



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Iztapalapa

Fecha : 24/04/2017
Página : 1/1

CONSTANCIA DE PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO

La Universidad Autónoma Metropolitana extiende la presente CONSTANCIA DE PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO de MAESTRA EN BIOLOGIA de la alumna FLORENCIA ABISH DE JESUS CHAVARRIA, matrícula 2133801388, quien cumplió con los 190 créditos correspondientes a las unidades de enseñanza aprendizaje del plan de estudio. Con fecha veintisiete de abril del 2017 presentó la DEFENSA de su EXAMEN DE GRADO cuya denominación es:

DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO Y ASPECTOS DEL COMPORTAMIENTO DE FORRAJEJO EN *Pyrocephalus rubinus* y *Tyrannus vociferans* en el Parque Ecológico de Xochimilco

Cabe mencionar que la aprobación tiene un valor de 40 créditos y el programa consta de 230 créditos.

El jurado del examen ha tenido a bien otorgarle la calificación de:

Aprobada

JURADO

Presidenta

DRA. ARMIDA LETICIA PACHECO MOTA

Secretario

DR. PEDRO LUIS VALVERDE PADILLA

Vocal

M. EN C. MARIA DE LA ASUNCION SOTO
ALVAREZ

Vocal

DR. JOSE LUIS ALCANTARA CARBAJAL



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Iztapalapa

**Disponibilidad de alimento y aspectos del comportamiento de
forrajeo en *Pyrocephalus rubinus* y *Tyrannus vociferans* en el
Parque Ecológico de Xochimilco**

TESIS

Que para obtener el grado de Maestro en Biología

PRESENTA

Florencia Abish de Jesús Chavarría

Fecha

27 - Abril - 2017

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

A mi padre Claudio

A mi madre Flor

A mis hermanos

A esas pequeñas cuatro sonrisas
que iluminan mis días

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer profundamente al Dr. Corcuera Martínez del Río por el tiempo, el apoyo y la paciencia. Al M. en C. Alejandro Meléndez Herrada y al Dr. Miguel Ángel Armella Villalpando por la guía en este proyecto y aclarar mis dudas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada para llevar a acabo mi proyecto de tesis de Maestría,

A los Drs. José Luis Alcántara, Pedro Luis Valverde y María de la Asunción Soto por aceptar ser parte del jurado para evaluarme.

Al personal del Parque Ecológico de Xochimilco por las facilidades para disfrutar de la belleza de la naturaleza todas las mañanas y permitirme llevar a cabo mi proyecto,

A mis padres que desde que puedo recordar siempre me han apoyado incondicionalmente,

A mis hermanos que en cada momento de mi vida han estado para hacer las cargas más amenas,

A mis bellos sobrinos que pueden hacer de cualquier día el mejor,

A mis compañeros y amigos del laboratorio por ser un gran apoyo, gracias Marco, Norma, Laura y Ever,

A mis compañeros de la Maestría en Biología.

Gracias a todos por compartir conmigo.

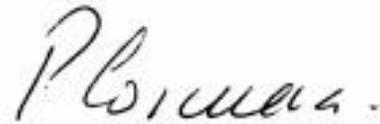
El jurado designado por la
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
de la unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

FLORENCIA ABISH DE JESÚS CHAVARRÍA

El día 27 de abril del año de 2017.

Comité Tutorial y Jurado

Co Tutor: Pablo Corcuera Martínez del Río



Co Tutor: Alejandro Meléndez Herrada



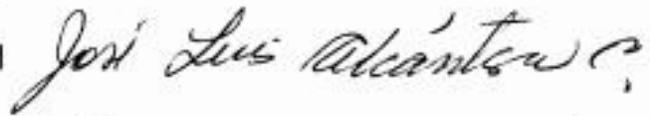
Asesor: Miguel Ángel Armella Villalpando



Sinodal: Pedro Luis Valverde



Sinodal: José Luis Alcántara Carbajal



Sinodal: María de la Asunción Soto Álvarez



ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	3
Antecedentes	6
Objetivos	9
Pregunta de investigación	9
Hipótesis	10
Metodología	10
a) Área de estudio	10
b) Observaciones por parcelas circulares de radio finito	11
c) Registro de pautas conductuales	15
d) Recolecta de artrópodos	16
e) Análisis de datos	18
Resultados	19
a) Disponibilidad de artrópodos	19
b) Avistamiento de las aves	25
c) Relación entre categorías	25
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	25
i) Espacial	25
ii) Temporal	27
<i>Tyrannus vociferans</i>	28
i) Espacial	28
ii) Temporal	30
d) Relación entre categorías con análisis de correlación canónica	31
Discusión	37
Conclusiones	45
Literatura citada	47
Anexo I	58
Anexo II	59
Anexo III	59
Anexo IV	61
Anexo V	62
Anexo VI	63

RESUMEN

Las características estructurales y florísticas de la vegetación son primordiales en la selección del hábitat de las aves. Se realizó un estudio de la disponibilidad de alimento, las estrategias de forrajeo a través del año y entre épocas de lluvias y secas, de las especies *Pyrocephalus rubinus* y *Tyrannus vociferans* en el Parque Ecológico de Xochimilco. Este sitio es un ecosistema modificado, con cuerpos de agua artificiales y áreas terrestres abiertas, que ofrecen distintos microhábitats. El comportamiento de forrajeo de las aves fue registrado en diez parcelas circulares con un radio de 50 m, colocadas a lo largo del parque; asimismo, se recolectaron artrópodos, para analizar las diferencias de abundancia de alimento potencial entre sitios y entre estaciones del año, y las disimilitudes en el comportamiento de forrajeo. Los resultados sugieren que existe variación en la abundancia de alimento entre sitios y temporadas, que ocasiona diferencias en las estrategias de forrajeo y tipo de presas capturadas. En consecuencia, existe mayor abundancia de *P. rubinus* en la parte sur y centro del área de estudio, pero de *T. vociferans* en la parte norte. En general, aunque ambas especies comparten hábitos alimenticios y distribución, coexisten, posiblemente debido a la flexibilidad en las estrategias de forrajeo y preferencias por órdenes de artrópodos en específico para cada especie.

ABSTRACT

Structural and floristic characteristics of vegetation are paramount in the bird habitat selection. For this reason, a study of food availability and foraging strategies of *Pyrocephalus rubinus* and *Tyrannus vociferans* species was performed along a year (including rainy and dry seasons), in the Ecological Park of Xochimilco. This place is a modified ecosystem, with artificial water bodies and open land areas, which offer different microhabitats. The birds foraging behavior was recorded in ten circular plots with 50 m radius, placed along the park. In addition, to investigate abundance differences of potential food between sites and seasons, arthropods were collected for a year; also the dissimilarities in birds foraging behavior were analyzed. The results found suggest that exist a food abundance variation between sites and seasons, which produces differences according to foraging strategies and kind of prey captured. Consequently, *P. rubinus* showed a high abundance in the southern and central part of the study area, in contrast *T. vociferans* showed a high prevalence in the northern area. In general, although both species share feeding habits and distribution, their coexistence can be due to flexibility in foraging strategies and preference for specific arthropod orders.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento acerca del uso o selección de hábitat por parte de los organismos es útil para entender los sistemas ecológicos y para predecir cambios en la estructura de la comunidad (Dunning *et al.* 1995). El hábitat se define como el área de un paisaje en el que se dan los requerimientos necesarios de comida, refugio y reproducción para una especie (Bos y Carthew 2003). El uso del hábitat implica la manera en la que el organismo utiliza los componentes físicos y biológicos del hábitat, mientras que la selección del hábitat es un proceso activo por el cual una especie elige entre los distintos recursos y sitios disponibles (Johnson 1980). Este proceso varía de acuerdo con la escala de estudio: desde el macrohábitat, entendiéndolo como el área total en la que el organismo desarrolla su ciclo vital, hasta el microhábitat, que hace referencia a las características estructurales de la vegetación percibidas por el organismo (Morris 1987, Traba *et al.* 2009).

Las aves muestran una estrecha relación con las características estructurales y florísticas de la vegetación cuando seleccionan el hábitat donde residir (Smith 1974). Numerosos estudios han demostrado que la estructura física de la vegetación y la composición florística son dos componentes del hábitat que influyen marcadamente en la composición y la abundancia de los ensambles de las aves, en gran medida por su asociación con recursos críticos (como el alimento y los sitios de nidificación) y con la protección contra climas adversos, así como por la depredación o el parasitismo de las nidadas (Cody 1985). De esta manera las aves insectívoras responden a las diferencias en estructura de la vegetación, y su abundancia se encuentra positivamente relacionada con la altura de los árboles y diversidad de

estratos foliares (MacArthur y McArthur 1961). Las aves frugívoro-insectívoras, por otro lado, responden a la composición florística del bosque, siendo menos numerosas en los sitios que presentan menor cantidad y riqueza de especies arbóreas productoras de frutos (Cueto 1996).

El comportamiento de forrajeo es parte de las pautas etológicas que caracterizan la explotación de recursos, y su estudio puede ayudar a explicar la habilidad que tienen los individuos para adquirir y usar la energía de los recursos alimentarios (Hutto 1990). Entre los factores que influyen en este comportamiento están la búsqueda y ataque de presas, la disponibilidad y abundancia de los alimentos, las características del hábitat y la morfología de las especies (Avalos 2009).

El estudio del comportamiento de forrajeo de las aves permite un examen directo del uso del hábitat y ayuda a entender qué características del ambiente pueden influir en la estructura de los ensambles de aves (Eckhardt 1979, Holmes *et al.* 1979). En ambientes forestales, la estructura de la vegetación provee un conjunto de oportunidades y limitaciones que determinan cómo y dónde las aves detectan y obtienen sus presas (Jhanet *et al.* 2010).

La arquitectura del follaje (esto es, la morfología, el número y distribución de las hojas a lo largo de las ramas y su distribución en altura) puede afectar de manera notable el comportamiento de forrajeo de las aves. Además, se ha encontrado que las especies de aves de un mismo gremio de forrajeo exhiben diferencias en cuanto al uso del estrato arbóreo o utilizan diferentes estrategias (posiciones y maniobras) para acceder a sus recursos alimenticios, dependiendo de la disponibilidad de éstos

o para evitar la competencia intraespecífica (MacArthur 1958, Morse 1968, Remsen 1985). Por ejemplo, las maniobras de forrajeo de captura en vuelo a insectos parecen ser más frecuentes en hábitats abiertos (Fitzpatrick 1980).

Un tema central del estudio de la ecología de aves se orienta a la relación entre las poblaciones e individuos y sus recursos alimenticios (Blancher y Robertson 1984). Más específicamente, varios estudios se han enfocado en las técnicas de captura de presas y el sustrato de la vegetación en el que la presa es tomada. Los métodos que utilizan las aves en la búsqueda del alimento, conducen al tipo de presa que capturan. Y los factores que influyen esos patrones de búsqueda pueden ser particularmente importantes para entender las dietas de las aves y la estructura de la comunidad (Robinson y Holmes 1982).

Estas dos especies fueron elegidas ya que son conspicuas y su comportamiento es relativamente fácil de observar. El objetivo del estudio fue el estimar la disponibilidad de alimento y las maneras en que *P. rubinus* y *T. vociferans* buscan y capturan sus presas en el Parque Ecológico de Xochimilco. Se eligieron distintos microhábitats con el fin de analizar la relación de la estructura y composición de la vegetación y de las presas disponibles con las estrategias de forrajeo.

ANTECEDENTES

La familia Tyrannidae de aves es una de las más grandes y diversas del mundo. Comprende 429 especies asignadas a 104 géneros (Fitzpatrick 1980, Del Hoyo *et al.* 2004, Vagner y Pizo 2005). Los tiranos se encuentran en toda América, desde cerca del círculo ártico hasta Argentina (Ridgely y Gwynne 1993).

En general son insectívoros diurnos y su organización social se basa en parejas territoriales o en pequeños grupos familiares. La mayoría construyen nidos en forma de copa abierta y ponen entre dos y seis huevos. Las especies de latitudes tanto septentrionales como australes son migratorias y pasan el invierno en zonas más próximas al ecuador (Murphy 1989, Fitzpatrick 2004).

Pyrocephalus rubinus (mosquero cardenal) y *Tyrannus vociferans* (tirano gritón) son aves conspicuas y abundantes en América. Tienen una amplia distribución geográfica y pueden habitar tanto lugares modificados, como degradados y conservados, sin embargo, su comportamiento es poco conocido. Generalmente habitan lugares abiertos, si en ellos hay cierta cantidad de árboles o arbustos. (Peterson y Chalif 1989, Howell y Webb 1995).

Pyrocephalus rubinus (Boddaert, 1783) mide de 125 -150mm de longitud. Las partes inferiores de su cuerpo y la corona son de color rojo intenso, mientras que las partes superiores, zona timpánica y cola son de color café opaco a negrozco. La hembra e inmaduro presentan una coloración café-gris de arriba, y blanquecina con

rayas oscuras angostas en la zona ventral; las partes inferiores con un tinte rosa o amarillo (Peterson y Chalif 1989, Howell y Webb 1995).

P.rubinus se distribuye en gran parte de la región neotropical, que se extiende por el suroeste de Estados Unidos de América, México, Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Colombia, Venezuela, Guyana, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay (BirdLife 2014). En México se encuentra en zonas semiáridas o áridas de casi todo el país. Prefiere estar cerca de cuerpos de agua, bosques abiertos, tierras bajas de pino, sabanas abiertas y matorrales (Peterson y Chalif 1989).

Tyrannus vociferans (Swainson, 1826) mide 200-225mm. Su vientre es de color amarillo brillante, la cabeza y pecho gris oscuro, garganta gris pálido (Sibley 2000), la cola sin horquilla y, generalmente, tiene las plumas claras y angostas (Peterson y Chalif 1989). Se distribuye desde el oeste de Estados Unidos de América, al centro de México y de Guatemala hasta Honduras (AOU 1998). Prefiere tierras altas semiabiertas, árboles dispersos, montañas con pino-encino y arboledas de ranchos (Peterson y Chalif 1989). Se caracteriza por su carácter agresivo hacia los depredadores o rivales potenciales de su propia especie, y por sus vocalizaciones persistentes y distintivas (Vagner y Pizo 2005).

Ambas especies durante todo el año forman parejas o grupos que ocupan territorios definidos. Se posan en ramas salientes de árboles y arbustos, sobre postes y cables de alumbrado. Estos lugares constituyen perchas desde las cuales,

mediante vuelos usualmente cortos, cazan insectos que vuelan a los alrededores o que son visibles en el suelo o los árboles (Myers 2008).

Como todos los tiranos, tanto *P. rubinus* como *T. vociferans* se alimentan comúnmente al vuelo (Andrews y Sullivan 1996). Capturan insectos que vuelan, corren o se arrastran mediante vuelos rápidos y ágiles. Durante el día desarrollan gran actividad decreciendo ésta en las horas del mediodía y, en general durante periodos de mayor calor. Se mueven poco cuando está lloviendo o lloviznando (Borrero 1972).

OBJETIVOS

General

- ✓ Analizar el efecto de la disponibilidad de alimento en la conducta de forrajeo de *Pyrocephalus rubinus* y *Tyrannus vociferans* durante las temporadas reproductiva y no reproductiva.

Particulares

- ✓ Identificar las pautas de forrajeo de las dos especies.
- ✓ Estimar la abundancia relativa de los artrópodos a lo largo del ciclo reproductivo y no reproductivo de los dos tiranos.
- ✓ Establecer si existen diferencias espacio-temporales en la pautas conductuales de las dos especies, entre parcelas dentro del sitio de estudio.
- ✓ Analizar los cambios de las estrategias de forrajeo en relación con las variaciones en la abundancia de las presas.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ✓ ¿Cómo cambian las estrategias y sustratos de forrajeo de *P. rubinus* y *T. vociferans* en relación a la arquitectura de la vegetación y a la abundancia del alimento entre microhábitats y entre estaciones del año?

