

Composición de la dieta de *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina

M. Luz OLMEDO¹, Camila GONZÁLEZ NOSCHESSE¹, Damián ROMERO² & Juan Pablo SECO PON¹

¹Grupo Vertebrados, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, IIMyC (UNMdP-CONICET), Rodríguez Peña 4002, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: luzolmedo12@gmail.com. ² Museo Municipal de Ciencias Naturales "Lorenzo Scaglia", Av. Libertad 3099, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

Abstract: *Trophic spectrum of Tadarida brasiliensis (Chiroptera: Molossidae) in the southeaster Buenos Aires Province, Argentina.* *Tadarida brasiliensis* is one of the most important arthropodophagous bats in the control of agricultural pests. However, its food habits are poorly studied in Argentina. The aim of this work was to analyze the diet composition of *T. brasiliensis* in an agroecosystem in the southeast of Buenos Aires Province (General Pueyrredon District) during the non-breeding period, controlling the sex of the individuals studied. The digestive tract of 22 individuals captured outside their roost was analyzed. Frequency of occurrence and relative frequency were estimated for each food item. In addition, the availability of preys in the environment was estimated by using light traps. Diet composition analysis revealed the presence of seven orders of insects: Diptera and Lepidoptera presented the highest frequency of occurrence (95% and 91%, respectively), followed by Hemiptera (45%), Coleoptera (36%), Neuroptera (18%), and to a lesser extent, Trichoptera (9%), and Hymenoptera (4.5%). Regarding relative frequency, 60% of the diet composition of *T. brasiliensis* was represented by Diptera and Lepidoptera, and when the Hemiptera and Coleoptera orders were added, it escalated up to 90%. No significant differences were found in the diet composition between males and females. All orders of insects found in the diet of *T. brasiliensis* were recorded in the environment, including lepidopteran and hemipteran species that are considered harmful to crops. Given that these orders are part of the diet composition of *T. brasiliensis*, the potential of these mammals as biological controls of crop pests becomes evident.

Keywords: agroecosystems, pest control, trophic ecology, insectivorous bats.

Resumen: *Tadarida brasiliensis* es uno de los murciélagos artropodófagos más importantes en el control de plagas agrícolas. Sin embargo, sus hábitos tróficos se encuentran escasamente documentados en Argentina. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la dieta de *T. brasiliensis* en un agroecosistema del sudeste bonaerense (Partido de General Pueyrredón) durante el período no reproductivo, considerando el sexo de los individuos estudiados. Se analizó el tracto digestivo de 22 individuos capturados a la salida de un refugio artificial. Se estimó la frecuencia de ocurrencia y la frecuencia relativa de cada ítem alimenticio. De manera adicional, se realizó un registro de las presas disponibles en el ambiente utilizando trampas de luz. El análisis dietario reveló la presencia de siete órdenes de insectos, donde Diptera y Lepidoptera presentaron la mayor frecuencia de ocurrencia (95% y 91%, respectivamente), seguido por Hemiptera (45%), Coleoptera (36%), Neuroptera (18%) y, en menor medida, Trichoptera (9%) e Hymenoptera (4,5%). En términos de frecuencia relativa, el 60% de la dieta estuvo representado por Diptera y Lepidoptera, y al adicionar los órdenes de Hemiptera y Coleoptera, se obtiene un 90% de la composición dietaria. No se hallaron diferencias significativas en la composición de la dieta entre sexos. En el ambiente se registraron todos los órdenes de insectos hallados en la dieta de *T. brasiliensis* y se identificaron especies de lepidópteros y hemípteros perjudiciales para los cultivos. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se evidencia el potencial uso de estos mamíferos como controladores biológicos de plagas agrícolas en la región.

Palabras clave: agroecosistemas, control de plagas, ecología trófica, murciélagos insectívoros.

INTRODUCCIÓN

Los murciélagos (Orden Chiroptera) se caracterizan por su gran diversidad taxonómica y

ecológica, la cual se traduce en numerosos servicios ecosistémicos tales como el control de plagas agrícolas, dispersión de semillas, polinización, entre otros (Kunz *et al.*, 2011; Ghanem & Voigt,

2012). Actualmente, se reconocen aproximadamente 1400 especies de murciélagos (Simmons & Cirranello, 2019) de las cuales alrededor del 70% se alimentan de insectos y otros artrópodos (Fenton & Simmons, 2014).

Conocer los parámetros tróficos de los organismos resulta indispensable tanto para ampliar el conocimiento ecológico de las especies como también para comprender sus interacciones biológicas dentro de la comunidad a la que pertenecen (Begon *et al.*, 2006). La mayoría de los estudios tradicionales acerca de la dieta de murciélagos insectívoros se han basado en la identificación y clasificación morfológica de los restos de presas hallados en las heces y en el contenido estomacal (Anthony & Kunz, 1977; Whitaker *et al.*, 1994; Hamilton & Barclay, 1998; Bernard, 2002; Aguirre *et al.*, 2003; Weterings *et al.*, 2015). Si bien es posible encontrar algunas diferencias entre el grado de digestión de las presas según la técnica que se emplee (Belwood & Fenton, 1976; Rabinowitz & Tuttle, 1982; Kunz & Whitaker, 1983), en líneas generales ambos métodos permiten su identificación taxonómica con una precisión al nivel de orden o familia (Trujillo, 2014).

Tadarida brasiliensis (Molossidae) es una de las especies de quirópteros artropodófagos con una amplia distribución por todo el continente americano, extendiéndose desde el sur de Estados Unidos hasta el sur de Chile y Argentina, atravesando México y Centroamérica (Barquez *et al.*, 2015). En Argentina, se distribuye a lo largo y ancho de todo el país, excepto en las provincias de Chaco, Corrientes y Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (Barquez & Díaz, 2020). Se trata de una especie migratoria de hábitos gregarios que forma grandes colonias tanto en refugios naturales como en construcciones artificiales (Hutson *et al.*, 2001; Barquez *et al.*, 2015).

La mayor parte del conocimiento sobre la dieta de *T. brasiliensis* proviene de estudios desarrollados en el hemisferio Norte (Kunz *et al.*, 1995; Long, 1996; Whitaker *et al.*, 1996; Lee & McCracken, 2002; Kunz, 2004; Hernández Cienfuegos, 2005; Lee & McCracken, 2005; McWilliams, 2005; Hernández Vila, 2018). En dicha región, esta especie es considerada como una de las más importantes en el control de plagas agrícolas dado que se ha registrado que consume grandes cantidades de insectos perjudiciales para los cultivos (Whitaker *et al.*, 1996; Lee & McCracken, 2002; McCracken *et al.*, 2012; Krauel *et al.*, 2018). En Sudamérica, el número de investigaciones realizadas decrece notable-

mente (Silva & Fleck, 1976; Fabián *et al.*, 1990; Vázquez Mota, 2011). En Argentina, solo existen dos trabajos que reportan la dieta de esta especie, ambos realizados durante la última década en el noroeste del país, en la ecorregión de las Yungas (ver Bracamonte, 2013; Gamboa Alurralde & Díaz, 2018).

