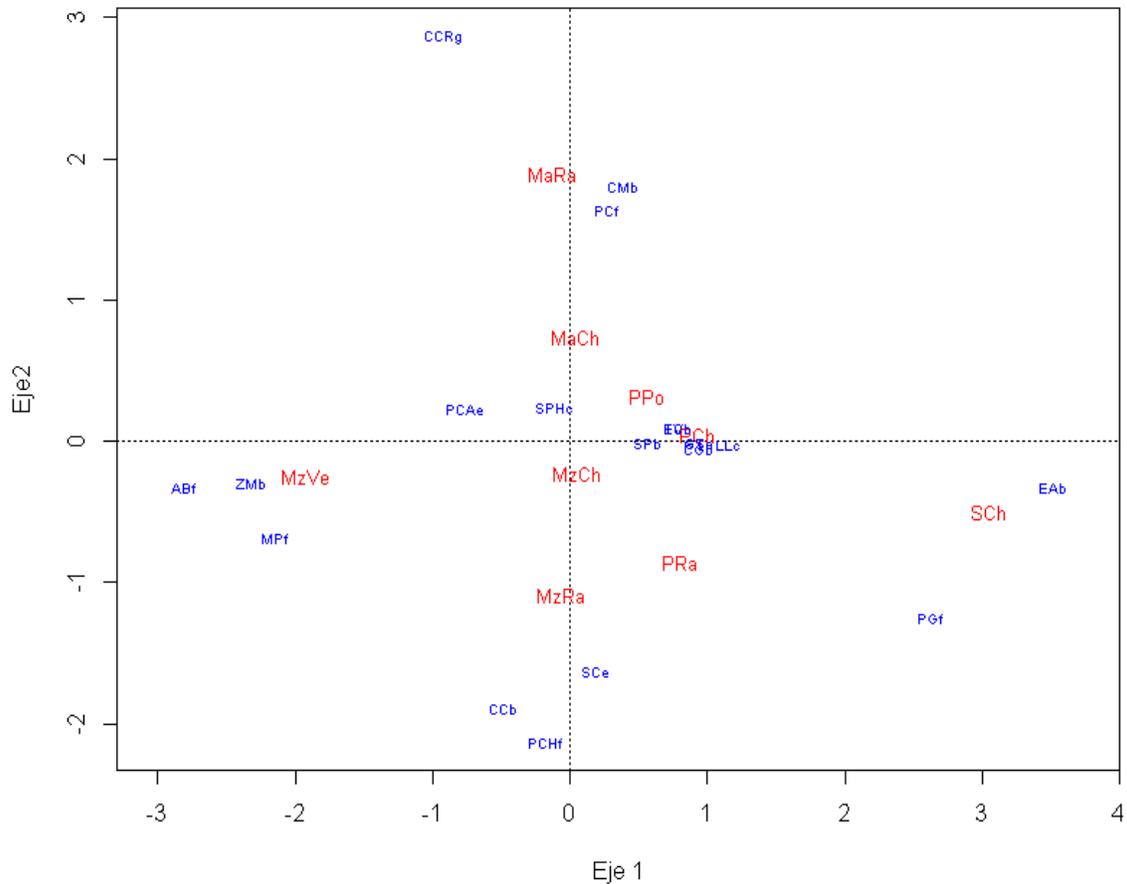


Figura 8. Gráfico de análisis de correspondencia de tipo de vegetación/localidad y especies/gremios para los meses de septiembre-octubre del 2012. Letras rojas: tipos de vegetación/localidad; letras azules: especies/gremios.

En el muestreo de abril-mayo del 2012, se encontró una composición de aves similar entre tipos de vegetación parecidos presentes en localidades distintas. En primer lugar, en los tres mezquiales se encontraron especies como *Vireo belli*, *Icteria virens*, *Passerina ciris*, *Cardellina pusilla*, *Cardinalis cardinalis*, *Peauceca cassini*, *Setophaga coronata*, *Mimus polyglottos* y *Zenaida asiática*. Por su parte, *Amphispiza bilineata*, *Icterus parisorum*, *Picoides scalaris*, *Callipepla squamata*, *Myiarchus cinerascens*, *Toxostoma curvirostre* y *Aimophila ruficeps* estuvieron asociadas a los

matorrales. En los pastizales fueron comunes *Haemorhous mexicanus*, *Zenaida macroura*, *Sturnella magna*, *Molothrus ater*, *Euphagus cyanocephalus* y *Tyrannus vociferans*, principalmente (figura 9).

A nivel de gremios, en los mezquiales se encontraron varias especies de insectívoros de follaje y granívoros, en los matorrales se hallaron insectívoros terrestres y en los pastizales granívoros terrestres (figura 9).

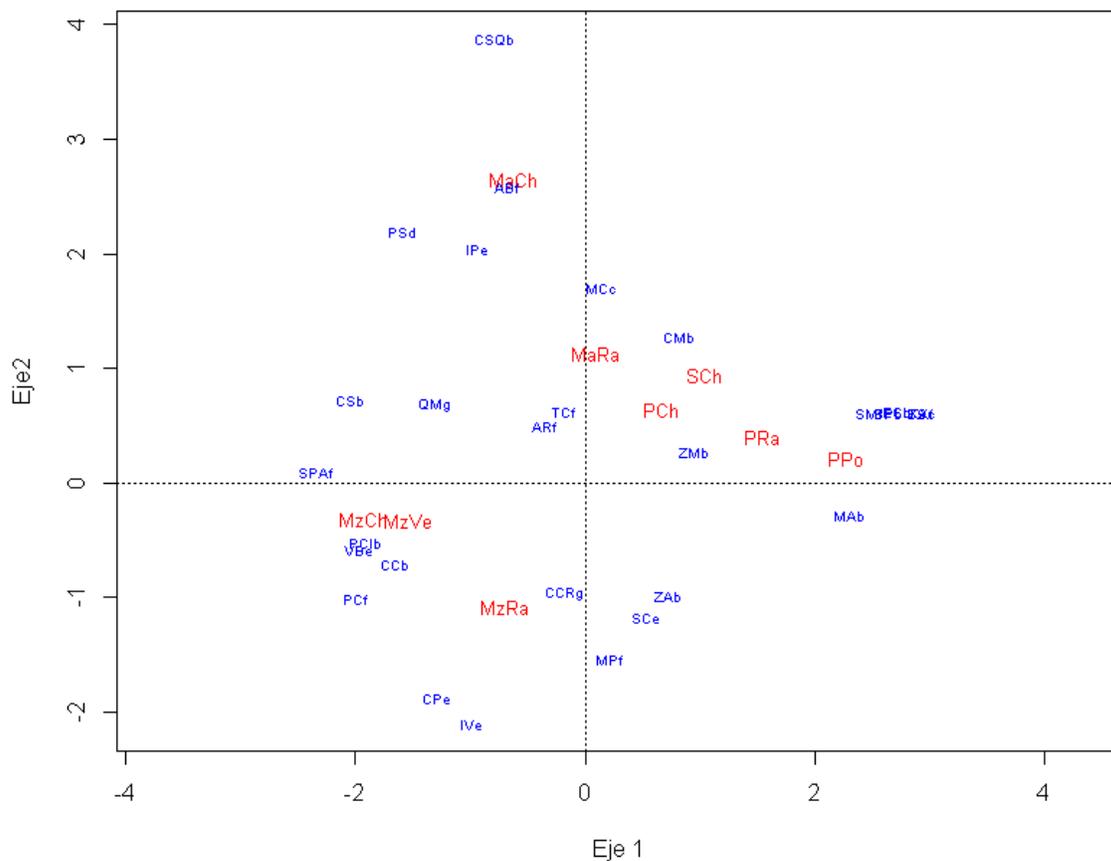


Figura 9. Gráfico de análisis de correspondencia de tipo de vegetación/localidad y especies/gremios para los meses de abril-mayo del 2012. Letras rojas: tipos de vegetación/localidad; letras azules: especies/gremios.

Al igual que en la época reproductiva de 2012, en mayo del 2013 los mezquiales tuvieron una composición similar. Las especies afines a estos tipos de vegetación fueron *Vireo belli*, *Icteria virens*, *Molothrus ater*, *Spizella passerina*, *Contopus sordidulus*, *Zenaida asiática*, *Thryomanes bewickii*, *Auriparus flaviceps*, *Cardinalis cardinalis*, *Polioptila melanura* y *Passerina ciris*. Por otro lado, las especies afines a los matorrales fueron *Amphispiza bilineata*, *Myiarchus cinerascens*, *Icterus parisorum* y *Setophaga coronata*. En los pastizales, fueron comunes *Spinus psaltria*, *Cardinalis sinuatus*, *Passerina caerulea* –estas tres especies, principalmente encontradas en la Poza Azul-, *Zenaida macroura*, *Spizella pallida* y *Sturnella magna*. *Haemorhous mexicanus* y *Mimus polyglottos* estuvieron asociados al sotol (figura 10).

A nivel de gremios, los mezquiales albergaron insectívoros de follaje, granívoros terrestres e insectívoros terrestres, mientras que los matorrales albergaron algunos insectívoros de follaje y los pastizales granívoros terrestres principalmente (figura 10).

