



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Períodos de actividad y parámetros poblacionales de *Rhogeessa parvula* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el Área Natural Protegida Estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco, México

Tesis

que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas

Presenta

Uriel Alejandro Jiménez Vargas

Zapopan, Jalisco

Diciembre de 2019



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Períodos de actividad y parámetros poblacionales de *Rhogeessa parvula* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el Área Natural Protegida Estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco, México

Tesis

que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas

Presenta

Uriel Alejandro Jiménez Vargas

DIRECTOR

Dr. José Luis Navarrete Heredia

CO-DIRECTORA

Dra. Silvia Socorro Zalapa Hernández

Zapopan, Jalisco

Diciembre de 2019



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Periodos de actividad y parámetros poblacionales de *Rhogeessa parvula* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el Área Natural Protegida Estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco, México

Por

Uriel Alejandro Jiménez Vargas

Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas

Aprobado por:

Dr. José Luis Navarrete Heredia
Director de Tesis e integrante del jurado

11.12.2019

Fecha

Dra. Silvia Socorro Zalapa Hernández
Co-Directora de Tesis e integrante del jurado

11 diciembre 2019

Fecha

Dr. Miguel Ángel Macías Rodríguez
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

11/DICIEMBRE/2019

Fecha

Dr. Sergio Guerrero Vázquez
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

11/DICIEMBRE/2019

Fecha

Dra. Patricia Zarazúa Villaseñor
Sinodal e integrante del jurado

11/Dic/2019

Fecha

Este trabajo se realizó en el Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara con el financiamiento de FIDES y PROMEP dentro del proyecto “Fauna Urbana y Periurbana de Jalisco: Diversidad y Ecología” del Cuerpo Académico de Zoología UDG-CA-51.

DEDICATORIA

A mi esposa SAMS, no hay palabra alguna que describa lo que significas en mi vida. Gracias por estar a mi lado y permitirme disfrutar lo mejor de ti día con día ¡TE AMO!

A mi mamá y mi papá, por su amor y confianza en todo momento. Por presionarme a dar lo mejor de mí y brindarme las herramientas necesarias para estudiar y prepararme cada día.

A mis hermanos, por regalarme la bendición de ser tío y llevar más alegría al hogar.

A Max, Randy, Milka y Jack, por sus travesuras, sin ustedes la casa no sería lo mismo.

Para ustedes, con todo mi amor.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Silvia Zalapa y el Dr. Sergio Guerrero, por permitirme seguir formando parte de su equipo de trabajo y brindarme la oportunidad de explorar un mundo diferente. El resultado obtenido es fruto de las arduas noches de trabajo en campo y las horas de gabinete.

Al Dr. José Luis Navarrete Heredia, el Dr. Miguel Ángel Macías Rodríguez y la Dra. Patricia Zarazúa Villaseñor por enriquecer este documento, con sus nutridas y valiosas aportaciones.

A mis amigos del CEZUG y los que hice durante la Maestría, por los momentos vividos, son parte importante en mi camino.

Al Área Natural Protegida Estero El Salado, por las facilidades otorgadas para la realización del trabajo en campo.

A CONACYT, por otorgarme una beca con número (CVU/Becario) 855502/631105 para realizar mis estudios en el programa MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIOSISTEMÁTICA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y AGRÍCOLAS en UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

A Dios, que sin el nada es posible.

ÍNDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | MARCO TEÓRICO | 2 |
| 2.1 | Género <i>Rhogeessa</i> en México | 2 |
| 2.2 | <i>Rhogeessa parvula</i> | 3 |
| 2.3 | Detectores acústicos y redes de niebla | 3 |
| 3 | ANTECEDENTES | 5 |
| 3.1 | Llamados de ecolocalización | 5 |
| 3.1.1 | Períodos de actividad | 5 |
| 3.2 | Redes de niebla | 6 |
| 3.2.1 | Abundancia relativa | 6 |
| 3.2.2 | Actividad reproductiva | 7 |
| 3.2.3 | Dimorfismo sexual | 7 |
| 3.2.4 | Estructura de edades | 7 |
| 4 | HIPÓTESIS | 8 |
| 5 | OBJETIVOS | 9 |
| 5.1 | Objetivo general | 9 |
| 5.2 | Objetivos específicos | 9 |
| 6 | MATERIALES Y MÉTODOS | 10 |
| 6.1 | Área de estudio | 10 |
| 6.1.1 | Sitios de muestreo | 10 |
| 6.2 | Métodos de muestreo | 14 |
| 6.2.1 | Muestreo acústico | 14 |
| 6.2.2 | Muestreo con redes de niebla | 14 |

