



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

IZTACALA

INTERACCIONES ENTRE LAS AVES INSECTÍVORAS
EN UN AMBIENTE URBANO DEL NORTE DEL VALLE DE MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA

URIEL DANIEL GARCÍA VALENCIA



DIRECTORA DE TESIS: DRA. PATRICIA RAMÍREZ BASTIDA



Los Reyes Iztacala, Estado de México

Marzo 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DEDICATORIA



A mis padres, quienes con su confianza, cariño y apoyo sin escatimar esfuerzo alguno, me han convertido en persona de provecho, ayudándome al logro de una meta más. Por compartir tristezas y alegrías, éxitos y fracasos. Por todos los detalles que me han brindado durante mi vida como estudiante y por hacer de mi lo que soy ahora por eso y por mucho más, mi más profundo agradecimiento.

Como un padre siempre te he visto y como una madre también, gracias a tu sabiduría que influyo en mi madurez para lograr todos los objetivos en la vida, es también para ti esta tesis en agradecimiento por tu amor gracias abuelita.



AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis Dr. Patricia Ramírez Batida por su paciencia, apoyo y confianza en mí persona y en mi trabajo. Gracias por tus consejos personales y académicos. Gracias por escucharme.

Al M. en C. Atahualpa Eduardo de Sucre Medrano por sus grandes y profundas aportaciones al trabajo pero gracias también por dejarme conservar su amistad.

Al M. en C. Ángel Duran Díaz su valioso apoyo académico fue pieza fundamental para el análisis estadístico de este trabajo.

A mis sinodales M. en C. Rodolfo García Collazo y M. en C. Deyanira Etain Varona Graniel por su grandes recomendaciones y aportes que hicieron a mi trabajo gracias.

Agradezco al Bio. José Luis Tello Musi, por facilitar el equipo para la toma fotográfica de los insectos.

A la Biol. Marcela Patricia Ibarra González, así como a los P. de B. Andrea García Duran, y al P. de B. Ricardo Gerardo Medina Ortiz por su ayuda con la determinación de los insectos colectados.

A mis compañeros del laboratorio de ornitología quienes me ayudaron con trabajo de campo, además que con sus ocurrencias me hacen muy amenas las salidas al campo Amyra, Mayela y Misha.

Recordando muy buenos tiempos en la carrera agradezco a mis compañeros, con quienes pase momentos muy difíciles de olvidar, gracias a Robert, Jonás, Franklin, Oscar, Beto, Luis Ángel, Karla, Karen, Sara, Nancy, Angélica, Brenda, Tania y Laurita.



ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS PARTICULARES.....	6
ZONA DE ESTUDIO	
• <i>Localización</i>	7
• <i>Clima</i>	8
• <i>Vegetación</i>	8
• <i>Fauna</i>	8
METODOLOGÍA	
• <i>Zonificación del sitio de estudio</i>	10
• <i>Presencia de aves insectívoras</i>	11
• <i>Gremios alimenticios</i>	11
• <i>Observación de comportamiento gregario de las aves insectívoras</i>	12
• <i>Caracterización Vegetal</i>	12
• <i>Relación de aves con la presencia de insectos</i>	14
RESULTADOS	
• <i>Composición de la comunidad de aves insectívoras</i>	15



- *Gremios alimenticios*.....18
- *Observación de comportamiento gregario de las aves insectívoras*.....19
- *Caracterización Vegetal*.....21
- *Relación de aves con la presencia de insectos*.....23

DISCUSIÓN

- *Composición de la comunidad de aves insectívoras*.....28
- *Gremios alimenticios*.....29
- *Observación de comportamiento gregario de las aves insectívoras*.....30
- *Caracterización Vegetal*.....30
- *Relación de aves con la presencia de insectos*.....31

CONCLUSIONES.....34

LITERATURA CITADA.....35

ANEXOS.....43



RESUMEN

Los insectos son un recurso alimenticio muy importante para las aves; para aprovecharlo pueden asociarse en grupos interespecíficos de forrajeo en sistemas donde la vegetación y recursos lo permitan. El incremento de las áreas urbanas y la pérdida o fragmentación de las zonas naturales obliga a la avifauna a buscar sitios alternativos donde se mantenga el recurso. En la FES Iztacala se han registrado diversas especies insectívoras en estudios pasados, ahora se estudió la conformación de parvadas interespecíficas de aves insectívoras y sus interacciones, mediante conteos de radio fijo durante la temporada migratoria 2012-2013. Se registraron 39 especies consumiendo insectos (25 de ellas invernantes), algunas no se reconocen como típicas insectívoras. Las más abundantes fueron *Haemorhous mexicanus*, *Quiscalus mexicanus* y *Psaltriparus minimus*. Las parvadas interespecíficas incluyeron 25 especies, con un promedio de 3.1 especies por grupo. No fue posible determinar el recurso empleado por cada ave, pero se muestreó la disponibilidad de insectos en los sitios de muestreo, determinando nueve órdenes de Hexápoda, siendo Díptera y Hemíptera los más abundantes. En las observaciones gregarias se describieron 25 especies en grupos de forrajeo que en promedio fueron de 3.1 especies y nueve individuos. Las zonas con mayor cobertura y altura vegetal no fueron las zonas con mayor abundancia y riqueza de especies de aves debido a la poca disponibilidad de alimento y que eran zonas donde el paso de personas era mayor. Pese a la alteración del entorno que rodea a la FES Iztacala, su cobertura vegetal permite la presencia de un diverso gremio de aves insectívoras residentes y migratorias, que al igual que en ambientes naturales establecen parvadas interespecíficas para aprovechar una oferta del recurso insectos.



INTRODUCCIÓN

Los procesos de urbanización reemplazan los hábitats originales con nuevos sistemas hechos por el hombre (MacGregor-Fors 2009), donde los componentes naturales y antropogénicos interactúan (Pickett *et al.* 1997). Estos ambientes tienen un efecto negativo sobre la fauna silvestre debido a la estructura simplificada, permanencia urbana y remoción de vegetación (Marzluff y Ewing 2001, Melles 2005). Por lo tanto, la sustitución de los hábitats por urbanización puede conducir a la extinción de especies o al menos a su desplazamiento. Los aspectos específicos de la ecología de las comunidades de aves en ambientes urbanos se han comenzado a estudiar en nuestro país (MacGregor-Fors y Ortega-Álvarez 2013).

Desde de los años 70's se ha notado que en las zonas urbanas hay una tendencia a la reducción de la riqueza específica e incremento de la abundancia de sólo algunas especies (Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors 2009). Sin embargo, nuestra comprensión de los procesos que determinan cómo las comunidades de aves responden a la edificación es aún un proceso rudimentario para algunas especies (Marzluff y Ewing 2001, Chace y Walsh 2004).

Las aves son un grupo muy importante, particularmente por el papel que juegan en la naturaleza, ya que ayudan a controlar poblaciones de organismos que de no ser así se convertirían en plaga, intervienen en la polinización, en la dispersión y control de semillas. También tienen un valor por satisfacer las necesidades de apreciación estética del hombre (Arizmendi *et al.* 1990).

Dentro de los gremios alimenticios presentes en las aves uno de los más destacados es de las insectívoras, las cuales regulan la abundancia de insectos defoliadores, depredadores y



polinizadores ya que estos ocupan una parte considerable en la cadena trófica y ejercen fuertes presiones selectivas que dan lugar a evolución de crisis depredador-presa (Holmes *et al.* 1979). Los beneficios alimenticios del forrajeo en grupos se asocian al hecho de que varios individuos tienen mayor facilidad para encontrar fuentes de alimento dispersas en un ambiente complejo (Hutto *et al.* 1986). Las aves insectívoras suelen asociarse en grupos compuestos por diferentes especies para buscar alimento, estos grupos son conocidos como parvadas interespecíficas de forrajeo (Hutto 1987).

Los beneficios adaptativos de estas asociaciones podrían relacionarse con la disminución del riesgo de depredación (Gaddis 1980, Dolby y Grubb 1998, Beauchamp 2004) y la facilitación en el acceso al recurso alimenticio (Berner y Grubb 1985). En ecosistemas no perturbados, el uso del hábitat del gremio de las insectívoras de follaje (Kaufman 2005), depende de la composición, densidad, diversidad y complejidad estructural de la vegetación (Holmes y Robinson 1981, Peck 1989, MacGregor-Fors 2009). La abundancia y disponibilidad de alimento representado por la comunidad de artrópodos también contribuyen a explicar su distribución (Hutto 1990). Holmes y Robinson (1981) encontraron por otro lado que el tipo de follaje y la disposición de las ramas pueden ya sea facilitar o limitar la obtención de alimento.

Sin embargo, la participación de organismos de diferentes especies que explotan recursos comunes implica que pueden ocurrir interacciones agonísticas por el acceso a los recursos alimenticios, generando procesos de competencia intra e interespecíficas, disminuyendo la posibilidad individual de conseguir alimento para algunas especies (Dolby y Grubb 1998). Esto se debe a que dentro del conjunto, algunas pueden tener tasas de forrajeo diferenciales, en función de su capacidad de excluir a otras especies del acceso a los mismos. O adaptaciones para



evitar la competencia y acceder al recurso de forma especializada.

ANTECEDENTES

En México se han realizado estudios básicos sobre las asociaciones entre las aves insectívoras del oeste (Short 1961, Hutto 1990, 1992) y del este (Gram 1998), documentando su composición específica y estructura (dominada por aves migratorias), así como la frecuencia de las especies participantes y su papel en la cohesión de los grupos formados, a través de pautas conductuales como despliegues y vocalizaciones; comprobando además, la participación eventual de especies residentes en estas agrupaciones (Gram 1998).

Las preferencias de forrajeo por las aves migratorias insectívoras han sido estudiadas en ambientes naturales por Holmes y Robinson (1981) y Peck (1989), y cuantificadas con experimentos de cautiverio por Martin y Karr (1986). Los resultados indican que la densidad del follaje de las especies caducifolias es un factor descriptivo en el uso del hábitat para las aves migratorias insectívoras de follaje. Por otro lado, la teoría del forrajeo óptimo indica que la arquitectura foliar puede afectar la disponibilidad y tasas de encuentro con las presas, así como el costo energético entre ataques y capturas (Robinson y Holmes 1982). En este sentido, Whelan (2001) demostró que tanto la disposición del follaje como la abundancia de las presas pueden tener un efecto en las preferencias de forrajeo de las aves insectívoras.

La urbanización limita el número y tipo de especies de aves que pueden colonizar los ambientes debido a los cambios de hábitat, composición de las comunidades y las elevadas abundancias de



algunas especies (MacGregor-Fors *et al.* 2012). MacGregor-Fors (2009) con el fin de favorecer comunidades de aves sugiere tres actividades en zonas urbanas: 1) Evaluación de la velocidad de crecimiento de la urbanización 2) Aumento de la extensión de las zonas foliares en ciertas especies arbóreas y, 3) El uso de planes de gestión y planes de desarrollo dentro de los ambientes urbanos.

Por otro lado Arizmendi y Ornelas (1990) realizaron estudios acerca de las interacciones involucradas en el acceso a recursos alimenticios por parte de aves, y detectaron que *Amazilia rutila* monopoliza los recursos en lugares con mayor abundancia y disponibilidad de estos; excluyendo en interacciones agonísticas a otras cinco especies de colibríes, que se ven obligadas a usar los recursos más escasos mediante forrajeo no territorial. A su vez Infante (2011), encuentra que la táctica de forrajeo, el sustrato, la altura y la posición relativa del árbol permite que las especies evadan la competencia y se aíslen espacialmente.

Aunque se han realizado estudios para conocer la composición de la avifauna en áreas urbanas de la ciudad de México y alrededores, se tienen pocos trabajos que aborden la temática de los grupos de forrajeo como el de Infante (2011). En el caso de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (en adelante FES-I) a finales de los 90's, contaba con un gremio diverso de aves con 86 especies, con mayor riqueza en la época de octubre-abril (Duarte 2001). En comparación con la década presente, Acuña (*en proceso*) registró 52 especies, presentando los valores máximos de riqueza en la temporada migratoria 2011-2012. En el presente estudio se registró las estrategias de forrajeo de aves, su comportamiento, la relación con la estructura de la vegetación y la abundancia de artrópodos.