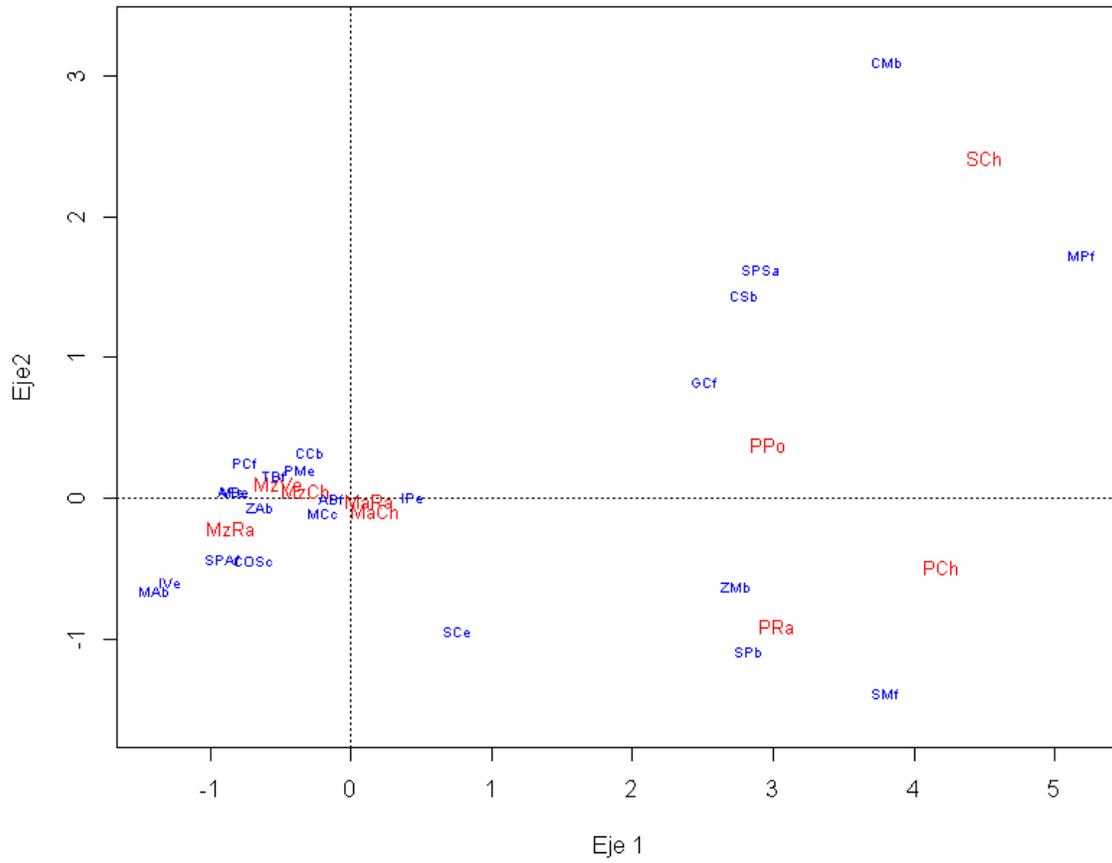


Figura 10. Gráfico de análisis de correspondencia de tipo de vegetación/localidad y especies/gremios para el mes de mayo del 2013. Letras rojas: tipos de vegetación/localidad; letras azules: especies/gremios.

Análisis de correspondencia canónica (ACC)

En enero del 2012, el primer eje estuvo correlacionado negativamente con la diversidad de estratos foliares (FHD) y positivamente con la densidad total del follaje (DenT) (cuadro 16). El segundo eje no estuvo significativamente asociado con alguna de las variables de vegetación. Los eigenvalores de cada eje y el porcentaje de varianza explicada por el modelo se pueden apreciar en el cuadro 15. La ordenación fue significativa de acuerdo a la prueba de Montecarlo ($F=1.703$, $p=0.022$, $n=499$).

Cuadro 15. Eigenvalores para el análisis de correspondencia canónica de enero de 2012.

Eje	1	2	3
Eigenvalores	0.90	0.45	0.17
Varianza acumulada (%)	30.0	45.0	50.5

Mimus polyglottos, *Cardinalis sinuatus*, *Cardinalis cardinalis*, *Polioptila melanura*, *Amphispiza bilineata* y *Sayornis saya* estuvieron asociados con la diversidad de estratos foliares (figura 11). Las especies asociadas con el volumen total de vegetación fueron *Auriparus flaviceps* y *Euphagus cyanocephalus*. Asimismo, el análisis sugirió que *Callipepla squamata*, *Corvus corax* y *Salpinctes obsoletus* podrían asociarse con la diversidad de formas vegetales (figura 11).

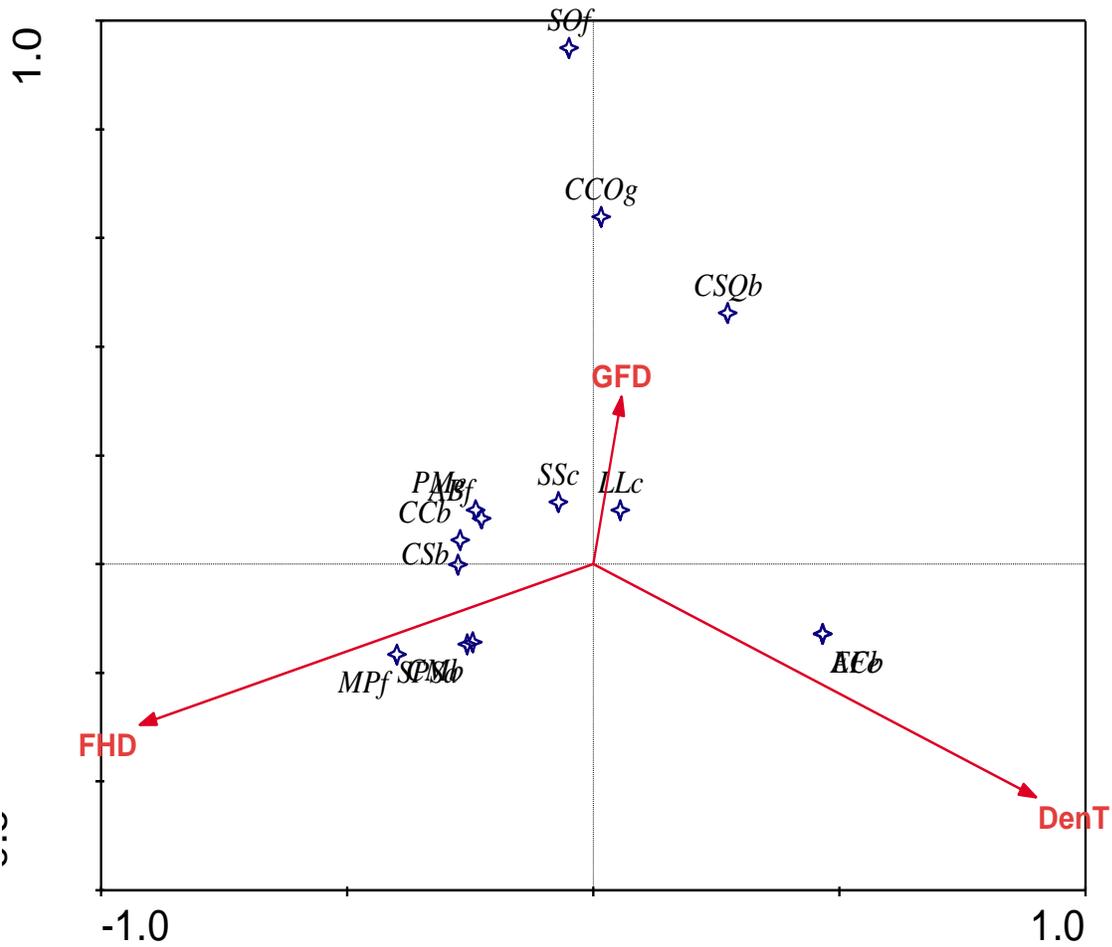


Figura 11. Gráfico de análisis de correspondencia canónica de especies y variables ambientales para el mes de enero de 2012.

A nivel de gremios, los granívoros terrestres, insectívoros terrestres e insectívoros de follaje estuvieron asociados a la diversidad de estratos foliares y volumen total de vegetación, mientras que algunos insectívoros aéreos se relacionaron con la diversidad de formas vegetales (aunque como se dijo anteriormente, la correlación no fue significativa) (figura 11).

Cuadro 16. Relaciones de las variables canónicas con cada eje.

Variable	Eje 1	Eje 2
FHD	-0.92	-0.30
GFD	0.06	0.31
DenT	0.90	-0.43

FHD, diversidad foliar; GFD, diversidad de formas de crecimiento;
DenT, volumen total de la vegetación.

En el análisis realizado para los meses septiembre-octubre de 2012, el primer eje estuvo significativamente correlacionado con la diversidad de estratos foliares, y el tercero con la diversidad de formas vegetales. El volumen total de vegetación estuvo asociado con el segundo eje pero la correlación no fue significativa (cuadro 18). Los eigenvalores de cada eje y el porcentaje de varianza explicada por el modelo se pueden apreciar en el cuadro 17. La prueba de Montecarlo indicó que el análisis fue significativo ($F=1.41$, $p=0.056$, $n=499$).

Cuadro 17. Eigenvalores para el análisis de correspondencia canónica de septiembre-octubre de 2012.

Eje	1	2	3
Eigenvalores	0.70	0.31	0.29
Varianza acumulada (%)	24.7	35.6	45.9

Amphispiza bilineata, *Cardinalis cardinalis*, *Pipilo chlorurus*, *Corvus cryptoleucos*, *Mimus polyglottos* y *Zenaida macroura* se correlacionaron con la diversidad de estratos foliares (figura 12). Las especies asociadas al volumen total de vegetación fueron *Haemorhous mexicanus*, *Sayornis phoebe*, *Spizella pallida*, *Tyrannus vociferans*, *Sayornis saya* y *Geothlypis trichas*, aunque dicha correlación no fue estadísticamente significativa. *Setophaga coronata*, *Poocetes gramineus*, *Lanius ludovicianus*, *Peauceca cassini* y *Chondestes grammacus* estuvieron asociados con la diversidad de formas vegetales.