Teniendo en cuenta el rol de *Tadarida brasiliensis* en el control natural de plagas agrícolas y, considerando que la cantidad y el tipo de presa consumida pueden fluctuar en función de la distribución temporal y espacial del recurso (Kunz, 1988; Whitaker, 1988), resulta de fundamental importancia ampliar el conocimiento sobre la dieta de esta especie en otras áreas de su distribución. Específicamente, es imperativo generar información sobre la ecología trófica de los murciélagos insectívoros en ecosistemas agrícolas, ya que los procesos ecológicos que ocurren en este tipo de ambientes pueden diferir de aquellos que suceden en ambientes menos disturbados (Tschardt *et al.*, 2012; Kahnonitch *et al.*, 2018). La ecorregión Pampa, el ecosistema de praderas más importante de Argentina (Matteucci, 2012), representa una buena oportunidad para abordar este tipo de investigaciones dado que gran parte de los pastizales naturales son reemplazados por pasturas para el ganado y tierras de cultivo (Baldi & Paruelo, 2008; Aizen *et al.*, 2009; Isacch *et al.*, 2016). Asimismo, la escasa información ecológica sobre las especies de murciélagos insectívoros que habitan los agroecosistemas es probablemente el principal factor que limita la integración de estos mamíferos controladores de plagas y la producción agrícola (Kunz *et al.*, 2011).

En el presente trabajo se analizó la composición de la dieta de *Tadarida brasiliensis* en un ambiente serrano del sudeste bonaerense. Como objetivo particular se planteó determinar el efecto del sexo sobre la dieta de los individuos analizados. Según Kunz y colaboradores (1995), durante el período de gestación y lactancia, la demanda energética de las hembras aumenta drásticamente precisando consumir una mayor cantidad de presas por noche. Algunos autores reportaron diferencias en la amplitud dietaria de hembras lactantes en comparación con machos y hembras no reproductivas (Kunz *et al.*, 1995; Lee & McCracken, 2002), mientras que en estudios realizados por fuera de dicho período no han evidenciado tal diferenciación (Gamboa Alurralde & Díaz, 2018; Hernández Vila, 2018). Debido a que el presente estudio fue realizado hacia fines del período reproductivo de *T. brasiliensis* (primave-

ra-verano), se estima que las hembras habrían finalizado el período de lactancia y, por lo tanto, se encontrarían enfrentando compromisos energéticos similares a los machos. De esta forma, no se esperan encontrar variaciones significativas en las presas consumidas por ambos sexos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado en la “Estancia y Reserva Natural Paititi” (37°54′S – 57°49′O), ubicada en el partido de General Pueyrredón, en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1). Dicha reserva forma parte de la ecorregión Pampa y se enmarca dentro del sistema serrano de Tandilia, un afloramiento rocoso de aproximadamente 350 km de longitud que atraviesa el centro de la provincia de Buenos Aires en dirección noroeste-sudeste y que se caracteriza por albergar una gran diversidad biológica (Kristensen et al., 2014). La Estancia y Reserva Natural Paititi comprende 434 hectáreas, de las cuales la mitad son utilizadas para la producción agrícola y ganadera mediante la aplicación de prácticas sustentables. La mitad restante corresponde a una reserva natural y está conformada por dos sierras (Sierra Grande y Sierra Chica, ver Fig. 1) y un relicto de pastizal que, por su buen grado de conservación, es considerada un Área Valiosa de Pastizal (Bilenca & Miñarro, 2004).

Obtención de datos

En el mes de marzo de 2019, mediante la utilización de copos de red, se capturaron y colectaron 22 individuos de *T. brasiliensis* a la salida de un refugio localizado en una construcción artificial en la estancia antes mencionada (Fig. 1). Las capturas fueron realizadas durante el atardecer, al momento de la emergencia de los individuos (19:45 hs., hora local), los cuales posteriormente fueron sacrificados.

En el laboratorio se procedió a registrar el sexo, la clase etaria y la condición reproductiva de los individuos capturados. Los ejemplares fueron clasificados en adultos o juveniles según el método de Brunet-Rossinni y Wilkinson (2009), el cual consiste en observar, por medio de la transiluminación del ala, el grado de fusión de la articulación metacarpo-falange del cuarto dedo. Como medida estandarizada, en el presente trabajo se realizó dicha observación sobre el ala derecha. Los individuos con epífisis falangeal no fusionadas fueron clasificados como juveniles, mientras que aquellos cuya epífisis falangeal se

encontraba fusionada fueron considerados adultos. Respecto a la condición reproductiva se utilizó la metodología sugerida por Racey (1974). En el caso de los machos, se observó la posición relativa de los testículos, clasificando como sexualmente inactivos a aquellos que presentaron testículos abdominales o subabdominales y como sexualmente activos a aquellos con testículos escrotales. En las hembras, se observó la condición de las mamas, lo que permite distinguir entre aquellas que han tenido crías previamente y aquellas que no. Los pezones de las hembras nulíparas dan lugar a vello corporal, mientras que los de aquellas que ya han tenido crías se muestran queratinizados con pelo emergente (evidencia de succión previa) (Racey, 1974). Además de estos parámetros, se registraron la masa corporal y las medidas morfométricas de los individuos colectados (datos no presentados). Para ello se utilizaron una balanza (precisión 0,01 g) y un calibre (precisión 1 mm) digitales y una regla (precisión 1 mm) para el caso de la envergadura alar.

Posteriormente, durante la necropsia de los individuos se procedió a la extracción del estómago y del intestino, los cuales fueron pesados (balanza digital, precisión 0,01 g) y luego conservados en alcohol acético al 80% hasta su posterior procesamiento. Si bien el análisis del contenido intestinal es poco utilizado, su incorporación permitió complementar el análisis del contenido estomacal.

Análisis de la composición dietaria

El contenido estomacal (CE) e intestinal (CI) fue analizado utilizando una lupa estereoscópica. Para el reconocimiento de los restos de insectos presa se utilizó la guía de Shiel y colaboradores (1997), así como también material de referencia perteneciente a la colección entomológica del Museo Municipal de Ciencias Naturales “Lorenzo Scaglia” de la ciudad de Mar del Plata. La identificación taxonómica de dichas presas se realizó al nivel de orden o familia, en función de la integridad de los fragmentos y/o de la presencia de caracteres diagnósticos. Aquellos fragmentos con evidente degradación fueron catalogados como indeterminados debido a la dificultad del reconocimiento diagnóstico de los mismos.

La composición dietaria fue expresada siguiendo el método propuesto por Whitaker (1988). Se estimó la frecuencia de ocurrencia (%FO) para cada ítem presa, expresada como el porcentaje del total de muestras en las que un ítem alimenticio particular fue registrado. Dicho parámetro provee una medida estandarizada sobre qué tan común es cada ítem presa en la die-