JUSTIFICACION

La modificación drástica del paisaje, incluyendo la construcción de edificios y el ruido por las actividades humanas hace que las aves modifiquen sus pautas conductuales así como las estrategias de forrajeo además que la abundancia de artrópodos en zonas urbanas como la ciudad de México es poco conocida (Charre 2013) por lo cual es necesario un enfoque integral que incluya censos, observaciones de forrajeo, comportamiento gregario, interacciones agonísticas estimación de las abundancias relativas de los artrópodos en las diferentes áreas verde de la FES-I utilizadas por las aves.

OBJETIVO GENERAL

- Conocer la composición y dinámica de la comunidad aves de insectívoras en un ambiente urbano del norte de la ciudad de México durante un periodo invernal.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer la riqueza específica, abundancia relativa y dominancia de las aves insectívoras en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Estimar la abundancia de presas y su disponibilidad para las aves insectívoras, por medio de muestreos de artrópodos y estimación de su biomasa.
- Registrar las pautas conductuales y técnicas de forrajeo de las aves insectívoras de la FES-I, en especies solitarias y grupos de forrajeo.
- Determinar la composición y estructura de la vegetación de los árboles y arbustos en los sitios de muestreo (caducifolias o perenes, y forma de crecimiento).



ZONA DE ESTUDIO

- *Localización*

La FES-I se localiza en la colonia Los Reyes Iztacala Municipio de Tlalnepantla, en el Estado de México (Figura 1). Sus coordenadas centrales son $19^{\circ} 32' 28''$ altitud norte y $98^{\circ} 11' 39''$ longitud oeste, a una altitud de 2275 msnm. La FES-I se ubica en un área urbana, con casas y edificios habitacionales y gubernamentales, zonas pavimentadas, banquetas, vialidades y explanadas, entre las colonias Los Árboles, La Comunidad, Miraflores, la unidad habitacional Gustavo Baz, Jardines de los Reyes, Los Reyes Iztacala y el Pueblo de los Reyes. Entre las áreas verdes importantes, está la FES-I, el Tecnológico de Tlalnepantla y el Jardín de los Reyes, el cual es un parque urbano de recreación (INEGI 2011).



Figura 1: Ubicación de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (modificado de Google Earth, 2013)



- *Clima*

El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual fluctúa entre 14° y 18° C, la temperatura más alta se registra en mayo entre 23° y 27° C y la más baja entre diciembre y enero registrando entre 3°C y 7°C. La precipitación media anual es de 682mm y presenta un promedio de 13 días de heladas al año (Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística 2005, INEGI 2011).

- *Vegetación*

La FES-I tiene una superficie total de 221,382.00 m², de los cuales 124,991.82 m² tienen cobertura vegetal y 56,895.08 m² son superficies edificadas (Arq. Rogelio Tapia *com. pers.*). El estrato arbóreo se compone por colorines (*Erythrina coralloides*), eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis* y *E. globulus*), pirules (*Schinus molle*), fresnos (*Fraxinus undhei*), jacarandas (*Jacaranda acutifolia*), cipreses (*Cupressus lindleyi*), pinos (*Pinus spp.*), chopos (*Populus alba*), álamos (*Populus deltoides*), entre otros. El estrato arbustivo se compone principalmente por piracanto (*Pyracantha koidzumi*) y bambú (*Plejtoblastus simoni*). El estrato herbáceo está compuesto por pastos y diversas hierbas anuales (Sandoval y Tapia, 2000).

- *Fauna*

En lo que se refiere a la fauna, reportamos algunas culebras (*Pituophis deppei deppei* y *Thamnophis scalaris*), lagartijas (*Sceloporus grammicus* y *Barisia imbricata imbricata*), para el Valle de México por Casas-Andreu (1989). En el pasado antes de la edificación de la FES-I se podían encontrar algunas especies de anfibios como los pelobátidos, el último listado ornitológico concluido de la facultad (Duarte, 2001) arroja un total de 86 especies presentes. En el presente se está actualizando este listando, hasta el momento se tiene un dato de 120 especies integradas para el inventario de la FES-I. En lo referente a los mamíferos López-Forment (1989),



reportaba que 10 u 11 especies se podían localizar en el Valle de México, como el murciélago *Tadarida brasiliensis* algunas otras más habitadas en la FES-I se encuentran algunas introducidas tales como ratas (*Rattus rattus*), ratones (*Mus musculus*), gatos (*Felis catus*) y perros (*Canis familiaris*).



METODOLOGÍA

Zonificación del sitio de estudio

Se zonificó el área de trabajo, separando en sitios por la cobertura vegetal dominante dejando fuera edificios y pasillos, en el área de estudio se seleccionaron nueve puntos de conteo, y uno más en el jardín botánico (J.B). En algunos casos no se cumple lo establecido por Hutto en el 1981 en donde menciona entre sitios de conteo debe de existir cuando menos una separación de 200m (Figura 2).

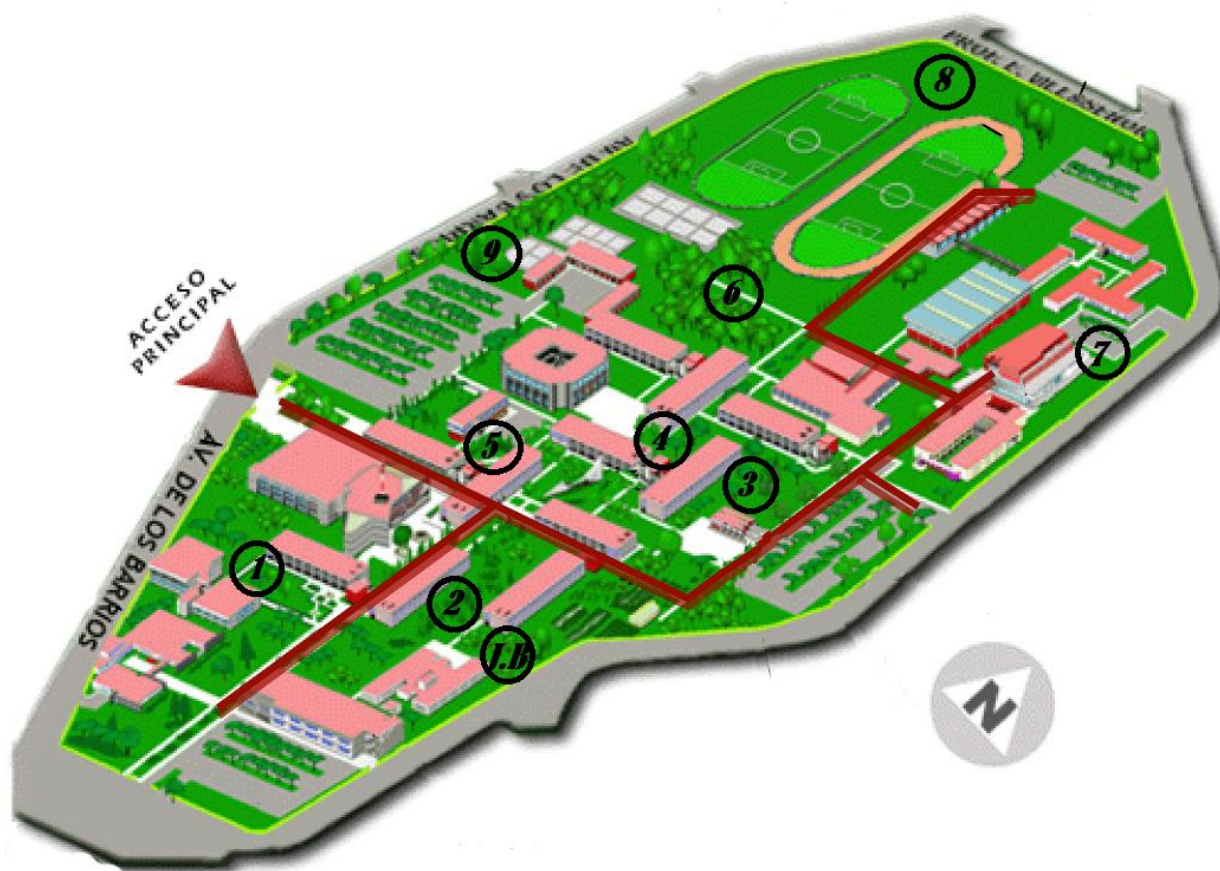


Figura 2. Zonas de muestreo en la FES Iztacala.



Presencia de aves insectívoras

Se realizaron conteos de radio fijo (Hutto *et al.* 1986) para identificar y contar a las especies de aves presentes en un radio de 25m para obtener estimaciones de cómo se comporta la comunidad (Hutto *et al.* 1986). Los conteos se realizaron tres días por semana, entre las 7 y las 10 hrs. Para realizar la observación de las aves, se utilizaron binoculares 10x40; las especies se identificaron con ayuda de guías de campo para México y Norteamérica (National Geographic 2008, Peterson y Chalif 2010).

Gremios alimenticios.

Como parte de estos muestreos, se tomó nota de la información relevante, asociada al forrajeo entre las aves observadas. Para asignar el gremio alimenticio de las aves, se utilizaron los criterios de estrategias de forrajeo definidas por Robinson y Holmes (1982):

- a) pizcadores o *gleaners*: un ave perchada o en el sustrato sin volar atrapa un insecto que no vuela, da saltos en un sustrato cercano para atraparlos.
- b) revoloteadores o *hoverers*: un ave vuela para atrapar un insecto de un sustrato superior a donde se encuentra. El ave puede hacer una pausa y tomar la presa mientras se sostiene en vuelo, o tomarla a la pasar sobre ella.
- c) Rastreadoras o *probers*: el ave hace movimientos dirigidos hacia sus presas para luego atraparlas al vuelo.



Observación de comportamiento gregario de las aves insectívoras

Cuando se encontraron agrupaciones de aves forrajeando en la vegetación, se documentó la identidad de las especies involucradas, el número de individuos y notas acerca de su comportamiento:

Búsqueda en el suelo: un conjunto de aves picando el sustrato.

Alimentación: Un conjunto de aves se encontraba alimentándose en cualquier sustrato dentro de los sitios de muestreo.

Comportamiento agonístico: Al menos dos aves con actitud de agresión.

Vuelo: Un grupo de aves volaba dentro del sitio de muestreo.

Percha: Un grupo de aves se encontraba descansando en algún tipo de percha.

Caracterización vegetal

Se registró la vegetación presente en cada uno de los puntos de conteo, considerando la forma de los estratos vegetales (árboles y arbustos), desde una distancia horizontal con la ayuda de una regla graduada entre la especie vegetal y la persona (Figura 3). Se registró de extremo a extremo la altura, con la ayuda de un telémetro láser Bushnell modelo Sport 450. Se tomó la distancia entre el árbol y la persona y de dos puntos diferentes para la elipse de la cobertura, después se realizaron los cálculos para obtener la altura y cobertura aproximadas de las especies arbóreas de los sitios de muestreo.



Figura 3. Estimación de la altura del árbol y follaje (modificado de Reforestemos México, A.C).

El diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP) se obtuvo a partir de la medida del perímetro, obtenido con ayuda de una cinta métrica (Figura 4).



Figura 4. Perímetro y diámetro a la altura del pecho (modificado de Reforestemos México, A.C).

Evaluación de la disponibilidad de recursos alimenticios

En cada sitio de muestreo se realizaron colectas quincenales con redes de golpeo sobre arbustos y algunos árboles de talla pequeña y parte baja de los árboles altos de cada zona de vegetación para reconocer las zonas con mayor oferta alimenticia (Bennett *et al*, 1985). Se identificaron los organismos colectados hasta el nivel taxonómico de orden, con ayuda de especialistas en artrópodos en la FES-I. Adicionalmente, se obtuvo el peso de la biomasa de insectos-orden colectada en cada muestreo con una balanza semianalítica con capacidad de 300g resolución 0.001g.



Relación de aves con la presencia de insectos

En la evaluación de los datos obtenidos para la descripción de la comunidad se tomó en cuenta la abundancia, que es la cantidad de individuos de una determinada especie en una unidad espacial, la frecuencia es una magnitud que mide el número de apariciones por especie, la abundancia relativa es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás, dominancia que es influencia que un ser vivo ejerce en un sistema ecológico, diversidad que es la proporción de especies en una sistema, y la equitatividad que es el grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia (Krebs, 1999).