| | | |
|------------|---|----|
| 6.3 | Análisis de datos | 15 |
| 6.3.1 | Procesamiento de grabaciones acústicas | 15 |
| 6.3.2 | Limpieza de pases | 15 |
| 6.3.3 | Determinación de pases de <i>Rhogeessa parvula</i> | 15 |
| 6.3.4 | Análisis de períodos de actividad | 16 |
| 6.3.5 | Análisis de parámetros poblacionales..... | 16 |
| 7 | RESULTADOS | 18 |
| 7.1 | Descripción del llamado | 18 |
| 7.2 | Períodos de actividad..... | 19 |
| 7.2.1 | Esfuerzo de muestreo | 19 |
| 7.2.2 | Número de pases entre sitios, mes y temporadas climáticas | 21 |
| 7.2.3 | Actividad relativa por temporadas climáticas entre sitios..... | 22 |
| 7.2.4 | Actividad a través de la noche..... | 23 |
| 7.2.5 | Descripción de variables ambientales..... | 25 |
| 7.3 | Parámetros poblacionales | 26 |
| 7.3.1 | Esfuerzo de muestreo | 26 |
| 7.3.2 | Capturas, marcaje y abundancia relativa | 27 |
| 7.3.3 | Actividad reproductiva | 28 |
| 7.3.4 | Estructura de edades | 29 |
| 7.3.5 | Dimorfismo sexual y proporción de sexos | 30 |
| 8 | DISCUSIÓN | 31 |
| 9 | CONCLUSIONES | 35 |
| 10 | LITERATURA CITADA | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localización de los sitios de muestreo en el Área Natural Protegida Estero El Salado..... | 13 |
| Figura 2. Descripción gráfica de un pase de <i>Rhogeessa parvula</i> | 18 |
| Figura 3. Métricas del pulso de ecolocalización de <i>Rhogeessa parvula</i> | 19 |
| Figura 4. Actividad relativa de <i>Rhogeessa parvula</i> por meses y temporadas climáticas en El Vivero y Las Higueras. | 23 |
| Figura 5. Actividad relativa de <i>Rhogeessa parvula</i> por meses y temporadas climáticas en El Canal y La Torre. | 23 |
| Figura 6. Actividad de <i>Rhogeessa parvula</i> por horas de muestreo a través de la noche. | 24 |
| Figura 7. Actividad de <i>Rhogeessa parvula</i> por horas de muestreo a través de temporadas climáticas. | 25 |
| Figura 8. Correlación de la actividad de <i>Rhogeessa parvula</i> con la precipitación..... | 25 |
| Figura 9. Correlación de la actividad de <i>Rhogeessa parvula</i> con la temperatura. | 26 |
| Figura 10. Correlación de la actividad de <i>Rhogeessa parvula</i> con la humedad..... | 26 |
| Figura 11. Abundancia relativa de <i>Rhogeessa parvula</i> por temporadas climáticas. | 28 |
| Figura 12. Actividad reproductiva de <i>Rhogeessa parvula</i> por temporadas climáticas. | 28 |
| Figura 13. Patrón reproductivo de hembras de <i>Rhogeessa parvula</i> por temporadas climáticas y años. | 29 |
| Figura 14. Estructura de edades de <i>Rhogeessa parvula</i> por temporadas climáticas.... | 29 |
| Figura 15. Dimorfismo sexual de <i>Rhogeessa parvula</i> | 30 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Esfuerzo de muestreo (minutos), por sitios, temporadas climáticas y global. | 20 |
| Cuadro 2. Esfuerzo de muestreo (minutos), por meses, sitios y global..... | 20 |
| Cuadro 3. Número de pases por sitios, temporadas climáticas y global..... | 21 |
| Cuadro 4. Número de pases por meses, sitios y global..... | 22 |
| Cuadro 5. Esfuerzo de muestreo (rh), por año, temporada climática y global..... | 27 |