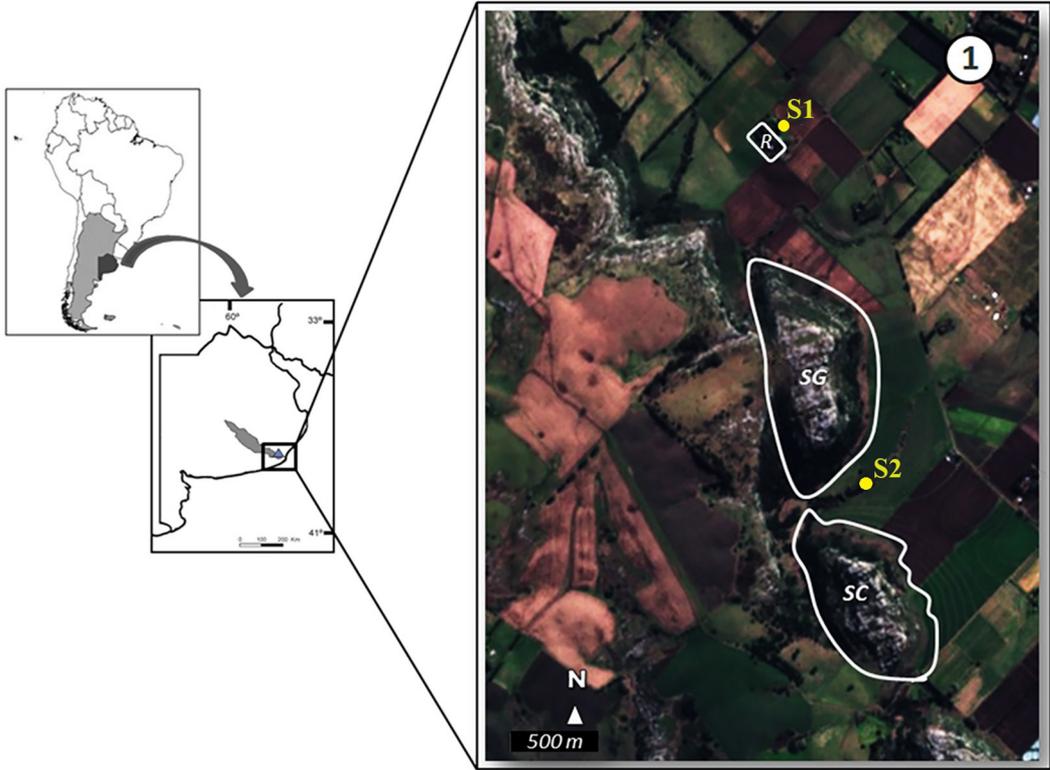


Fig. 1. Estancia y Reserva Natural Paititi, ubicada al sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se detallan las sierras que componen la reserva natural: Sierra Grande (SG) y Sierra Chica (SC). La letra R señala el refugio artificial donde se realizaron las capturas de *T. brasiliensis*, mientras que S1 y S2 señalan los sitios donde se realizó el muestreo de insectos.

ta, expresando la cantidad de individuos que han consumido determinada presa, pero sin tener en cuenta la contribución de los demás recursos tróficos (McAney *et al.*, 1991). A su vez, se calculó la frecuencia relativa (%FR) para cada ítem consumido, la cual corresponde al cociente entre el número de ocurrencias de cada ítem presa y el total de ocurrencias de todos los ítems (Lee & McCracken, 2002; Rodales, 2015). Este porcentaje indica la proporción del consumo de una presa en relación a las demás, permitiendo así conocer la contribución relativa de las distintas presas en la dieta de *T. brasiliensis* (Whitaker, 1988; Rodales, 2015).

Se calculó la amplitud de nicho trófico ($B = 1 / \sum(p_i^2)$) y su versión estandarizada ($B_a = B - 1 / n - 1$) a partir del índice de Levins (Krebs, 1999; Gamboa Alurralde & Díaz, 2018), donde 'pi' es la proporción relativa del ítem presa 'i' respecto al total de ítems y 'n' es el número total de ítems alimenticios registrados. El valor de B depende de la cantidad de recursos tróficos utilizados, por

lo que su rango varía entre 1 y 'n'. Por ello, se utiliza la medida estandarizada B_a cuyo rango varía entre 0 y 1. Los valores cercanos a 0 indican que todos los individuos de la especie se especializan en un único recurso trófico, mientras que valores cercanos a 1 significan que los individuos utilizan todos los recursos posibles sin discriminar entre ellos (Krebs, 1999).

Muestreo de insectos en zonas adyacentes

Con el objetivo de registrar las presas disponibles en el ambiente, en simultaneidad con la captura de murciélagos (marzo del 2019) se realizó un muestreo de insectos en la Reserva Natural Paititi, tomando como eje central el lugar de procedencia de los individuos capturados (Fig. 1). Debido a que se desconoce cuál es el área de forrajeo que utiliza *T. brasiliensis* en dicha zona, dicho relevamiento fue realizado en dos sitios diferentes. El primer sitio (S1) correspondió a un bosque de árboles exóticos dominado por las especies *Pinus* sp. (Pinaceae) y *Eucalyptus*

sp. (Myrtaceae), ubicado a una distancia aproximada de 200 m del refugio donde fueron capturados los murciélagos. El segundo sitio (S2), alejado aproximadamente 2 km del refugio, estuvo conformado principalmente por la especie vegetal *Acacia melanoxydon* (Fabaceae) y algunos ejemplares de *Salix* sp. (Salicaceae), *Platanus* sp. (Platanaceae) y *Celtis tala* (Cannabaceae). En el S1 se colocaron dos trampas de luz con focos de luz mixta (250W) separadas entre sí por 100 m, mientras que en el S2 se colocó una sola trampa de iguales características. Las mismas se colocaron después del atardecer, coincidiendo con el horario de emergencia de los murciélagos (19:45 hs., hora local), y se mantuvieron activas entre 2 a 4 horas hasta que no se registró la llegada de nuevas especies (Beccacece *et al.*, 2012). Se colectaron hasta cinco ejemplares por morfoespecie en cada sitio, los cuales fueron preservados en alcohol acético al 80% hasta su posterior análisis. Para la identificación taxonómica de los mismos, se recurrió a las colecciones entomológicas de referencia pertenecientes al Museo Municipal de Ciencias Naturales “Lorenzo Scaglia”. Aquellos especímenes que no pudieron ser determinados a nivel específico fueron agrupados en morfoespecies considerando pertenecientes al mismo grupo todos aquellos ejemplares que compartían ciertos caracteres diagnósticos determinados (Oliver & Beattie, 1993).

Análisis de los datos

Las similitudes y diferencias en las composiciones dietarias entre sexos fueron basadas en datos de presencia/ausencia obtenidos del tracto digestivo (estómago e intestino combinados) y fueron analizadas mediante técnicas univariadas y multivariadas. Para evaluar posibles diferencias en la frecuencia de ocurrencia de cada ítem presa entre sexos se utilizó la prueba exacta de Fisher (Finney, 1948) mediante una tabla de contingencia de 2x2. Dicho análisis fue realizado mediante el software R, Versión 3.6.1. (R Development Core Team, 2019) utilizando una significancia estadística de $\alpha = 0,05$.

En cuanto al análisis multivariado, se aplicó el análisis de escalonamiento multidimensional no métrico (Nonmetric Multidimensional Scaling, NMDS), con el objetivo de visualizar las diferencias en la composición de la dieta entre sexos a partir de un ordenamiento espacial de los datos en dimensiones reducidas. Debido a la naturaleza de los datos del presente trabajo (presencia/ausencia), se utilizó como medida de distancia el índice de Sørensen (Clarke *et al.*,

2006). La bondad de ajuste del ordenamiento espacial está representada por el valor del “estrés”, donde valores menores a 0,2 brindan una imagen bidimensional potencialmente útil e implican un ordenamiento aceptable (Kruskal, 1964). Para evaluar estadísticamente las diferencias entre sexos, se realizó un análisis de similitud de una vía (ANOSIM; Clarke, 1993). Para dicho análisis se consideró significativo un R Global $\geq 0,25$. Para este fin se utilizó el software PRIMER v6.1.

A partir del catálogo de insectos registrados en el área de estudio, se realizó un análisis cualitativo para determinar en qué medida dichos artrópodos estuvieron presentes en la dieta de los individuos analizados.

RESULTADOS

Se capturaron un total de 11 machos y 11 hembras de *T. brasiliensis*. Todos los individuos fueron determinados como adultos, debido al elevado grado de fusión de la epifisis falangeal. La totalidad de los machos presentaron testículos abdominales y todas las hembras presentaron mamas queratinizadas con pelo emergente.