Una vez que se detectaron las variables de interés se aplicaron pruebas de normalidad de datos donde se observó que los datos tenían una tendencia no-normal (Duran *et al*, 2007). Para evaluar si existieron diferencias entre la abundancia de recursos alimenticios (individuos y biomasa seca de insectos), se calcularon las siguientes medidas como (mediana, media, desviación estándar, coeficiente de variación, min y max, Q1 y Q3) así mismo se obtuvieron sus respectivos diagramas de caja para las variables.

Para determinar si existían diferencias significativas en riqueza de órdenes de insectos, especies de aves, individuos de aves y sitio se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis.

Con la finalidad de explorar si existe una relación entre la riqueza de órdenes de insectos y abundancia de aves insectívoras, se elaboraron diagramas de dispersión, se calculó el coeficiente de relación Spearman. Estos coeficientes se calcularon involucrando datos de año, se realizó un análisis para 2012 y otro para 2013.

Todos los análisis de datos se realizaron con el programa mini tab versión 16.



RESULTADOS

Composición de la comunidad de aves insectívoras

En los censos realizados durante la temporada invernal de octubre del 2012 a abril del 2013 se contabilizaron un total de 3920 aves que consumieron insectos, algunas no típicamente insectívoras, representadas en 49 especies, 33 géneros, 17 familias y tres órdenes según la A.O.U. (2013, Anexo 1).

En el anexo II se muestra la cantidad de especies por cada día de muestreo. En promedio se registraron 16 especies por día de muestreo con un mínimo de 11 especies el 11 de octubre y un máximo de 23 especies el 5 de febrero (Figura 5). Es importante resaltar que los días con mayores riquezas correspondieron a fines de semana cuando hay menos estudiantes y personas en general.

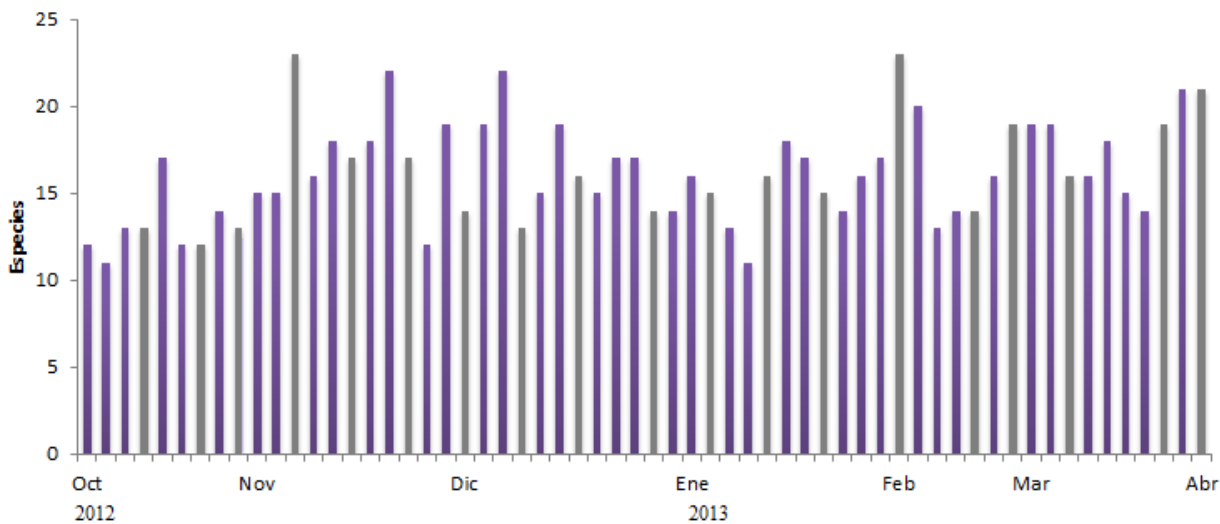


Figura 5. Riqueza de especies por muestreo sabatino (en gris) y entre semana (morado) en la FES-I.



La abundancia presentó más variación que la riqueza. El número de individuos registrado por muestreo tuvo un mínimo de 39 en enero y un máximo 119 en marzo, con un promedio de 66 individuos. Las especies que presentaron la mayor abundancia fueron *Haemorhous mexicanus* con 590 individuos, *Quiscalus mexicanus* con 578 y *Psaltriparus minimus* con 473. Las especies más frecuentes (registradas en el 100% de los muestreos) son *Quiscalus mexicanus* y *Pyrocephalus rubinus*. Las especies más abundantes fueron *Haemorhous mexicanus*, *Quiscalus mexicanus* y *Psaltriparus minimus* (Figura 6).

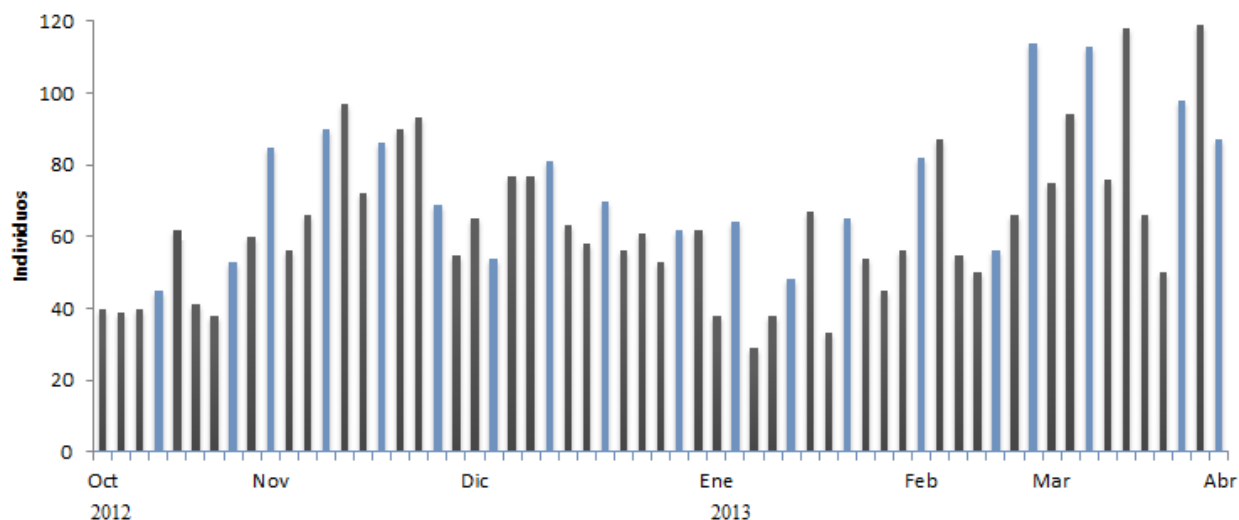


Figura 6. Abundancia de individuos por muestreo sabatinos (azul) y semanales (gris) en la FES-I.

Los valores de diversidad se mantuvieron alrededor de 3, y sus variaciones dependieron de cambios tanto en la riqueza como en la abundancia. Por otra parte la equitatividad mostró mayor constancia. Los valores más bajos de equitatividad correspondieron a la dominancia de algunas especies (Figura 7).

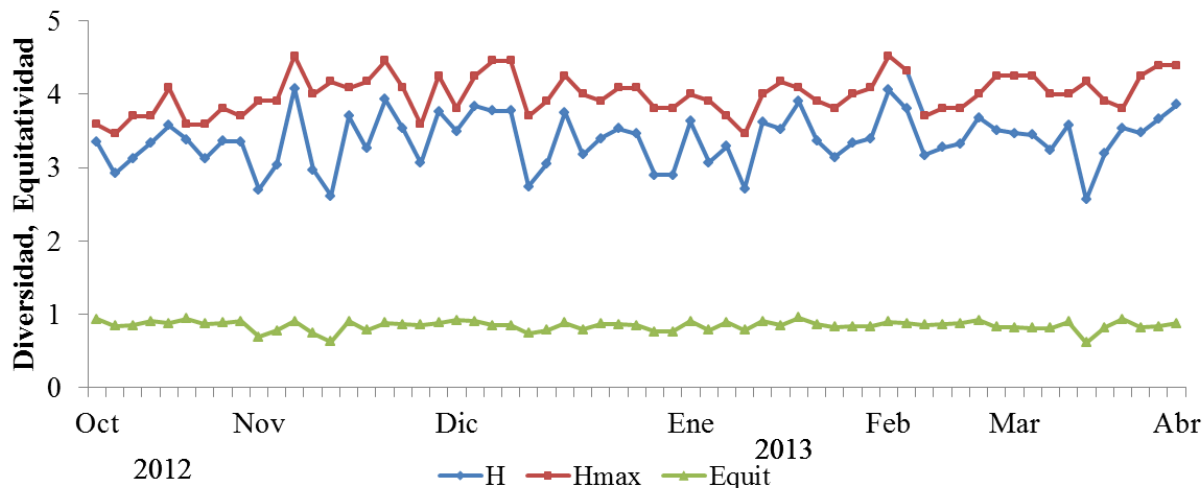


Figura 7. Diversidad (H), Diversidad máxima (Hmax), Equitatividad (Equit), de aves insectívoras por muestreo

La dominancia de especies por día en general no fue tan alta, las principales especies que dominaron en los muestreos fueron *Quiscalus mexicanus*, *Haemorhous mexicanus*, *Thryomanes bewickii* y *Turdus migratorius*. Fue notable un grupo de 53 *Psaltriparus minimus* forrajeando juntos.

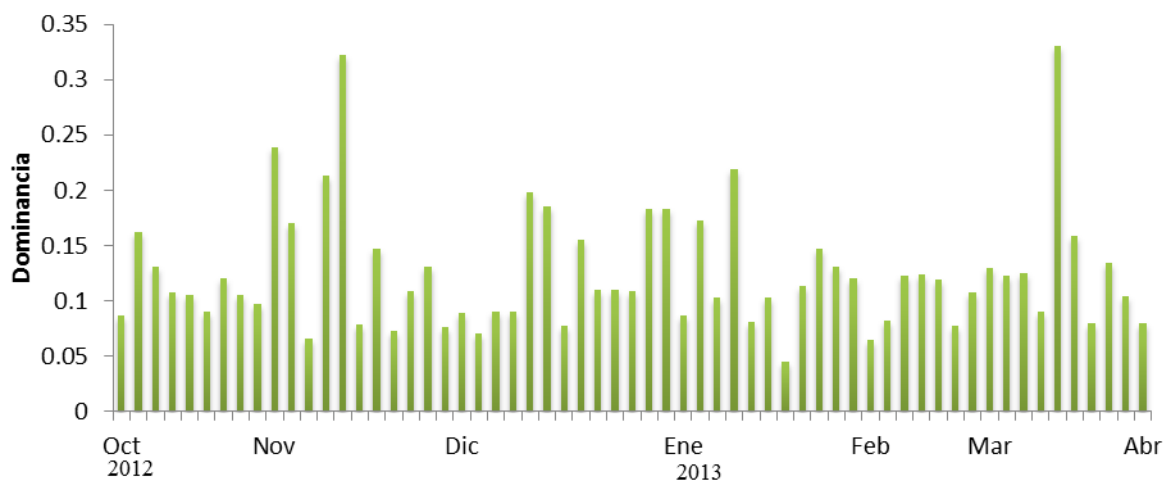


Figura 8. Dominancia por muestreo, del estudio aves insectívoras



Gremios alimenticios

Las 49 especies quedaron clasificadas en tres gremios de acuerdo a sus estrategias de alimentación: 20 especies pizcadoras dentro del cual resaltan *Haemorhous mexicanus* y otra más con la abundancias más altas, en el gremio de los revoloteadores se registraron 20 especies, incluidos todos los parúlidos. Las rastreadoras son las que tienen la menor cantidad de especies con 9, entre ellas *Empidonax* sp. y *Pyrocephalus rubinus* (Figura 11).