HIPÓTESIS

- ✓ El tipo y abundancia del alimento modificará las estrategias de forrajeo de *P. rubinus* y *T. vociferans*.
- ✓ La estructura y composición de la vegetación determinará el tipo de pautas conductuales de *P. rubinus* y *T. vociferans*.

METODOLOGÍA

a) Área de estudio

El Parque Ecológico de Xochimilco (PEX) es una reserva ecológica situada en la Delegación de Xochimilco, en la zona sureste de la Ciudad de México, al pie de la sierra del Chichinautzin, entre los paralelos 19° 15' 00" y 19° 17' 20" de latitud norte y el meridiano 99° 04' 00" de longitud oeste, a una altitud de 2238 m. Su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación pluvial media anual es de 620.4 mm, y la mayor parte se concentra entre los meses de mayo y septiembre (Jiménez 1989). El parque está delimitado al norte por la prolongación del Anillo Periférico (Boulevard Adolfo López Mateos), al este por Av. Canal de Chalco, al sur por el canal El Bordo y al oeste por el Antiguo Canal de Cuemanco, en la colonia Ciénega Grande; tiene una superficie aproximada de 190ha (Otto-Parrodi 1999). La creación del parque formó parte del *Plan de Rescate Ecológico de Xochimilco* (1987-1993), en el cual se intentó recrear el ecosistema lacustre

originario del Valle de México, con la incorporación de técnicas de agricultura y reintroducción de flora y fauna. La finalidad fue crear un lugar con fines educativos y sitio de gran importancia para la ciudad, valores que fueron importantes para que el área fuera incluida en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO (INECOL 2002).

El PEX constituye un ecosistema remanente de la Cuenca de México formado por cuerpos de agua inducidos, es un área de descarga del flujo subterráneo y tiene relevancia para la conservación de varias especies de flora y fauna. Representa uno de los sitios más importantes dentro de la Ciudad de México para el refugio de especies de aves locales y migratorias, que encuentran en él alimentación, descanso y sitios de reproducción (FIR 2004).

Su importancia, en términos de biodiversidad, la determina la presencia de comunidades vegetales lacustres. La vegetación acuática, común en las chinampas, se compone por especies como *Salix bonplandiana* (ahuejote), *Taxodium mucronatum* (ahuehuete), *Salix babylonica* (sauce llorón), *Cassuarina equisetifolia* (casuarina), *Eucalyptus* spp (eucalipto) y *Fraxinus uhdei* (fresno) (Novelo y Gallegos 1988).

b) Observaciones por parcelas circulares de radio finito

La estructura del hábitat en general es evaluada por medio de estimaciones de la estructura de la vegetación. (Cintra 1997) En este proyecto se utilizaron 10 parcelas circulares previamente establecidas (Camacho 2014) que representan los

distintos microhábitats del área de estudio (Tabla 1). De acuerdo a lo sugerido por Camacho (2014) la composición la vegetación se dividió en cuatro estratos:

- a) Estrato rasante (<5cm de altura)
- b) Estrato herbáceo (de 5-150cm)
- c) Estrato arbustivo (de 150-500cm)
- d) Estrato arbóreo (>500cm)

El radio de cada parcela (que funcionó como punto de observación del comportamiento de las aves) fue de 50m. La distancia entre parcelas fue >250m. Las pautas conductuales se registraron en dos sesiones semanales de 7:00 a 11:00h, periodo en el que las aves presentan la mayor actividad (Ralph *et al.* 1996, Botero 2005). Las observaciones, que incluyeron la frecuencia de estrategias de forrajeo, sustrato y altura y modo en la cual las aves buscan y capturan a sus presas, tuvieron una duración de 15 minutos por parcela (Theather 1992), y se registraron en un etograma (anexo1).

Tabla 1. Parcelas circulares seleccionadas en el Parque Ecológico de Xochimilco. El signo (>) indica la mayor presencia de estructura vegetal delante del signo en cada parcela.

Número de parcela	Coordenadas geográficas	Descripción general (vegetación)
1	19° 17' 49" N 99° 55' 39" O	Arbolado >ahuejote, cerca de un cuerpo de agua
2	19° 17' 37" N 99° 55' 40" O	Arbolado, ahuejote y sabino, cerca de un cuerpo de agua
3	19° 17' 38" N 99° 55' 35" O	Arbolado, herbáceas y pastizal
4	19° 17' 26" N 99° 55' 42" O	Arbolado > sabino, cerca de un cuerpo de agua
5	19° 17' 12" N 99° 55' 30" O	Arbolado y herbáceas, cerca de un cuerpo de agua
6	19° 17' 20" N 99° 55' 41" O	Pastizal alto, herbáceas, arbolado, >arbustos
7	19° 17' 29" N 99° 55' 35" O	Arbolado >pastizal alto
8	19° 17' 35" N 99° 55' 34" O	Arbolado varios > pastizal
9	19° 17' 41" N 99° 55' 33" O	Arbolado varios, cerca de un cuerpo de agua
10	19° 17' 33" N 99° 55' 35" O	Arbolado varios, cerca de un cuerpo de agua

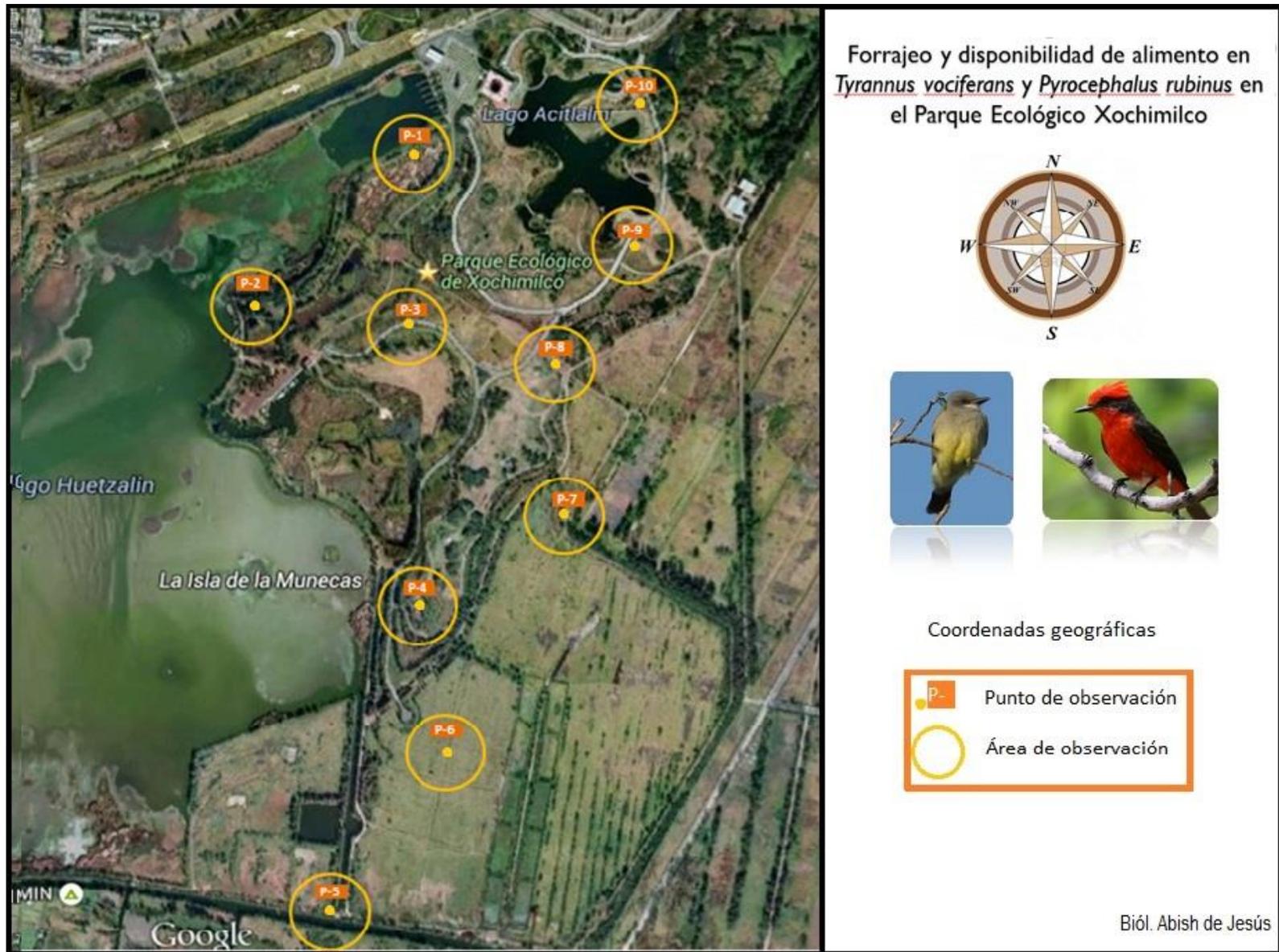


Figura 1. Localización de las parcelas circulares para observación y colecta de artrópodos.

c) Registro de pautas conductuales

Mediante observación para cada parcela se registró en un etograma (Anexo 1) la conducta de las especies (Lahitte *et al.* 2002).

En dicho etograma se anotaron los siguientes datos: coordenadas del sitio (determinadas con un GPS Garmin eTrex® 10), hora de inicio y término de la conducta, especie vegetal en que estaba posada el ave, edad y sexo del ejemplar, ubicación en determinado estrato de vegetación y pauta de comportamiento observada, así como altura a la que se inició el ataque, altura a la que capturó el alimento y especie vegetal donde se capturó la presa. Las conductas se definieron de acuerdo con Robinson y Holmes (1982). Esto es, movimiento de búsqueda definido como cualquier cambio en la posición del ave cuando está buscando una presa; los movimientos se dividen en vuelos (las aves cambian de perchas volando) y brincos (las aves cambian de posición sin extender las alas). Los registros de las estrategias de forrajeo se realizaron con binoculares VortexCrossfire® 10x50.

Para describir la ubicación de las aves, se consideraron los siguientes sustratos: suelo, agua (sobrevolando), hierba, árbol y espacio abierto. Las maniobras de forrajeo siguieron las definiciones de Robinson y Holmes (1982):

1. Captura al vuelo (*flycatching*). En esta maniobra los insectos voladores son perseguidos y atrapados por las aves al vuelo.
2. Pizca (*glean*). Es una maniobra en la que un ave perchada o saltando toma una presa inmóvil de un sustrato.

3. Revoloteo (*hover*). Ataque en el que la presa se encuentra en un sustrato y es tomado por el ave mientras está en vuelo.

d) Recolecta de artrópodos

Se recolectaron muestras de insectos mensualmente (durante los primeros 5 días de cada mes; Ortega et al. 1983) de noviembre del 2014 a junio del 2015; esto es, en cada parcela circular se atraparon ejemplares con una red entomológica y una red de golpeo, con la finalidad de conocer la disponibilidad de presas que formaban parte de la alimentación de las aves (Márquez-Luna 2005, González y Manrique 2004). Las muestras de artrópodos se tomaron en cada parcela circular, dentro de cada una se establecieron dos transectos de 50m de largo de acuerdo a lo sugerido por Haughton (2013).

La red entomológica de golpeo contaba con una bolsa de tela de 30 cm de diámetro y 50 cm una profundidad, así como un mango de 35 cm de largo; con ella se recolectaron los artrópodos de la vegetación (Gómez y Robert 2002). Para las capturas se recorrieron ambos transectos determinados en cada parcela (Fig. 1). La captura se realizó golpeando 50 veces con firmeza la vegetación herbácea o arbustiva en forma horizontal. La capturaduró aproximadamente doce minutos (Bautista et al. 2004).

La red entomológica aérea estuvo constituida de una bolsa de tela de red de 50 cm de diámetro y 100 de profundidad, y un mango de 150 cm (Gómez y Robert 2002). Esta red se usó para capturar insectos voladores como mariposas,

abejas, avispas, libélulas y moscas de tamaño variable (Bautista *et al.* 2004). En este método se aplicaron transectos en banda —modificados de Abós-Castel (2009). Cada transecto fue de 100 metros de longitud por 30 de anchura y fue recorrido en 15 min (Abós-Castel 2009). El horario para llevar a cabo este procedimiento fue de las 10:30 a las 15:00 horas, tal como recomienda Abós-Castel (2009).

Los artrópodos capturados se transfirieron, empleando pinzas entomológicas, a frascos que contenían alcohol de 70° como conservador (Ortega *et al.* 1983, Gómez y Gómez 2002); los mismos fueron rotulados apropiadamente (véase Anexo 2).

Estudios previos sobre la dieta de tiranos, basados en el análisis de muestras fecales, reportan restos de artrópodos de los siguientes órdenes: Aranae, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Odonata y Orthoptera (Bibby y Green 1980, Wiesenbor y Heydon 2007). Por lo tanto, en este estudio se puso especial atención a la determinación de restos de estos órdenes.

Para valorar posibles diferencias en la cantidad de artrópodos, se midió con la ayuda de un microscopio de disección, la longitud total (distancia frente-extremo abdominal,) de cada espécimen, para con ello calcular su biomasa (Cepeda-Pizarro *et al.* 1996).

Para computar la biomasa se consideró el total de artrópodos colectados, a nivel de orden, y se aplicó la siguiente fórmula (Rogers *et al.* 1976):

$$W = 0.0305(L^{2.62})$$

Dónde:

L es la longitud total del cuerpo en mm

W es el peso seco o biomasa en mg

e) ANÁLISIS DE DATOS

Para describir la relación entre las categorías *estrategia de forrajeo*, *sitio de percha al momento de inicial el ataque* y *estrato de obtención de alimento*, se realizaron análisis de correspondencia con el programa MVSP® versión 3.22, para ambas especies de papamoscas. Con la finalidad de encontrar relaciones espaciales y temporales se construyeron diagramas cartesianos basados en la asociación para los datos de las diez parcelas y para los datos de los meses.

A fin de determinar la independencia o relaciones entre estaciones en variables como el comportamiento de forrajeo, abundancia de artrópodos y biomasa de artrópodos, se realizaron matrices de correlación canónica en el programa NCSS® (versión 1999), para cada especie de tirano, buscando hacer

comparaciones entre periodos no reproductivo (noviembre a febrero) y reproductivo (marzo a junio),

Se realizaron análisis de correlación canónica para cada especie con el software CANOCO utilizando las variables estrategia de forrajeo, abundancia de artrópodos y biomasa tanto de artrópodos voladores activos (Diptera, Odonata, Hymenoptera, Lepidoptera), como de voladores parciales (Coleoptera, Homoptera, Orthoptera) y no voladores (Araneae, larvas). Para evaluar la significancia se hicieron 999 permutaciones de Monte Carlo, y, posteriormente, con la finalidad de precisar la relación de las variables identificadas se aplicó una regresión lineal.