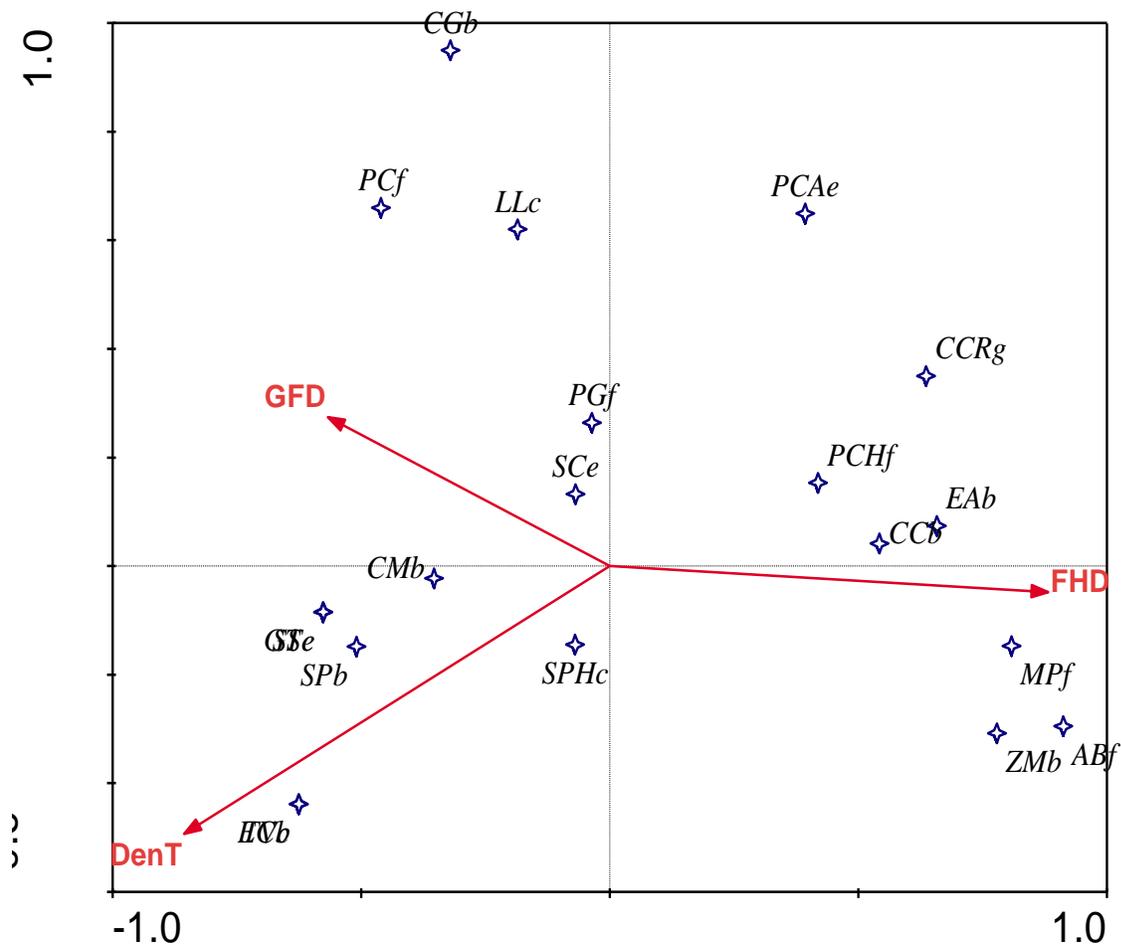


Figura 12. Gráfico de análisis de correspondencia canónica de especies y variables ambientales para los meses septiembre-octubre de 2012.

A nivel de gremios, los granívoros terrestres y los insectívoros terrestres se asociaron con la diversidad de estratos foliares, mientras que otros granívoros terrestres e insectívoros aéreos se relacionaron estrechamente con el volumen total de vegetación (figura 12).

Cuadro 18. Relaciones de las variables canónicas con cada eje.

Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
FHD	0.88	-0.05	0.47
GFD	-0.57	0.27	0.78
DenT	-0.86	-0.49	0.15

FHD, diversidad foliar; GFD, diversidad de formas de crecimiento; DenT, volumen total de la vegetación.

En abril-mayo de 2012 la densidad de la vegetación tuvo una correlación significativa con el primer eje. El segundo eje estuvo asociado con la diversidad de estratos foliares pero la correlación no fue significativa. El tercer eje estuvo correlacionado significativamente con la diversidad de formas vegetales (cuadro 20). Los eigenvalores de cada eje y el porcentaje de varianza explicada por el modelo se pueden apreciar en el cuadro 19. La prueba de Montecarlo indicó que el análisis fue significativo ($F=2.165$, $p=0.004$, $n=499$).

Cuadro 19. Eigenvalores para el análisis de correspondencia canónica de abril-mayo de 2012.

Eje	1	2	3
Eigenvalores	0.772	0.629	0.248
Varianza acumulada (%)	26.5	48.0	56.5

Haemorhous mexicanus, *Sturnella magna*, *Spizella pallida*, *Euphagus cyanocephalus*, *Molothrus ater*, *Sayornis saya* y *Xanthocephalus xanthocephalus* se correlacionaron con la densidad del follaje (figura 13). La diversidad de estratos foliares estuvo relacionada con *Cardinalis cardinalis*, *Cardinalis sinuatus*, *Icteria virens*, *Cardellina pusilla*, *Spizella passerina*, *Vireo belli*, *Picoides scalaris* y *Zenaida asiática*, mientras que *Mimus polyglottos*, *Callipepla squamata*, *Icterus parisorum*, *Aimophila ruficeps* y *Amphispiza bilineata* estuvieron asociados con la diversidad de formas vegetales.

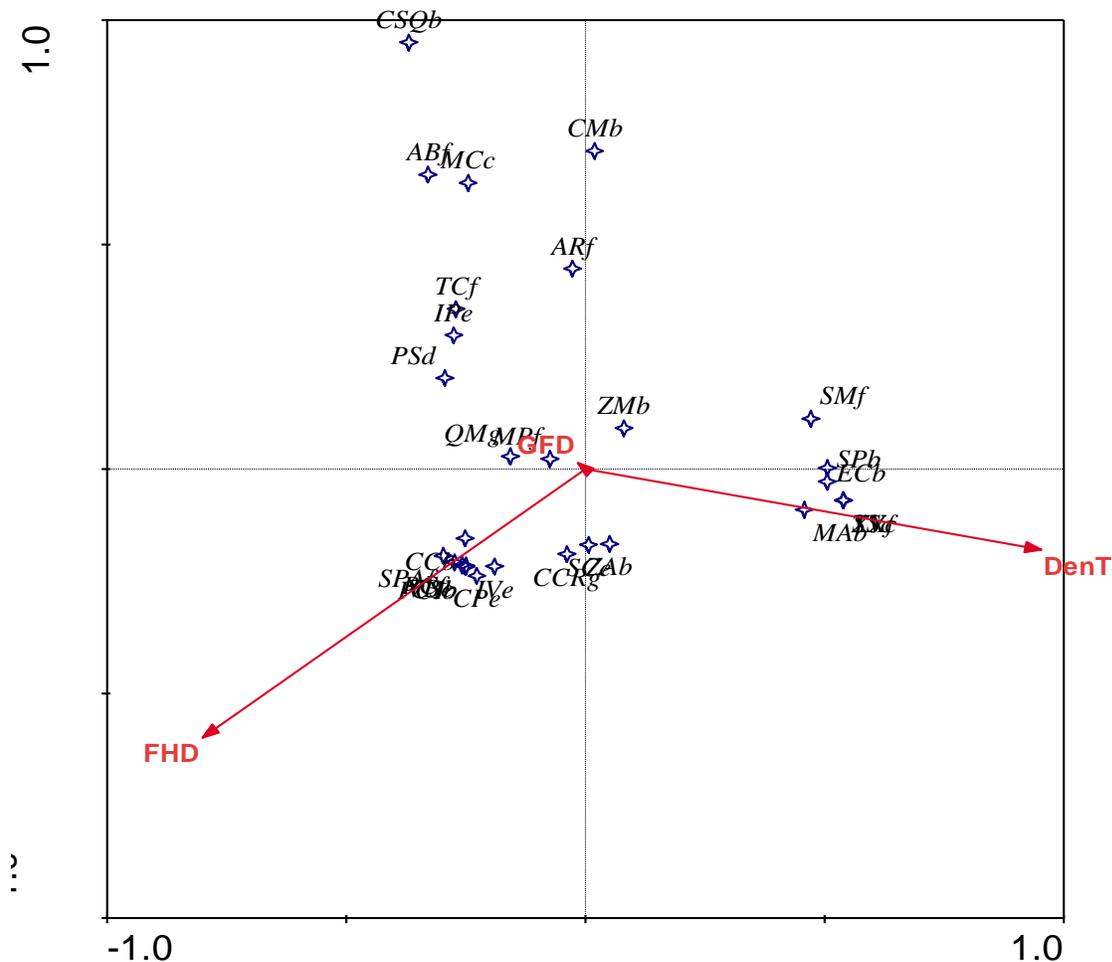


Figura 13. Gráfico de análisis de correspondencia canónica de especies y variables ambientales para los meses de abril-mayo de 2012.

A nivel de gremios, los granívoros terrestres e insectívoros terrestres se asociaron con el volumen total de vegetación, mientras que los insectívoros de follaje, granívoros terrestres y omnívoros terrestres se asociaron con la diversidad de estratos foliares y otros insectívoros terrestres y granívoros terrestres se relacionaron con la diversidad de formas vegetales (figura 13).

Cuadro 20. Relaciones de las variables canónicas con cada eje.

Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
FHD	-0.80	-0.60	-0.02
GFD	-0.02	0.01	-1.00
DenT	0.95	-0.18	-0.24

FHD, diversidad foliar; GFD, diversidad de formas de crecimiento; DenT, volumen total de la vegetación.

En mayo del 2013, el primer eje se asoció con la diversidad de estratos foliares, mientras que el segundo eje lo hizo con el volumen total de vegetación y el tercero con la diversidad de formas vegetales (cuadro 22). Los eigenvalores de cada eje y el porcentaje de varianza explicada por el modelo se pueden apreciar en el cuadro 21. La prueba de Montecarlo indicó que el análisis fue significativo ($F=1.896$, $p=0.006$, $n=499$).