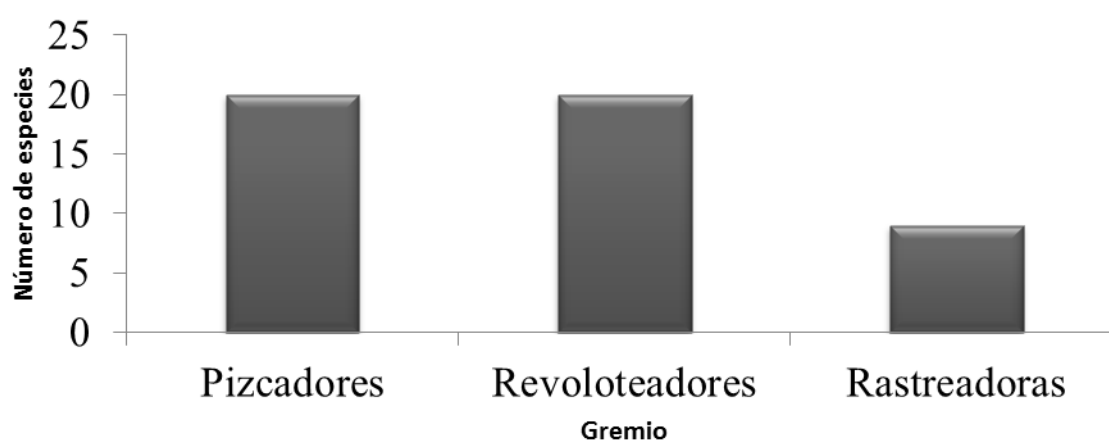


Figura 11. Número de especies pertenecientes a cada gremio alimenticio.



Observación de comportamiento gregario de las aves insectívoras

Se registraron 21 especies en grupos de forrajeo el número promedio de especies por grupo fue de 3.1 (mínimo 2, máximo 6), con una abundancia por grupo promedio de 9 individuos (mínimo 2, máximo de 34, Anexo IV).

La mayor cantidad de especies se presentó con baja frecuencia formando parvadas (1-10%), entre estas podemos citar a *Oreothlypis ruficapilla* y *Turdus migratorius*. La especie con frecuencia más alta fue *Setophaga coronata* (21-25%). La mayor parte de las parvadas correspondieron a aves pequeñas y revoloteadoras como *Oreothlypis ruficapilla*, *Setophaga nigrescens* y *Cardellina pusilla*.

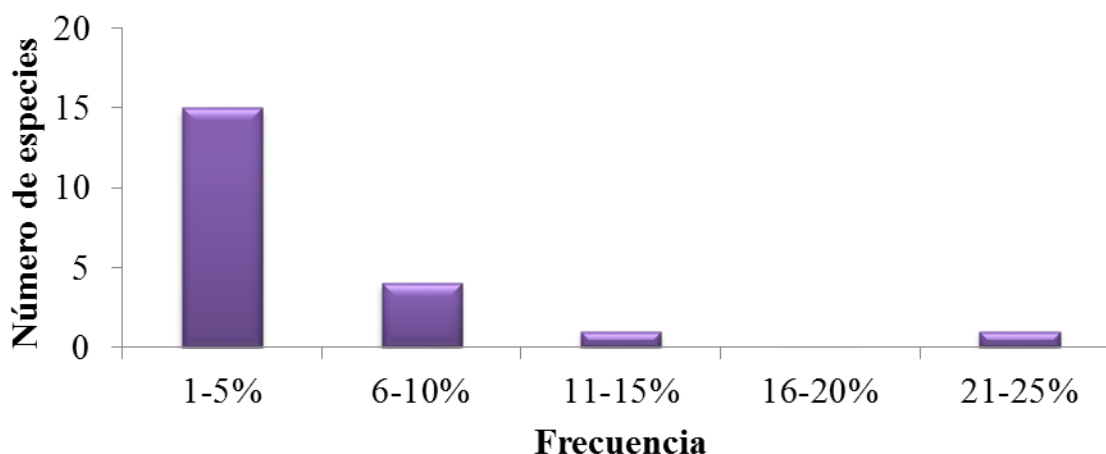


Figura 9. Frecuencia de presencia de las aves insectívoras

Se tomaron nota de 328 observaciones gregarias, en ocho de los diez sitios de muestreo teniendo como sitio con mas abundancia de individuos la zona 6 con (53) y con menor la zona 5 donde no se registraron observaciones gregarias (Tabla 1).

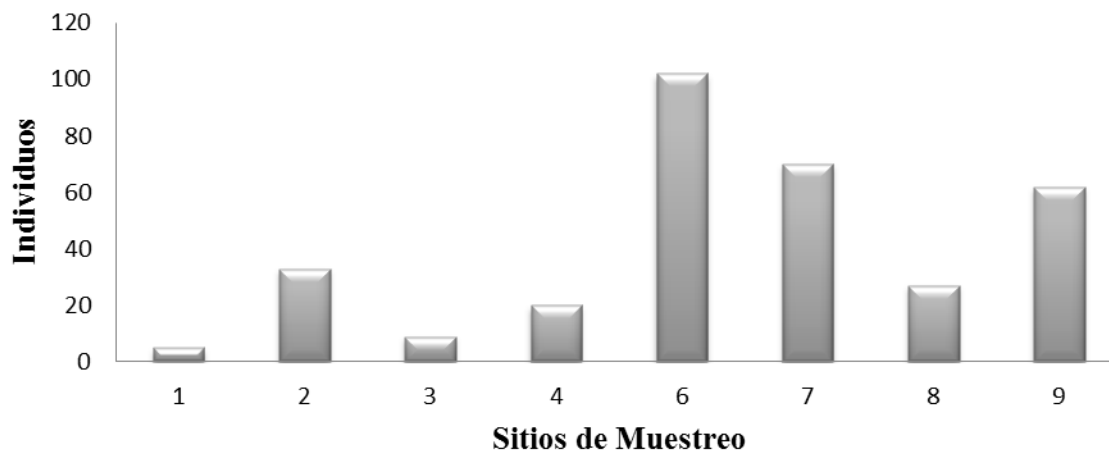


Figura 10. Numero de individuos por sitio de muestreo en eventos de forrajeo

Respecto a las pautas conductuales en los grupos, la conducta de alimentación tuvo una mayor cantidad de registros con 93, seguido por la búsqueda en el suelo. En lo que compete a las zonas de muestreo el de mayor abundancia de conductas fue el sitio 6 donde se presentaron varios organismos de la familia Parulidae alimentándose en conjuntos (Tabla 1).

Tabla 1. Conteo de pautas conductuales en grupos

Sitio de Muestreo	Observación Gregaria					Total general
	Alimentación	Búsqueda en el suelo	Flycatching	Percha	Volando	
1	1	1				2
2	19					19
3	4				2	6
4	11					11
6	41	7	2	2		53
7	8	12	2			22
8		7				7
9	9	2		2	2	15
Total general	93	29	4	4	3	135



Caracterización vegetal

La vegetación dentro de los sitios de muestreo incluyó principalmente árboles de gran tamaño en la mayoría de las zonas. La zona que presentó el promedio de altura más alto fue la zona 5 con 22.5 m y la de menor altura fue en la zona 7 (5.5 m promedio). Para los arbustos la zona con mayor altura fue la zona 5 con 5.3 m y la zona que no presentaban arbustos fueron la zonas 6 y 9 (Figura 12). El sitio J.B no se midió la cobertura arbustiva ya era muy baja y muy densa y no se distinguía entre una y otra especie.

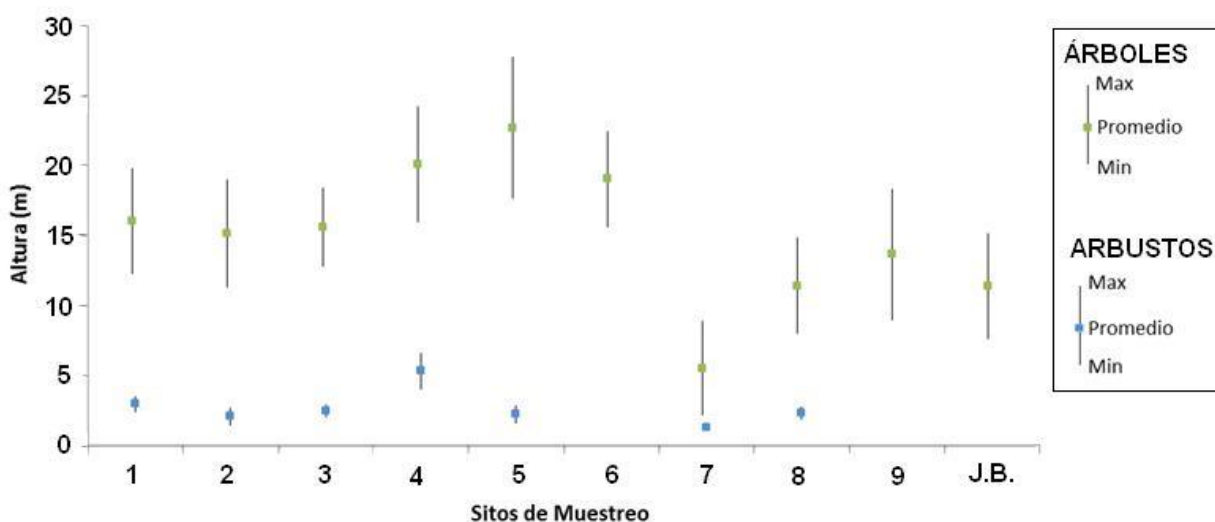


Figura 12. Comparación entre altura promedio y valores extremos de altura de árboles y arbustos en la FES-I



La superficie de cada uno de los sitios de muestreo es de 1963.49 m^2 , la cobertura vegetal calculada fue en promedio de 1997.22 m^2 , esto se debió a que muchos árboles que fueron medidos individualmente cruzaban sus copas con otros, de modo que toda el área presentaba cobertura arbórea, sin embargo se presenta el valor que resultaría de la suma de las coberturas de cada árbol. El valor máximo se presentó en la zona 5 con 4243.81 m^2 y la menor en la zona 7 con 1129.56 m^2 . Para la cobertura arbustiva se obtuvo un promedio de 1084.38 m^2 la zona con la mayor cobertura arbustiva fue la zona 5 con 345.57 m^2 la zonas que no presentaron cobertura arbustiva fueron la zona 6 y 9 (Figura 13). En el Jardín Botánico (J.B) se encuentra casi en su totalidad cubierta de un estrato herbáceo. No se midió la cobertura arbustiva ya que era muy baja y densa, sin poder distinguir entre una y otra planta.

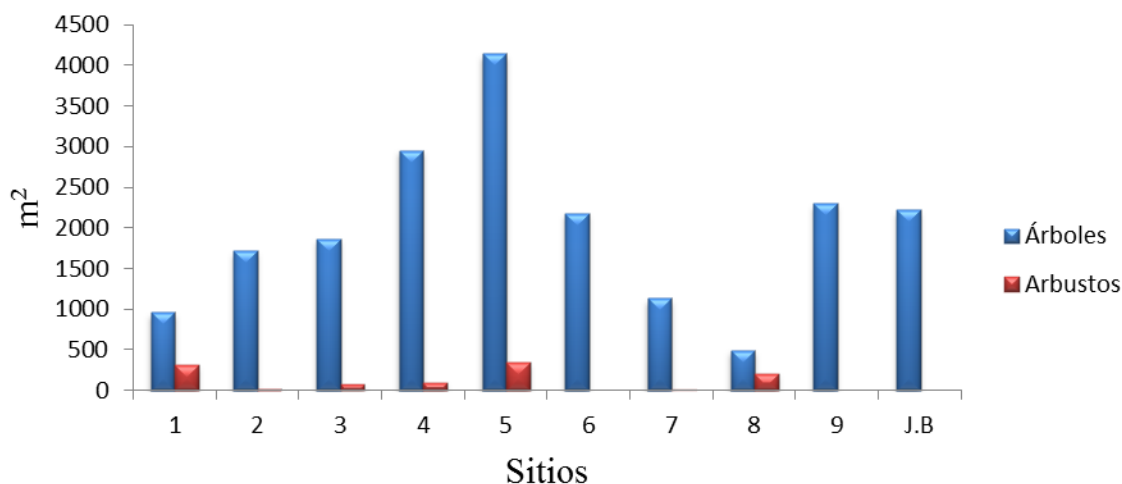


Figura 13. Coberturas vegetales arbóreas y arbustivas en los sitios de muestreo en la FES-I



Relación de aves con la presencia de insectos

Se colectaron 1814 insectos de 22 órdenes en las nueve zonas de muestreo. La mayor cantidad de individuos fue el orden Díptera con un total de 485. La zona más rica fue la 8, con 645 individuos (Tabla 2). El inventario cualitativo de artrópodos del jardín botánico (J.B) indica gran diversidad en este sitio (Anexo 2).