RESUMEN

Los murciélagos poseen un sistema de ecolocalización que consiste en la emisión de ultrasonidos que les permite obtener información de su entorno, orientarse y cazar a través de los ecos recibidos. El registro de estos llamados es mediante detectores acústicos, sugiriéndose la combinación de este método de muestreo con redes de niebla, para generar información biológica y ecológica de las especies. *Rhogeessa parvula* es endémica de México, de la que se conoce poca información. Por lo que el objetivo del presente estudio es describir los períodos de actividad y la biología poblacional de *R. parvula* y su relación con variables ambientales en el Área Natural Protegida Estero El Salado. El estudio se llevó a cabo mediante detectores acústicos (2013-2014) y redes de niebla (2008 a 2014). Se obtuvieron 3,275 pases (esfuerzo de muestreo: 49,057 minutos) y 89 individuos (esfuerzo de muestreo: 7,886.5 rh). De manera general *R. parvula* presentó un patrón multimodal a través de la noche, con actividad diferente en los sitios de muestreo y temporadas climáticas. Las variables ambientales mostraron una correlación media respecto a la actividad. Las hembras mostraron con un patrón poliéstrico multimodal continuo y se encontró dimorfismo sexual.



ABSTRACT

Bats have an echolocation system consisting of the emission of ultrasound that allows them to obtain information about their environment, orient themselves and hunt through the echoes received. The recording of these calls is by acoustic detectors, suggesting the combination of this sampling method with mist nets, to generate biological and ecological information of the species. *Rhogeessa parvula* is an endemic specie of Mexico, we know little about biological and ecological aspects. Therefore, the objective of this study is to describe the periods of activity and population biology of *R. parvula* and its relationship with environmental variables in the Estero El Salado Natural Protected Area. The study was carried out using acoustic detectors (2013-2014) and mist nets (2008 to 2014). We obtained 3,275 passes (sampling effort: 49,057 minutes) and 89 individuals (sampling effort: 7,886.5 rh). In general, *R. parvula* presented a multimodal pattern throughout the night, with different activity at the sampling sites and climatic seasons. The environmental variables showed an average correlation with the activity. Females tend to exhibit a continuous multimodal polyestric pattern and sexual dimorphism was also found.



1 INTRODUCCIÓN

Los períodos de actividad de los animales reflejan procesos ambientales y ecológicos que rigen sus vidas. La supervivencia en un entorno requiere la evolución exitosa de estrategias que sincronizan la actividad diaria y estacional con la disponibilidad de recursos. Es importante tener en cuenta aspectos que determinan los períodos de actividad como: competitividad, depredación, disponibilidad de recursos, variables ambientales, entre otros, afectando de diferentes maneras a las especies. En el caso de murciélagos insectívoros se ha vinculado su actividad con relación a la de sus presas (Taylor y O'Neill, 1988), además de reconocerse picos nocturnos de actividad selectiva (después del anochecer y cerca del amanecer), presentando diferencias en el tiempo de su alimentación (Rydell *et al.*, 1996), aunque la abundancia de insectos puede variar por factores climáticos (Wolda, 1978), las actividades espaciales y temporales de los murciélagos que buscan alimento a menudo responden a la distribución y abundancia de insectos (Rydell *et al.*, 1996).

Un aspecto importante en el estudio de la fauna silvestre es el conocimiento de la dinámica de sus poblaciones, permitiendo justificar el estatus de conservación de una especie (Lemos-Espinal *et al.*, 2005). Entre algunos parámetros está el dimorfismo sexual donde el tamaño corporal de los mamíferos se atribuye a la competencia de un sexo por el otro (Darwin, 1859). Así como la estructura poblacional donde se define el estudio de las categorías de edad y proporción de sexos de una población (Neal, 2004). En cuanto a la abundancia de murciélagos se presenta un patrón marcado, teniendo pocas especies como abundantes, mientras que el resto se consideran escasas (Medellín, 1993). Por otro lado, en la reproducción existe una relación con la estacionalidad, estando marcada hacia la época de lluvias, donde se cuenta de manera general con una mayor disponibilidad de alimento, lo que representa un menor aporte energético por parte de las hembras (Crichton y Krutzsch, 2000).