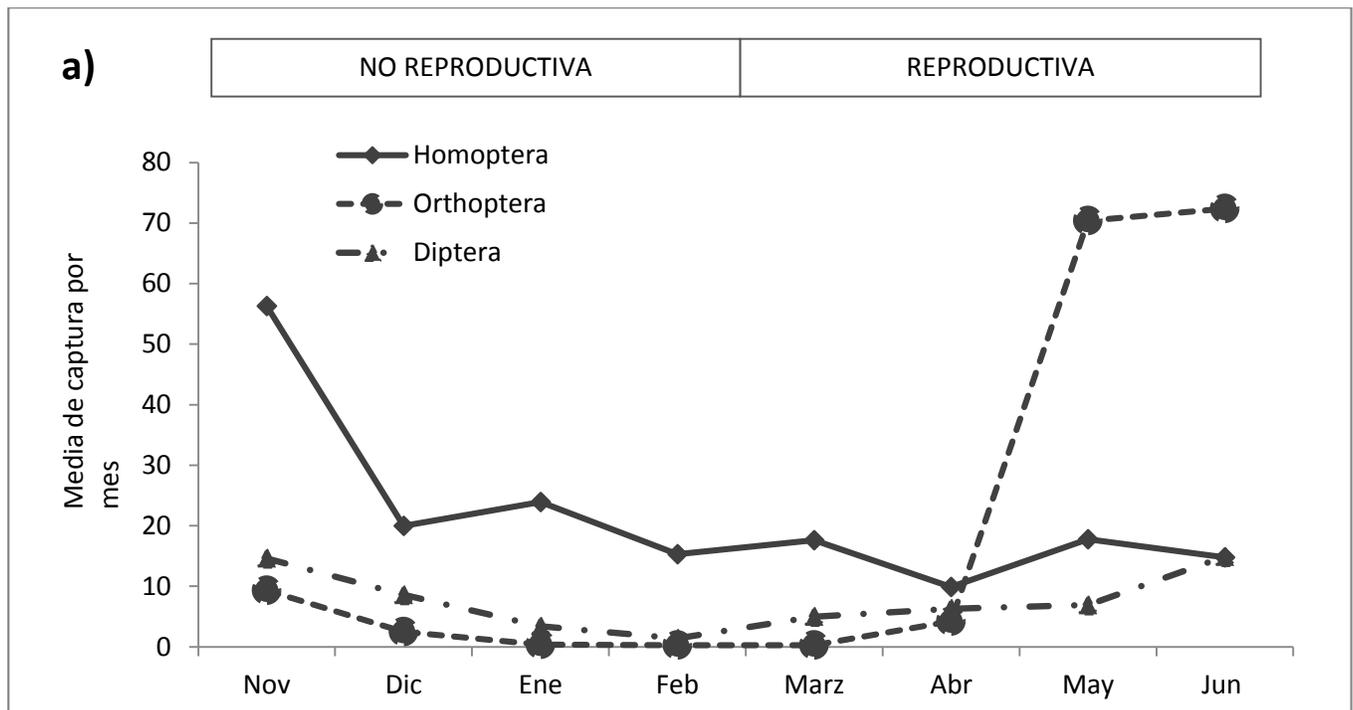
Para evaluar diferencias en la disponibilidad de artrópodos entre la época reproductiva y la no reproductiva, se practicó una prueba de Wilcoxon a las medias mensuales del número de capturas de los artrópodos más comunes (esto es, homópteros, himenópteros, lepidópteros, odonatos, ortópteros, coleópteros, dípteros y arácnidos). Asimismo, para comparar la biomasa de artrópodos entre estaciones se aplicó una prueba de *t*-student de dos muestras.

RESULTADOS

a) Disponibilidad de artrópodos

En el periodo de noviembre de 2014 a junio de 2015 (época no reproductiva y reproductiva) se encontró que los órdenes de artrópodos más comúnmente capturados (del total de organismos) fueron Homoptera (33.8 % de la media de muestra para la captura de todos los artrópodos), Orthoptera (31.57%) y Diptera (11.89%) (Fig. 2a). Los otros órdenes capturados (Araneae, Coleoptera,

Hymenoptera, Lepidóptera y Odonata) representaron el 22.65% de todas las capturas y fueron menos en ambas estaciones que los tres órdenes más comunes



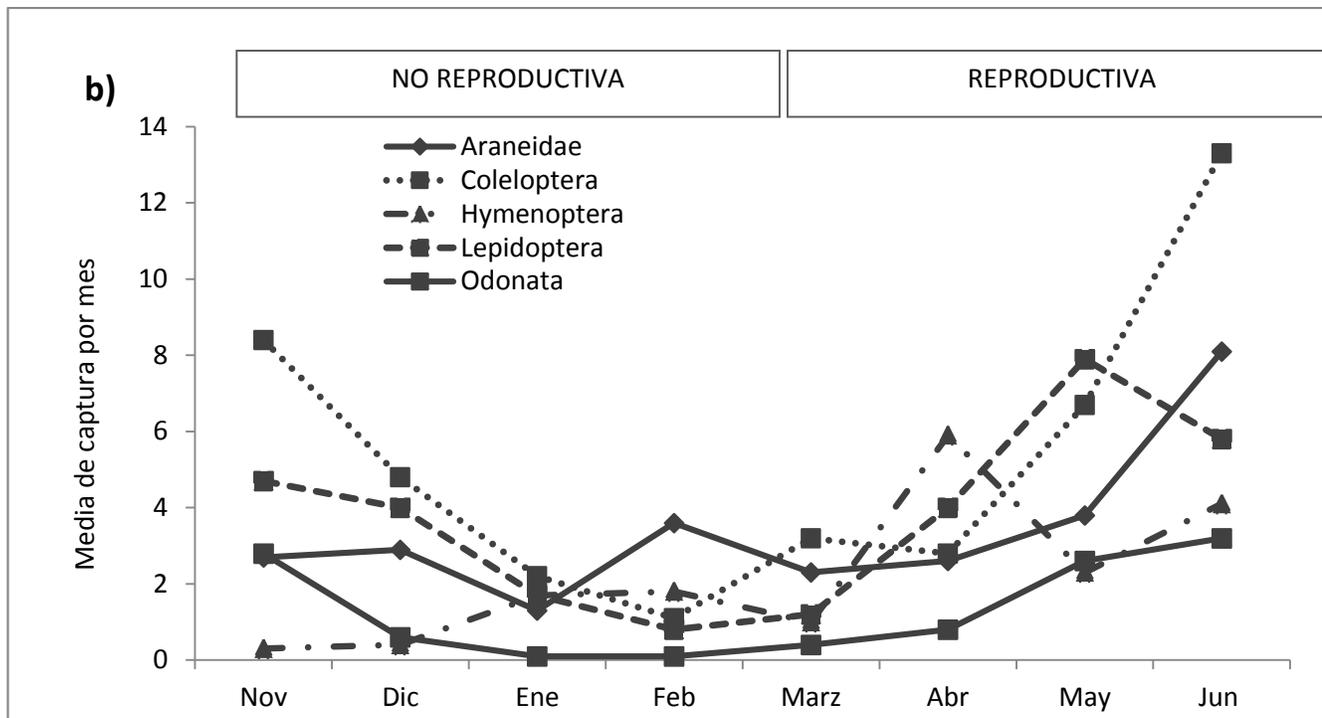


Figura 2. Abundancia promedio de artrópodos (capturados con red de golpeo y aérea en El Parque Ecológico de Xochimilco). Las épocas reproductiva y no reproductiva de los tiranos están indicadas por la barra horizontal en el extremo superior de la figura. a) abundancias de los tres órdenes más capturados, b) abundancias de los órdenes menos capturados.

Los himenópteros, odonatos y ortópteros fueron significativamente más abundantes durante la época reproductiva de los tiranos que durante la época no reproductiva (tabla 2). En contraste, los arácnidos, coleópteros y dípteros no mostraron diferencias significativas entre estaciones mientras que los homópteros fueron más abundantes durante la época no reproductiva (Cuadro 2, Fig. 2).

Tabla 2. Mediade insectos (agrupados por órdenes) atrapados en el PEX durante las estaciones reproductiva y no reproductiva de 2015-2016. Los números representan las medias, entre paréntesis desviación estándar.

Orden	No reproductiva	Reproductiva	Z ^a	P
Araneae	2.62 (2.14)	4.2 (4.67)	1.73	0.083
Coleoptera	4.12 (4.95)	6.5 (7.52)	1.06	0.268
Diptera	7 (8.62)	8.27 (7.69)	0.71	0.474
Homoptera	28.87 (41.23)	15.02 (16.50)	2.36	0.017
Hymenoptera	1.05 (2.54)	3.32 (3.78)	3.26	0.001
Lepidoptera	2.8 (3.77)	4.72 (4.37)	2.36	0.16
Odonata	0.9 (2.03)	1.75 (1.87)	2.12	0.033
Orthoptera	3.12 (8.43)	36.82 (60.57)	3.25	0.001

^aPrueba de Wilcoxon.

En general la abundancia de artrópodos entre las dos estaciones (reproductiva y no reproductiva) no presentó diferencias significativas ($Z=0.970$, $P=0.332$) (Fig. 3).

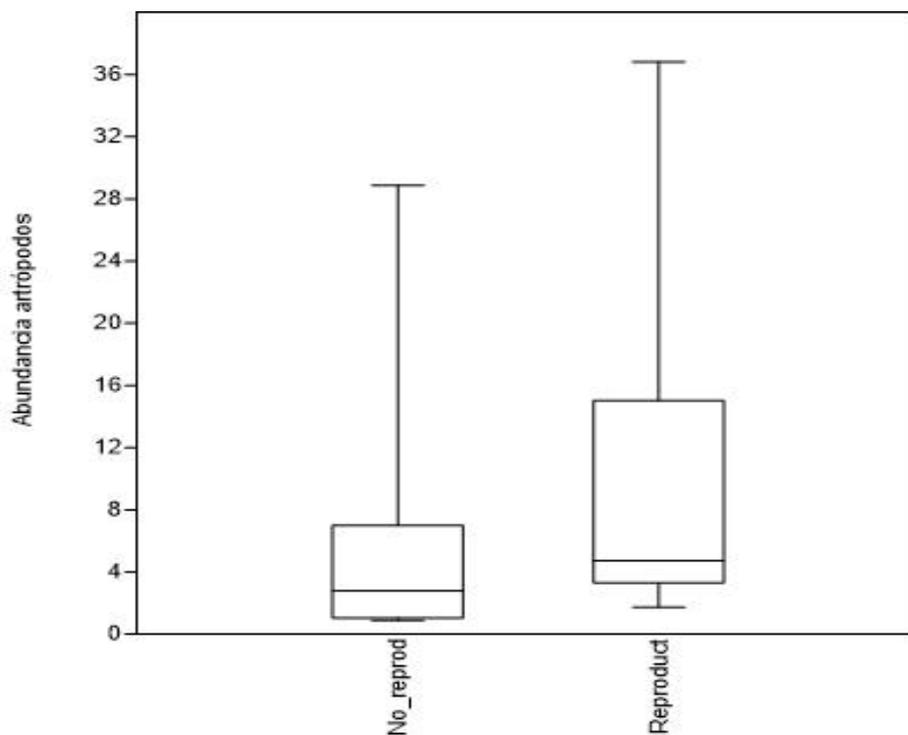


Figura 3. Diagrama de caja y bigote de la abundancia de artrópodos en dos épocas (No_reprod = no reproductiva y Reproducud = reproductiva) en el Parque Ecológico de Xochimilco, Ciudad de México, de noviembre de 2015 a junio de 2016.

La biomasa total de los órdenes coleóptera ($t = -1.64$, $P = 0.002$) y díptera ($t = -3.08$, $P = 0.021$) fue diferente significativamente entre la estación reproductiva y la no reproductiva; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la biomasa del resto de los artrópodos (Tabla 3, Fig. 4).

Tabla 3. Biomasa de insectos (agrupados por Orden) atrapados en el PEX durante las estaciones reproductiva y no reproductiva (nov 2015-junio 2016). Los números representan las medias, entre paréntesis desviación estándar.

Orden	No reproductiva	Reproductiva	t ^a	P
Araneae	2.04(2.23)	1.03(0.40)	0.88	0.43
Coleoptera	0.12 (0.16)	1.57 (1.75)	-1.64	0.002
Diptera	0.9 (0.79)	3.30 (1.34)	-3.08	0.021
Homoptera	3.25 (2.54)	2.46 (0.56)	0.60	0.57
Hymenoptera	3.36 (2.44)	2.08 (1.18)	0.94	0.38
Lepidoptera	5.27 (5.19)	12.29 (8.63)	-1.39	0.21
Odonata	6.24 (7.37)	15.35 (12.83)	-1.23	0.26
Orthoptera	14.83 (22.4)	18.76 (21.72)	-1.02	0.80

^aPrueba de *t*-Student para dos muestras.

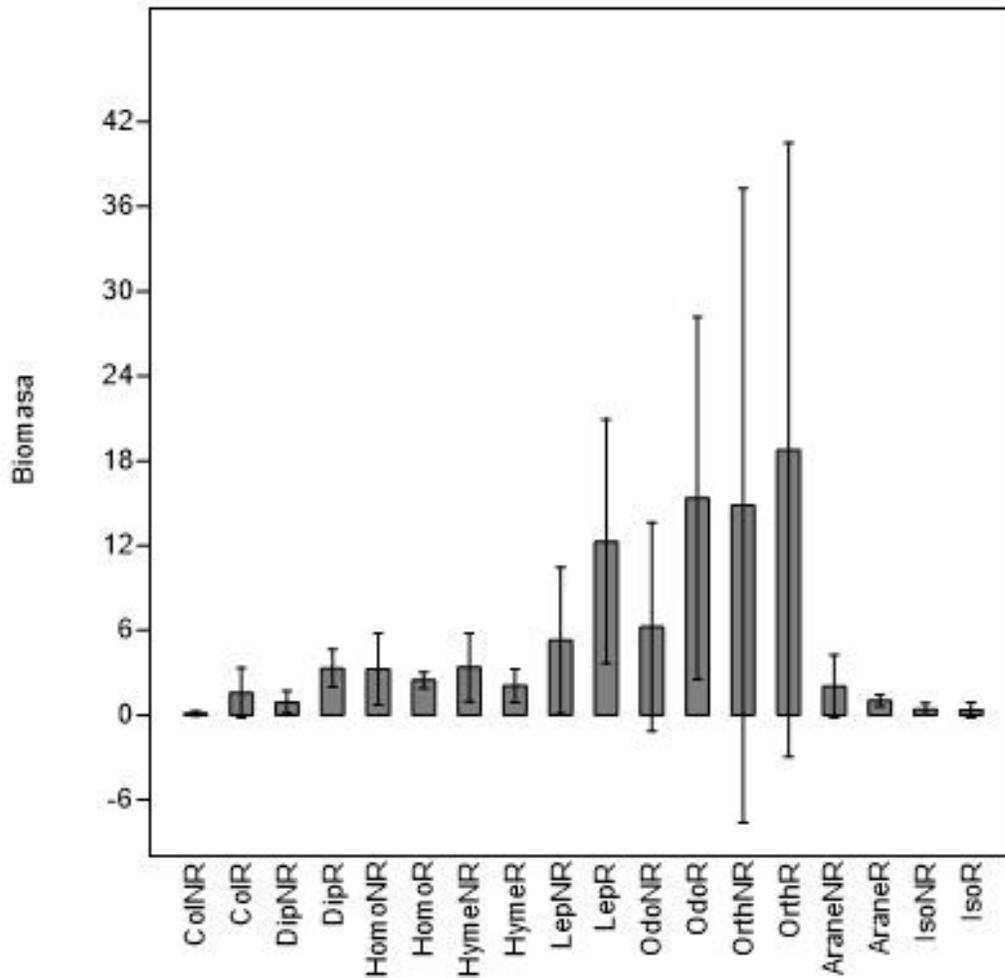


Figura 4. Biomasa de artrópodos (agrupados por órdenes) capturados en las temporadas reproductiva (R) y no reproductiva (NR) en el Parque Ecológico de Xochimilco, Ciudad de México, en 20XX. Coleópteros (Col), dípteros (Dip), homópteros (Homo), himenópteros (Hyme), lepidópteros (Lep), odonatos (Odo), ortópteros (Orth), arácnidos (Arane) e isópodos (Iso).

b) Avistamiento de las aves

El estudio abarcó 48 semanas, en las que se realizaron 96 visitas a cada uno de los diez puntos de observación del Parque Ecológico de Xochimilco. Se

obtuvieron 2,999 registros de las dos especies de aves (1,780 registros para *Tyrannus vociferans* y 1,219 para *Pyrocephalus rubinus*).

c) Relación entre categorías

Los análisis de correspondencia permitieron establecer asociaciones entre las variables *estructura en la que se encuentra perchada el ave al momento de inicial el ataque* (árbol, troncos sobre el suelo, pastizal, hierba, arbusto, estructuras colocadas por el hombre), *estrategia de forrajeo para obtener el alimento* (revoloteo, pizca, captura al vuelo) y *sustrato en el que toma el alimento* (árbol, arbusto, hierba, pastizal).