Tabla 2. Listado de órdenes de Artrópodos y total de individuos.

Ordenes/Puntos de conteo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total general
Heterobranchia		1			1					2
Scorpionida					1					1
Araneae	6	16	12	13	12	13	7	16	14	109
Opillionida			1							1
Opiliocarida		3		1				4		8
Isopoda		3								2
Ephemeroptera		1	3				5		3	12
Orthoptera	1					1				2
Hemiptera	39	106	125	40	19	40	28	45	43	485
Homoptera	1	10	4	2	8	2	5	21	4	57
Isoptera								10		10
Mallophaga	2									2
Thysanoptera							1			1
Coleoptera	1	8	7	3	6	1	6	3	5	40
Lepidoptera			2	1			1	1		5
Diptera	37	70	128	26	31	96	41	513	37	979
Siphonaptera							1		3	4
Himenoptera	4	6	9	5	9	4	13	32	9	91
Phasmatodea	1									1
Plecoptera					1					1
Total general	92	224	291	91	88	157	108	645	118	1814



La biomasa de los insectos se agrupó por quincena de muestreo correspondiente y a su vez se le agregó la cantidad de individuos por muestreo. El promedio de pesos por quincena fue de 1.305 g, el mayor peso (2.788gr) se registró en el primer muestreo de 2012 y el menor peso (0.379gr) el 15 de marzo del 2013 (Tabla 3).

Tabla 3. Biomasa en gramos de peso de insectos por quincena muestreada

No. Control	Año	Mes	Día	Biomasa/ g	No. Individuos X/quincena
1	2012	10	15	2.7882	121
2	2012	11	1	1.762	254
3	2012	11	15	1.3235	117
4	2012	12	1	2.4097	131
5	2012	12	15	0.6765	177
6	2013	1	1	1.1127	428
7	2013	1	15	1.0683	293
8	2013	2	1	0.5175	48
9	2013	2	15	1.3152	91
10	2013	3	1	0.5175	38
11	2013	3	15	0.3787	56
12	2013	4	1	1.7882	60

La riqueza y abundancia de insectos por zona fue variable. La menor variación de riqueza de órdenes se registró en la zona 1, los valores más altos en la zona 2 y la mayor variación en la zona 9 (Figura 14 a). Los órdenes mejor representados en las 9 zonas fueron Díptera, Hemíptera y Araneae. Los sitios vs número de individuos de insectos muestran que el sitio con la valores más altos es el 8 con una gran abundancia de dípteros y zona más escasa en insectos es la zona 5 solo con algunos sobresalientes en el orden Hemíptera (Figura 14 b).

Los sitios vs la riqueza de especies de aves mostro que el sitio 3, 6, 7 mostraron 8 especies siendo constante *Haemorhous mexicanus*, *Quiscalus mexicanus* y *Pyrocephalus rubinus*. El número más alto de aves se presentó en el sitio 3 con casi 70 individuos de *Psaltriparus minimus* (Figura 14 c).

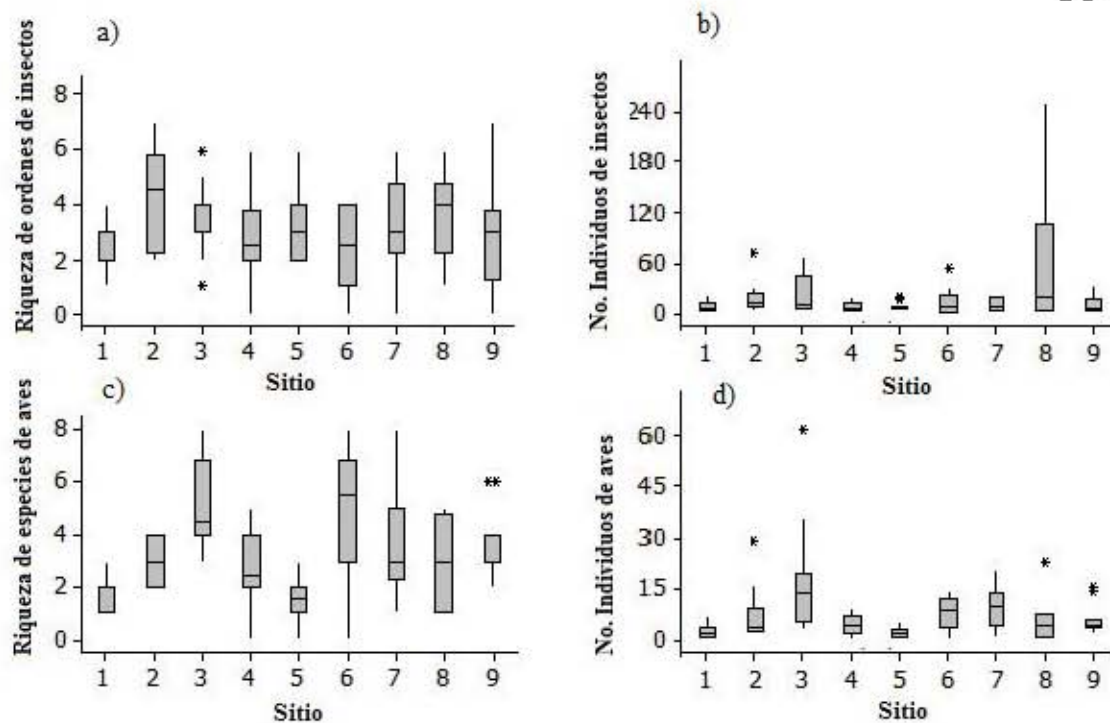


Figura 14. Descripción de riqueza máxima y mínima de órdenes de insectos a), Sitios vs Riqueza de insectos b), los sitios vs número de individuos de insectos c) Sitios vs Riqueza de especies de aves d), Sitio vs número de individuos de aves. Se presenta el mapa de la FES-I como referencia



Las pruebas de Kruskal-Wallis, riqueza de órdenes de insectos vs riqueza de especies de aves no muestra tendencia significativa ($H=0.50$ $p=0.479$, Figura 15, a). Número De individuos de insectos vs riqueza de especies de aves no muestra tendencia significativa ($H= 0.00$ $p=1.00$, Figura 15, b). Riqueza de órdenes de insectos vs número de individuos de aves no muestra tendencia significativa ($H=0.34$ $p=0.560$, Figura 15, c). Número de individuos de insectos vs número de individuos de aves, muestra una tendencia significativa entre la cantidad de insectos muestreados y numero de aves ($H=4.29$ $p= 0.038$, Figura 15, d).

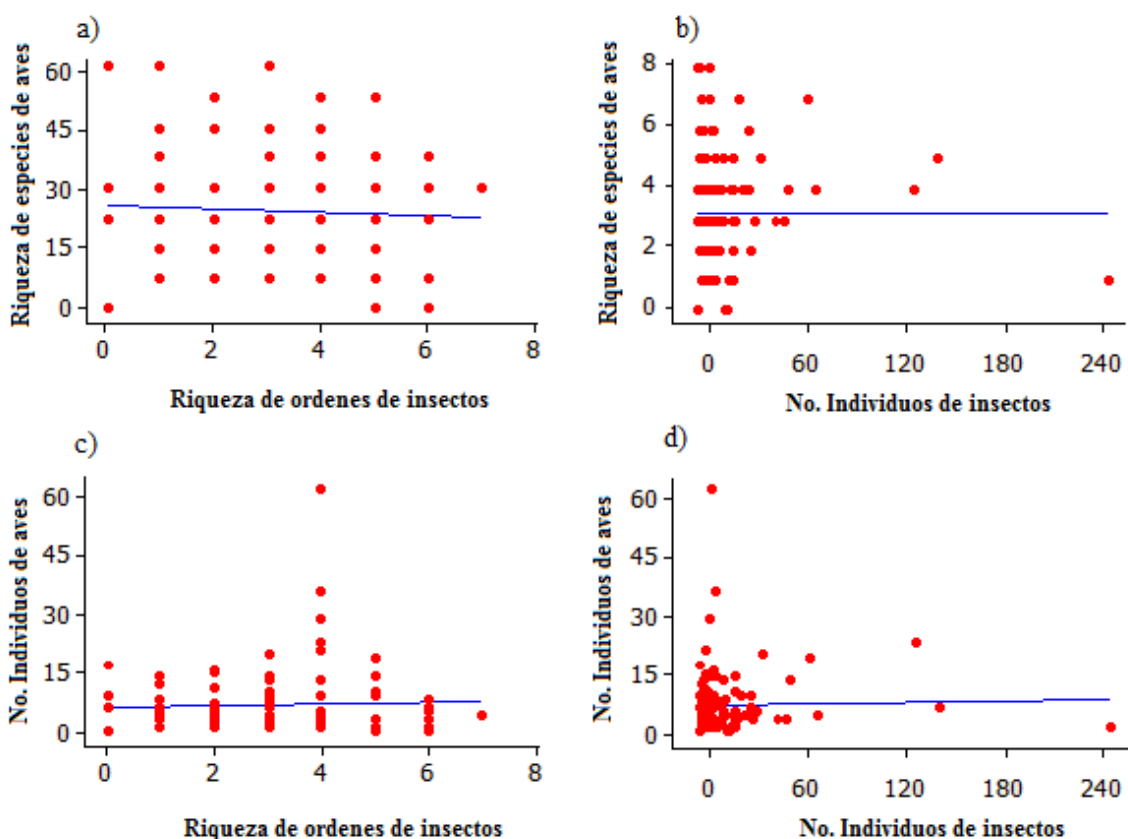


Figura 15. Análisis de Kruskal-Wallis riqueza de órdenes de insectos vs riqueza de especies a), Número De individuos de insectos vs riqueza de especies de aves b), Riqueza de órdenes de insectos vs número de individuos c), Número de individuos de insectos vs número de individuos de aves d)



Las pruebas de correlación de Serman mostraron que estadísticamente no existieron relaciones significativas con ninguna de las pruebas realizadas (Figura 16).