Con esto la intención de este trabajo es aportar información biológica y ecológica que contribuya al conocimiento general de la misma y que pueda ser considerada dentro del área de estudio en propuestas de manejo y conservación.



2 MARCO TEÓRICO

2.1 Género *Rhogeessa* en México

El orden Chiroptera en México está conformado por ocho familias, entre ellas Vespertilionidae; uno de los géneros de esta familia es *Rhogeessa* representado por ocho especies, siete endémicas de México (EM) (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014).

Rhogeessa aeneus (murciélago amarillo yucateco) EM, distribuida en la península de Yucatán, se distingue por presentar dimorfismo sexual, los machos tienen glándulas en las orejas, ausentes en las hembras, su estatus de conservación según la IUCN es Preocupación Menor (LC) (Audet *et al.*, 1993; Arroyo-Cabrales y Álvarez-Castañeda, 2008a). *R. alleni* (murciélago amarillo mayor) EM, distribuida en el oeste de México, del estado de Zacatecas a Oaxaca, se distingue por ser la de mayor tamaño dentro del género y presentar el tercer molar reducido, su estatus de conservación según la IUCN es Preocupación Menor (LC) (Álvarez y Aviña, 1965; Arroyo-Cabrales y Álvarez-Castañeda, 2008b). *R. bickhami* (murciélago amarillo) EM, las puntas del pelaje dorsal son oscuro intenso, orejas cortas y de color oscuro, sin flecos a lo largo del uropatagio, exclusiva del estado de Chiapas (Baird *et al.*, 2012; Solari, 2017). *R. genowaysi* (murciélago amarillo de Genoways) EM, exclusiva del estado de Chiapas, debido a su parecido con *R. tumida* la única manera de distinguirlos es por genética, su estatus de conservación según la IUCN es En Peligro (EN) y Amenazada (A) según la NOM-059-SEMARNAT 2010 (Baker, 1984; Roots y Baker, 1998; Arroyo-Cabrales, 2016). *R. gracilis* (murciélago amarillo orejas largas) EM, distribuida en el oeste de México, del estado de Zacatecas a Oaxaca, se distingue por presentar las orejas largas, su estatus de conservación según la IUCN es Preocupación Menor (LC) (Jones, 1977; Arroyo-Cabrales y Álvarez-Castañeda, 2008c). *R. mira* (murciélago amarillo de Infiernillo) EM, exclusiva del estado de Michoacán, se distingue por ser la especie más pequeña, su estatus de conservación según la IUCN es Vulnerable (VU) y Sujeta a Protección Especial (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT 2010 (Arroyo-Cabrales y Polaco, 1997; Arroyo-Cabrales y Ospina-Garces, 2016). *R. tumida* (murciélago amarillo pequeño ala negra), distribuida del estado de Tamaulipas al sur a lo largo del Atlántico hasta Chiapas y Centroamérica, se distingue por presentar orejas cortas y uropatagio con pelos en la base, su estatus de



conservación según la IUCN es Preocupación Menor (LC) (Vonhof, 2000; Miller *et al.*, 2016); y *R. parvula* (murciélago amarillo menor) EM, dentro del género la de mayor distribución en México, se encuentra en la parte occidental del país, su estatus de conservación según la lista roja de la IUCN es Preocupación Menor (LC) (Arroyo-Cabrales y Álvarez-Castañeda, 2008d). Esta especie no se encuentra dentro de alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Todas son insectívoras (Nowak, 1999) y se alimentan dentro o por arriba del dosel (Estrada-Villegas *et al.*, 2010).

2.2 *Rhogeessa parvula*

Rhogeessa parvula, es la única especie politípica dentro del género, con dos subespecies: *R. parvula major* y *R. parvula parvula* (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014). Es un murciélago de tamaño pequeño; tiene las orejas cortas y el uropatagio relativamente peludo; pesa entre 3 y 8 g (LaVal, 1973); su coloración es amarillenta (Álvarez y Aviña, 1965). Se distribuye por la planicie costera del Pacífico desde Sonora hasta Oaxaca (Roots y Baker, 2007); en hábitats como matorral desértico, bosque espinoso, bosque tropical caducifolio y bosque de pino-encino. Se ha registrado desde el nivel del mar hasta los 1,600 msnm (LaVal, 1973).