Cuadro 21. Eigenvalores para el análisis de correspondencia canónica de mayo de 2013

Ejes	1	2	3
Eigenvalores	0.657	0.395	0.097
Varianza acumulada (%)	30.4	48.7	53.2

Cardinalis cardinalis, *Auriparus flaviceps*, *Icteria virens*, *Vireo belli*, *Spizella passerina*, *Molothrus ater*, *Thryomanes bewickii*, *Zenaida asiática*, *Setophaga coronata*, *Poliophtila melanura* y *Contopus sordidolus* estuvieron asociados con la diversidad de estratos foliares (figura 14). *Passerina caerulea*, *Zenaida macroura*, *Cardinalis sinuatus*, *Mimus polyglottos*, *Sturnella magna*, *Spinus psaltria*, *Haemorhous mexicanus*, y *Spizella pallida* estuvieron asociadas con el volumen total de vegetación, mientras que *Contopus sordidolus*, *Setophaga coronata* y *Thryomanes bewickii* estuvieron asociados a la diversidad de formas vegetales.

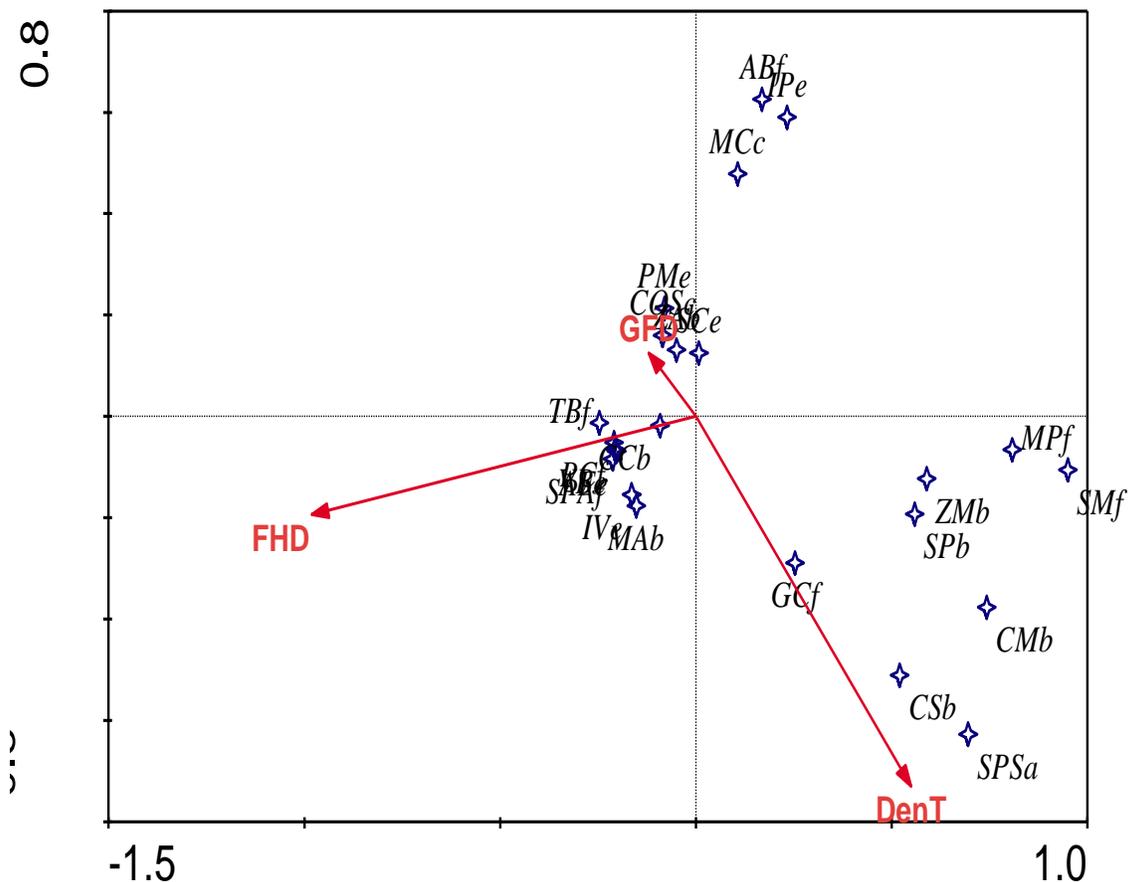


Figura 14. Gráfico de análisis de correspondencia canónica de especies y variables ambientales para el mes de mayo de 2013.

A nivel de gremios, los insectívoros de follaje, granívoros terrestres e insectívoros terrestres se asociaron con la diversidad de estratos foliares, mientras que los granívoros terrestres y los insectívoros terrestres se asociaron con el volumen total de vegetación y a la diversidad de formas vegetales se asociaron especies de los gremios insectívoro aéreo, insectívoro de follaje e insectívoro terrestre (una especie de cada gremio) (figura 14).

Cuadro 22. Relaciones de las variables canónicas con cada eje.

Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
FHD	-0.98	-0.19	-0.01
GFD	-0.12	0.13	-0.99
DenT	0.55	-0.73	-0.41

FHD, diversidad foliar; GFD, diversidad de formas de crecimiento; DenT, volumen total de la vegetación.

Discusión

Inventario

La riqueza de especies es la medida de diversidad más antigua, simple y popular (Magurran y McHill, 2011), y estimarla es un primer acercamiento al conocimiento de la biodiversidad (Magurran, 2004). Una buena completitud de las listas de especies es un requisito para hacer inferencias válidas sobre una comunidad determinada (Colwell *et al.*, 2004). Sin embargo, a menudo resulta difícil obtener inventarios completos de un lugar determinado debido a que varias especies son raras y difíciles de detectar (Gotelli y Colwell, 2001). En este trabajo, la eficiencia global de muestreo fue de 80 %, mientras que el número de especies encontrado en cada visita osciló entre 70 y 86 % de la riqueza esperada, excepto en el caso de enero de 2012, en donde la eficiencia de muestreo total fue de alrededor de 60 %.

En el cuadro 5 se puede apreciar que el valle de Cuatrociénegas tiene una alta riqueza de especies en comparación con otras regiones desérticas. Esto coincide con lo encontrado por otros investigadores (Contreras-Balderas *et al.*, 1984, García-Salas *et al.*, 1995), que también hallaron una gran riqueza de especies en dicho valle. La gran cantidad de especies encontradas se atribuye a la presencia de mezquitales (vegetación de transición) y la existencia de numerosos cuerpos de agua en el sitio (Contreras-Balderas *et al.*, 1997), tal y como se predijo en la primera hipótesis de este trabajo.

Por otra parte, Thiollay (1981) concluyó que el Desierto Chihuahuense, por su localización, podría incluir más especies neotropicales que las reportadas en su

trabajo; este no fue el caso en el valle de Cuatrociénegas ya que la mayoría de especies registradas fue de afinidad neártica, con estatus de residentes todo el año y de migratorias neárticas (es decir, especies que tienen sus áreas de reproducción en Norteamérica y que emigran hacia el sur en la época no migratoria) (Hayes, 1995).

Se ha documentado que el desierto de Tehuacán-Cuicatlán (un desierto tropical), comparte alrededor del 30% de la avifauna con desiertos más norteños, como el Desierto Chihuahuense (Arizmendi y Espinosa de los Monteros, 1996). Sin embargo, Tehuacán-Cuicatlán presenta una riqueza semejante a la encontrada en este trabajo (cuadro 5), lo que contradice lo enunciado por aquellos investigadores, en el sentido de que el desierto de Tehuacán-Cuicatlán alberga un tercio de especies más que el Desierto Chihuahuense.

En este estudio se encontró una riqueza de aves mayor en el valle de Cuatrociénegas que en otras regiones del Desierto Chihuahuense (cuadro 5); sin embargo, el Desierto Sonorense parece albergar más especies que el Desierto Chihuahuense (Skagen *et al.*, 1998). Esto es debido a la presencia de elementos vegetales mayores en aquel desierto, como los sahuaros.

Riqueza

Todos los tipos de vegetación tuvieron una mayor riqueza de especies en temporada de reproducción que en temporada de invernada. Además, la dominancia entre temporadas en cada tipo de vegetación fue parecida entre sí. Estos patrones encontrados fueron contrarios a la predicción hecha en la segunda hipótesis de este trabajo. Isacch *et al.* (2003) menciona que la abundancia de muchas aves en

pastizales depende de la disponibilidad de alimento, y que en primavera y verano los recursos disponibles para las aves pueden ser muy abundantes. Estos autores hallaron una mayor riqueza en primavera y verano que en invierno en su zona de estudio.

En temporada de invernada, el mezquital y el pastizal tuvieron una riqueza similar de especies, que en ambos casos fue mayor que la del matorral y el sotol (cuadro 6). Esto confirma parte de la segunda hipótesis de este trabajo. En esta temporada, el pastizal tuvo una riqueza de especies semejante a la del mezquital, lo que contradice lo encontrado en otras investigaciones, en el sentido de que algunos tipos de vegetación desérticos, principalmente los arbustivos, albergan una mayor cantidad de especies de aves que los pastizales (Whitford y Bestelmeyer, 2006; Pidgeon *et al.*, 2001). La alta riqueza de especies encontrada en los pastizales puede deberse a la presencia de algunos cuerpos de agua presentes cerca de estos ambientes, ya que una fuente continua de agua puede funcionar como un oasis y elevar la cantidad de recursos alimenticios para las aves de desierto (Rodríguez-Estrella *et al.*, 1997)

En temporada de reproducción, el mezquital tuvo una riqueza de especies claramente mayor que los otros tipos de vegetación estudiados. Esto coincide con lo reportado en la literatura (Kozma y Mathews, 1997; Whitford y Bestelmeyer, 2006) y enfatiza la importancia de un tipo de vegetación que aumenta los sustratos de nidificación debido a su diversidad de estratos foliares (MacArthur y MacArthur, 1961). Cabe aquí mencionar que los mezquiales y otros ambientes dominados por arbustos han reemplazado áreas extensas de pastizales nativos. Esta sustitución se

ha relacionado con el fenómeno de desertificación o empobrecimiento de hábitat en el Desierto Chihuahuense (Whitford, 1997); sin embargo, el cambio ha resultado benéfico para las comunidades de aves, ya que en estos ambientes arbustivos se ha visto un incremento en la riqueza de especies, y esta tendencia queda de manifiesto en este estudio.