Se obtuvieron dos diagramas para *Pyrocephalus rubinus* y dos para *Tyrannus vociferans*, que describen las correlaciones entre las variables espaciales (los diez sitios de estudio) y temporales (los meses de estudio).

Pyrocephalus rubinus

i) Espacial

La figura 5 muestra la ordenación de las variables de estrategia de forrajeo (obtención de alimento) y estructuras vegetales (sustrato para perchar) de *P. rubinus*, con los diez puntos de observación.

La ordenación sugiere que en los puntos de observación 4 y 5 se presentó la mayor frecuencia de ataques en dirección a la hierba, desde troncos y arbustos; en el punto 2 se observó revoloteo sobre las hojas de los árboles y la hierba usándola de percha al iniciar el ataque al obtener alimento. En las 10 y 3 *P.*

rubinus mostró preferencia por revolotear sobre el suelo y realizar despliegues aéreos para buscar alimento. Finalmente en las 1, 8 y 9 donde se obtuvo el mayor número de observaciones. Así, al parecer, la estrategia principal empleada por la especie en esta zona fue pizcar hacia el pasto y perchar en estructuras como columpios, lámparas, botes de basura y árboles en busca del alimento (Fig. 5).

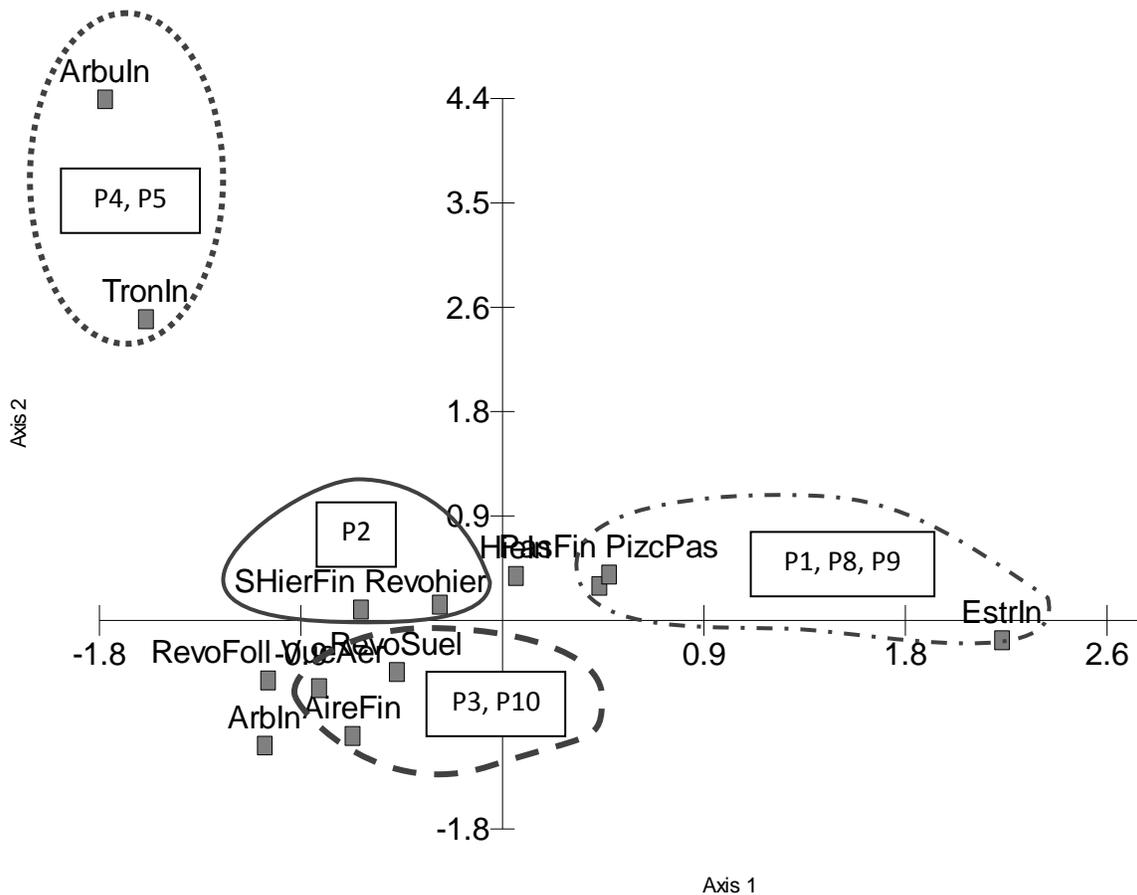


Figura 5. Se observan relaciones de las variables con las 10 parcelas (números dentro de recuadros) para *Pyrocephalus rubinus* para el análisis entre parcelas. P4, P5: ArbIn= percha inicial en arbusto, TronIn= percha sobre tronco; P3, P10: RevoSuel= Revoloteo en pastizal, VueAer= captura al vuelo; P2: SHierIn= percha sobre hierba, RevoFoll: Revoloteo en árbol, Revohier: Revoloteo en hierba; P1, P8, P9: EstrIn=percha sobre estructuras, PizcPas= Pizca sobre pasto. Los números corresponden a las parcelas circulares.

ii) Temporal

El análisis de correspondencia entre las conductas y el tiempo (los meses del estudio), reveló tres grupos (Fig. 6). En el primer grupo, durante los meses de noviembre, diciembre, y de febrero a mayo *P. rubinus* perchó con mayor frecuencia sobre la hierba y estructuras artificiales del parque para buscar el alimento y, de ahí, se dirigió hacia los pastizales donde capturó su alimento mediante pizcas.

En el segundo grupo, formado por los meses de agosto a octubre y enero, se observó al mosquero cardenal capturar a sus presas por medio de capturas al vuelo y revoloteos, y apresarlas sobre las hojas de la hierba y el espacio abierto. Durante estos meses utilizó como perchas los troncos y ramas de arbustos y árboles. Finalmente, en el tercer grupo, que incluyó los meses de junio y julio, estas aves tomaron el alimento de los pastizales mediante revoloteos (Fig. 6).

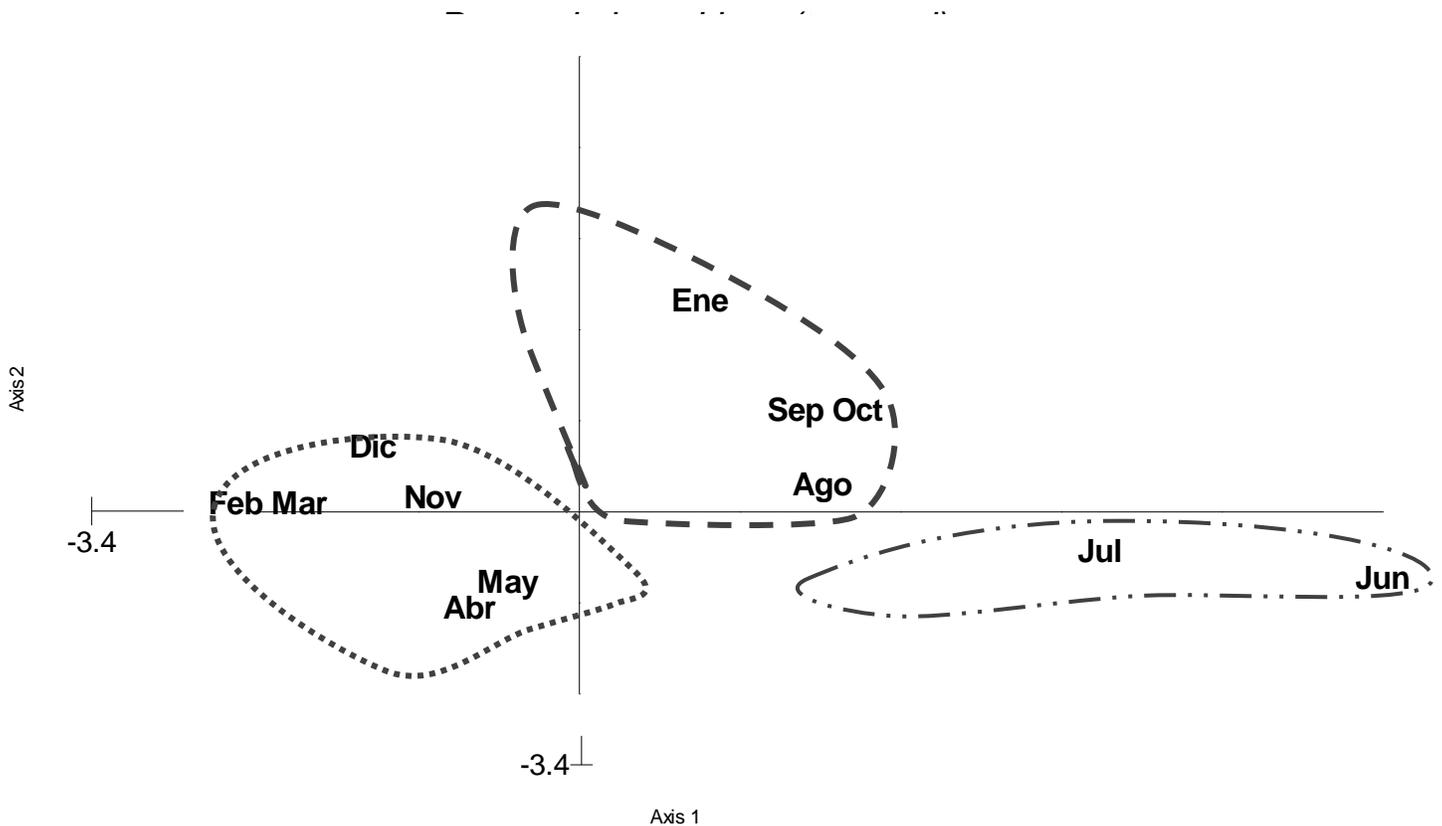


Figura 6. Análisis de correspondencia "Temporal" para estrategia de forrajeo/percha de búsqueda de alimento/sustrato de captura de presa en *Pyrocephalus rubinus*. Se observan tres agrupaciones delimitadas por meses. **Primer grupo** (Nov, Dic, Feb - May): HierIn= percha sobre hierba, EstIn= percha sobre estructuras, PizcPas= pizca al pasto, PasFin= captura de la presa sobre el pasto. **Segundo grupo** (Ago, Sep, Oct, Ene): TonIn= percha en ramas o troncos sobre el suelo; Arbln= percha sobre árbol, Arbuln= percha sobre arbusto; VueAer=captura al vuelo, Revohier=Revoloteo en la hierba, RevoFoll=Revoloteo en el follaje, SHierFin= captura de presa sobre la hierba, AireFin= captura de presas al aire abierto. **Tercer grupo** (Jun, Jul): RevoSuel=Revoloteo en el suelo.

Tyrannus vociferans

i) Espacial

La ordenación de las variables cuantificadas (esto es, estrategia de forrajeo, percha para la búsqueda de alimento y sustrato donde se realizó la captura de alimento) para *Tyrannus vociferans* se muestra en la figura 7.

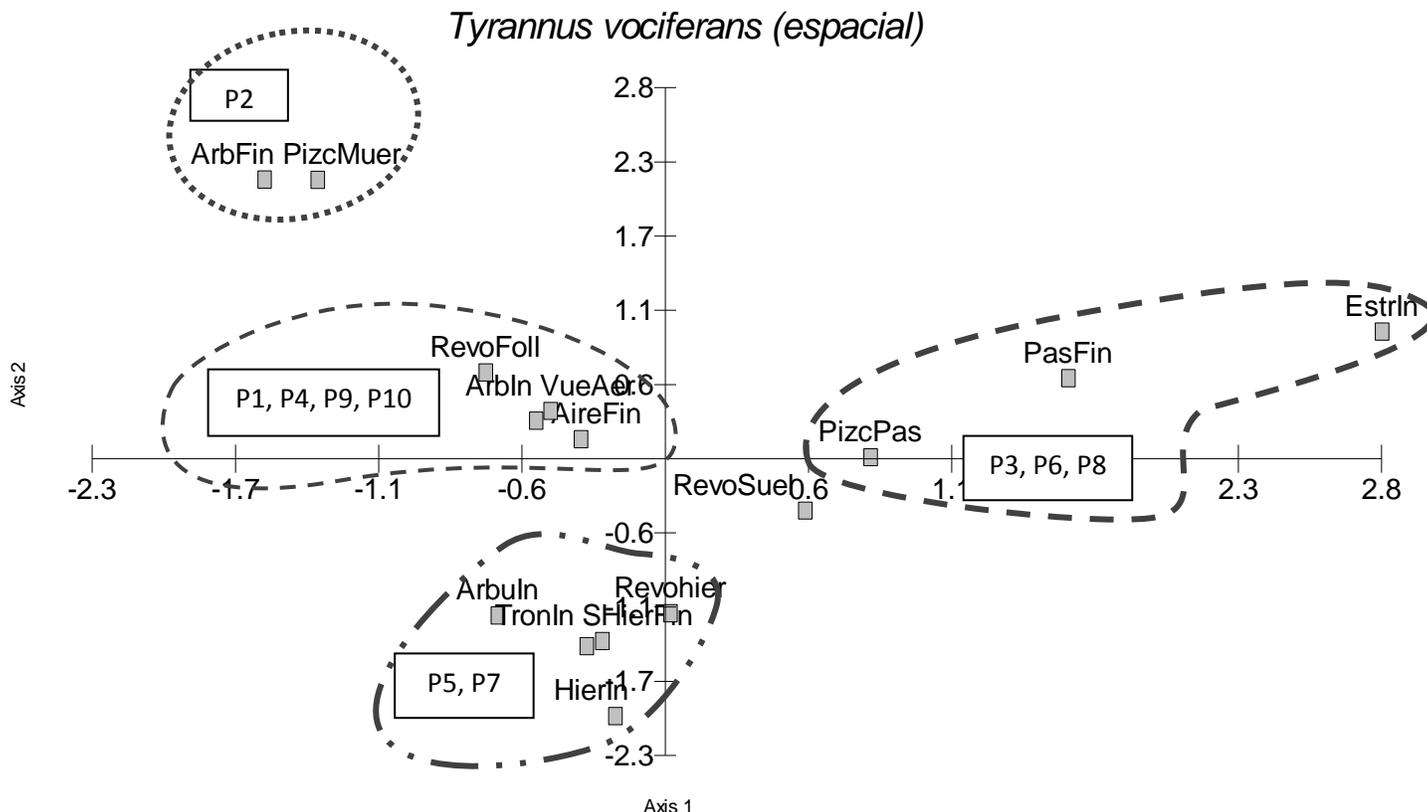


Figura 7. Análisis de correspondencia “Espacial” para *Tyrannus vociferans*. Se observa la relación de las variables con las parcelas (números dentro de los recuadros) P2: PizcMuer= pizca de muérdago; ArbFin=captura de alimento en árboles; P1, P4, P9, P10: ArbIn=percha inicial en árbol; RevoFoll= revoloteo sobre árbol; VueAer= captura al vuelo; P5, P7: ShierIn= percha inicial sobre hierba; TronIn= percha sobre tronco en el suelo; ArbIn= percha inicial en arbusto; Revohier=revoloteo sobre hierba; P3, P6, P8: EstrIn= percha en estructura; PizcPas= pizca sobre el pasto; PastoFin= captura de presa sobre pasto

Así, se observa que el punto P2 está relacionado con individuos que se alimentaron empleando pizcas en muérdago de ahuejotes. Los puntos P1, P4, P9 y P10 se relacionaron con aves que percharon en árboles al buscar el alimento, y lo capturaron sobre vegetación arbórea con revoloteos o en el espacio abierto a través de despliegues aéreos. Los puntos P5 y P7 correspondieron a aves que percharon al iniciar el ataque sobre hierba y arbustos y capturaron el alimento con revoloteos sobre la hierba. Finalmente, en los puntos de observación P3, P6 y P8,

las aves mostraron preferencia por perchar en estructuras colocadas por el hombre (columpios, botes de basura, lámpara) para iniciar el ataque y atrapar la presa sobre los pastizales mediante pizcas (Fig. 7).

ii) Temporal

El análisis de correspondencias de las variables de tiempo permitió detectar tres agrupaciones (Fig. 8).