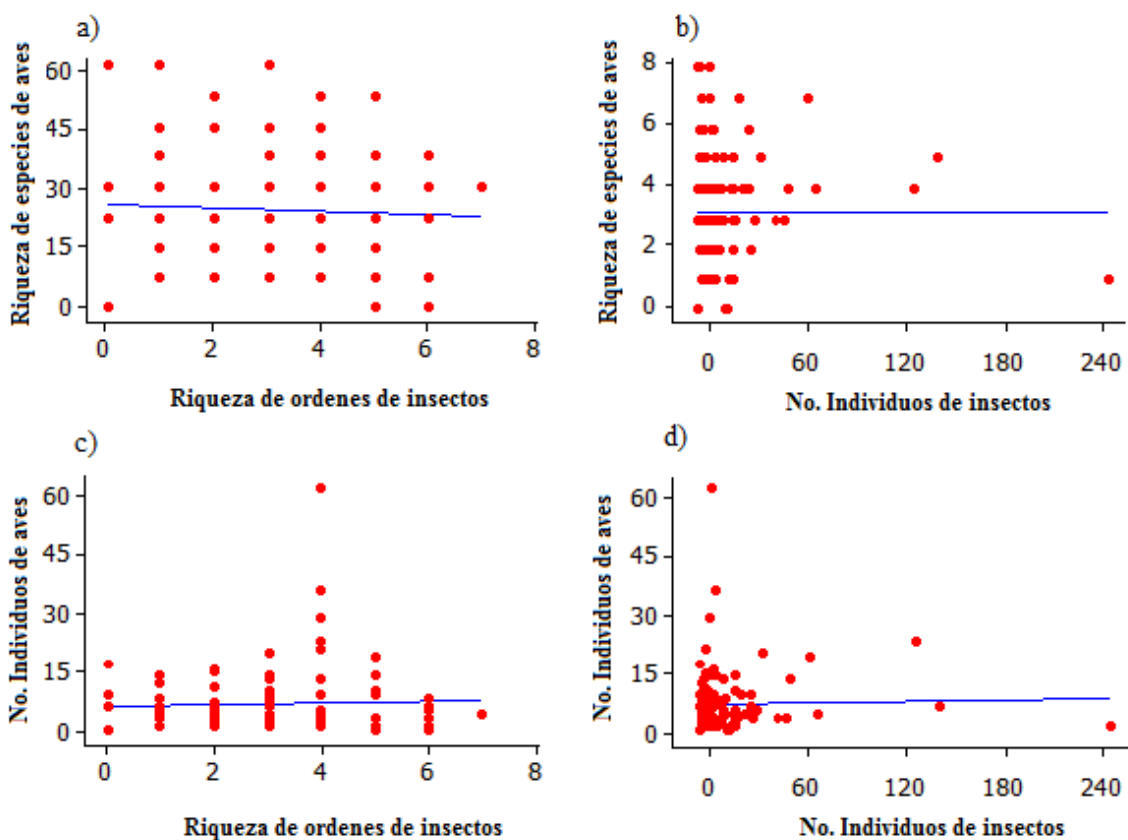


Figura 16. Diagramas de dispersión donde se muestra la relación entre especies de aves individuos de artrópodos, órdenes de artrópodos, biomasa de artrópodos y individuos de aves vs aves individuos de artrópodos, órdenes de artrópodos, biomasa de artrópodos



DISCUSIÓN

Composición de la comunidad de aves insectívoras

Las áreas verdes en las zonas urbanas son de mucha importancia ya que influyen positivamente en la abundancia de especies para las comunidades de aves (Carbó-Ramírez y Zuria, 2011). En la FES-I, se registraron 49 especies consumiendo insectos de las cuales 20 son migratorias invernantes. Esto apoya la teoría propuesta por MacArthur y Wilson (1967) de que los parches de vegetación en las zonas urbanas actúan como islas donde se aumenta la riqueza de especies. Otros autores que han sugerido que los patrones en la estructura de las comunidades en áreas urbanas siguen una dinámica similar a la de las zonas naturales (Niemela 1999).

Además del área, es claro que factores antrópicos como el número de estudiantes, personas realizando actividades deportivas en ciertas horas de la mañana puede afectar la dinámica de las comunidades de las aves. La cantidad de personas que realizan actividades al exterior por las mañanas dentro de la FES-I ejercen una presión negativa sobre la riqueza. Esto lo han encontrado otros autores en parques de ciudades Europeas (Fernández-Juricic 2000).

Los resultados concuerdan con los de Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors (2009), donde la abundancia total aumentó hacia el centro, contabilizando las especies residentes, mientras que las migratorias presentaron mayores abundancias en sitios donde el follaje era más alto y resultaba ser más factible para ellos como lo fueron las zonas 3, 6 y el J.B que eran zonas con mayor cobertura vegetal. Varios estudios han encontrado que la riqueza y la abundancia total tenían relación inversa con el desarrollo urbano (Atchinson y Rodewald 2006, Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors 2009, Carbó-Ramírez y Zuria 2011). Un efecto positivo adicional de la penetración de los asentamientos humanos dentro de las zonas verdes como la FES-I es que dentro se modula la temperatura atmosférica y en invierno probablemente no son tan hostiles, lo



cual favorece la supervivencia de las aves, existen pruebas de que las aves pasan un tiempo prolongado en áreas verdes urbanas durante su migración (Seewagen *et al.* 2010).

La alteración del hábitat se asocia con abundancias elevadas de aves gregarias como los tordos, zanates o gorriones; en contraparte, se esperaría una disminución en la diversidad de migratorias en áreas muy deterioradas (Fernández-Juricic 2003, Devictor *et al.* 2008). En el presente estudio la dominancia está representada por especies residentes como *Quiscalus mexicanus*, *Haemorhous mexicanus*, *Thryomanes bewickii* y *Turdus migratorius*. La migratoria más abundante fue *Setophaga coronata*, que sólo estuvo ausente en un muestreo, esta especie es frecuente tanto en parques urbanos, como en áreas naturales y su dominancia aumenta en zonas donde la vegetación se hace más densa (Donnelly y Marzluff 2004).

Gremios alimenticios

Unno (2002) afirma que las especies con amplio espectro de técnicas de forrajeo respondieron de manera más flexible a la distribución espacial de las presas que aquellas con tácticas de forrajeo especializadas, como los tiránidos (Holmes y Schultz 1988). Las especies de aves del gremio revoloteador han sido categorizadas como evasoras de ambientes urbanos o “urban avoiders”, son a menudo raras en parques céntricos en ciudades grandes (McKinney 2002). Sin embargo, *Setophaga coronata*, *Oreothlypis celata*, *O. ruficapilla*, *Cardellina pusilla*, *Polioptila caerulea* y *Regulus calendula*, ocuparon casi la totalidad de los sitios de estudio. Lamentablemente, poco se sabe sobre la selección de hábitat, el comportamiento alimentario de parúlidos, *Empidonax* y *Psaltriparus minimus* en zonas urbanas.



Observación de comportamiento gregario de las aves insectívoras

Los resultados de este trabajo apoyan la hipótesis de que la ocurrencia de las especies en parvadas depende de su abundancia en el ambiente (Hutto 1994). Las especies más frecuentes en parvadas en la FES-I (*Oreothlypis ruficapilla*, *Geothlypis trichas*, *Setophaga coronata*, *Setophaga nigrescens*, *Setophaga townsendi* y *Cardellina pusilla*) también son frecuentes en ambientes naturales como la reserva de Chamela en Jalisco (Leopoldo Vázquez, com. pers) y corresponden a algunos de los parúlidos migratorias más abundantes en México. En las parvadas de forrajeo estas especies son frecuentes en las comunidades de diferentes ambientes, tanto tropicales (Thiollay y Jullien 1998) como templados (Dolby y Grubb 1998). Mientras que especies como *Contopus pertinax*, *Empidonax* spp., *Pyrocephalus rubinus* no mostraron tendencias para agruparse.

Con respecto a la frecuencia y abundancia de las aves, dentro de las cuales *Haemorhous mexicanus*, es la especie más importante por su ocurrencia, su abundancia la vuelve muy conspicua, lo que parece ser determinante para la cohesión de los grupos, por lo que consideró como la especie nuclear de las parvadas (Short, 1961). Otras especies importantes fueron *Quiscalus mexicanus*, *Setophaga coronata* y *Turdus migratorius*.

Caracterización vegetal

La arquitectura de la vegetación es un factor ambiental que dicta las preferencias de forrajeo (Robinson y Holmes 1982). Whelan (2001) determinó de manera experimental que la búsqueda de alimento para las aves insectívoras se relaciona más con la disposición y densidad del follaje, que con la cantidad de recurso. Esto no ocurrió en el presente estudio, ya que las mayores abundancias y diversidades no se presentaron en los sitios con mayor cobertura como los sitios 4,



5 y 9. Esto puede deberse al mayor tránsito de personas en estos sitios. Otra explicación es que al menos en la zona 5 dominan árboles del género *Cupressu spp* y se ha visto que éstos árboles presentan menor presencia y disponibilidad de alimento por la estructura de su follaje (Charre 2013).

Dentro de las especies vegetales mejor representadas en los sitios del estudio, resaltan dos caducifolias: los álamos (*Populus spp*) y el fresno (*Fraxinus spp*). Estas influyeron sobre la cantidad de recursos, ya que por su fenología, las hojas tienden a perderse durante el invierno, y podrían dictar la selección de los árboles por las aves en cuanto a la cantidad de presas disponibles (Rodewald y Brittingham 2007).

Finalmente, resulta complejo explicar las preferencias alimenticias, ya que la vegetación de la FES-I fue inducida y está constituida tanto de plantas nativas como exóticas, que no siguen un patrón natural de sucesión vegetal, además de que la tala y poda modifican de manera importante la arquitectura del arbolado.

Relación de aves con la presencia de insectos

La competencia entre especies migratorias por hábitats de calidad lleva a diferencias locales pronunciadas en sus densidades conforme hay más territorios y/o se saturan los hábitats (Sherry y Holmes 1996). McKinney (2002) encontró que la presencia de las aves residentes en temporada de invierno no parece determinar la composición y distribución de las especies migratorias. En cambio, Jedlicka *et al.* (2006) mostraron que algunas especies residentes como *Quiscalus mexicanus* y *Haemorhous mexicanus*, en presencia de las migratorias (algunos parúlidos) modifican su distribución y comportamiento: en el medio natural esto se refleja en un cambio en el forrajeo, permitiendo así evitar la competencia con las migratorias. Esto último ocurrió en el



presente estudio; en la zona 8 y 9 se presentaba una gran cantidad de *Quiscalus mexicanus* y las migratorias fueron poco frecuentes. En cambio en la zona 6 se presentaba una gran cantidad de parúlidos, y pocas residentes, esto sugiere que varias especies migratorias mostraron cierta adaptación al ámbito urbano.

Varios autores han encontrado una correlación significativa entre la abundancia de insectívoros y de insectos (Robinson y Holmes 1982, Raley y Anderson 1990, Johnson y Sherry 2001). El presente estudio no mostró este patrón, ya que la abundancia de los insectos no se relacionó ni con la riqueza ni con la abundancia de aves en las zonas de muestreo.

Durante la época de migración, el alimento disponible resulta ser entonces un factor decisivo en el establecimiento de las aves (Moore y Yong 1991). Sin embargo, la disponibilidad no necesariamente está representada por la abundancia de presas (Johnson 2000). La actividad de los insectos puede hacerlos más o menos conspicuos, igual que su morfología y comportamiento (Raley y Anderson 1990) así como su distribución espacial (Johnson y Sherry 2001). Greenberg y Gradwohl (1980) proponen que los insectos eligen los niveles de las hojas por razones fisiológicas (control de temperatura y humedad), más que por evitar ser depredados. Esto puede explicar la poca abundancia de los insectos en todas las zonas. Otra razón importante es que el muestreo correspondió al invierno, cuando la abundancia natural de insectos es menor. Por otro lado, la arquitectura del follaje puede modificar el uso de la vegetación por las aves (Holmes y Robinson 1981) y afectar al mismo tiempo el éxito en la captura de presas (Robinson y Holmes 1982). En la FES-I no se registró la cantidad de insectos en el dosel de los árboles.

En consecuencia, podemos ver que las preferencias son más el resultado de una adaptación a un nuevo paisaje y un cambio de las estructuras vegetales y del recurso. Debido a que la estructura



del arbolado en un área verde está diseñada para dar espacio a los alumnos, muchas zonas quedan abiertas con césped y pocos arbustos.

En resumen, debido a que la estructura del arbolado en la FES-I está diseñada para dar espacio a las personas, la conducta de la avifauna presente puede ser más el resultado de una adaptación a un nuevo paisaje y un cambio de las estructuras vegetales y del recurso, con patrones distintos a lo registrado en ambientes no alterados, donde la presencia de herbáceas y arbustos es mayor y hay menos factores externos a la dinámica natural de los insectos y las aves.



CONCLUSIONES

- Pese a la alteración del entorno que rodea a la FES Iztacala, su cobertura vegetal permite la presencia de un diverso gremio de aves insectívoras residentes y migratorias, que al igual que en ambientes naturales establecen parvadas interespecíficas para aprovechar una oferta abundante del recurso insectos.
- Los resultados del presente estudio sugieren que la disponibilidad de alimento está en función de (i) el tipo y abundancia de presas presentes, (ii) la estructura y características de los árboles, lo que influye la disponibilidad y accesibilidad de animales, y (iii) las habilidades conductuales y la morfología de cada especie de aves para percibir y capturar esas presas.
- Resultó ser complejo explicar las preferencias alimenticias, ya que la estructura de la vegetación en la FES-I en particular en los que fueron plantados, no sigue un patrón natural de sucesión vegetal, ya que la tala y poda modifican de manera importante la arquitectura del arbolado. En consecuencia, podemos ver que las preferencias son más el resultado de una adaptación a un nuevo paisaje y un cambio de las estructuras vegetales y del recurso.
- Poco se sabe sobre la selección de hábitat, el comportamiento alimentario de estos parúlidos en zonas urbanas, y estudios complementarios son necesarios para entender sus preferencias de hábitat en estos hábitats.
- Un objetivo de la ecología urbana es establecer o facilitar la convivencia entre fauna silvestre y las actividades humanas, la preservación o restauración de la vegetación nativa. Por lo tanto, eso debe de ser una prioridad desde la perspectiva de la conservación.