Raitt y Maze (1968) sugieren que, en general, existen dos comunidades desérticas fundamentales en Norteamérica: un matorral compuesto por arbustos bajos y separados ampliamente entre sí y un tipo de ambiente más húmedo dominado por vegetación más o menos arborescente con una complejidad fisonómica mayor y que básicamente alberga más especies de aves. Los ambientes con una mayor diversidad foliar de la vegetación son importantes para las aves en el desierto porque estas pueden reconocer diferencias en los estratos de la vegetación de manera más fina que las aves de regiones más templadas (Austin, 1970). En el mismo sentido, se ha encontrado que los tipos de vegetación desérticos en los que hay una mayor diversidad de formas de crecimiento -arbustos, árboles, yucas y cactus de distintos tipos- son más ricos en especies de aves reproductivas, ya que estas usan dichas formas vegetales para anidar (Tomoff, 1974).

En ambas temporadas se registraron pocas especies en el matorral estudiado, lo que concuerda con lo hallado en estudios anteriores (Raitt y Maze, 1968; Raitt y Pimm, 1976; Austin, 1970), pero no coincide con lo encontrado anteriormente en Cuatrociénegas, en el sentido de que el matorral dominado por *Larrea tridentata* es uno de los ambientes más ricos en especies del Desierto Chihuahuense (García-Salas *et al.*, 1995). En este trabajo no se encontró evidencia de esto y la causa

probablemente fue la ausencia de yucas (*Yucca* spp.) en los matorrales estudiados, ya que estas plantas a menudo son utilizadas por diversas especies de aves y su presencia aumenta la riqueza (Naranjo y Raitt, 1993).

En general, para ambas temporadas consideradas, el sotol fue el tipo de vegetación que presentó la riqueza más baja. La poca complejidad estructural vegetal, la baja productividad y la presencia de una sola especie de planta (*Dasyilirion* spp.) pudieron haber sido las causas de este patrón (Rice, Anderson y Ohmart, 1984). Por otro lado, en este trabajo se observó que las inflorescencias de dicha planta fueron recurrentemente utilizadas por tres especies de aves (*H. mexicanus*, *L. ludovicianus*, *M. polyglottos*) como sitios de percha.

En cuanto a la riqueza por tipo de vegetación presente en cada sitio, se pudo observar que en los dos muestreos de invierno el pastizal de la Poza Azul, seguido de los mezquiales del rancho PRONATURA y del ejido La Vega tuvieron el mayor número de especies. La alta riqueza en el pastizal de la Poza Azul se debió a la llegada de distintas especies de aves migratorias como *Euphagus cyanocephalus*, *Spizella pallida*, *Poocetes gramineus*, *Setophaga coronata*, *Sturnella magna*, *Geothlypis trichas* y *Cistothorus palustris*. Estas dos últimas habitan en humedales (Sibley, 2000), lo que explica su presencia en el sitio.

La riqueza del pastizal de la Poza Azul es notable, ya que se ha reportado que los pastizales del Desierto Chihuahuense albergan un número menor de especies que zonas más degradadas de desierto (Whitford y Bestelmeyer, 2006; Whitford, 1997). Este pastizal es singular debido a que es irrigado por el Río Mezquites, un cuerpo de agua muy importante en Cuatrociénegas. Este río es una fuente constante

de agua que aumenta la productividad primaria, y es probable que debido a esto la riqueza de especies sea alta (Wiens, 1974). Cabe destacar que en el Desierto Chihuahuense, el pastizal –principalmente el dominado por la grama negra *Chondrosum eriopodum*- es considerado el tipo de vegetación clímax, mientras que tipos de vegetación dominados por arbustos como la gobernadora y el mezquite son considerados ambientes degradados y secundarios (Pidgeon *et al.*, 2001).

Wiens (1974) reportó que, básicamente, los pastizales del Desierto Chihuahuense albergan un bajo número de especies, lo que coincide con lo encontrado en la visita de Enero de 2012 para los pastizales del Churince y del rancho PRONATURA, pero no para el pastizal Poza Azul. Esto podría deberse a que los primeros dos pastizales mencionados son hábitats simples y relativamente uniformes. Por otro lado, en la visita de septiembre-octubre de 2012, la riqueza de especies registrada fue alta para dichos pastizales. Esto se explica por la llegada de muchas especies que viajan hacia el sur, tales como *Chondestes grammacus*, *Spizella pallida*, *Zonotrichia leucophrys*, *Setophaga coronata*, *Melospiza lincolni*, entre varias otras migratorias (Howell y Webb, 1995).

En temporada de invernada, se registraron pocas especies en los dos matorrales estudiados. Esto quiere decir que en ninguno de estos sitios fue de gran importancia para las aves invernantes, principalmente porque ninguna de las plantas presentes ahí ofreció recursos utilizables para las aves en esa época (Raitt y Maze, 1968). En contraste, en temporada de reproducción, los tres mezquiales estudiados tuvieron la riqueza más alta de todos los ambientes visitados. También es notable

que el pastizal de la Poza Azul, al igual que en temporada de invernada, tuvo una alta riqueza.

Dominancia

En todas las visitas realizadas, el tipo de vegetación que presentó la dominancia más marcada fue el sotol. Las aves utilizan a la vegetación como un criterio de selección de hábitat (Ederlen, 1984). El sotol es un tipo de vegetación dominado por una especie de planta (*Dasyilirion* spp.) y con una gran superficie de suelo desprovista de vegetación. La baja estratificación y cobertura de la vegetación representa una menor cantidad de recursos disponibles, lo cual podría explicar que la presencia de pocas especies y la baja equidad (Erdelen, 1984).

En enero de 2012, el pastizal presentó un valor mayor de dominancia que el mezquital y el matorral (cuadro 8). Esto se debió a la presencia de *Euphagus cyanocephalus*, una especie de hábitos gregarios que suele preferir sitios abiertos (Sibley, 2000). Básicamente, los estudios realizados en desiertos norteamericanos han documentado altos valores de diversidad de especies en ambientes con una alta diversidad foliar (Pidgeon *et al.*, 2001; Kozma y Mathews 1997; Whitford, 1997; Fleishman *et al.*, 2003, Kozma *et al.*, 2012) y esto concuerda, en general, con lo encontrado tanto en temporada de invernada como en época de reproducción en este estudio.

Un patrón recurrente en el pastizal y en el matorral fue el hallazgo de pocas especies y en números bajos. Para el caso del pastizal, esto se explica por las constantes fluctuaciones ambientales (principalmente climáticas y de productividad

primaria), que no permite que las comunidades de aves sean estables en su estructura (Wiens, 1974). En el caso del matorral de *L. tridentata*, se sabe que esta planta solo es aprovechada por *Amphispiza bilineata* –que la utiliza como sustrato para sus nidos y que incluso se alimenta de sus frutos- (Raitt y Maze, 1968), y esto explica la dominancia de esta especie en dicho tipo de matorral en temporada de reproducción.

En enero de 2012, los pastizales presentaron valores altos de dominancia, pero no sucedió lo mismo en septiembre-octubre de ese mismo año, en donde la dominancia fue muy baja. Grzybowski (1983) propuso a las condiciones ambientales como un factor que afecta a las comunidades de aves en pastizales, y que en determinado caso estas podrían ser la causa de la baja cantidad de especies en estos ambientes. Las especies dominantes en los pastizales estudiados –*E. cyanocephalus* y *A. savannarum*– fueron aves típicas de sitios abiertos y con estatus de residentes de invierno (National Geographic Society, 2006), excepto en el pastizal del Churince –*C. corax*-. Otro factor que pudo haber influido en las diferencias observadas en la dominancia de los dos inviernos es el azar en el muestreo, ya que durante esta época pudo haberse registrado una especie muy abundante que solamente iba de paso en el sitio visitado – que usó el hábitat exclusivamente como sitio de escala-, y que pudo haber elevado el valor de dominancia en ese momento determinado.

Hay reportes en la literatura que hablan de la baja diversidad de especies en el matorral de *L. tridentata* (Raitt y Maze, 1968, Raitt y Pimm, 1976) y esta tendencia queda de manifiesto en septiembre-octubre del 2012, ya que en la visita de estos

meses las dominancias encontradas en los dos matorrales visitados fueron altas en comparación con los valores obtenidos en los otros tipos de vegetación/localidad.

Básicamente, en temporada de reproducción –abril-mayo del 2012 y mayo del 2013-, los valores de dominancia fueron similares en todos los tipos de vegetación/localidad analizados, con excepción del sotol, que obtuvo los valores más altos del índice de Simpson. En los mezquitales, las especies dominantes fueron *V. belli* e *I. virens*, que en la literatura aparecen como aves que anidan recurrentemente en mezquitales (National Geographic Society, 2006). En el pastizal, las especies dominantes fueron *Zenaida macroura* (para abril-mayo del 2012) y *Sturnella magna* (en mayo del 2013). *Z. macroura* es una especie típica de desierto mientras que *S. magna* es una especie que se reproduce en pastizales (National Geographic Society, 2006).

Diversidad beta/Usos de hábitat

En este trabajo se observó que las aves fueron más específicas en cuanto al uso del hábitat en temporada reproductiva que en época de invernada, tal y como se predijo en la tercera hipótesis de este trabajo. En un trabajo anterior, Marone (1991) reportó que las aves en temporada reproductiva parecían seguir un gradiente ambiental, es decir, ocuparon determinados hábitats de una forma específica. Este mismo autor encontró que en temporada de invernada las aves ocuparon los hábitats de una manera más general. Sin embargo, Kozma *et al.* (2012) hallaron que las aves residentes y las migratorias de corta-distancia fueron menos específicas en uso de hábitat que las migratorias neárticas, lo que contradice lo encontrado en este estudio.