El primer grupo incluyó el periodo de septiembre a noviembre en el que las aves percharon para buscar alimento sobre la hierba y en troncos y capturaron a las presas sobre la hierba mediante revoloteos. Para el segundo grupo, formado por los meses de abril a agosto, las aves percharon generalmente sobre árboles, arbustos, ramas caídas o estructuras colocadas por el hombre. Las estrategias de forrajeo asociadas a este periodo fueron revoloteos sobre el pastizal y capturas al vuelo.

El tercer grupo estuvo formado por el periodo de enero a marzo; durante el mismo las aves se alimentaron mediante pizcas sobre los pastizales, además de alimentarse de los frutos del muérdago con pizcas y revoloteos (Fig. 8).

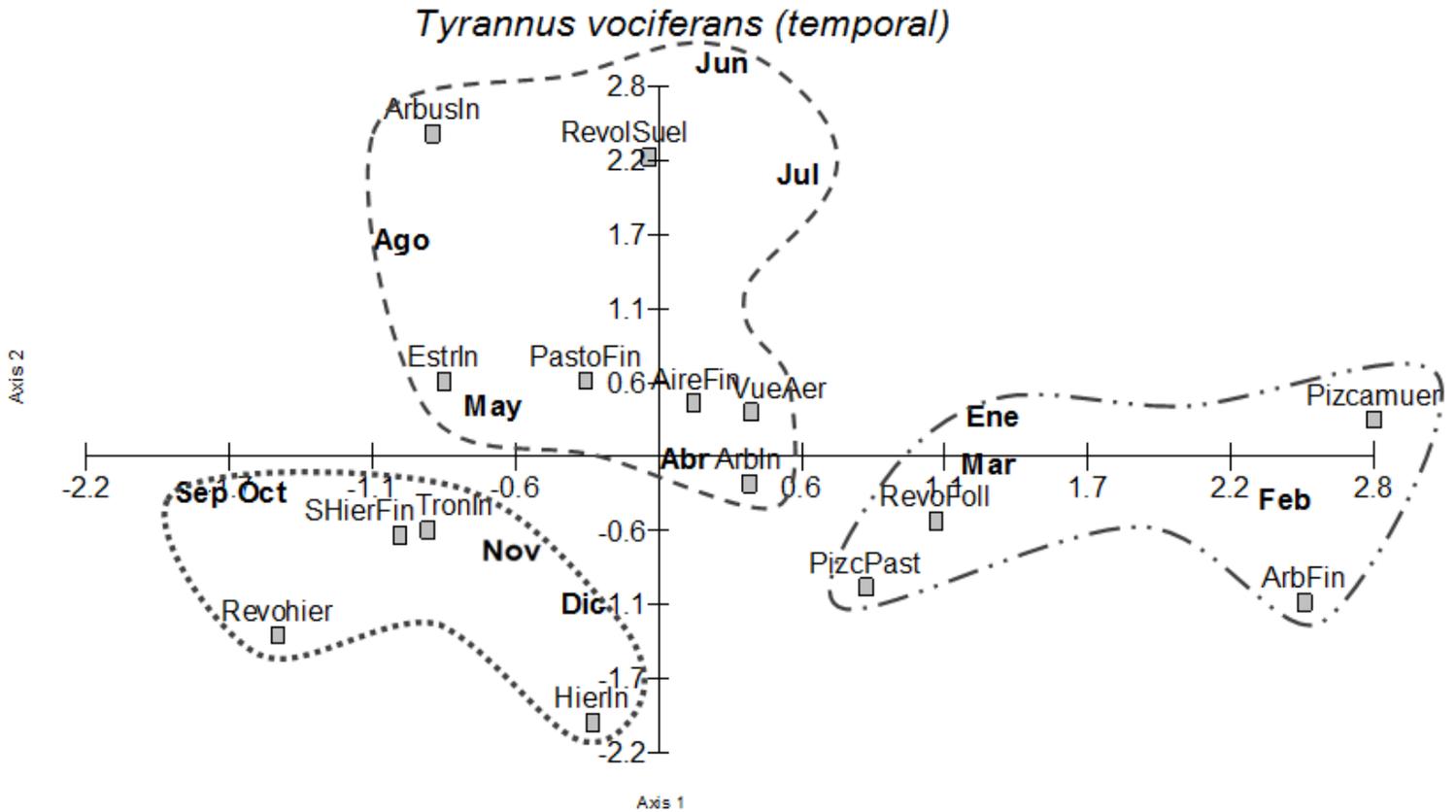


Figura 8. Análisis de correspondencia "Temporal" para estrategia de forrajeo/sito de percha/estrato captura de alimento en *Tyrannus vociferans*. Se observan tres agrupaciones delimitadas por meses. **Primer grupo** (Sep-Dic): HierIn=percha sobre hierba, TonIn= percha en ramas o troncos sobre el suelo, Revohier=revoloteo sobre hierba, SHierFin= captura de presa sobre hierba. **Segundo grupo** (Abr-Ago): ArbuIn=percha inicial en arbusto, EstIn= percha sobre estructuras, Arbln=percha en árbol, VueAer=captura al vuelo, RevoSuel=revoloteo sobre pasto. PastoFin= captura de la presa sobre el pasto, AireFin= captura de la presa al aire. **Tercer grupo** (Ene-Mar): PizcPas= pizca en el pasto, PizcMuer= pizca de muérdago, RevoFoll=Revoloteo en follaje, ArbFin= captura de presa sobre árbol.

d) Relación entre categorías con el análisis de correlación canónica

Las matrices de correlación resultantes entre las categorías estrategia de forrajeo, abundancia de artrópodos y biomasa de artrópodos (anexo 5 y 6), demostraron las variables relacionadas o asociadas, con el coeficiente de correlación (r) entre cada pareja de la celda. Estas matrices se sometieron al

análisis de Correlación Canónica en el que se incluyeron las variables de comportamiento de forrajeo y abundancia de artrópodos correlacionadas significativamente para cada especie.

El diagrama de ordenación para *Pyrocephalus rubinus* indica que se alimenta principalmente de lepidópteros que atrapa al vuelo aéreo y de ortópteros, revoloteando hacia el suelo (Fig. 9).

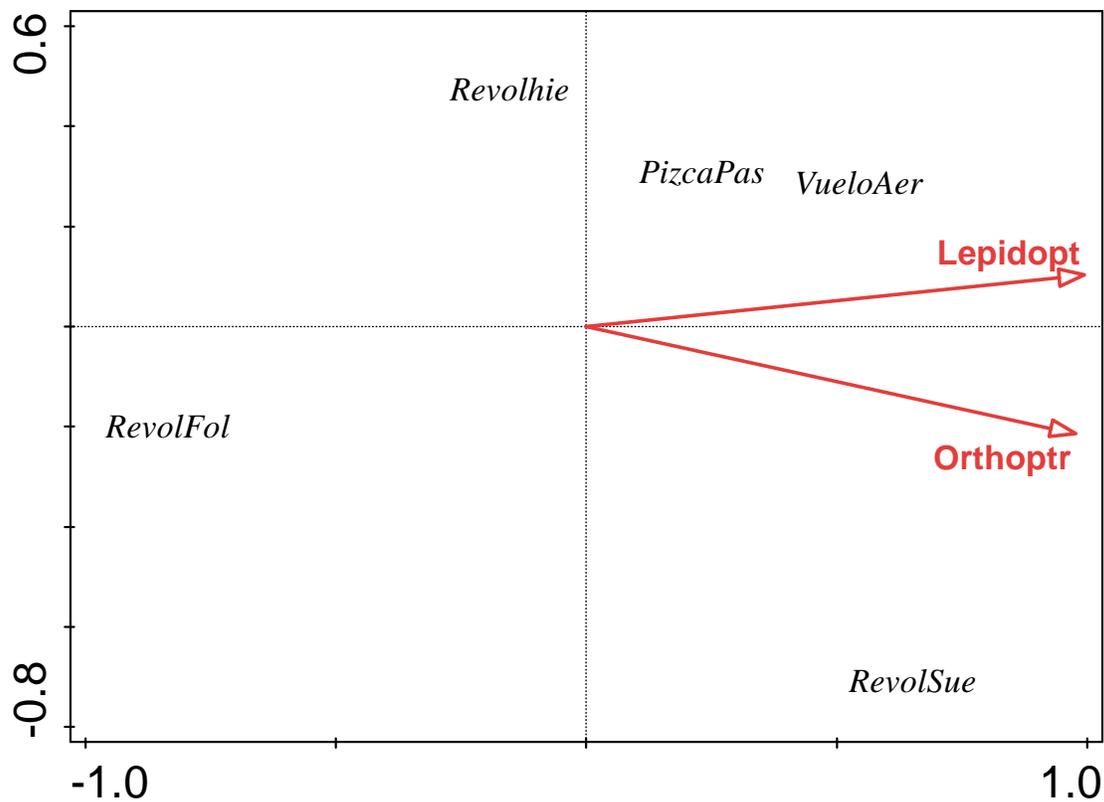


Figura 9. Diagrama de ordenación de estrategia de forrajeo y abundancia de artrópodos, para *Pyrocephalus rubinus*, con base en los registros de comportamiento y abundancia de artrópodos. Las flechas indican relación entre las variables vuelo aéreo (*VueloAer*) y lepidópteros (*Lepidop*), así como entre revoloteo en el suelo (*RevolSue*) y orthopteros (*Orthoptr*).

A fin de poner a prueba el grado de asociación de las variables resultantes del Análisis de Correlación Canónica de *Pyrocephalus rubinus*, se realizaron análisis de regresión lineal para cada par de variables, en las que se relacionaron la media del orden de artrópodos colectados correspondientes a cada estrategia de forrajeo.

En la figura 10 la regresión lineal indica que no existe relación significativa entre las estrategia de forrajeo captura al vuelo y los lepidópteros muestreados ($r^2= 0.19$, $F=0.97$, $P=0.37$) (Fig. 10). No obstante, se encontró una relación positiva significativa ($r^2= 0.67$, $F= 8.42$, $P= 0.04$) entre la abundancia de ortópteros y la media de revoloteos sobre el pasto en la figura 11.

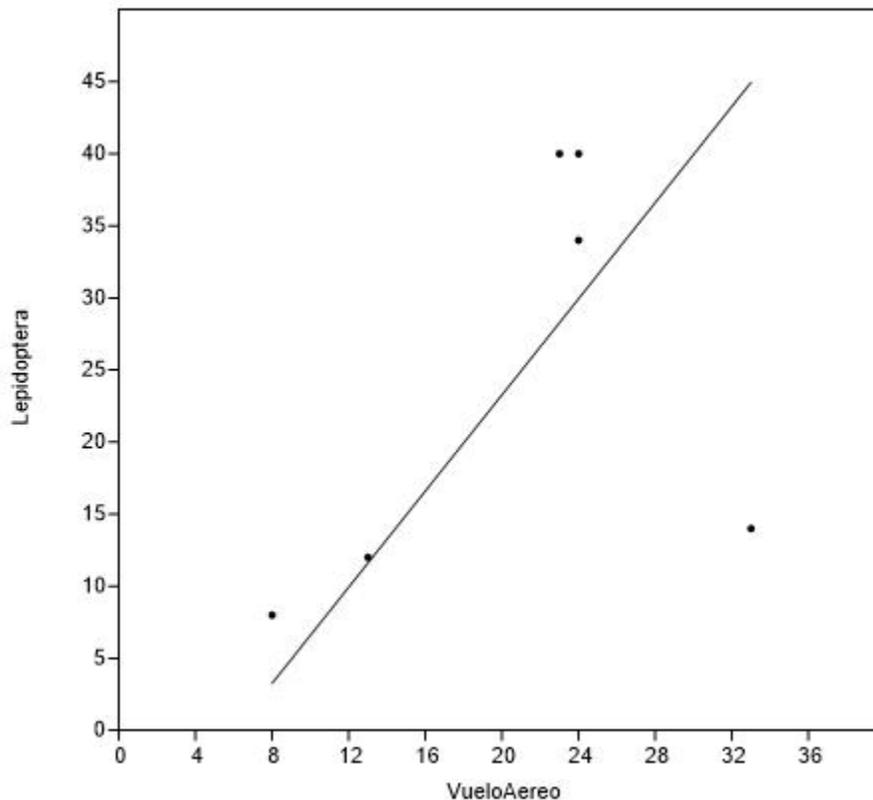


Figura 10. Análisis de regresión lineal entre la media de lepidópteros colectados y la media de capturas al vuelo desplegadas por *Pyrocephalus rubinus*. La grafica muestra que no existe relación significativa ($r^2= 0.19$, $F=0.97$, $P=0.37$).

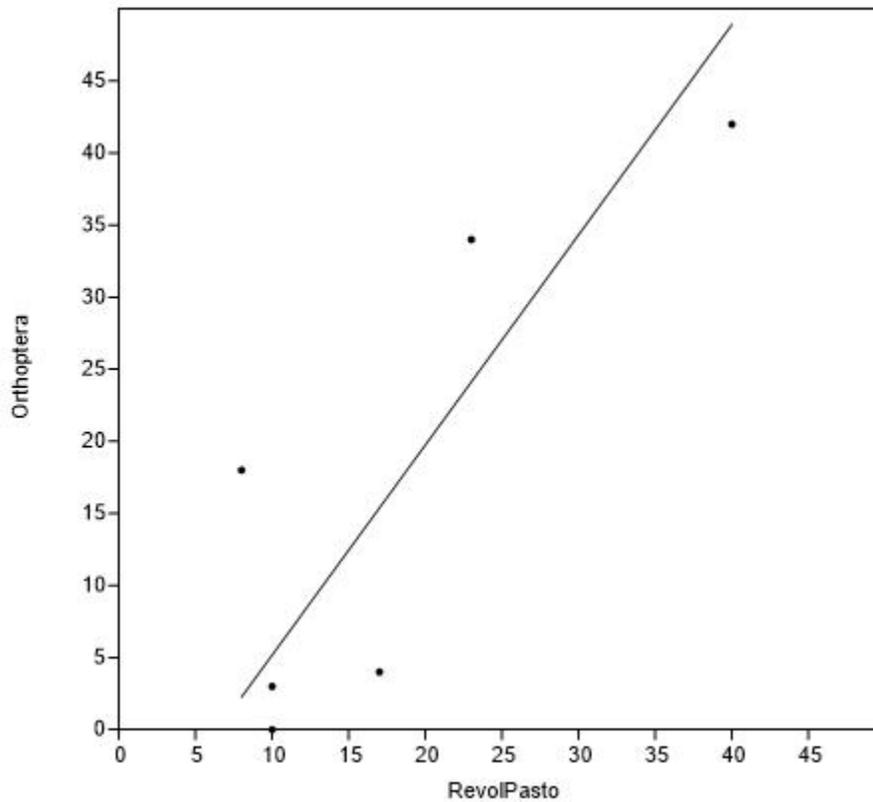


Figura 11. Análisis de regresión lineal entre la media de Orthopteros colectados y la media de revoloteos sobre el pasto desplegados por *Pyrocephalus rubinus*. La grafica muestra que existe relación significativa positiva ($r^2= 0.67$, $F=8.42$, $P=0.04$).