A partir del análisis del tracto digestivo de los individuos capturados, se identificaron fragmentos de insectos pertenecientes a siete órdenes, dos subórdenes y cinco familias (Tabla 1). Las presas que presentaron mayor frecuencia de ocurrencia fueron Diptera y Lepidoptera (95% y 91%, respectivamente). El orden de los hemípteros se registró con una frecuencia del 45% y estuvo representado tanto por el suborden Heteroptera como por el suborden Homoptera (Tabla 1). Los coleópteros se registraron con una frecuencia del 36% y se identificaron restos pertenecientes a las familias Carabidae y Staphylinidae. Los órdenes menos comunes incluyeron Neuroptera (18%), Trichoptera (9%) e Hymenoptera (4,5%). A su vez, *T. brasiliensis* mostró una gran amplitud de nicho trófico ($B = 4,33$, $B_a = 0,55$).

En términos de frecuencia relativa, los dípteros y lepidópteros comprendieron el 63% de la dieta de *T. brasiliensis*, cada uno contribuyendo de forma similar (Tabla 1). Al adicionar los hemípteros y coleópteros a los órdenes anteriores, dicha representación alcanzó el 90%. Los neurópteros, trichópteros e himenópteros, en conjunto, representaron el 10% restante.

Además de los insectos presa, se registró la presencia de ácaros del orden Mesostigmata, los cuales fueron identificados como *Chiroptonyssus* sp. (Macronyssidae). Estos ácaros fueron registrados en ocho individuos, con una prevalencia

Tabla 1. Frecuencia de ocurrencia (%FO) y frecuencia relativa (%FR) de presas en tracto digestivo de *T. brasiliensis* en la Reserva Natural Paititi, durante marzo de 2019. Se reporta el índice de Levins (B) y su versión estandarizada (B_a).

ORDEN	SUBORDEN/ Familia	%FO	%FR
DIPTERA	Culicidae	36	11,94
	Indeterminado	60	19,4
	Total Diptera	95	31,34
LEPIDOPTERA	Indeterminado	91	29,89
HEMIPTERA	HETEROPTERA		
	Corixidae	27	8,95
	Indeterminado	9	2,98
	HOMOPTERA		
	Delphacidae	9	2,98
	Indeterminado	4,5	1,49
	Total Hemiptera	45	16,4
COLEOPTERA	Carabidae	9	2,98
	Staphylinidae	9	2,98
	Indeterminado	18	5,97
Total Coleoptera	36	11,94	
NEUROPTERA	Indeterminado	18	5,97
TRICHOPTERA	Indeterminado	9	2,98
HYMENOPTERA	Indeterminado	4,5	1,49
Índices de Levins			
B		4,33	
B _a		0,55	

similar entre sexos (cinco hembras y tres machos). Sin embargo, al tratarse de ectoparásitos, fueron considerados como ingesta accidental y no se incluyeron dentro de las estimaciones de la composición de la dieta.

Respecto a la variación de la composición de la dieta entre sexos, todos los órdenes, con excepción de Hymenoptera y Trichoptera, estuvieron presentes tanto en hembras como en machos, en frecuencias de ocurrencia similares (Fig. 2A). El orden Hymenoptera se halló solo en hembras, mientras que el orden Trichoptera se encontró solo en machos. Sin embargo, ambos órdenes fueron registrados con una baja frecuencia de ocurrencia dentro de cada sexo (< 20% cada uno). Tanto en machos como en hembras, alrededor del 60% de la composición de la dieta estuvo compuesta principalmente por dípteros y lepidópteros, representados en frecuencias similares

(aproximadamente 30% cada orden; Fig. 2B). Al adicionar los hemípteros y coleópteros, se obtuvo una representación del 90% de la composición de la dieta.

No hubo diferencias significativas entre sexos para los órdenes de insectos registrados en el tracto digestivo (Prueba exacta de Fisher, valor $P > 0,05$ en todos los casos). Consistentemente, el análisis multivariado mostró un buen ajuste de los datos (estrés 0,04), indicando que los sexos de *T. brasiliensis* no mostraron variaciones en su composición dietaria (Fig. 3). El análisis de similitudes mostró que no hubo una variación en los tipos de presas consumidas entre machos y hembras (ANOSIM, R Global = 0,021).

En cuanto a las presas disponibles en el ambiente, el listado completo de los órdenes, familias y especies registrados en cada sitio se detalla en el Apéndice. Combinando ambos sitios, se registraron un total de ocho órdenes, 27 familias, 20 especies y 49 morfoespecies, de las cuales aproximadamente el 23% pudieron determinarse hasta el nivel de género. A excepción de Ephemeroptera, los órdenes restantes estuvieron presentes en la dieta de *T. brasiliensis*. En cuanto al nivel de familia, cuatro fueron halladas tanto en la dieta como en el ambiente: Culicidae (Diptera), Corixidae (Hemiptera), Carabidae (Coleoptera) y Staphylinidae (Coleoptera). La familia Delphacidae (Hemiptera) fue registrada solo en el tracto digestivo de *T. brasiliensis*, no así en el ambiente.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se capturaron 11 machos adultos, determinados como sexualmente inactivos por presentar testículos abdominales. Dicho resultado es consistente con el hecho que los individuos fueron capturados fuera del período de apareamiento, el cual tiene lugar durante la primavera (Marques & Fabian, 1994). Por otro lado, se capturaron 11 hembras adultas con mamas queratinizadas y pelo emergente, lo que estaría reflejando evidencias de succión previa consistentemente con la finalización del período de lactancia (Racey, 1974). A pesar de la congruencia de los resultados obtenidos, Miotti (2013) advierte que en muchos casos la determinación de la condición reproductiva a partir de caracteres externos suele ser sesgada. Factores como el estrés producido por la captura o las variaciones de temperatura ambiental, pueden producir un desplazamiento de los testículos en los machos, lo que conlleva a una interpretación errónea so-

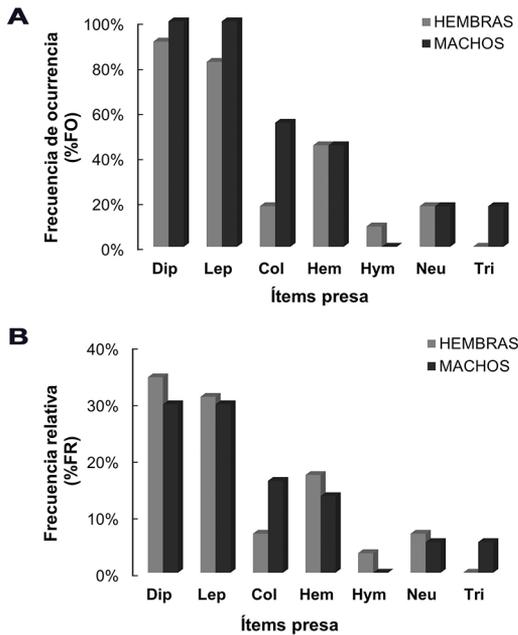


Fig. 2. Frecuencia de ocurrencia (A) y frecuencia relativa (B) de las presas en tracto digestivo de hembras y machos de *Tadarida brasiliensis*. Abreviaciones: Dip, Diptera; Lep, Lepidoptera; Col, Coleoptera; Hem, Hemiptera; Hym, Hymenoptera; Neu, Neuroptera; y Tri, Trichoptera.

bre la condición reproductiva. En consecuencia, se plantea la necesidad de complementar nuestros estudios con análisis histológicos del tracto reproductivo de los individuos para lograr una mayor comprensión de la biología reproductiva de *T. brasiliensis*.