LITERATURA CITADA

- Acuña, M D. *en proceso*. Avifauna de la FES Iztacala, UNAM. Estudio Comparativo. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tlalnepantla, Estado de México.
- A.O.U. (American Ornithologists' Union). 2013. Check-list of North American birds. [en línea] <http://checklist.aou.org/taxa>. Consultado diciembre 2013.
- Arizmendi, M., C., H. Berlanga, L. Márquez, F. Navarijo-Omelas. 1990. Avifauna de la región de Chamela Jalisco. Cuadernos del Instituto de Biología 4. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arizmendi, M. C., J. F. Ornelas. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in México. Biotropica 22(2): 172-180.
- Atchinson K. A., A. D. Rodewald. 2006. The Value of Urban Forests to Wintering Birds. Natural Areas Journal 26: 280-288.
- Beauchamp, G. 2004. Flocking by birds on islands with relaxed predation. Proceedings Biological Sciences 271(1543): 1039-1042.
- Bennett, D., D. Humphries. 1985. Ecología de campo. 3ra reimpresión. Ed. Hermann Blume, Madrid, 362-375
- Berner, T. O, T. C. Grubb. 1985. An experimental analysis of mixed-species flocking in birds of deciduous woodland. Ecology 66(4): 1229-1236.
- Chace, J.F., J. J. Walsh. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. Landscape. Urban Plann. 74, 46-69.



- Bolger, D. T., A. V. Suarez, K. R. Crooks, S. A. Morrison, T. J. Case. 2000. Arthropods in urban habitat fragments in southern California: Area age and edge effects. *Ecological Applications* 10(4): 1230–1248.
- Carbó-Ramírez P., I. Zuria. 2011. The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city. *Landscape and Urban Planning*. 213 – 222.
- Casas-Andreu G. 1989. Los Anfibios y Reptiles y su estado de conservación en el Valle de México. *Ecología Urbana*. Sociedad Mexicana de Historia Natural. Volumen especial.
- Chace, J. F., J. J. Walsh. 2004. Urban effects on native avifauna: A review. *Landscape and Urban Planning* 74: 46–69.
- Charre, G. 2013. Importancia de la fragmentación, de la estructura de la vegetación y disponibilidad del alimento en la distribución de aves migratorias insectívoras en parques de la ciudad de México. Tesis para obtener el grado de Doctor. Universidad Autónoma México.
- Devictor, V, R. Julliard, J. Clavel, F. Jiguet, A. Lee, D. Couvet. 2008. Functional biotic homogenization of bird communities in disturbed landscapes. *Global Ecology and Biogeography* 17: 252–261.
- Dolby A., T. C. Grubb. 1998. Benefits to satellite members in mixed-species foraging groups: an experimental analysis. *Animal Behavior* 56: 501-509.
- Donnelly, R., J. M. Marzluff. 2004. Importance of reserve size and landscape context to urban bird conservation. *Conservation Biology* 18 (3): 733–745.
- Duarte, M. T. 2001. Caracterización de la Comunidad de aves de la UNAM Campus Iztacala. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Tlalnepantla, Estado de México.



- Durán, D. A., C. A. Cisneros, V. A. Vargas. 2007. Bioestadística. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Segunda reimpresión. Tlalnepantla, Estado de México.
- Escalante, P, A. M. Sada, J. Robles-Gil. 1996. Listado de los Nombres comunes de las aves de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sierra Madre. México D. F.
- Facultad de Estudios Superiores Iztacala (Modificado). Escala no vista. Google Earth 2013. <https://www.google.com.mx/maps/preview/@19.5245003,-99.1920388,16> . (25 de Septiembre 2013).
- Fernández-Juricic, E. 2000. Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape. Conservation Biology 14: 513–521.
- Fernández-Juricic, E. 2003. Spatial and temporal analysis of the distribution of forest specialists in an urban fragmented landscape (Madrid, Spain), implications for local and regional bird conservation. Landscape and Urban Planning 69: 17–32.
- Gaddis, P. 1980. Mixed flocks, Accipiters, and antipredator behavior. Condor 82: 348-349.
- Gram, W. K. 1998. Winter participation by neotropical migrant and resident birds in mixed-species flocks in northeastern Mexico. Condor 100: 44-53.
- Greenberg, R., J. Gradwohl. 1980. Leaf surface specialization of birds and arthropods in a Panamanian forest. Oecologia 46(1): 115–124.
- Holmes, R. T., S. K. Robinson. 1981. Tree species preferences of foraging insectivorous birds in a Northern hardwoods forest. Oecologia 48(1): 31–35.
- Holmes, R. T, J. C. Schultz. 1988. Food availability for forest birds: effects of prey distribution and abundance on bird foraging. Canadian Journal of Zoology 66(3): 720–728.



- Holmes, R. T, J. C. Schultz, P. Nothnagle. 1979. Bird Predation on forest Insects: An Exclosure Experiment. Science, New Serie 206: 462-463.
- Hutto, R. L. 1981. Seasonal variation in the foraging behavior of some migratory Western Wood Warblers. The Auk 98(4): 765-777
- Hutto, R., S. Pletschet, P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. Department of Zoology, University of Montana, Missouia.
- Hutto, R. L. 1987. A description of mixed-species insectivorous bird flocks in western Mexico. Condor 89: 282-292.
- Hutto, R. L. 1990. Measuring the availability of food resources. Studies in Avian Biology 13: 20-28.
- Hutto, R. L. 1992. Habitat distributions of migratory landbirds species in western México. Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds. p. 221-239. En: Magan, J. M. III., D. W. Johnston (eds). Smithsonian Institution Press. Washington. E.U.A.
- Hutto, R. L. 1994. The composition and social organization of mixed-species flocks in a tropical deciduous forest in western Mexico. Condor 96: 105-118.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2011. Carta topográfica 1:50 000.
- Infante, M. S. 2011. Tácticas de Forrajeo de tres especies de aves migratorias neotropicales en el bosque de Tlalpan, Distrito Federal. Tesis de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.



- Jedlicka, J. A., R. Greenberg, I. Perfecto, S. M. Philpott, T. V. Dietsch. 2006. Seasonal shift in the foraging niche of a tropical avian resident: Resource competition at work? Journal of Tropical Ecology 22: 385–395.
- Johnson, M. D. 2000. Evaluation of an arthropod sampling technique for measuring food availability for forest insectivorous birds. Journal Field Ornithology 71(1): 88–109.
- Johnson, M. D., T. W. Sherry. 2001. Effects of food availability on the distribution of migratory warblers among habitats in Jamaica. The Journal of Animal Ecology 70(4): 546–560.
- Kaufman, K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica. Houghton Mifflin, New York, New York, USA.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. 2^a edición. Addison Wesley Longman. E.U.A.
- López-Forment, C. W. 1989. La situación actual de los mamíferos silvestres en el Valle de México. Ecología Urbana. Sociedad Mexicana de Historia Natural. Volumen especial.
- MacArthur, P. H. E., O. Wilson. 1967. The theory of island biogeography. Monographs in Population Biology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- MacGregor-Fors, I. 2009. Relation between habitat attributes and bird richness in a Western Mexico suburb. Landscape and Urban Planning 84(1): 92–98.
- MacGregor-Fors, I., L. Morales-Pérez, J. E. Schondube. 2012. From forests to cities: effects of urbanization on subtropical mountain bird communities. Studies in Avian Biology 45:33–48.
- MacGregor-Fors, I., R. Ortega-Álvarez. 2013. Ecología urbana Experiencias en América Latina. http://www.1.inecol.edu.mx/libro_ecologia_urbana/. ISBN 978-607-00-6869-0.
- Martin, T. M., J. R. Karr. 1986. Patch utilization by migrating birds: resource oriented? Ornis Scandinavica 17(2): 165–174.



- Marzluff, J., M. Ewing, 2001. Restoration of fragmented landscapes for the conservation of birds: a general framework and specific recommendations for urbanizing landscapes. Restoration. Ecology. 9, 280–292.
- McKinney, M. L. 2002. Urbanization, biodiversity and conservation. Bioscience 52(10): 883–890.
- Melles, S. J. 2005. Urban bird diversity as an indicator of human social diversity and economic inequality in Vancouver, British Columbia. Urban Habitat. 3, 25–48.
- Moore, F. R., W. Yong. 1991. Evidence of food-based competition among passerine migrants during stopover. Behavioral Ecology and Sociobiology 28(2): 85–90.
- National Geographic Society. 2008. Field Guide to the Birds of North America. National Geographic. Society. Quinta Edición. Washington D.C. USA 503 pp.
- Niemela, J. 1999. Is there a need for a theory of urban ecology? Urban Ecosystems 3(1): 57–65.
- Ortega-Álvarez, R, I. MacGregor-Fors. 2009. Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. Landscape and Urban Planning 90: 189–195.
- Peck, K. M. 1989. Tree species preferences shown by foraging birds in forest plantations in Northern England. Biological Conservation 48: 41–57
- Peterson, T., R. Chalif. 2010. Guía de aves de México. Diana. México. 472 pp.
- Pickett, S., W. Burch, S. Dalton, T. Foresman, J. Morgan, R, Rowntree. 1997. A conceptual framework for the study of human ecosystems in urban areas. Urban Ecosystems 1, 185–199.



- Raley, C. M., S. H. Anderson. 1990. Availability and use of arthropod food resources by Wilson's warblers and Lincoln's sparrows in Southeastern Wyoming. The Condor 92(1): 141–150
- Reforestemos México, A.C. Guía para medición de árboles. Centinelas del Tiempo. Registro de árboles majestuosos de México.
- Robinson, S. K., R. T. Holmes. 1982. Foraging behavior of forest birds: The relationships among search tactics, diet, and habitat structure. Ecology 63(6): 1918–1931.
- Rodewald, P. G., M. C. Brittingham. 2007. Stopover habitat use by spring migrant landbirds: The role of habitat structure, leaf development, and food availability. The Auk 124(3): 1063–1074.
- Sandoval, L. S., J. Tapia. 2000. Estudio dasonómico y dendrológico de las especies leñosas del campus Iztacala - UNAM para una eficiente gestión de las áreas verdes. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Tlalnepantla, Estado de México.
- Seewagen, C. L., E. J. Slayton, C. G. Guglielmo. 2010. Passerine migrant stopover duration and spatial behaviour at an urban stopover site. Acta Oecologica 36(5): 484–492.
- Sherry, T. W., R. T. Holmes. 1996. Winter habitat quality, population limitation, and conservation of Neotropical-Nearctic migrant birds. Ecology 77(1): 36–48.
- Short, L. L. 1961. Interspecies flocking of birds of montane forest in Oaxaca, Mexico. Wilson Bulletin 73(4): 341-347
- Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. 2005. Atlas Universal y de México. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. México.
- Thiollay, J. M., M. Jullien. 1998. Flocking behaviour of foraging birds in a neotropical rain forest and the antipredator defence hypothesis. Ibis 140: 382-394.



- Unno, A. 2002. Tree species preferences of insectivorous birds in a Japanese deciduous forest: The effect of different foraging techniques and seasonal change of food resources. Ornithological Science 1: 133–142
- Whelan C. 2001. Foliage structure influences foraging of insectivorous forest birds: An experimental study. Ecology 82(1): 219–231.