Por su parte, en otros trabajos realizados en desiertos norteamericanos se encontró que las comunidades de aves en pastizales fueron diferentes que las de ambientes dominados por árboles y arbustos en temporada de reproducción (Austin, 1970; Naranjo y Raitt, 1993; Kozma y Mathews, 1997).

La baja especificidad de hábitat de las aves en temporada de invernada puede deberse a que muchas de las especies de aves registradas –sobre todo en septiembre-octubre del 2012-, iban en migración y utilizaron los diferentes tipos de vegetación como sitios de escala, es decir, las aves solo descansaron y probablemente se alimentaron en la zona para proseguir con su viaje. Hutto (1985) reporta que en época migratoria hay factores estocásticos que pueden afectar la distribución de las aves.

Hutto (1984) propuso que existen dos clases de factores que influyen en la distribución de las aves. El primer grupo es el de factores intrínsecos (inherentes al hábitat *per se*, como disponibilidad de alimento y protección contra depredadores) y el segundo grupo que él llamó factores extrínsecos (o independientes del hábitat, como accesibilidad y patrones climáticos). Así, en época migratoria los factores extrínsecos –que operan a una escala regional- serían más importantes en la distribución de las aves mientras que, en temporada reproductiva, los factores intrínsecos –que operan a nivel local- serían más determinantes para definir el uso de hábitat por parte de la avifauna.

A nivel de gremios, en este trabajo no se halló un patrón definido en enero del 2012, es decir, no se encontraron gremios característicos de un tipo de vegetación determinado, lo que sugiere que las aves en esa época (especies de estatus

residente de invierno) no mostraron especificidad con respecto a los hábitats del sitio de estudio. Este resultado coincide con lo encontrado en una zona desértica de Argentina, en donde en época de invernada los gremios de aves no prefirieron un ambiente en particular (Marone, 1991).

Por otro lado, en temporada de reproducción sí se encontraron patrones evidentes, lo que confirmó la hipótesis número cuatro de este estudio. Los insectívoros de follaje e insectívoros terrestres, por ejemplo, estuvieron asociados con los mezquiales. Vale *et al.* (1982) encontraron algo similar en su estudio y propusieron que el follaje de la vegetación arbustiva, en combinación con las diversas zonas desprovistas de vegetación, ofrece recursos para las aves que se alimentan de insectos. En temporada de reproducción, Marone (1991) encontró que el gremio de aves insectívoras de follaje se correlacionó positivamente con la presencia de árboles.

De la misma manera, los granívoros terrestres fueron particularmente abundantes en los pastizales, lo que coincide con un estudio realizado en las pampas argentinas por Isacch *et al.* (2003). En dichos pastizales, estos científicos encontraron un número mayor de granívoros en primavera y verano que en otoño e invierno y lo atribuyeron a la gran disponibilidad de semillas producidas por las plantas herbáceas presentes en el lugar. En Cuatrociénegas, la breve época lluviosa es en el verano (INE, 2000), y es en esta estación cuando la disponibilidad de semillas es mayor.

De acuerdo con algunas investigaciones, en zonas áridas el factor determinante en la distribución de las aves es la variedad de formas de crecimiento y

no la diversidad foliar (o la complejidad vertical de la vegetación), como ocurre en bosques y selvas (Tomoff, 1974; Rotenberry, 1985). Esto se debe a que en los desiertos, uno de los factores determinantes para la distribución de las especies residentes es la variedad de sustratos disponibles para la nidificación. Sin embargo, existen otros estudios que indican que en la época de reproducción las aves sí responden a la complejidad fisonómica o cobertura vegetal (Ederlen, 1984; Kozma y Mathews, 1997; Whitford, 1997; Fleishman *et al.*, 2003, Brand *et al.*, 2008).

En términos generales, los resultados obtenidos en este trabajo indican que la fisonomía de la vegetación explica mejor la distribución y diversidad de aves en Cuatrociénegas ya que, fundamentalmente, se encontró que la diversidad foliar y el volumen total de la vegetación fueron las variables asociadas con la distribución de las distintas especies de aves consideradas. En este trabajo, la diversidad de formas vegetales fue de poca importancia para explicar la distribución de la avifauna.

Por otra parte, se presentó una gran variación que los análisis multivariados no pudieron explicar con las variables de vegetación consideradas. Esto podría deberse a que hubo alguna característica que no fue tomada en cuenta para el análisis. Es necesario hacer un análisis que implique relaciones puntuales entre las especies de aves y los recursos utilizados por estas (p. ej. cantidad de insectos o semillas disponibles) en el desierto de Cuatrociénegas.

Conclusiones

El valle de Cuatrociénegas es un sitio que presenta una alta riqueza de especies de aves. Tanto en temporada de invernada como en época de reproducción, el pastizal de la Poza Azul es importante por el número de especies de aves que alberga. Asimismo, en época reproductiva, los mezquiales presentan una alta riqueza de especies en comparación con otros ambientes desérticos presentes en la zona. En época migratoria, las aves son generalistas en cuanto a uso de hábitat, mientras que en temporada reproductiva parecen ser más específicas en este aspecto. La diversidad foliar, así como el volumen total de la vegetación juegan un papel fundamental en la distribución de las aves en el desierto de Cuatrociénegas.

Literatura citada

- Anderson, D.R.; Laake, J.; Crain, B.R. y Burnham, K. 1979. Guidelines for line transect sampling of biological populations. *Journal of Wildlife Management* 43:70-78.
- Arizmendi, M. del C. y Espinosa de los Monteros, A. 1996. Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana* 67: 25-46.
- Austin, G. T. 1970. Breeding birds of desert riparian habitat in Southern Nevada. *Condor* 72: 431-436.
- Bibby, C.J.; Burgess, N.D. y D.A. Hill. 1993. *Bird Census Techniques*. Academic Press. Pp. 1:255.
- Brand, L. A., White, G. C y B. R. Noon. 2008. Factors influencing species richness and community composition of breeding birds in a desert riparian corridor. *Condor* 110: 199-210.
- Coddington, J. A.; Young L. H. y F. A. Coyle. 1996. Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *The Journal of Arachnology* 24: 111-128.
- Colwell R. K. 2005. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. URL: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

- Colwell, R. K., Mao C. X. y J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 2117-2127.
- Cole, G. 1984. Crustacea from the Bolson of Cuatrociénegas, Coahuila, Mexico. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences* 19:3-12.
- Contreras-Balderas, A. J. 1984. Birds from Cuatro Cienegas, Coahuila, México. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 19: 77-79.
- Contreras-Balderas, A. J. 1992. Avifauna de dos asociaciones vegetales en el municipio de Galeana, Nuevo León, México. *Southwestern Naturalist* 37: 386-391.
- Contreras-Balderas, A.J.; García-Salas, J.A. y J. I. González-Rojas. 1997. Seasonal and ecological distribution of birds from Cuatrociénegas, Coahuila, México. *Southwestern Naturalist* 42: 224-229.
- Contreras-Balderas, A.J., López-Soto, J.H. y J. Ma. Torres-Ayala. 2004. Additional records of birds from CuatroCiénegas basin, Natural Protected Area, Coahuila, México. *Southwestern Naturalist* 49: 103-109.
- Contreras-Balderas, S. y M. L. Lozano. 1994. Water, endangered fishes, and development perspectives in arid lands of Mexico. *Conservation Biology* 8: 379-387.
- Dinerstein, E.; Olson, D. ;Atchley, J.;Loucks, C.; Contreras-Balderas, S.;Abell, R.;Iñigo, E.;Enkerlin, E.; Williams, C. & G. Castilleja (Eds.). 2000. Ecoregion-based conservation in the Chihuahuan Desert: a biological assessment. 116 pp.

- Dixon, K. L. 1959. Ecological and distributional relations of desert scrub birds of western Texas. *Condor* 61: 397-409.
- Ehrlich, R. P.; D. S. Dobkin y D. Wheye. 1988. *The birders Handbook*. A Fireside Book. Simon y Schuster Inc. New York. 785 pp.
- Erdelen, M. 1984. Bird communities and vegetation structure: I. Correlations and comparisons of simple and diversity indices. *Oecologia* 61: 277-284.
- Escalante, P. P., A. M. Sada y J. Robles Gil. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. CONABIO/ Agrupación Sierra Madre. México, D.F. 32 p.
- Espinosa, L.; Escalante, A.; Eguiarte, L. y V. Souza. 2005. El mar en el desierto y su importancia para la conservación. *CONABIO. Biodiversitas* 58: 7-11.
- Everitt, B., 1980. *Cluster Analysis*. 2nd Edition. Gower Publishing Co., Hampshire, 136 pp.
- Fleishman, E., McDonald, N., Murphy, D. D., Walters, J. y T. Floyd. 2003. Effects of floristics, physiognomy and non-native vegetation on riparian bird communities in a Mohave Desert watershed. *Journal of Animal Ecology* 72: 484-490.
- García-Salas, J. A. 1992. Zoogeografía y algunos índices biológicos de la ornitofauna del matorral desértico micrófilo de *Larrea tridentata* y *Fouquieria splendens* en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila, México. Tesis de maestría. UANL. Nuevo León, México.
- García-Salas, J., Contreras-Balderas, A. y J. González Rojas. 1995. Birds of a Creosotebush community in the Cuatrociénegas Basin, Coahuila, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 40: 355-359.