De acuerdo a la literatura disponible, los resultados del presente trabajo representan el tercer estudio sobre la composición de la dieta de *T. brasiliensis* en Argentina (ver Bracamonte, 2013; Gamboa Alurralde & Díaz, 2018) y el primero realizado en la provincia de Buenos Aires. De acuerdo a los datos obtenidos, la composición de la dieta de *T. brasiliensis* estuvo conformada por siete órdenes de insectos (Diptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera y Trichoptera), los cuales fueron previamente reportados por Gamboa Alurralde y Díaz (2018) en el norte de Argentina y por numerosos estudios realizados a lo largo de todo el continente americano (Whitaker *et al.*, 1996; Lee & McCracken, 2005; Hernández Vila, 2018). Dicha diversidad de presas se vio reflejada en los índices de amplitud de nicho trófico ($B = 4,33$, $Ba = 0,55$), los cuales son consistentes con los reportados por otros autores en otras áreas a lo largo de

la distribución de la especie en estudio ($B = 4,17$, $Ba = 0,40$ – Gamboa Alurralde & Díaz, 2018; $B = 4,40$ – $4,90$ – Lee & McCracken, 2005).

De la diversidad de presas registradas en el presente trabajo, Diptera y Lepidoptera resultaron las presas más comunes ocurriendo en frecuencias mayores al 90% y representando el 60% de la composición de la dieta de la especie. Estudios previos coinciden con la alta contribución de los lepidópteros en la dieta de *T. brasiliensis* (Whitaker *et al.*, 1996; Hernández Cienfuegos, 2005; Lee & McCracken, 2005; McWilliams, 2005; Bracamonte, 2013; Gamboa Alurralde & Díaz, 2018), mientras que los datos previos sobre la frecuencia de dípteros son variables. En Argentina, dentro de la Ecorregión de las Yungas, si bien Gamboa Alurralde y Díaz (2018) y Bracamonte (2013) reportaron que los dípteros son presas relativamente comunes en términos de frecuencia de ocurrencia, reportan una baja contribución de estos insectos a la dieta de *T. brasiliensis*. Por otro lado, diversos autores sitúan a los coleópteros como presas muy frecuentes con alta contribución en la dieta, hallándose en frecuencias similares a las de los lepidópteros (Lee & McCracken, 2002, 2005; Hernández Cienfuegos, 2005; Gamboa Alurralde & Díaz, 2018; Hernández Vila, 2018). En el presente trabajo, dichos insectos representaron el cuarto orden en importancia relativa luego de los dípteros, lepidópteros y hemípteros. De igual manera, los himenópteros fueron raramente registrados en este estudio, mientras que en otros trabajos resultaron ser presas relativamente frecuentes (Kunz *et al.*, 1995; Gamboa Alurralde & Díaz, 2018). Las bajas frecuencias de ocurrencia y contribuciones relativas halladas para los órdenes Neuroptera y Trichoptera son consistentes con otros trabajos preexistentes (Whitaker *et al.*, 1996; Lee & McCracken, 2002; Hernández Cienfuegos, 2005; McWilliams, 2005; Gamboa Alurralde & Díaz, 2018).

Además de los insectos reportados en este trabajo, la presencia de ácaros *Chirotonyssus* sp. fue considerada como ingesta accidental producto del acicalamiento, ya que en el pelo de los murciélagos capturados se obtuvieron ácaros pertenecientes al mismo género y con iguales características a los hallados en el tracto digestivo. Los ácaros del género *Chirotonyssus* han sido registrados en numerosas especies de murciélagos (Ritzi *et al.*, 2001), siendo *Chirotonyssus robustipes* el ectoparásito más común y con mayor prevalencia en *Tadarida brasiliensis* (Durden *et al.*, 1992; Spears *et al.*, 1999; Muñoz *et al.*, 2003,

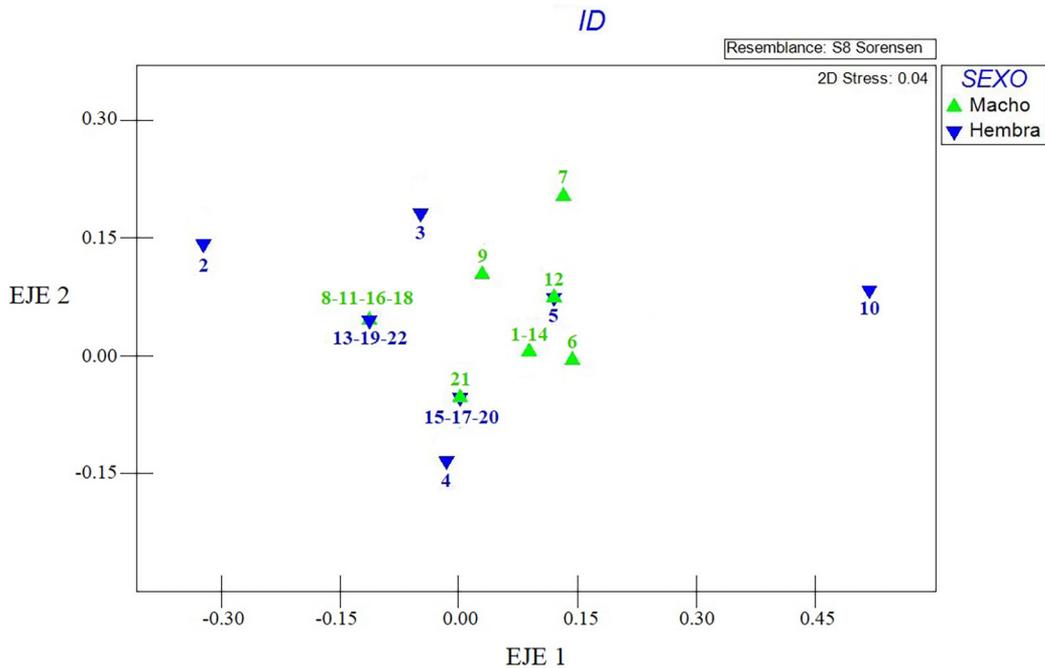


Fig. 3. Ordenamiento Multidimensional No Paramétrico (NMDS) utilizando datos de presencia/ausencia de las presas en tracto digestivo de *T. brasiliensis* en función del sexo.

2011; Pesenti *et al.*, 2014).

Dado que la cantidad y el tipo de presa consumida dependen de la distribución espacial y temporal del recurso (Kunz, 1988; Whitaker, 1988), cabe esperar ciertas fluctuaciones en la contribución de cada orden entre distintos trabajos realizados a lo largo de todo el continente americano. Diversos trabajos señalan que los insectos son sensibles a los cambios ambientales locales, lo cual puede traducirse en una variación de la oferta alimenticia para los murciélagos según el tipo de ambiente que habiten (French, 1999; Hughes *et al.*, 2000; Crist *et al.*, 2006). En la zona de estudio del presente trabajo se realizan prácticas agrícola-ganaderas, donde factores como el tipo de cultivo y las prácticas de manejo influyen sobre la estructura de las comunidades de artrópodos edáficos (e.g., insectos holometábolos que pasan parte de su ciclo vital en el suelo como los coleópteros) (Altieri, 1999; Manetti, 2015). Estos factores podrían explicar las diferencias en la composición dietaria de *T. brasiliensis* con respecto a trabajos preexistentes.