En el diagrama de ordenación de *T. vociferans* las flechas describen la relación entre las variables; así, estas señalan que se alimenta de homópteros, revoloteando en el pasto, de dípteros, al vuelo revoloteando en la hierba y, también, se alimenta de arañas de las hojas de los árboles (Fig. 12).

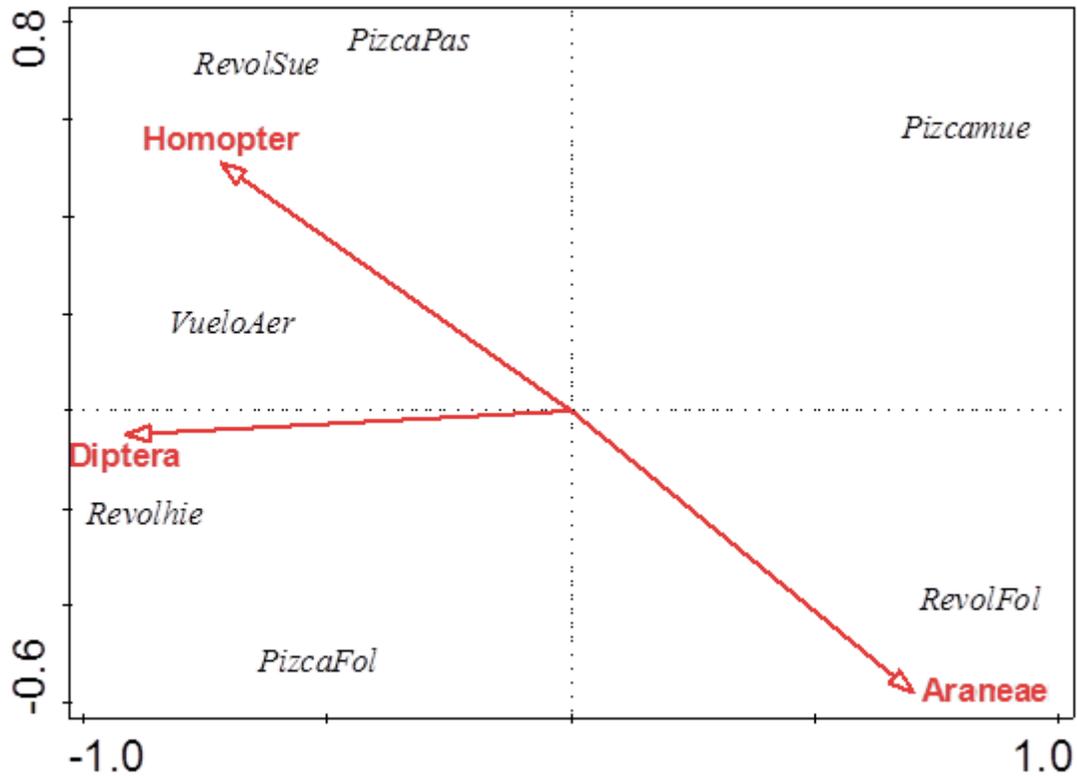


Figura 12. Diagrama de relación **estrategia de forrajeo/ órdenes de artrópodos**, para *Tyrannus vociferans*, con base en las abundancias de los registros de comportamiento y abundancia de artrópodos. Las flechas muestran relación entre las variables *Revoloteo en el suelo* y Homoptera; *Revoloteo en la hierba* y Diptera; así como *Revoloteo en el follaje* y Araneae.

Un análisis de regresión lineal sobre las variables que resultaron del análisis de correlación canónica indica que para *T. vociferans* la regresión entre la abundancia media de homópteros recolectados por mes y el número medio de revoloteos desplegados al mes, muestra una relación positiva altamente significativa ($r^2= 0.44$, $F= 77.38$, $P= 0.0.0009$) (Fig. 13a). La regresión entre dípteros y revoloteo en la hierba ($r^2= 0.67$, $F= 8.37$, $P= 0.04$), muestra una relación positiva significativa (Fig. 13b). Por último, las variables revoloteo en el follaje y

Araneae mostraron una relación positiva significativa ($r^2= 0.67$, $F= 8.37$, $P= 0.04$) (Fig. 13 c).

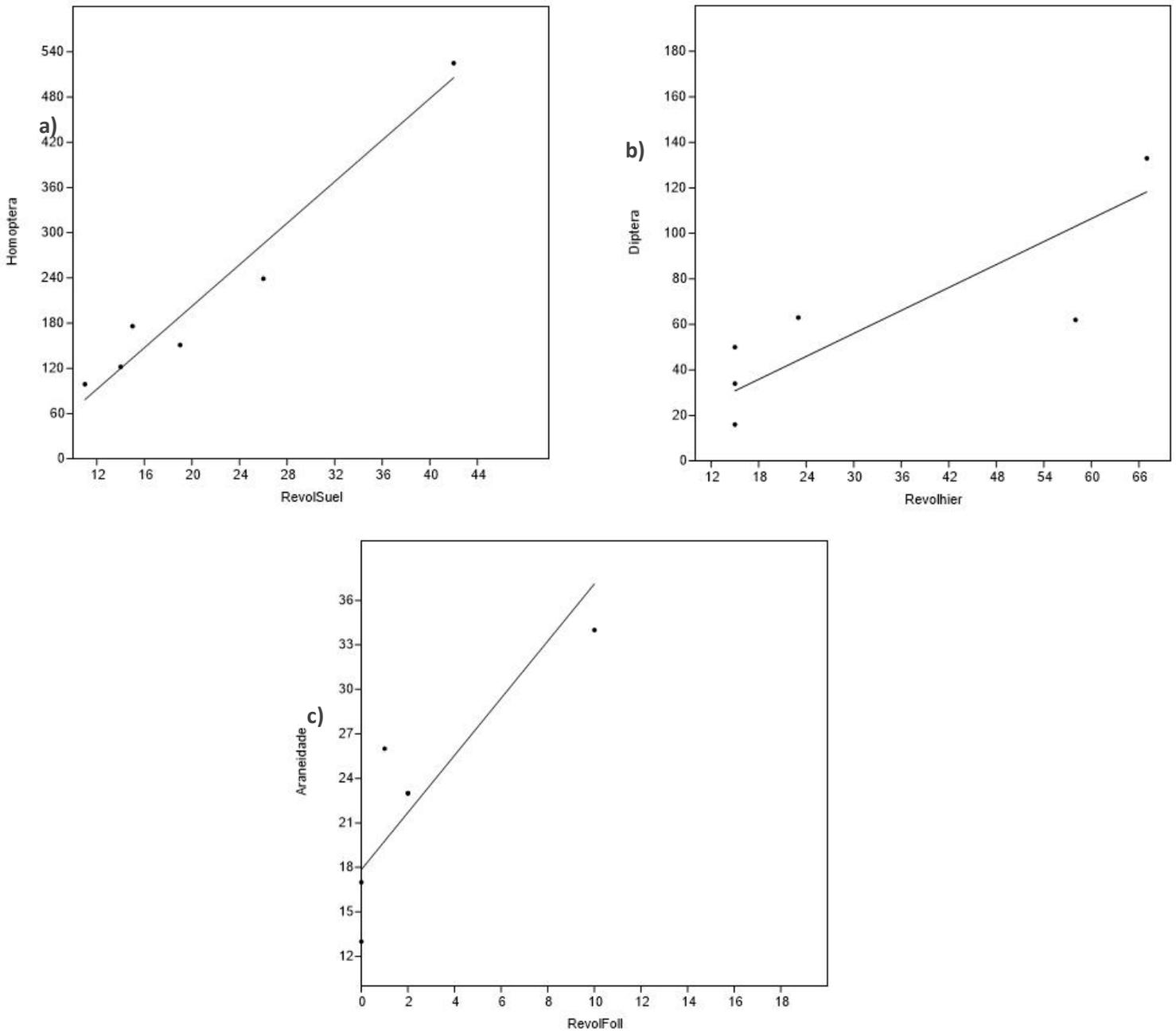


Figura 13. Análisis de regresión lineal entre las variables resultantes del Análisis de Correlación Canónica para *Tyrannus vociferans*. 14a Se muestra una relación positiva significativa entre las variables Revoloteo en el suelo y homópteros ($r^2= 0.44$, $F=77.38$, $P=0.0009$). 14b Análisis de regresión lineal entre revoloteo en la hierba y díptera, muestra una relación positiva significativa ($r^2= 0.67$, $F=8.37$, $P=0.04$). 14 c Relación positiva significativa entre las variables revoloteo en el follaje y Araneae ($r^2= 0.67$, $F=8.37$, $P=0.04$).

DISCUSIÓN

Muchos estudios han demostrado que las especies de aves insectívoras difieren en el comportamiento de forrajeo (Raley y Anderson 1990), ya que tienden a usar diferentes estrategias y sitios de forrajeo, especies de árboles y alturas (Sherry 1984, Wolda 1990). Los resultados del estudio presente revelan diferencias en la distribución espacial y comportamiento de forrajeo entre *Pyrocephalus rubinus* y *Tyrannus vociferans*. Esto es, mientras que *P. rubinus* se distribuye mayormente en los sitios centrales del parque (puntos 1, 3, 8 y 9); es decir, en lugares donde existe mayor modificación de hábitat y actividad antrópica, *T. vociferans* se ubica en la periferia del parque (puntos 5, 6 y 7), que es una zona con menor tránsito de personas, con espacios más abiertos y con árboles de mayor altura (>5 m), condiciones que estudios anteriores asocian a esta especie (Camacho 2010).

Las mediciones del comportamiento de forrajeo son usadas para indicar cómo, dónde y qué recursos alimenticios obtienen las especies (Holmes y Recher 1986). En este estudio las técnicas de forrajeo empleadas difirieron entre las dos especies. Los datos sugieren que fue debido a la distribución recursos y probablemente también su abundancia.

P. rubinus mostró preferencia por sitios despejados y con vegetación baja (<50 cm); de hecho, en dos sitios con vegetación mayor a 50 cm (puntos 6 y 7) no se obtuvieron registros de esta especie. Las parcelas preferidas por el mosquero cardenal (puntos 1, 8 y 9) fueron sitios con mayor actividad por parte de

jardineros, quienes laboran continuamente y, por ende, la vegetación (principalmente prados) siempre tiene una altura por debajo de los 20 cm, lo que le da acceso a artrópodos cercanos al suelo. Asimismo se observó predominancia a realizar pizca como maniobra de caza; estas preferencias reflejan la abundancia, tipo y accesibilidad a las presas (Avalos, 2009).

En un estudio en Costa Rica sobre tiranos insectívoros residentes, Sherry (1984) observó que las especies del género *Contopus* frecuentemente utilizaron captura al vuelo como táctica para capturar a los odonatos adultos, los cuales componen la mayoría de su dieta (George y Master 2008). En el presente estudio *T. vociferans* frecuentemente forrajeó por captura al vuelo, en los sitios ubicados al fondo del parque y revoloteos, en los puntos centrales. El uso de tales estrategias de forrajeo indican una dieta que consiste principalmente de insectos voladores (Sherry 1984) o insectos no voladores posados sobre estratos más bajos como las hierbas y arbustos.

Por otro lado, la maniobra de forrajeo de captura al vuelo parece ser más frecuente en hábitats abiertos y con perchas ubicadas en lugares altos (Fizpatrick, 1980, Snow 2004). Algo similar se encontró en este trabajo, ya que en los puntos de observación 2, 5 y 6 presentan ahuejotes (*Salix bonplandia*) en sus alrededores, los cuales ofrecen las perchas altas desde las que *T. vociferans* forrajeó mediante despliegues aéreos. Este comportamiento no podría realizarse en hábitats de vegetación cerrada ya que la estructura del follaje limitaría las diferentes maniobras y amplitud de ataque al vuelo (Pearson 1975).

El Parque Ecológico de Xochimilco, un hábitat principalmente abierto permite a estas aves utilizar distintas técnicas de forrajeo de insectos. Adicionalmente, es un sitio alterado y sujeto a mantenimiento diferencial durante todo el año, lo que provoca importantes fluctuaciones en la abundancia de recursos alimentarios, por lo que las aves responden a esas diferencias empleando diferentes estrategias de forrajeo entre sitios (Domínguez-López and Ortega Álvarez 2014). El uso de distintos comportamientos para forrajear depende del tipo de presa, probablemente de un compromiso entre gasto y ahorro energéticos, y por la estructura del microhábitat (Moermond 1990).

De acuerdo con los resultados de este estudio, las diferencias en las conductas de forrajeo no solo se presentaron entre sitios, sino también entre épocas del año. García- Pérez y Cruz- Medina (2008) definen como época de lluvias el periodo de mayo a septiembre y el de secas de noviembre a febrero. Así, para ambas especies, la época de lluvias se caracterizó por una mayor frecuencia de revoloteos y vuelos aéreos; según Williams y Middleton (2008) se debe a una mayor abundancia de artrópodos en esta época, lo que les permite la captura de presas conspicuas y abundantes con mayor facilidad.

Los artrópodos varían en respuesta a la lluvia (Pouliny McNeil 1992, Strongy Sherry 2000), la abundancia de artrópodos, que son la mayoría de los recursos para muchas aves, frecuentemente está relacionado positivamente con esta época (Amorimet *al.* 2009). Por lo tanto, no es sorprendente que los ciclos de reproducción, así como la sobrevivencia, abundancia y diversidad de la comunidad

de muchas aves estén positivamente asociados con las lluvias (Dugger *et al.* 2004, Gibbs 2007).

Para la época seca, la escasez de recursos alimenticios es relativamente obvia. Durante este periodo ambas especies se alimentaron por medio de pizcas y revoloteos, ya que estas estrategias de forrajeo permiten la captura de presas encubiertas, atrapándolas de entre la hierba y los pastizales; es decir, les permiten inspeccionar con más detalle la vegetación (Jedlicka *et al.* 2006).

Además de la vegetación, las estrategias y sustratos de forrajeo pueden estar determinadas por la disponibilidad de alimento. De acuerdo con Álvarez (2002) las preferencias de forrajeo de *P. rubinus* están dirigidas a los estratos bajos de la vegetación con un 94% del esfuerzo de forrajeo realizado a un metro del suelo. En el presente estudio se obtuvieron relaciones significativas en la captura de presas mediante revoloteos, a ras de los pastizales, lo que demuestra la preferencia de estas aves por el estrato pegado al suelo tal como se mencionó anteriormente. Por su parte, *T. vociferans* prefirió la hierba y arbustos como sustrato, y atacó homópteros y dípteros mediante revoloteos aunque también empleó pizcas para atrapar arácnidos. Pese a que ésta es una especie que utiliza principalmente capturas aéreas, la mayoría de registros fueron de ataque en estratos bajos, ya que las presas, no obstante que son voladoras y semi voladoras, generalmente se posan sobre la hierba y arbustos. Sin embargo, se tuvieron más registros de ataques aéreos de *T. vociferans* en comparación con *P. rubinus*, lo que enfatiza el carácter de cazador aéreo del primero. De acuerdo con Ahlborn (1999), esta especie percha en árboles o en la parte alta de los arbustos y

forrajea tanto en el aire como a lo largo de las praderas, y se alimenta con mayor frecuencia de dípteros, coleópteros, odonatos, homópteros y lepidópteros (Ordano 1999), tal como los resultados obtenidos en este estudio.

La variedad de conductas de forrajeo que emplean ambas especies parece ser parte de sus estrategias de adaptación. Fitzpatrick (1980) sugirió que las diferencias interespecíficas en el uso de hábitat probablemente son consecuencia de la radiación adaptativa que ocurrió en la familia Tyrannidae durante el Terciario. Ecológicamente, la radiación adaptativa minimiza la competencia entre especies simpátricas, y las ayuda a coexistir en hábitats donde la productividad secundaria parece no ser muy alta o donde los insectos voladores no son fácilmente detectables (Cintra 1997). Esta flexibilidad explica la coexistencia de *T. vociferans* y *P. rubinus* que si bien son especies pertenecientes a la misma familia parcialmente simpátricas y presentan hábitos alimenticios muy similares, parecen ser tolerantes a la presencia mutua (Fitzpatrick 1980).