- Garza de León, A.; Morán, I.; Valdez, F. y R. Tinajero. 2007. COAHUILA. En Ortiz-Pulido, R., Navarro-Sigüenza, A., Gómez de Silva, H., Rojas-Soto, O. & T. A. Peterson (Eds.). Avifaunas Estatales de México. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 98-136.
- González-Rojas, I. 1993. Zoogeografía y algunos índices biológicos de la ornitofauna del matorral alto espinoso (mezquital con dominancia de *Prosopis glandulosa-Acacia gregii*) del valle de Cuatrociénegas, Coahuila, México. Tesis de maestría. UANL. Nuevo León, México.
- González-Rojas, J. I., Contreras-Balderas, A. J., Guzmán-Velasco, A. y J. A. García-Salas. 1999. Nuevos registros de aves para el valle de Cuatrociénegas, Coahuila, México. *Vertebrata Mexicana* 6:1-3.
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Gotelli, N.J y A.M Ellison. 2004. *A Primer Of Ecological Statistics*. Sinauer Associates, Incorporate Publishers, Sunderland, Massachusetts, USA. 510 pp.
- Grzybowski, J. A. 1983. Patterns of space use in grassland bird communities during winter. *Willson Bulletin* 95: 591-602.
- Hayes, F. E. 1995. Definitions for migrant birds: what is a neotropical migrant. *The Auk* 112: 521-523.
- Hill, H. O. 1980. Breeding birds in a desert scrub community in southern Nevada. *The Southwestern Naturalist* 25:173-180.

- Hope, A. C. A. 1968. A simplified Monte Carlo significance test procedure. *Journal of the Royal Statistic Society* 30: 582-598.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to Thebirds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press Inc., New York, E.U.A. 851 Pp.
- Hutto, R. L. 1984. Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds. Chapter 16. In M. L. Cody (Ed.). *Habitat selection in birds*. Academic Press, Inc. London, United Kingdom. Pp. 455-476.
- Hutto, R. L. 1985. Seasonal changes in the habitat distribution of transient insectivorous birds in Southeastern Arizona: competition mediated? *The Auk* 102: 120-132.
- Isacch, J. P., Bo. M. S., Maceira N. O., Demaría M. R. y S. Peluc. 2003. Composition and seasonal changes of the bird community in the west pampa grasslands of Argentina. *Journal of Field Ornithology* 74: 59-65.
- INE. 2000. Programa de manejo del área de protección de flora y fauna Cuatrociénegas, México. Instituto Nacional de Ecología, México. 166 pp.
- James, F. y S. Rathbun. 1981. Rarefaction, relative abundance and diversity of avian communities. *Auk* 98: 785-800.
- Kovach, W.L. 2010. *MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.2*. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- Kozma, J. M. y N. E. Mathews. 1997. Breeding bird communities and nest plant selection in Chihuahuan Desert habitats in south-central New Mexico. *Wilson Bulletin* 109: 424-436.

- Kozma, J. M, Burkett, L. M y N. E. Mathews. 2012. Associations of small migratory and resident birds with two scrub habitats during late winter and spring in the northern Chihuahuan Desert, New Mexico. *The Southwestern Naturalist* 57: 31-38.
- Lloyd, J.;Mannan, R.W.;Destefano, S. y C. Kirkpatrick. 1998. The effects of mesquite invasion on a southeastern Arizona grassland bird community. *Wilson Bulletin* 110: 403-408.
- López de Casenave, J., Cueto, V. R. y L. Marone. 2008. Seasonal dynamics of guild structure in a bird assemblage of the central Monte Desert. *Basic and Applied Ecology* 9: 78:90.
- MacArthur, R. y J. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42:594-598.
- MacArthur, R.; Recher, H. y M. Cody. 1966. On the Relation between habitat selection and species diversity. *American Naturalist*100: 319-332.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell, Malden, Massachussets, USA.
- Magurran, A. E. y B. J. McGill. 2011. *Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press. New York. Pp. 345.
- Manly, B.F.J. 1994. *Multivariate statistical methods. A primer*, 2nd edition. Chapman & Hall, London.
- Marone, L. 1991. Habitat features affecting bird spatial distribution in the Monte Desert, Argentina. *Ecología Austral* 1: 77-86.

- McCoy, C. J. 1984. Ecological and zoogeographical relationships of amphibian and reptiles of the CuatroCienegas basin. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences* 19: 59-59.
- Mendoza-Quijano F., G. A. Arturo, E. A. Liner y R. W. Bryson JR. 2006. Una sinopsis de la Herpetofauna de Coahuila. *Inventarios Herpetofaunísticos de México: Avances en el Conocimiento de su Biodiversidad*. Sociedad Herpetológica Mexicana 3:24-47.
- Mills, G.; Dunning Jr, J. y J. Bates. 1991. The relationship between breeding bird density and vegetation volume. *Wilson Bulletin* 103:468-479.
- Minckley, W. 1984. Cuatrociénegas fishes: research review and a local test of diversity versus habitat size. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences* 19: 13-21.
- Montaña, C. y E. Ezcurra. 1980. Simple instrument for quick measurement of crown projections. *Journal of Forestry* 78: 699.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Naranjo, L. G y R. J. Raitt. 1993. Breeding bird distribution in Chihuahuan Desert hábitats. *The Southwestern Naturalist* 38: 43-51.
- National Geographic Society. 2006. Complete birds of North America. National Geographic Society. Washington D. C.
- Peet, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 285:307.

- Pidgeon, A. M., Mathews, N. E., Benoit, R. y E. V. Nordheim. 2001. Response of avian communities to historic habitat change in the northern Chihuahuan Desert. *Conservation Biology* 15: 1772-1788.
- Pinkava, D. 1984. Vegetation and flora of the bolson of Cuatrociénegas region, Coahuila, Mexico: summary, endemism and corrected catalogue. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences* 19: 23-47.
- Potchter, O.; Goldman, D. y D. Iluz. 2008. The oasis effect in an extremely hot and arid climate: the case of southern Israel. *Journal of Arid Environments* 72: 1721-1733.
- Pronatura Noreste A. C. 2000. Programa ecorregional de conservación del Desierto Chihuahuense. Reporte técnico final. 20 pp.
- R Development Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing, Viena, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Ralph, C. J.; Geupel, G.; Pyle, P.; Martin, T. E.; DeSante, D. F. y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station.
- Raitt R. J y R. L Maze. 1968. Densities and species composition of breeding birds of a creosote bush community in southern New Mexico. *Condor* 70: 193-205.
- Raitt, R. J. y S. L. Pimm. 1976. Dynamics of Bird Communities in the Chihuahuan Desert, New Mexico. *Condor* 78: 427-442.

- Rice, J., Anderson, B. W. y R. D. Ohmart. 1984. Comparison of the importance of different habitat attributes to avian community organization. *The Journal of Wildlife Management* 48: 895-911.
- Rodríguez-Estrella, R.; Rubio, L. & E. Pineda. 1997. Los oasis como parches atractivos para las aves terrestres residentes e invernantes. En: Arriaga, L. & R. Rodríguez-Estrella (Eds.). *Los oasis de la península de Baja California*. SIMAC-CIB. La Paz B.C.S. 292 p.
- Rotenberry, J. 1985. The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? *Oecologia* 67: 213-217.
- Rotenberry, J. T. y J. A. Wiens. 1980. Habitat structure, patchiness, and avian communities in North American steppe vegetation: a multivariate analysis. *Ecology* 61: 1228-1250.
- Roth, R. R. 1976. Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology* 57: 773-782.
- Sibley, D. A. 2000. *The Sibley guide to birds*. Alfred A. Knopf, New York.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Skagen, S. K.; Melcher, C. P.; Howe, W. H. y F. L. Knopf. 1998. Comparative use of riparian corridors and oases by migrating birds in southeast Arizona. *Conservation Biology* 18: 896-909.
- ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67:1167-1179.
- ter Braak, C. J. F., Smilauer, P. 1997. *Canoco for Windows*. Version 4.56.

- Thiollay, J. M. 1981. Structure and seasonal changes of birds population in a desert scrub of northern Mexico. Pp. 163-147, in: Ecology of the Chihuahuan Desert (R. Barbault and G. Halffter, eds.). Instituto de Ecología. México, D.F.
- Tyler, W. K. 1966. Avian records from central Coahuila, Mexico, primarily from the CuatroCienegas area. *Southwestern Naturalist* 11: 136-137.
- Tomoff, C. 1974. Avian species diversity in desert scrub. *Ecology* 55: 396-403.
- Vale, T.R., Parker, A.J. y K. C. Parker. 1982. Bird communities and vegetation structure in the United States. *Annals of the Association of American Geographers* 72: 120-130.
- Wiens, J. A. 1969. An approach to the study of ecological relationships among grassland birds. *Ornithological Monographs* 8: 1-93.
- Wiens, J. A. 1974. Climatic instability and the "ecological saturation" of bird communities in North American grasslands. *The Condor* 76: 385-400.
- Whitford, W.G. y Bestelmeyer, B.T. 2006. Structure and Function of Chihuahuan Desert Ecosystem The Jornada Basin Long-Term Ecological Research Site 5 Edited by: Kris Havstad, Laura F. Huenneke, William H. Schlesinger. Chapter 12.
- Whitford, W.G. 1997. Desertification and animal biodiversity in the desert grasslands of North America. *Journal of Arid Environments* 37: 709-720.

APÉNDICE I

Lista de aves registradas en Cuatrociénegas, Coahuila. Nombres comunes según
Escalante *et al.* (1996)

Nombre científico	Nombre común	Gremio
Orden Anseriformes		
Familia Anatidae		
<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	Filtrador
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar	Filtrador
Orden Galliformes		
Familia Odontophoridae		
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	Granívoro terrestre
Orden Suliformes		
Familia Phalacrocoracidae		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> *	Cormorán oliváceo	Piscívoro
Orden Pelecaniformes		
Familia Ardeidae		
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Piscívoro
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Piscívoro
<i>Butorides virescens</i> *	Garcita verde	Piscívoro
<i>Bubulcus ibis</i> *	Garza ganadera	Insectívoro terrestre
Orden Accipitriformes		
Familia Cathartidae		
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Carroñero
Familia Accipitridae		
<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de Cooper	Carnívoro (aves)
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán estriado	Carnívoro (aves)
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Carnívoro (mamíferos)
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Carnívoro (mamíferos)
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Carnívoro (mamíferos)
<i>Elanus leucurus</i>	Milano coliblanco	Carnívoro (mamíferos)
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Carnívoro (mamíferos)

APÉNDICE I (cont.)