Respecto a la variación entre sexos, las frecuencias de ocurrencia aquí reportadas para los distintos insectos presa no variaron significativamente entre machos y hembras de *T. brasiliensis*, confirmando la hipótesis propuesta en

este trabajo. A lo largo del período reproductivo de la especie, dado que las hembras preñadas y lactantes se enfrentan a mayores requerimientos energéticos que los machos u otras hembras no reproductivas, se han registrado variaciones en la composición de la dieta en función de la condición reproductiva (Kunz *et al.*, 1995; Whitaker *et al.*, 1996; Lee & McCracken, 2002). Sin embargo, los individuos analizados en el presente trabajo fueron determinados como sexualmente inactivos, en consistencia con la finalización de la etapa reproductiva. Nuestros resultados se encuentran en línea con lo reportado por otros trabajos realizados fuera de la estación reproductiva (Lee & McCracken, 2002; Gamboa Alurralde & Díaz, 2018).

Todos los órdenes de insectos registrados durante las capturas nocturnas realizadas en la Reserva Natural Paititi estuvieron representados en la dieta de *T. brasiliensis*, a excepción de Ephemeroptera. Sin embargo, estos últimos insectos son presas poco comunes para la especie, reportadas en escasos trabajos y con una baja contribución relativa (Lee & McCracken, 2002, 2005; Hernández Cienfuegos, 2005). Respecto al bajo número de familias halladas en la dieta en relación a aquellas registradas en el ambiente (4 vs. 27), dicha representación posiblemente

se deba a un sesgo de la metodología utilizada para el análisis de dieta. Al basarse sobre el reconocimiento de las presas a partir fragmentos digeridos, la erosión de caracteres dificulta una precisión taxonómica mayor al nivel de orden (Kunz & Whitaker, 1983).

Algunas de las especies registradas son consideradas de importancia agrícola por tratarse de insectos perjudiciales para los cultivos (ver Apéndice). La mayor parte de ellas pertenecen al orden Lepidoptera, principalmente a las familias Noctuidae y Erebidae. Si bien estas no pudieron ser determinadas en la dieta de *T. brasiliensis* del presente trabajo, un estudio reciente realizado en el sur de Texas (Estados Unidos) evidencia, a través del uso de técnicas moleculares, la ingesta de lepidópteros de los géneros *Agrotis* spp. y *Mocis* spp. (Noctuidae) (Krauel et al., 2018).

En el caso de los dípteros, otro de los principales grupos de insectos presa de *T. brasiliensis*, se hallaron morfoespecies pertenecientes a los subórdenes Nematocera y Brachycera. Debido a la dificultad de su identificación a partir de caracteres externos, no se logró determinar las especies que componen estos subórdenes. Sin embargo, un trabajo previo realizado a partir de datos moleculares ha permitido identificar para la ciudad de Mar del Plata (aproximadamente 27 km del área de estudio) un total de 14 especies de culcideos (Nematocera: Culicidae), de las cuales nueve han sido reportadas como potenciales vectores de patógenos (Díaz-Nieto et al., 2013).

Dada la importancia económica y/o sanitaria de estos insectos y siendo que en el presente estudio han representado la mayor parte de la dieta de *T. brasiliensis*, resulta necesaria la futura identificación de las especies consumidas. Esto permitirá evaluar críticamente su rol como controlador de plagas y de vectores de enfermedades en la región, tal como ha sido evidenciado previamente para otras áreas de su distribución (Cleveland et al., 2006; Krauel et al., 2018).

CONCLUSIONES

El presente estudio representa el primer trabajo sobre la composición de la dieta de *T. brasiliensis* dentro de la ecorregión Pampa en Argentina. Dicha región está siendo gradualmente transformada en un mosaico de agroecosistemas, de modo tal que el rol de los murciélagos insectívoros como *T. brasiliensis* se torna fundamental en procesos ecológicos tales como el control de plagas agrícolas. En línea con la literatura disponible en torno a la especie, nuestros

resultados coinciden en que *T. brasiliensis* es una especie generalista que se alimenta de una amplia gama de insectos. Asimismo, durante el período no reproductivo no se hallaron diferencias en la composición dietaria entre machos y hembras. Puntualmente, se registraron siete órdenes de insectos consumidos por *T. brasiliensis*, de los cuales Lepidoptera, Diptera, Coleoptera y Hemiptera fueron los más frecuentes y representaron 90% del total de la dieta. Si bien los restos hallados en el tracto digestivo no pudieron determinarse a nivel específico, parte de las presas disponibles en el ambiente fueron identificadas como plagas para los cultivos o posibles vectores de enfermedades. Por ello resulta fundamental abordar en futuros estudios el análisis molecular de las especies de insectos consumidas para comprender con mayor precisión el rol ecológico de *T. brasiliensis*.

Conocer las principales fuentes de alimentos de los murciélagos de hábitos insectívoros permite diseñar estrategias de manejo sustentables sobre los cultivos, orientándose a la disminución del uso de pesticidas y en consecuencia hacia una menor degradación ambiental. Por lo tanto, el presente estudio no solo contribuye a ampliar el conocimiento general de la especie en particular, sino que a su vez proporciona información relevante para el manejo de las áreas agrícolas y para la conservación de estos mamíferos.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero y Antropólogo Esteban González Zugasti (Estancia y Reserva Natural Paititi), por su predisposición y colaboración para la realización del presente trabajo. Al Dr. Santiago Gamboa Alurralde, al Lic. Sebastián Lupo y al entomólogo Juan Farina por sus contribuciones en la identificación de los restos de insectos presa. A la Universidad Nacional de Mar del Plata y al Museo Municipal de Ciencias Naturales "Lorenzo Scaglia". Se agradecen los comentarios y sugerencias realizados por los revisores, los cuales mejoraron sustancialmente una versión previa del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, L.F., A. Herrel, R. Van Damme & E. Matthyssen. 2003. The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology* 17: 201–212.
- Aizen, M.A., L.A. Garibaldi & M. Dondo. 2009. Soybean expansion and agriculture diversity in Argentina. *Ecología Austral* 19: 45–54.
- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in

- agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19–31.
- Anthony, E.L. & T.H. Kunz. 1977. Feeding strategies of the little brown bat, *Myotis lucifugus*, in southern New Hampshire. *Ecology* 58: 775–786.
- Baldi, G. & J.M. Paruelo. 2008. Land-use and land cover dynamics in South American temperate grasslands. *Ecology and Society* 13: 6.
- Barquez, R.M. & M.M. Díaz. 2020. *Nueva guía de los murciélagos de Argentina*. Publicación Especial del PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina) Nro. 3. Editorial Magna Publicaciones, San Miguel de Tucumán, 183 pp.
- Barquez, R.M., M.M. Díaz, E. González, A. Rodríguez, S. Incháustegui & J. Arroyo-Cabrales. 2015. *Tadarida brasiliensis*. <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015>>.
- Beccacece, H.M., A I. Zapata, N A. Villafañe & M.E. Drewnia. 2012. Ártidos nocturnos (Lepidoptera: Erebiidae: Arctiinae) del Bosque Serrano de Córdoba, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 71: 99–103.
- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell, Oxford, 752 pp.
- Belwood, J. & M.B. Fenton. 1976. Variation in the diet of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Canadian Journal of Zoology* 54: 1674–1678.
- Bernard, E. 2002. Diet activity and reproduction of bat species (Mammalia: Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19: 173–188.
- Bilenca, D. & F. Miñarro. 2004. *Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires, 353 pp.
- Bracamonte, J.C. 2013. Hábitos alimenticios de un ensamble de murciélagos insectívoros aéreos de un bosque montano en las Yungas Argentinas. *Chiroptera Neotropical* 19: 1157–1162.
- Brunnet-Rossinni, A.K. & G.S. Wilkinson. 2009. Methods for age estimation and the study of senescence in bats. En: T.H. Kunz & S. Parsons (eds.), *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, pp. 317–323, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117–143.
- Clarke, K.R., D.J. Somerfield, M.G. Chapman & H.R. Needham. 2006. Dispersion-based weighting of species counts in assemblage analysis. *Marine Ecology Progress Series* 320: 11–27.
- Cleveland, C.J., M. Betke, P. Federico, J. Frank, T.G. Hallam, J. Horn, J.D. López, G.F. McCracken, R.A. Medellín, A. Moreno-Valdez, C. Sansone, J. Westbrook & T.H. Kunz. 2006. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 238–243.
- Cordo, H.A., G. Logarzo, K. Braun & O.R. Di Iorio. 2004. *Catálogo de insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas*. Sociedad Entomológica Argentina, San Miguel de Tucumán, 420 pp.
- Crist, T.O., S.V. Pradhan-Devare & K.S. Summerville. 2006. Spatial variation in insect community and species responses to habitat loss and plant community composition. *Oecologia* 147: 510–521.
- Díaz-Nieto, L.M., A. Maciá, G. Parisi, J.L. Farina, M.E. Vidal-Domínguez, M.A. Perotti & C.M. Berón. 2013. Distribution of mosquitoes in the South East of Argentina and first report on the analysis based on 18S rDNA and COI sequences. *PloS One* 8: e75516.
- Durden, L.A., T.L. Best, N. Wilson & C.D. Hilton. 1992. Ectoparasitic mites (Acari) of sympatric Brazilian free-tailed bats and big brown bats in Alabama. *Journal of Medical Entomology* 29: 507–511.
- Fabián, M.E., S.M. Hartz & H.A. Arigony. 1990. Alimentación de *Tadarida brasiliensis* (Geoffroy, 1824) na região urbana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil (Chiroptera, Molossidae). *Revista Brasileira de Biología* 50: 387–392.
- Fenton, M.B. & N.B. Simmons. 2014. *Bats: a world of science and mystery*. University of Chicago Press, Chicago, 240 pp.
- Finney, D. 1948. The Fisher-Yates Test of Significance in 2×2 Contingency Tables. *Biometrika* 35: 145–156.
- French, K. 1999. Spatial variability in species composition in birds and insects. *Journal of Insect Conservation* 3: 183–189.
- Gamboa Alurralde, S. & M.M. Díaz. 2018. Diet of *Tadarida brasiliensis* (Mammalia: Chiroptera) in Northwestern Argentina. *Acta Chiropterologica* 20: 221–228.
- Ghanem, S.J. & C.C. Voigt. 2012. Increasing awareness of ecosystem services provided by bats. *Advances in the study of behavior* 44: 279–302.
- Hamilton, I.M. & R.M. Barclay. 1998. Diets of juvenile, yearling, and adult big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in southeastern Alberta. *Journal of Mammalogy* 79: 764–771.
- Hernández Cienfuegos, C.A. 2005. Hábitos alimentarios del murciélago mexicano de cola libre *Tadarida brasiliensis mexicana* (Saussure, 1860) de la Cueva de la Boca, Santiago, NL y su posible aportación en el control de plagas de la región. Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 115 pp.
- Hernández Vila, H.D.R. 2018. Dieta de *Molossus sinaloae* y *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) en áreas verdes urbanas de Cuernavaca, Morelos. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 56 pp.
- Hughes, J.B., G.C. Daily & P.R. Ehrlich. 2000. Conservation of insect diversity: a habitat approach. *Conservation Biology* 14: 1788–1797.
- Hutson, A.M., S.P. Mickleburgh & P.A. Racey. 2001. *Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan*. IUCN/SSC Chiropteran Specialist Group. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 272 pp.
- Isacch, J.P., M. Bó, L. Vega, M. Favero, A. Baladrón, M.

- Pretelli, O. Stelletelli, D. Cardoni, S. Copello, C. Block, M. Cavalli, V.M. Comparatore, R. Mariano-Jelich, L. Biondi, G. García & J. Seco Pon. 2016. Evaluación de la diversidad de Tetrápodos en un mosaico de ambientes del sudeste de la ecorregión Pampeana como herramienta para planificar en conservación. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 18: 211–233.
- Kahnonitch, I., Y. Lubin & C. Korine. 2018. Insectivorous bats in semi-arid agroecosystems— effects on foraging activity and implications for insect pest control. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 261: 80–92.
- Krauel, J.J., V.A. Brown, J.K. Westbrook & G.F. McCracken. 2018. Predator–prey interaction reveals local effects of high-altitude insect migration. *Oecologia* 186: 49–58.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological methodology*. Benjamin Cummings, California, 620 pp.
- Kristensen, M.J., J. Lavernia, V. Leber, M.P. Pose, P. Dellapé, A. Salle, L. Braccalente, M. Giarratano & M. Higuera. 2014. Estudios para la conservación de la Pampa Austral. I. Diagnóstico de la biodiversidad local. *Revista Estudios Ambientales* 2: 105–117.
- Kruskal, J.B. 1964. Nonmetric multidimensional scaling: A numerical method. *Psychometrika* 2: 115–129.
- Kunz, T.H. 1988. Methods of assessing the availability of prey to insectivorous bats. En: T.H. Kunz (ed.), *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, pp. 191–210, Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Kunz, T.H. 2004. Foraging habits of North American insectivorous bats. En: R.M. Brigham, E.K.V. Kalko, G. Jones, S. Parsons, H.J.G.A. Limpens (eds.), *Bat echolocation research: Tools, techniques, and analysis*, p. 13, Bat Conservation International, Austin.
- Kunz, T.H. & Jr. J.O. Whitaker. 1983. An evaluation of fecal analysis for determining food habits of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology* 61: 1317–1321.
- Kunz, T.H., J.O. Whitaker & M.D. Wadanoli. 1995. Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) during pregnancy and lactation. *Oecologia* 101: 407–415.
- Kunz, T.H., E. Braun de Torrez, D. Bauer, T. Lobova & T.H. Fleming. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223: 1–38.
- Lee, Y. & G.F. McCracken. 2002. Foraging activity and food resource use of Brazilian free-tailed bats, *Tadarida brasiliensis* (Molossidae). *Ecoscience* 9: 306–313.
- Lee, Y. & G.F. McCracken. 2005. Dietary variation of Brazilian free-tailed bats links to migratory populations of pest insects. *Journal of Mammalogy* 86: 67–76.
- Long, R.F. 1996. Bats for insect biocontrol in agriculture. *The IPM Practitioner* 18: 1–6.
- Marques, R.V. & M.E. Fabian. 1994. Ciclo reproductivo de *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) (Chiroptera, Molossidae) em Porto Alegre, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 77: 45–56.
- Manetti, P. 2015. Efectos de los sistemas de labranza de los cereales sobre los organismos perjudiciales y benéficos del suelo en el sudeste bonaerense (Argentina). Tesis de Doctorado, Universitat de Lleida, 177 pp.
- Matteucci, S. 2012. Ecorregión Pampa. En: J. Morello, S. Matteucci, A.F. Rodríguez & M.E. Silva (eds.), *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, pp. 391–445, Orientación Gráfica Editora S.R.L., Buenos Aires.
- McAney, C., C. Shiel, C. Sullivan & J. Fairley. 1991. *The analysis of bat droppings*. Mammal Society No. 14, London, 48 pp.
- McCracken, G.F., J.K. Westbrook, V.A. Brown, M. Eldridge, P. Federico & T.H. Kunz. 2012. Bats track and exploit changes in insect pest populations. *PloS One* 7: e43839.
- McWilliams, L.A. 2005. Variation in diet of the Mexican Free-Tailed Bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*). *Journal of Mammalogy* 86: 599–605.
- Miotti, M.D. 2013. Variaciones latitudinales en los patrones reproductivos de cuatro especies de murciélagos frugívoros de las Yungas argentinas. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Tucumán e Instituto Miguel Lillo, 201 pp.
- Muñoz, L., M. Aguilera, & M.E. Casanueva. 2003. Prevalencia e intensidad de ectoparasitos asociados a *Tadarida brasiliensis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1824) (Chiroptera: Molossidae) en Concepcion. *Gayana* 67: 1–8.
- Muñoz, P., F. Fredes, E. Raffo, D. González-Acuña, L. Muñoz & C. Cid. 2011. New report of parasite-fauna of the free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*, Geoffroy, 1824) in Chile. *Veterinary Research Communications* 35: 61–66.
- Oliver, I. & A.J. Beattie. 1993. A possible method for the rapid assessment of biodiversity. *Conservation biology* 7: 562–568.
- Pesenti, T.C., S.N. Gomes, A.M. Rui & G. Müller. 2014. Geographic variation in ectoparasitic mites diversity in *Tadarida Brasiliensis* (Chiroptera, Molossidae). *Iheringia, Série Zoologia* 104: 451–456.
- R Development Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Rabinowitz, A.R. & M.D. Tuttle. 1982. A test of the validity of two currently used methods of determining bat prey preferences. *Acta Theriologica* 27: 283–293.
- Racey, P.A. 1974. Ageing and assessment of reproductive status of pipistrelle bats, *Pipistrellus pipistrellus*. *Journal of Zoology* 173: 264–271.
- Ritzi, C.M., L.K. Ammerman, M.T. Dixon & J.V. Richerson. 2001. Bat ectoparasites from the Trans-Pecos region of Texas, including notes from Big Bend National Park. *Journal of Medical Entomology* 38: 400–404.
- Rodales, A.L. 2015. Dieta de murciélagos insectívoros en Uruguay: Una aproximación al conocimiento sobre su potencialidad como controladores de in-