ANEXO I. SISTEMATICA DE AVES

Taxa	Nombre común (Escalante <i>et al.</i> , 1996)	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Abund Relativa	Abund min	Abund max	Abund Promedio
APODIFORMES								
Trochilidae								
<i>Cyananthus latirostris</i>	<i>colibrí pico ancho</i>	48	61.02	3.75	1.22	1	4	1.33
<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>zafiro oreja blanca</i>	1	1.69	0.10	0.03	1	1	1.00
<i>Amazilia beryllina</i>	<i>colibrí berilo</i>	147	84.75	5.21	3.75	1	10	2.94
<i>Lampornis clemenciae</i>	<i>colibrí garganta azul</i>	22	30.51	1.88	0.56	1	2	1.22
PICIFORMES								
Picidae								
<i>Picoides scalaris</i>	<i>carpintero mexicano</i>	11	15.25	0.94	0.28	1	2	1.22
PASSERIFORMES								
Tyrannidae								
<i>Contopus pertinax</i>	<i>pibí tengo frío</i>	3	5.08	0.31	0.08	1	1	1.00
<i>Empidonax difficilis</i>	<i>mosquero californiano</i>	5	8.47	0.52	0.13	1	1	1.00
<i>Empidonax spp.</i>	<i>mosquero</i>	23	30.51	1.88	0.59	1	2	1.28
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	<i>mosquero cardenal</i>	279	100.00	6.15	7.12	1	10	4.73
<i>Tyrannus vociferans</i>	<i>tirano gritón</i>	11	15.25	0.94	0.28	1	2	1.22
Vireonidae								
<i>Vireo solitarius</i>	<i>vireo cabeza azul</i>	4	6.78	0.42	0.10	1	1	1.00
Hirundinidae								
<i>Hirundo rustica</i>	<i>golondrina tijereta</i>	25	16.95	1.04	0.64	1	4	2.50
Aegithalidae								
<i>Psaltriparus minimus</i>	<i>sastrecillo</i>	473	61.02	3.75	12.07	1	66	13.14
Troglodytidae								
<i>Thryomanes bewickii</i>	<i>chivirín cola oscura</i>	197	93.22	5.74	5.03	1	10	3.58
Regulidae								
<i>Regulus calendula</i>	<i>reyzuelo de-rojo</i>	89	66.10	4.07	2.27	1	6	2.28



Poliophtilidae								
<i>Poliophtila caerulea</i>	<i>perlita azul-gris</i>	66	61.02	3.75	1.68	1	4	1.83
Turdidae								
<i>Turdus assimilis</i>	<i>mirlo garganta blanca</i>	1	1.69	0.10	0.03	1	1	1.00
<i>Turdus rufopalliatus</i>	<i>mirlo dorso rufo</i>	95	59.32	3.65	2.42	1	8	2.71
<i>Turdus migratorius</i>	<i>mirlo primavera</i>	345	93.22	5.74	8.80	1	22	6.27
Mimidae								
<i>Mimus polyglottos</i>	<i>centzontle norteño</i>	23	38.98	2.40	0.59	1	1	1.00
<i>Toxostoma curvirostre</i>	<i>cuitlacoche pico curvo</i>	94	67.80	4.17	2.40	1	8	2.35
Bombycillidae								
<i>Bombycilla cedrorum</i>	<i>ampelis chinito</i>	1	1.69	0.10	0.03	1	1	1.00
Parulidae								
<i>Mniotilta varia</i>	<i>chipe trepador</i>	29	40.68	2.50	0.74	1	2	1.21
<i>Oreothlypis peregrina</i>	<i>chipe peregrino</i>	4	6.78	0.42	0.10	1	1	1.00
<i>Oreothlypis celata</i>	<i>chipe corona anaranjada</i>	32	35.59	2.19	0.82	1	3	1.52
<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	<i>chipe de coronilla</i>	52	52.54	3.23	1.33	1	4	1.68
<i>Geothlypis tolmiei</i>	<i>chipe de tolmiel</i>	2	3.39	0.21	0.05	1	1	1.00
<i>Geothlypis trichas</i>	<i>mascarita común</i>	17	23.73	1.46	0.43	1	2	1.21
<i>Setophaga tigrina</i>	<i>chipe atigrado</i>	2	1.69	0.10	0.05	2	2	2.00
<i>Setophaga coronata</i>	<i>chipe coronado</i>	346	98.31	6.05	8.83	1	14	5.97
<i>Setophaga dominica</i>	<i>chipe garganta-amarilla</i>	7	10.17	0.63	0.18	1	2	1.17
<i>Setophaga nigrescens</i>	<i>chipe negro-gris</i>	47	44.07	2.71	1.20	1	4	1.81
<i>Setophaga townsendi</i>	<i>chipe negro-amarillo</i>	11	15.25	0.94	0.28	1	3	1.22
<i>Cardellina pusilla</i>	<i>chipe corona negra</i>	141	88.14	5.42	3.60	1	7	2.71
Emberizidae								
<i>Melospiza fusca</i>	<i>toquí pardo</i>	44	25.42	1.56	1.12	1	9	2.93
<i>Spizella pallida</i>	<i>gorrión pálido</i>	2	1.69	0.10	0.05	2	2	2.00
Cardinalidae								
<i>Piranga rubra</i>	<i>tángara roja</i>	11	15.25	0.94	0.28	1	2	1.22
<i>Piranga ludoviciana</i>	<i>tángara capucha roja</i>	1	1.69	0.10	0.03	1	1	1.00
<i>Cardinalis cardinalis</i>		2	3.39	0.21	0.05	1	1	1.00



Icteridae

<i>Quiscalus mexicanus</i>	<i>zanate mexicano</i>	578	100.00	6.15	14.74	1	54	9.80
<i>Molothrus aeneus</i>	<i>tordo ojo rojo</i>	14	8.47	0.52	0.36	1	4	2.80
<i>Icterus spurius</i>	<i>bolsero castaño</i>	1	1.69	0.10	0.03	1	1	1.00
<i>Icterus pustulatus</i>	<i>bolsero dorso rayado</i>	1	1.69	0.10	0.03	1	1	1.00
<i>Icterus bullockii</i>	<i>bolsero calandria</i>	4	6.78	0.42	0.10	1	1	1.00
<i>Icterus gularis</i>	<i>bolsero de Altamira</i>	2	1.69	0.10	0.05	2	2	2.00
<i>Icterus galbula</i>	<i>bolsero de Baltimore</i>	3	5.08	0.31	0.08	1	1	1.00
<i>Icterus abeillei</i>	<i>bolsero calandria</i>	9	15.25	0.94	0.23	1	1	1.00
Fringillidae								
<i>Haemorhous mexicanus</i>	<i>pinzón mexicano</i>	590	89.83	5.53	15.05	1	31	11.13
<i>Spinus psaltria</i>	<i>jilguero dominico</i>	5	6.78	0.42	0.13	1	2	1.25



Anexo II.
EN PLANTAS INSECTOS Y ARACNIDOS

Orden	Familia
Hemiptera	Coreidae
	Reduviidae
	Pentatomidae
	Tingidae (son demasiado pequeños)
	Cicadellidae
	Cercopidae
	Membracidae
	Largidae
	Delphacidae
	Miridae (pequeños)
	Aphididae (son demasiado pequeños)
Coccoideos (escamas pegadas en las plantas)	
Neuroptera	Hemerobiidae
	Chrysopidae
Orthoptera	Tettigonidae
Coleoptera	Curculionidae (son pequeños)
	Chrysomelidae
	Coccinellidae
	Scarabaeidae (Melolonthinae)
	Staphylinidae
Diptera	Calliphoridae
	Sarcophagidae
	Bombyliidae
	Syrphidae
	Tachinidae
	Muscidae
Hymenoptera	Sphecidae (muy pequeña)
	Pompilidae (a veces, es más frecuente en el



	suelo buscando arañas) Ichneumonidae (1), Hay muchas familias demasiado pequeñas como para distinguirlas a simple vista.
Clase Arachnida	Salticidae (Orden Araneae) Pholcidae (Orden Araneae) Araneidae (Orden Araneae) Arañas patonas (Orden Opiliones)

EN SUELO

Orden	Familia
Hemiptera	Miridae
Orthoptera	Stenopelmatidae Gryllidae
Hymenoptera	Pompilidae
Coleoptera	Scarabaeidae (Melolonthinae) Carabidae Staphylinidae

EN SUELO (NO INSECTOS)

Grupo	Nombre común
Clase Diplopoda	Milpiés
Clase Chilopoda	Ciempíes
Clase Malacostraca (Crustáceo)	Cochinilla de la humedad, Orden Isopoda, suborden oniscidea. Orden Amphipoda (son pequeños)
Clase Arachnida	Arañas. Orden Araneae



ANEXO III. Clasificación de especies en gremios

NO.	Especie / Gremio Alimenticio	Pizcadores	Revoloteadores	Rastreadoras
1	<i>Cyananthus latirostris</i>		X	
2	<i>Hylocharis leucotis</i>		X	
3	<i>Amazilia beryllina</i>		X	
4	<i>Lampornis clemenciae</i>		X	
5	<i>Picoides scalaris</i>	X		
6	<i>Contopus pertinax</i>		X	
7	<i>Empidonax difficilis</i>			X
8	<i>Empidonax spp.</i>			X
9	<i>Pyrocephalus rubinus</i>			X
10	<i>Tyrannus vociferans</i>			X
11	<i>Vireo solitarius</i>		X	
12	<i>Hirundo rustica</i>			X
13	<i>Psaltriparus minimus</i>			X
14	<i>Thryomanes bewickii</i>	X		
15	<i>Regulus calendula</i>		X	
16	<i>Polioptila caerulea</i>		X	
17	<i>Turdus assimilis</i>	X		
18	<i>Turdus rufopalliatus</i>	X		
19	<i>Turdus migratorius</i>	X		
20	<i>Mimus polyglottos</i>	X		
21	<i>Toxostoma curvirostre</i>	X		
22	<i>Bombycilla cedrorum</i>			X
23	<i>Mniotilta varia</i>	X		
24	<i>Oreothlypis peregrina</i>		X	
25	<i>Oreothlypis celata</i>		X	
26	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>		X	
27	<i>Geothlypis tolmiei</i>		X	



NO.	Especie / Gremio Alimenticio	Pizcadores	Revoloteadores	Rastreadoras
28	<i>Geothlypis trichas</i>		X	
29	<i>Setophaga tigrina</i>		X	
30	<i>Setophaga coronata</i>		X	
31	<i>Setophaga dominica</i>		X	
32	<i>Setophaga nigrescens</i>		X	
33	<i>Setophaga towsendi</i>		X	
34	<i>Cardellina pusilla</i>		X	
35	<i>Melospiza fusca</i>	X		
36	<i>Spizella pallida</i>	X		
37	<i>Piranga rubra</i>			X
38	<i>Piranga ludoviciana</i>			X
39	<i>Cardinalis cardinalis</i>		X	
40	<i>Quiscalus mexicanus</i>	X		
41	<i>Molothrus aeneus</i>	X		
42	<i>Icterus spurius</i>	X		
43	<i>Icterus pustulatus</i>	X		
44	<i>Icterus bullockii</i>	X		
45	<i>Icterus gularis</i>	X		
46	<i>Icterus galbula</i>	X		
47	<i>Icterus abeillei</i>	X		
48	<i>Haemorhous mexicanus</i>	X		
49	<i>Spinus psaltria</i>	X		
	Total	Pizcadores	Revoloteadores	Rastreadoras
		20	20	9



ANEXO IV. Pautas conductuales de cada una de las observaciones gregarias por especie.

Observación							
Gregaria							
Especie	Alimentación	Búsqueda en el suelo	Canto	Flycatching	Percha	Volando	Total general
Cardellina pusilla	29						29
Geothypis trichas	1						1
Haermorhous mexicanus	10	7					17
Icterus abeillei	1						1
Icterus galbula	1						1
Melasone fusca		6					6
Mimus polyglottos		1					1
Mniotilta varia	6						6
Molothrus aeneus	2						2
Oreothypis celata	3						3
Oreothypis ruficapilla	12						12



Polioptila caerulea	1				2	1	4
Quiscalus mexicanus		48			2		50
Regulus calendula	10	2			4		16
Setophaga coronata	57	1			2		60
Setophaga nigrescens	14	1					15
Setophaga towsendi	4						4
Spinus psaltripa		2					2
Toxostoma curvirostre	1	14	1				16
Tryomanes bewickii	2	4					6
Turdus migratorius	11	33					44
Turdus rufopalliatus	5	6					11
Total general	170	125	1	0	10	1	307