Nombre científico	Nombre común	Gremio
Orden Falconiformes		
Familia Falconidae		
<i>Caracara cheriway*</i>	Caracara quebrantahuesos	Carnívoro
<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	Carnívoro (aves)
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Insectívoro aéreo
Orden Gruiformes		
Familia Rallidae		
<i>Fulica americana*</i>	Gallareta americana	Omnívoro acuático
Familia Gruidae		
<i>Grus canadensis*</i>	Grulla gris	Omnívoro terrestre
Familia Charadriidae		
<i>Charadrius vociferus*</i>	Chorlo tildío	Insectívoro acuático
<i>Gallinago delicata*</i>	Agachona común	Insectívoro acuático
Familia Recurvirostridae		
<i>Recurvirostra americana*</i>	Avoceta piquicurva	Insectívoro acuático
Familia Scolopacidae		
<i>Actitis macularius*</i>	Playerito alzacolita	Insectívoro acuático
Orden Columbiformes		
Familia Columbidae		
<i>Columba livia*</i>	Paloma común	Granívoro terrestre
<i>Streptopelia decaocto*</i>	Paloma de collar	Granívoro terrestre
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	Granívoro terrestre
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Granívoro terrestre
Orden Cuculiformes		
Familia Cuculidae		
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	Insectívoro terrestre
Orden Caprimulgiformes		
Familia Caprimulgidae		
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabra halcón	Insectívoro aéreo
Orden Coraciformes		
Familia Alcedinidae		
<i>Megaceryle alcyon*</i>	Martín pescador norteño	Piscívoro
Orden Piciformes		
Familia Picidae		
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Insectívoro de corteza

APÉNDICE I (cont.)

Nombre científico	Nombre común	Gremio
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	Insectívoro de corteza
Familia Trochilidae		
<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer	Nectarívoro
Orden Passeriformes		
Familia Tyrannidae		
<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental	Insectívoro aéreo
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	Insectívoro aéreo
<i>Pyrocephalus rubinus*</i>	Mosquero cardenalito	Insectívoro aéreo
<i>Sayornis nigricans*</i>	Mosquero negro	Insectívoro aéreo
<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fibí	Insectívoro aéreo
<i>Sayornis saya</i>	Mosquero llanero	Insectívoro aéreo
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	Insectívoro aéreo
Familia Laniidae		
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	Insectívoro aéreo
Familia Vireonidae		
<i>Vireo belli</i>	Vireo de Bell	Insectívoro de follaje
Familia Corvidae		
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Omnívoro terrestre
<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo llanero	Omnívoro terrestre
Familia Hirundinidae		
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Insectívoro aéreo
<i>Petrochelidon pyrrhonota*</i>	Golondrina risquera	Insectívoro aéreo
Familia Remizidae		
<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	Insectívoro de follaje
Familia Troglodytidae		
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	Insectívoro terrestre
<i>Cistothorus palustris</i>	Chivirín pantanero	Insectívoro terrestre
<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirín saltarroca	Insectívoro terrestre
<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura	Insectívoro terrestre
Familia Polioptilidae		
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azulgris	Insectívoro terrestre
<i>Polioptila melanura</i>	Perlita del desierto	Insectívoro de follaje
Familia Regulidae		
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	Insectívoro de follaje

APÉNDICE I (cont.)

Nombre científico	Nombre común	Gremio
Familia Motacillidae		
<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita norteamericano	Insectívoro terrestre
Familia Turdidae		
<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	Insectívoro terrestre
<i>Sialia currucoides</i>	Azulejo pálido	Insectívoro aéreo
Familia Mimidae		
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	Insectívoro terrestre
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	Insectívoro terrestre
Familia Ptilonotidae		
<i>Phainopepla nitens</i>	Capulnero negro	Frugívoro
Familia Parulidae		
<i>Cardellina canadensis</i>	Chipe de collar	Insectívoro de follaje
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe de Wilson	Insectívoro de follaje
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	Insectívoro de follaje
<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	Insectívoro de follaje
<i>Oreothlypis peregrina</i>		Insectívoro de follaje
<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Chipe de coronilla	Insectívoro de follaje
<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	Insectívoro de follaje
<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	Insectívoro de follaje
Familia Thraupidae		
<i>Piranga flava</i>	Tángara encinera	Insectívoro de follaje
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	Insectívoro de follaje
<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	Insectívoro de follaje
Familia Alaudidae		
<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	Granívoro terrestre
Familia Emberizidae		
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa	Insectívoro terrestre
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	Insectívoro terrestre
<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	Granívoro terrestre
<i>Chalamospiza melanocorys</i>	Gorrión ala blanca	Insectívoro terrestre
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	Granívoro terrestre
<i>Melospiza lincolnii</i>	Gorrión de Lincoln	Insectívoro terrestre
<i>Peucaea cassinii</i>	Zacatonero de Cassin	Insectívoro terrestre
<i>Pipilo chlorurus</i>	Toquí cola verde	Insectívoro terrestre
<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca	Granívoro terrestre

APÉNDICE I (cont.)

Nombre científico	Nombre común	Gremio
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	Granívoro terrestre
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	Insectívoro terrestre
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	Granívoro terrestre
Familia Cardinalidae		
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	Granívoro terrestre
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	Granívoro terrestre
<i>Passerina caerulea</i>	Picogrueso azul	Granívoro terrestre
<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Granívoro terrestre
<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado	Granívoro terrestre
Familia Icteridae		
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojo amarillo	Insectívoro de follaje
<i>Icterus cucullatus*</i>	Bolsero cuculado	Insectívoro terrestre
<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	Insectívoro de follaje
<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	Omnívoro terrestre
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	Granívoro terrestre
<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortilla-conchile	Insectívoro terrestre
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla	Granívoro terrestre
Familia Fringilidae		
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Gorrión cabeza roja	Granívoro terrestre
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	Granívoro de follaje
Familia Passeridae		
<i>Passer domesticus*</i>	Gorrión inglés	Granívoro terrestre

APÉNDICE II

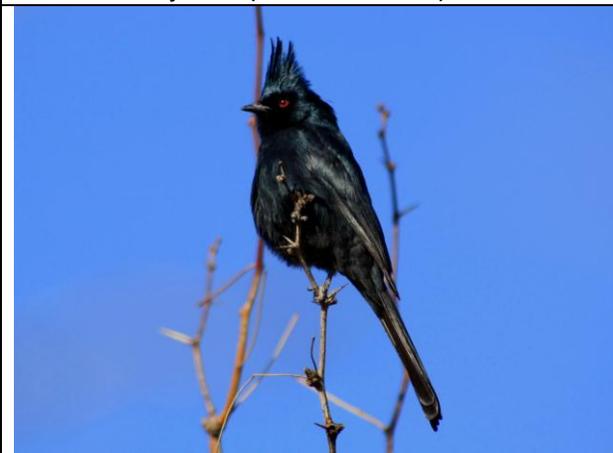
Galería fotográfica de aves de Cuatrociénegas, Coahuila.



Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*)



Cenzontle norteño (*Mimus polyglottos*)



Capulinero negro (*Phainopepla nitens*)



Vireo de Bell (*Vireo belli*)



Aguililla de Harris (*Parabuteo unicinctus*)



Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*)

APÉNDICE II (cont.)



Gorrión ceja blanca (*Spizella passerina*)



Cardenal pardo (*Cardinalis sinuatus*)



Zopilote aura (*Cathartes aura*)



Cenzontle (*Mimus polyglottos*) y tordo cabeza café (*Molothrus ater*)



Gorrión pálido (*Spizella pallida*)



Tordo cabeza amarilla (*Xanthocephalus xanthocephalus*)

APÉNDICE III

Galería fotográfica de tipos de vegetación/localidad muestreados en este estudio

	
Mezquite en el Churince	Matorral en el Churince
	
Pastizal en el Churince	Sotol en el Churince
	
Pastizal en la Poza Azul	Mezquite en el ejido La Vega

APÉNDICE III (cont.)



Mezquital en el rancho Pozas Azules



Matorral en el rancho Pozas Azules



Pastizal en el rancho Pozas Azules



Pozo en Cuatrociénegas, Coahuila

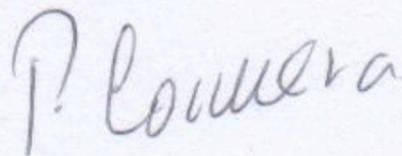
El jurado designado por la
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó el

BIÓL. OMAR SUÁREZ GARCÍA

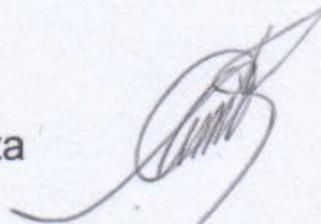
El día 19 de 03 del año de 2014.

Comité Tutorial y Jurado

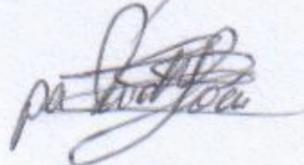
Tutor: Dr. Pablo Corcuera Martínez del Río



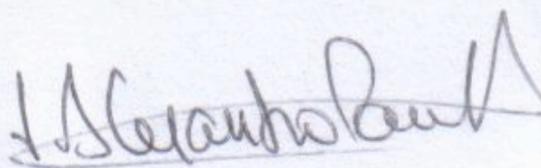
Asesor: Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza



Asesor: Dr. José Luis Alcántara Carbajal



Sinodal: Dr. José Alejandro Zavala Hurtado



Sinodal: Dr. Pedro Luis Valverde Padilla



Sinodal: Dra. Marcela Osorio Beristáin