Aunque no se encontró diferencia significativa en la biomasa general de los insectos (presas potenciales) entre estaciones, otros aspectos físicos o nutricionales, como el grosor del exoesqueleto y la composición química, pudieron haber determinado la selección de las presas y, por lo tanto, la selección de los sitios de forrajeo (Jahnet *al.* 2010).

Otro factor determinante para la selección de sitios pudo haber sido la diferencia significativa en la abundancia de himenópteros, homópteros, ortópteros y odonatos entre las épocas reproductiva y no reproductiva, lo que sugiere que la

selección de presas en su mayoría está determinada por abundancia entre meses, más que la guía de la selección por el tamaño de las presas.

De acuerdo con Moermondy Wolda (1990) la explicación anterior sugiere que la variación en las dietas de estas aves se enmarca en ciertas características como qué tan conspicua es la presa (artrópodos), su distribución, abundancia y microhábitat (aire, árbol, arbusto y hierba), también la morfología y comportamiento del ave y la estructura del follaje. Estos son los tres factores propuestos por Holmes y Schultz (1988) que determinan el tipo de recursos alimentarios que estarán disponibles para las aves.

De acuerdo con diversos estudios (Rosenberg y Cooper 1990, Mills *et al.* 1991, Murakami 2002, Moorman *et al.* 2007), los tiranos pueden cambiar la altura a la que forrajean en función de la distribución de recursos alimentarios. En el área de este estudio la abundancia de insectos para el periodo noviembre - junio alcanzó, en general, su pico entre mayo y principios de junio, y declinó a través del invierno. Una gran proporción de vuelos de las aves hacia el pasto y la selección que hicieron de perchas bajas entre diciembre y febrero, comparada con los otros meses, sugiere que el alimento disponible se distribuyó cerca del suelo durante esos meses de escasez de alimentos (Veerbek 1974).

Las características de ambas especies de aves como depredadoras y las de las presas potenciales explican los patrones de preferencia, los cuales están relacionados con la teoría del forrajeo óptimo, ya que los depredadores probablemente seleccionaron las presas más provechosas, donde lo provechoso

es una medida de la energía neta ganada por unidad de tiempo de manipulación (Krebs 1978).

McArthur (1958) en su estudio de cinco especies de parúlidos que coexisten durante la época reproductiva determinó que tales especies pueden convivir porque se excluyen espacialmente por competencia. Esto es equivalente a decir que las especies de esa comunidad se dividen los recursos, y que cada una está limitada por diferentes factores. Las observaciones muestran que existen razones para pensar que los tiranos se comportan de acuerdo a las diferentes presas encontradas en el hábitat (Choteau y Fenosa 2008).

El presente estudio sugiere que las estrategias de forrajeo pueden ser notablemente flexibles (Hutto 1981), ya que *T. vociferans* compensó la baja disponibilidad de alimento durante la temporada seca buscando un recurso alternativo en el dosel, durante los meses de enero a marzo y complementó su dieta de artrópodos con los frutos del muérdago (Ahiborn 1990) el cual crece sobre los ahuejotes y fructifica durante la época invernal (Camacho 2013). Con base en el presente estudio se puede afirmar que para mantenerse la población de aves como residentes en el Parque Ecológico de Xochimilco durante todo el año, la abundancia de alimento tiene que ser suficiente a través de la época reproductiva y no reproductiva, para que este recurso no determine la migración de aves a hábitats alternos en búsqueda de alimento (Jhanet *et al.* 2010, Domínguez-López y Ortega Álvarez 2014, Williams y Middleton 2008, Casas *et al.* 2016).

Los resultados apuntan a que la coexistencia de las dos especies estudiadas en el Parque se puede deber a diferencias interespecíficas de distribución de las aves dentro de los microhábitats, y a que cada especie responde a diferencia en la abundancia de recursos (Cintra 1997). Por ejemplo, *T. vociferans* modificó sus hábitos de forrajeo durante la baja disponibilidad de artrópodos en la época de secas, y utilizó otros recursos disponibles (frutos del muérdago). Sin embargo, *P. rubinus* carece de la capacidad de nutrirse de frutos (Merlen 2013), por lo que posiblemente cambió su dieta a otro tipo artrópodos como recurso alternativo (Jhanet *al.* 2010). Estudios previos muestran que cambios estacionales en el comportamiento de forrajeo coinciden en especies de aves que conviven en el mismo hábitat, debido a cambios en la disponibilidad de presas (Alatalo 1980). Por lo tanto, la disponibilidad de alimento afecta de manera predecible algunos aspectos del comportamiento de forrajeo (Robinson y Holmes 1982, 1984). Las dos especies de aves estudiadas pueden ajustar su comportamiento de forrajeo en respuesta a la disponibilidad de presas. Muchas especies han mostrado proporcionalmente más maniobras de captura al aire conforme los insectos voladores son más abundantes, estas modificaciones probablemente reflejan el cambio en la disponibilidad relativa de un tipo de presa por otro (Davies y Green 1976, Holmes *etal.* 1978, Robinson y Holmes 1984, Kramer 2001).

CONCLUSIONES

El Parque Ecológico de Xochimilcoal ser un hábitat modificado proporciona distintos microhábitats con condiciones favorables durante la mayor parte del año para las aves residentes en el que encuentran sitios de alimentación, refugio y reproducción.

Ambas especies mostraron preferencia por sitios con distinta vegetación. *P. rubinus* obtuvo su alimento con mayor frecuencia de realizar pizcas y revoloteos, dirigiendo sus ataques desde perchas no mayores a tres metros, hacia pastizales y hierbas, y se alimentó todo el año únicamente de artrópodos. Por su parte, *T. vociferans* utilizó revoloteos y pizcas, pero capturas al aire con mayor frecuencia que *P. rubinus*; sin embargo, *T. vociferans* complementó el consumo de artrópodos con frutos del muérdago durante la época seca, en la que disminuye la abundancia de artrópodos. *P. rubinus* parece no poder complementar su alimentación con frutos.

Se encontró que estas aves también modifican sus estrategias de forrajeo entre temporadas. Ambas especies prefieren alimentarse por captura al vuelo y revoloteo en temporada de lluvias. En temporada de secas se alimentan por revoloteo y pizcas.

La diferencia en el uso de las estrategias de forrajeo, segregación por tipos de microhábitats y especificidad de presas (tipo de artrópodos) se perfilan

como los factores principales que permiten la coexistencia de ambas especies en el Parque Ecológico.

LITERATURA CITADA

- Ahiborn, G. 1990. *Tyrannus vociferans*. Pp.330-331 in D.C. Zeiner, W.F.Laudenslayer, Jr., K.E. Mayer, and M. White [eds.], California's Wildlife. Vol. I-III. California Depart. of Fish and Game, Sacramento, California.
- Alatalo, R. V. 1980. Seasonal dynamics of resource partitioning among foliage-gleaning passerines in northern Finland. *Oecologia* 45:190-196.
- American Ornithologists' Union. 1998. Check-list of North American Birds. 7th edition. American Ornithologists' Union, Washington, D.C.
- Amorim, F.W., R. S. De Ávila, JR., A. De Camargo, A. L. Vieira, y P. E. Oliveira. 2009. A hawkmoth crossroads? Species richness, seasonality and biogeographical affinities of Sphingidae in a Brazilian Cerrado. *Journal of Biogeography* 36: 662–674.
- Andrews, B. J., y M. Sullivan. 1996. Vermilion Flycatcher and Black Phoebe feeding on fish. *Wilson Bulletin* 108(2):377- 378.
- Avalos, V. D. 2009. Aspects of foraging behavior of *Phibalura flavirostris boliviana* (Cotingidae, Passeriformes). *Ecología en Bolivia* 44(1):62-66.
- Bibby, C.J., y R.E. Green. 1980. Foraging behaviour of Migrant Pied Flycatchers, *Ficedula hypoleuca*, on temporary territories. *The Journal of Animal Ecology* 49(2):507-521.

- Blancher, P.J., y R.J. Robertson. 1984. Resource use by sympatric Kingbirds. *The Condor* 86: 305-313.
- BirdLife International. 2014. Species factsheet: *Pyrocephalus rubinus*. Accesado el 14 de septiembre de 2014 en: <http://www.birdlife.org>
- BirdLife International. 2014. Species factsheet: *Tyrannus vociferans*. Accesado el 14 de septiembre de 2014 en: <http://www.birdlife.org>
- Borrero, J. I. 1972. Historia natural del Titiribí, *Pyrocephalus rubinus* (Aves, Tyrannidae), en Colombia, con notas sobre su distribución. *Mitteilungen-Instituto Colombo-Alemán de Investigaciones Científicas* 6:113-133.
- Bos, G., y S. Carthew. 2003. The influence of behaviour and season on habitat selection by a small mammal. *Ecography* 26:810-820.
- Botero, J., A. López, O. Castellanos, C. Aristizábal, N. Franco y D. Abeláez. 2005. Adiciones a la lista de aves del municipio de Manizales. *Boletín SAO* 6(15):2-6.
- Camacho, N.A. 2013. Uso de hábitat y pautas conductuales de *Pyrocephalus rubinus* y *Tyrannus vociferans* en el Parque Ecológico Xochimilco. Tesis de Maestría en Biología, Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México. 78pp.
- Casas, G., B. Darski, P. Ferreira, A. Kindell y S. Müller. 2016. Habitat structure influences the diversity, richness and composition of bird assemblages in

successional Atlantic rain forests. *Tropical Conservation Science* 9(1):503-524.

Choteau, P., y R. Fenosoa. 2008. Seasonal effects on foraging behaviour of two sympatric species of couas in the western dry forest of Madagascar. *African Journal of Ecology* 46: 248–257.

Cintra, R. 1997. Spatial distribution and foraging tactics of Tyrant Flycatchers in two habitats in the Brazilian Amazon. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 32:17-27.

Cody, M. 1985. Habitat selection in birds. Academic Press, INC. Nueva York. Pp. 59-80.

Cueto, V., J. López, M. Sagrario y J. Damonte. 2005. Relación aves-vegetación: Importancia de los algarrobales para la fauna del desierto del monte. *Ecorregión del Monte* 234-239.

Cueto, V.R. 1996. Relación entre los ensambles de aves y la estructura de la vegetación: Un análisis a tres escalas espaciales. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina. 122pp.

Davies, N. B., y R. E. Green. 1976. The development and ecological significance of feeding techniques in the Reed Warbler, *Acrocephalus scirpaceus*. *Animal Behavior* 24:213-29.

- Del Hoyo, J., A. Elliot y D.A. Christie. 2004. Handbook of the birds of the world. Lynx Editions, Barcelona, España. 863pp.
- Domínguez-López, E., y R. Ortega-Álvarez. 2014. The importance of riparian habitats for avian communities in a highly human-modified Neotropical landscape. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 1217-1227.
- Dugger, K., J. Faaborg, W. Arendt, y K. Hobson. 2004. Understanding survival and abundance of overwintering warblers: does rainfall matter? *Condor* 106: 744–760.
- Dunning Jr, J. B., B. Stewart, B. Danielson, T. Root, R. Lamberson y E. Stevens. 1995. Spatially explicit population models: current forms and future uses. *Ecological Applications* 5:3-11.
- Eckhard, R. 1979. The adaptive syndromes of two guilds of insectivorous birds in the Colorado rocky mountains. *Ecological Monographs* 49:129-149.
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). 2004. Sistema lacustre “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”. Conanp, México, D.F. Accesado el 2 de noviembre de 2014 en: <http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php> en 02/11/2014
- Fitzpatrick, J. 1980. Foraging behavior of neotropical tyrant flycatchers. *The Condor* 82:43-57.

- Fitzpatrick, J. W. 2004. Family Tyrannidae (tyrant-flycatchers). Pp. 170–462 in J. del Hoyo et al.[eds.], Handbook of the Birds of the World, Vol. 9. Cotingas to Pipits and Wagtails. Lynx Editions, Barcelona.
- George, G., y T. Master. 2008. Foraging Behaviour of the Torrent Tyrannulet (*Seropophaga cinerea*) in Costa Rica. *Ornitología Tropical* 19:595-598.
- Gibbs, H. 2007. Climatic variation and breeding in the Australian Magpie (*Gymnorhina tibicen*): a case study using existing data. *Emu* 107: 284–293.
- Gómez y Gómez, B., y R. Jones. 2002. Manual de métodos de colecta, preservación y conservación de insectos. Facultad de Ciencias Naturales. UAQ. Tapachula, Chiapas. México. 35pp.
- González, H. D., y P. C. Manrique. 2004. Insectos terrestres, en: Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. UNAM, UADY, INE, Conacyt. México, D.F. 235-268.
- Holmes, R. y H. Recher. 1986. Determinants of Guild Structure in Forest Bird Communities: An Intercontinental Comparison. *The Condor* 88:427-439.
- Holmes, R. T. y J. C. Schultz. 1988. Food availability for forest birds: effects of prey distribution and abundance on bird foraging. *Can. J. Zool.* 66:720-728.
- Holmes, R., R. Bonney y S. Pacala. 1979. Guild structure of the Hubbard Brook bird community: a multivariate approach. *Ecology* 60:512-520.
- Howell, S., y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford, Inglaterra.

- Hutto, R. 1990. Measuring the availability of food resources. *Studies in Avian Biology* 13:20-28.
- Intituto de Ecología, A. C. (INECOL). 2002. Informe Final. Programa rector de restauración ecológica área natural protegida zona sujeta a Conservación ecológica Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. México, DF: UNAM.
- Jhan, A. E., D. Levey, A. Mamani, M. Saldias, A. Alcoba, M. Ledezma, B. Flores, J. Quillén y F. Hilarion. 2010. Sesasonal differences in rainfall, food, availability, and the foraging behavior of Tropical Kingbirds in the southern Amazon Basin. *Journal of Field Ornithology* 81(4): 340-384.
- Jiménez, O. E. 1989. Mesomicroclima de la Ciudad de México. UNAM, México.
- Johnson, D.H. 1980. The comparision of usage and availability measurements for evaluating resources preference. *Ecology* 61:65-71.
- Kovach, W.L. 2010. MVSP – A Multivariate Statistical Package for Windows, ver. 3.2. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- Kramer, D. L. 2001. Foraging Behavior, p. 232-238. In *Evolutionary Ecology Concepts an Case Studies*. Eds. Fox C.W., D.A. Roff and D.J. Fairbairn. Oxford University Press.
- Krebs, J. R. 1978. Optimal foraging: decision rules for predators, p. 23-63. In J. R. Krebs and N. B. Davies [eds.], *Behavioural ecology: an evolutionary approach*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.

- Lahitte, B., H. Ferrar y L. Lazaro. 2002. Sobre el etograma, 1: del etograma como lenguaje al lenguaje de los etogramas. *Revista de Etología* 4(2):129-141.
- MacArthur, R. 1958. Population Ecology of Some Warblers of Northeastern Coniferous Forest. *Ecology* 39(4):599-619.
- Márquez-Luna, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37:385-408.
- McArthur, R. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forest. *Ecology* 39(4):599-619.
- Merlen G. 2013. Gone, gone...going: The fate of the vermilion flycatcher on Darwin's Islands. Pp. 180-188. In: *Galapagos Report*. GNPS, GCREG, CDF and GC. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.
- Mills, G. S., J.B. Dunningjr y J.M. Bates. 1991. The relationship between breeding bird density and vegetation volume. *Wilson Bulletin* 103:468-479.
- Moermond, T.C. 1990. A functional approach to foraging: morphology, behavior, and the capacity to exploit. *Studies in Avian Biology* 13:427-430.
- Moorman, C. E., L. T. Bowen, J. C. Kilgo, C. E. Sorenson, J. L. Hanula y M.D. Ulyshen. 2007. Seasonal Diets of Insectivorous Birds Using Canopy Gaps in a Bottomland Forest. *J. Field Ornithol* 78(1):11-20.
- Morris, D.W. 1987. Ecological scale and habitat use. *Ecology* 68:362-369.