- sectos nocivos. Tesis de Maestría, Universidad de la República Montevideo, 75 pp.
- Shiel, C., C. McAney & C. Sullivan. 1997. Identification of arthropod fragments in bat droppings. *An occasional publication of the Mammal Society* 17: 1–56.
- Silva, F. & M. Fleck. 1976. Comunicação sobre os hábitos alimentares de *Tadarida brasiliensis brasiliensis*. *Pesquisas* 27: 16–27.
- Simmons, N.B. & A.L. Cirranello. 2019. Bat Species of the World: A taxonomic and geographic database. <<https://batnames.org/explore.html>>.
- Spears, R.E., L.A. Durden & D.V. Hagan. 1999. Ectoparasites of Brazilian free-tailed bats with emphasis on anatomical site preferences for *Chiroptonyssus robustipes* (Acari: Macronyssidae). *Journal of Medical Entomology* 36: 481–485.
- Trujillo, C.A.S. 2014. Dieta y gremios tróficos de los murciélagos depredadores de artrópodos de Norte y Centro América. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 60 pp.
- Tscharntke, T., J.M. Tylianakis, T.A. Rand, R.K. Digham, L. Fahringer, P. Batáry & R.M. Ewers. 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews* 87: 661–685.
- Urretabizkaya, N., A. Vasicek & E. Saini. 2010. *Insectos perjudiciales de importancia agropecuaria: I Lepidoptera*. INTA, Buenos Aires, 77 pp.
- Vázquez Mota, C.I. 2011. Identidad taxonómica y tamaño de las presas consumidas por algunas especies de murciélagos de la familia Molossidae (Mammalia: Chiroptera). Tesis de Grado, Universidad Veracruzana, 74 pp.
- Weterings, R., J. Wardenaar, S. Dunn & C. Umponstira. 2015. Dietary analysis of five insectivorous bat species from Kamphaeng Phet, Thailand. *Raffles Bulletin of Zoology* 63: 91–96.
- Whitaker, J.O.Jr. 1988. Food habits analysis of insectivorous bats. En: T.H. Kunz (ed.), *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, pp. 171–189, Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Whitaker, J.O.Jr., B. Shalmon & T.H. Kunz. 1994. Food and feeding habits of insectivorous bats from Israel. *Z. Säugetierkunde* 59: 74–81.
- Whitaker, J.O.Jr., C. Neefus & T.H. Kunz. 1996. Dietary variation in the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*). *Journal of Mammalogy* 77: 716–724.

Doi: 10.22179/REVMACN.23.715

Recibido: 5-II-2021
 Aceptado: 21-VI-2021

APÉNDICE

Catálogo de insectos registrados en dos sitios dentro de la Reserva Natural Paititi. Los valores indicados entre paréntesis señalan el número de morfoespecies de cada orden o familia que no pudieron ser identificadas. El asterisco (*) señala las especies de importancia agrícola según Urretabizkaya *et al.* (2010) y Cordo *et al.* (2004).

ORDEN/Suborden	FAMILIA	ESPECIE	
LEPIDOPTERA	Noctuidae	<i>Faronta diffusa</i>	
		<i>Agrotis</i> sp.	
		<i>Pseudaletia unipuncta</i> *	
		<i>Pseudaletia</i> sp. 1	
		<i>Pseudaletia</i> sp. 2	
		<i>Trigonodes</i> sp.	
		<i>Leucania</i> sp.	
		<i>Mocis</i> sp.	
		Indeterminada (1)	
		Geometridae	Indeterminada (10)
		Crambidae	Indeterminada (5)
		Erebidae	<i>Spilosoma virginica</i> *
			<i>Hypercompe indecisa</i> *
			<i>Paracles</i> sp.
Pyralidae	Indeterminada (2)		
Gelechiidae	Indeterminada (1)		

ORDEN/Suborden	FAMILIA	ESPECIE
COLEOPTERA	Scarabaeidae	<i>Euetheola humilis</i> *
		<i>Lygirus burmeisteri</i> *
		<i>Dyscinetus rugifrons</i> *
	Trogidae	<i>Polynoncus gemmingeri</i>
	Hydrophilidae	<i>Tropisternus lateralis limbatus</i>
		<i>Berosus bruchianus</i>
		<i>Berosus adustus</i>
	Elateridae	<i>Heteroderes rufangulus</i>
		<i>Conoderus leucophaeatus</i>
	Dytiscidae	<i>Lancetes marginatus</i>
	Carabidae	<i>Metius circumfusus</i>
		<i>Incagonum lineatopunctatum</i>
	Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i> *
		Indeterminada (1)
	Aphodidae	Indeterminada (2)
Staphylinidae	Indeterminada (2)	
Bruchidae	Indeterminada (1)	
Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i>	
Clambidae	Indeterminada (1)	
DIPTERA	Brachycera	Sphaeroceridae
		Indeterminada
	Nematocera	Culicidae
		Indeterminada
HEMIPTERA	Homoptera	Cercopidae
		Cicadelidae
	Heteroptera	Corixidae
		Lygaeidae
HYMENOPTERA	Ichneumonidae	<i>Ophion</i> sp.
	Braconidae	Indeterminada (2)
NEUROPTERA	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i> sp.
TRICHOPTERA	Indeterminada	Indeterminada (1)
EPHEMEROPTERA	Indeterminada	Indeterminada (1)