- Morse, D. 1968. A quantitative study of foraging of male and female spruce woods warblers. *Ecology* 49:779-784.
- Murakami, M. 2002. Foraging mode shifts of four insectivorous bird species under temporally varying resource distribution in Japanese deciduous forest. *Ornithological Science* 1:63-69.
- Murphy, M. 1989. Life history variability in North American breeding tyrant flycatchers: phylogeny , size or ecology? *Oikos* 54:3-14.
- Myers, S. 2008. California bird species of special concern, Vermilion Flycatcher (*Pyrocephalus rubinus*). *Studies of Western Birds* 1:266-270.
- Novelo, R.A., y M. M. Gallegos. 1988. Estudio de Flora y vegetación acuática relacionada con el sistema de chinampas en el sureste del Valle de México. *Biota* 13:121-139.
- Otto-Parrodi, E. 1999. Conservación del ajolote (*Ambistoma mexicanum*) mediante su cultivo y siembra en el Parque Ecológico de Xochimilco. Patronato del Parque Ecológico Xochimilco A.C. Informe final SNB-CONABIO proyecto No. J087, 50-62.
- Pearson, D. L. 1975. The relation of foliage complexity to ecological diversity of three Amazonian bird communities. *The Condor* 77:453-466.
- Peterson, T. y E. Chalif. 1989. Aves de México. Guía de campo. Ed. Diana. México. 473pp.

- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el Índice de Shannon y la Riqueza. *Interciencia* 31(8):583-590.
- Poulin, B. y R. McNeil. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 73: 2295–2390.
- Raley, M.C. y A. S. 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.
- Ralph, J., G. Geupel, P. Pyle, T. Martin, D. DeSante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. USDA Forest Service Gen. 43pp.
- Remsen, J. 1985. Community organization and ecology of birds of high elevation humid forest of the Bolivian Andes. *Ornithol. Monogr.* 36:733-756.
- Ridgely, R.S. y J.A. Gwynne. 1993. Guía de las Aves de Panamá, incluyendo Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Panamá. 614pp.
- Robinson, K.S. y R.T. Holmes. 1982. Foraging behavior of forest birds: The relationship among search tactics, diet, and habitat structure. *Ecology* 63(6):1918-1931.
- Robinson, K.S. y R.T. Holmes. 1984. Effects of plant species and foliage structure on the foraging behaviour of forest birds. *The Auk* 101:672-683.

- Robinson, S. K. 1981. Ecological relations and social interactions of Philadelphia and Red-eyed vireos. *Condor* 83:16-26.
- Rogers, L. E., W. T. Hinds y R. L. Bushbom. 1976. A general weight vs length relationship for insects. *Annals of the Entomological Society of America* 69:387-389.
- Rosenberg, K. V. y R. J. Cooper. 1990. Approaches to avian diet analysis. *Studies in Avian Biology* 13:80-90.
- Sherry, T. W. 1984. Comparative dietary ecology of sympatric, insectivorous Neotropical flycatchers (Tyrannidae). *Ecol. Monogr* 54:313-338.
- Sibley, D. A. 2000. *The Sibley guide to birds*. Alfred A. Knopf, New York.
- Smith, J. N. 1974. The food searching behaviour of two European thrushes. II. The adaptiveness of the search pattern. *Behaviour* 49:1-61.
- Snow, D. W. 2004. Family Cotingidae (Cotingas). pp. 32-66. En: Del Hoyo, J., A. Elliot y D. Christie (eds.) *Handbook of the Birds of the World*. BirdLife International & Lynx Editions, Barcelona.
- Strong, A. M. y T. W. Sherry. 2000. Habitat-specific effects of food abundance on the condition of Ovenbirds wintering in Jamaica. *Journal of Animal Ecology* 69: 883-895.
- Theather, K. 1992. Foraging patterns of male and female Scissor-Tailed Flycatchers. *J. Field Ornithology* 63(3):318-323.

- Traba, J., P. Acebes, V. Campos y S. Giannoni. 2009. Habitat selection by two sympatric rodent species in the Monte desert, Argentina. First data for *Eligmodontia moreni* and *Octomis mimax*. *Journal of Arid Environments* 74:179-185.
- Vagner de A, G. y M. Pizo. 2005. Foraging behavior of tyrant flycatchers (Aves, Tyrannidae) in Brazil. *Revista Brasileira de Zoología* 22(4):1072-1077.
- Veebek, N. A. 1974. Northern wintering of Flycatchers and residency of Black Phoebes in California. *The Auk* 92:737-749.
- Wiesenborn, W.D. y S.L. Heydon. 2007. Diets of breeding southwestern willow flycatchers in different habitats. *The Wilson Journal of Ornithology* 119(4):547-557.
- Williams, S. y J. Middleton. 2008. Climatic seasonality, resource bottlenecks, and abundance of rainforest birds: implications for global climate change. *Diversity and Distributions* 14:69-77.
- Wolda, H. 1990. Food availability for an insectivore and how to measure it. *Studies in Avian Biology* 13:38-43.

ANEXOS

Anexo 1(Etograma)

ETOGRAMA		PARCELA #	UTM			FECHA		
HR. DE INICIO			UTM			HR. FINAL		
MIN	Especie	Edad	Sexo	Ubicación	Altura	Pauta	Ángulo	Observaciones
	Código	AD, JUV	♀♂	Estrato (código)	Código	Código	90° a 90°	
5'								
10'								
15'								
20'								
25'								
30'								
		Condiciones	Cielo	Precipitación	Temperatura	D. viento	V. viento	Visibilidad
		Inicio						
		10'						
		20'						
		30'						

Anexo 2 (Formulario de censo entomológico)

Formulario de censo entomológico

Nombre/ Número de parcela _____

Fecha _____ Observador _____

Temperatura (°C) _____ % de nubes _____

Velocidad del viento (km/hr) _____ Dirección del viento _____

Precipitación _____

Hora de comienzo _____ Hora de fin _____

Observaciones _____

Anexo 3. Matriz de Correlación de *Pyrocephalus rubinus*.

	Coleoptera	Diptera	Homoptera	Hymenoptera	Lepidoptera	Odonata	Orthoptera	Araneidae	Isopoda
PizcaFollaje	-0.432258	-0.313309	0.063173	0.031159	-0.350823	-0.496704	-0.354929	-0.650087	-0.293464
	0.391996	0.545415	0.905366	0.953277	0.495354	0.316216	0.489962	0.162237	0.572441
	6	6	6	6	6	6	6	6	6
PizcaPasto	0.13118	0.424244	0.319954	-0.586732	0.112793	0.416889	0.020093	0.356264	0.068619
	0.804358	0.401812	0.536445	0.220895	0.831528	0.410893	0.969865	0.488213	0.897233
	6	6	6	6	6	6	6	6	6
VueloAereo	-0.120026	0.279361	0.26879	0.159875	0.443001	0.200847	0.365143	-0.818717	-0.301212
	0.820825	0.59186	0.606525	0.76223	0.378969	0.70278	0.476627	0.046316	0.561846
	6	6	6	6	6	6	6	6	6
RevolFoll	0.460243	-0.309904	-0.166582	-0.207996	-0.636606	-0.399478	-0.589074	-0.063101	0.723081
	0.358381	0.550026	0.752438	0.692505	0.174089	0.432657	0.218595	0.905474	0.104408
	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Revolhier	-0.838942	-0.027624	0.261225	-0.475961	-0.183211	-0.119721	-0.262387	0.316083	-0.794147
	0.036821	0.958574	0.617075	0.33997	0.728258	0.821277	0.615452	0.541665	0.059202
	6	6	6	6	6	6	6	6	6
RevolSuel	0.273162	0.356454	0.069949	0.822187	0.625543	0.519985	0.823412	-0.094913	0.091441
	0.600449	0.487964	0.895248	0.044615	0.184074	0.29032	0.044022	0.858058	0.86322
	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Revoloarbu	-0.432258	-0.313309	0.063173	0.031159	-0.350823	-0.496704	-0.354929	-0.650087	-0.293464
	0.391996	0.545415	0.905366	0.953277	0.495354	0.316216	0.489962	0.162237	0.572441
	6	6	6	6	6	6	6	6	6

+

Anexo 4. Matriz de Correlación de Tyrannus vociferans.

	Coleoptera	Diptera	Homoptera	Hymenoptera	Lepidoptera	Odonata	Orthoptera	Araneidae	Isopoda
PizcaFollaje	-0.101749	-0.119858	0.569324	0.011271	-0.194769	-0.199119	-0.3371	-0.090167	-0.309061
	0.779715	0.741545	0.085827	0.975348	0.589741	0.581291	0.340831	0.804356	0.384889
	10	10	10	10	10	10	10	10	10
PizcaPasto	0.243907	-0.139394	-0.418182	-0.121581	-0.127273	-0.115502	0.272727	0.711249	-0.197565
	0.497078	0.700932	0.229113	0.737938	0.726057	0.750683	0.445838	0.021091	0.584304
	10	10	10	10	10	10	10	10	10
VueloAereo	-0.220185	-0.376901	0.133739	-0.542683	-0.273557	-0.680854	-0.538813	0.213415	-0.582113
	0.541026	0.283003	0.712622	0.105048	0.444399	0.030211	0.108047	0.553844	0.077467
	10	10	10	10	10	10	10	10	10
RevolFoll	-0.738468	0.752799	0.602239	-0.169895	-0.100373	-0.034608	-0.533232	0.110117	-0.734918
	0.014718	0.011973	0.065412	0.638897	0.782632	0.924385	0.112466	0.762018	0.015461
	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Revolhier	-0.415904	-0.279637	0.12766	-0.25	0.048632	-0.20122	-0.231004	0.262195	-0.173395
	0.231922	0.433926	0.72525	0.486042	0.893868	0.577226	0.520792	0.464278	0.631897
	10	10	10	10	10	10	10	10	10
RevolSuel	-0.449543	-0.395139	0.109423	-0.085366	-0.054711	-0.52439	0.079028	-0.29878	-0.03406
	0.192416	0.258419	0.763483	0.814617	0.880676	0.119696	0.828202	0.401704	0.925581
	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Anexo 5. Matriz de datos *Pyrocephalus rubinus* sólo de los meses junio julio a manera de ejemplo

Activ	JunP 1	JunP 2	JunP 3	JunP 4	JunP 5	JunP 6	JunP 7	JunP 8	JunP 9	JunP1 0	JulP 1	JulP 2	JulP 3	JulP 4	JulP 5	JulP 6	JulP 7	JulP 8	JulP 9	JulP1 0
TreeO	3	5	12	3	0	0	0	6	4	7	1	4	16	8	19	4	4	4	1	4
HerbO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ShrO	0	0	3	0	2	0	0	4	1	2	0	1	6	0	0	2	2	1	0	2
WO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
StO	0	1	5	0	0	0	0	13	2	3	1	0	1	0	0	1	0	17	1	1
BrO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	1	0	0
SF	0	5	8	4	2	0	0	21	4	5	0	1	17	2	13	6	0	16	0	2
WF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
HrbF	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	3	2	1	0	0
UndTF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IntTF	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
OvrTF	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AirF	2	1	5	0	0	0	0	2	1	6	0	1	6	6	5	1	3	6	2	5
LowOr	0	1	0	1	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	4	1	0	3	0	0
MedLO r	1	0	4	3	0	0	0	6	3	5	0	2	8	0	5	1	0	2	1	1
MedHO r	2	2	8	0	0	0	0	10	5	2	0	1	16	2	11	11	2	14	0	5
HighOr	0	3	6	0	0	0	0	5	0	6	2	2	1	5	1	2	4	4	1	1
LowFin	0	5	5	4	2	0	0	20	3	5	1	4	20	2	17	6	1	16	0	2
MedLFi n	1	0	6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	3	3	1	2	0	0
MedHFi n	2	0	3	0	0	0	0	1	4	1	0	0	2	1	0	3	0	4	1	1

HighFin	0	1	5	0	0	0	0	2	0	6	1	1	2	5	2	3	4	1	1	4
Fyc	3	1	3	0	0	0	0	2	5	5	2	1	6	6	5	5	3	8	2	5
Hov	0	3	14	3	2	0	0	13	1	6	0	4	18	2	12	9	3	7	0	0
Glen	0	2	2	1	0	0	0	5	1	1	0	0	1	0	4	1	0	8	0	2
90°	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
60°	2	0	1	0	0	0	0	1	3	0	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0
30°	0	1	1	0	0	0	0	1	2	3	0	1	2	1	2	3	3	2	0	2
0°	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	4	1	3	0	2
-30°	1	2	6	1	1	0	0	10	2	3	0	1	9	1	7	6	0	7	0	2
-60°	0	3	8	3	1	0	0	9	0	3	1	0	12	1	9	2	2	11	1	1
-90°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 6. Matriz de datos *Tyrannus vociferans* solo de los meses junio julio a manera de ejemplo

Activ	Jun P1	Jun P2	Jun P3	Jun P4	Jun P5	Jun P6	Jun P7	Jun P8	Jun P9	Jun P10	JulP 1	JulP 2	JulP 3	JulP 4	JulP 5	JulP 6	JulP 7	JulP 8	JulP 9	JulP 10
TreeO	5	7	3	4	5	6	0	0	3	1	1	4	16	8	19	4	4	4	1	4
HerbO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ShrO	0	1	3	0	17	6	7	4	0	0	0	1	6	0	0	2	2	1	0	2
WO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
StO	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	17	1	1
BrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	1	0	0
SF	0	2	1	2	5	3	1	7	1	0	0	1	17	2	13	6	0	16	0	2
WF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0

HrbF	0	1	2	0	9	4	3	0	1	0	0	0	1	0	3	3	2	1	0	0
UndTF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IntTF	0	1	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
OvrTF	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AirF	5	3	3	2	5	1	3	0	1	1	0	1	6	6	5	1	3	6	2	5
LowOr	0	0	3	0	4	1	0	4	0	0	0	0	0	0	4	1	0	3	0	0
MedL Or	0	2	1	2	7	4	1	3	0	2	0	2	8	0	5	1	0	2	1	1
MedH Or	2	2	2	0	8	7	6	0	2	0	0	1	16	2	11	11	2	14	0	5
HighOr	3	4	0	2	1	0	0	0	1	1	2	2	1	5	1	2	4	4	1	1
LowFi n	0	3	3	2	16	11	1	7	0	0	1	4	20	2	17	6	1	16	0	2
MedLF in	2	0	1	0	1	0	4	0	1	0	0	0	1	0	3	3	1	2	0	0
MedH Fin	0	3	2	0	4	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0	4	1	1
HighFi n	3	2	0	2	1	1	0	0	2	1	1	1	2	5	2	3	4	1	1	4
Fyc	5	4	3	2	5	1	3	0	1	2	2	1	6	6	5	5	3	8	2	5
Hov	0	3	2	1	9	10	3	7	2	1	0	4	18	2	12	9	3	7	0	0
Glen	0	1	1	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4	1	0	8	0	2
90°	0	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
60°	2	1	2	1	5	1	2	0	2	2	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0
30°	0	2	1	1	2	0	1	0	0	0	0	1	2	1	2	3	3	2	0	2
0°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4	1	3	0	2
-30°	3	2	0	0	7	6	0	1	0	1	0	1	9	1	7	6	0	7	0	2
-60°	0	1	2	2	6	5	3	6	1	0	1	0	12	1	9	2	2	11	1	1
-90°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