Sin embargo, se reconoce como un problema la escasa información biológica y poblacional, lo que limita las evaluaciones de su estado de conservación, por lo que se recomienda cuidar los hábitats donde se ha colectado, para asegurar la permanencia de las condiciones ambientales donde vive (Arroyo-Cabrales y Baker, 2005).

2.3 Detectores acústicos y redes de niebla

Los murciélagos poseen un sistema de ecolocalización que consiste en la emisión de ultrasonidos que les permiten obtener información de su entorno, orientarse y cazar a través de los ecos recibidos (Schnitzler y Kalko, 2001). Los llamados emitidos desarrollan diversas funciones como social, orientación y alimentación en el que se identifican tres fases: búsqueda, aproximación y caza (Schnitzler *et al.*, 2003). Los llamados de ecolocalización de la fase de búsqueda sirven para la detección de obstáculos y presas, además son utilizados para identificar taxonómicamente a las especies; esto debido a la homogeneidad y



consistencia en la forma de sus pulsos (Fenton y Bell, 1981). Los llamados de la fase de aproximación funcionan una vez detectada la presa para acercarse a la misma y los llamados de la fase de caza son utilizados cuando el murciélago intenta capturarla (Schnitzler y Kalko, 2001; Kalko y Aguirre, 2007).

Una vez identificados taxonómicamente los pases que fueron emitidos por los murciélagos y grabados por los detectores acústicos, se pueden abordar temáticas como: períodos de actividad, uso de hábitat, entre otros (Rydell *et al.*, 1999). En México el 57.55% de murciélagos son especies insectívoras por lo que resulta relevante y de suma importancia la implementación de este método para estudiar a este grupo de murciélagos (MacSwiney *et al.*, 2008).

Por otro lado, la captura con redes de niebla permite obtener información biológica (condición reproductiva, edad, peso, sexo) y poblacional. Así como observar y registrar condiciones atípicas (color, malformaciones) y estado de salud en general. Adicional a esto al momento de la liberación del individuo grabar sus llamados de ecolocalización, lo que permite describirlos y formar las bibliotecas acústicas. Por lo que se sugiere que se combinen las técnicas de muestreo (Vargas-Contreras *et al.*, 2008).



3 ANTECEDENTES

A pesar de que *Rhogeessa parvula* es una especie endémica de México, es poco lo que se conoce sobre su biología, ecología y dinámica poblacional. No existe un solo trabajo exclusivo de esta especie y la poca información con la que se cuenta proviene de estudios con murciélagos en general donde se abordan diversas temáticas por ejemplo: sistemática (Álvarez y Aviña, 1965; Villa-R, 1966; Watkins *et al.*, 1972; LaVal, 1973; Roots y Baker, 2007); patrones ecológicos (Iñiguez-Dávalos, 1993); descripción de los pulsos de ecolocalización (Orozco-Lugo *et al.*, 2013); y ecológicos (Zalapa *et al.*, 2014).

3.1 Llamados de ecolocalización

El llamado de ecolocalización de *R. parvula* se describió en el estado de Morelos, donde se reportan las siguientes métricas: Duración: 2.9 ± 0.005 ms; Frecuencia inicial: 110.8 ± 0.09 kHz; y Frecuencia final: 47.1 ± 0.03 kHz (Orozco-Lugo *et al.*, 2013). Para otras especies dentro del género como *R. aeneus* en Yucatán, se aportaron datos sobre dimorfismo sexual en morfología y llamados de ecolocalización (Audet *et al.*, 1993); mientras que para *R. tumida* en Belice, se muestra la variación del llamado (O'Farrell y Miller, 1999).

3.1.1 Períodos de actividad

En general los estudios de los períodos de actividad son más comunes en ambientes templados de Norteamérica, en donde se registra relación de las variaciones temporales con la presencia de cuerpos de agua (Jones, 1966; Krusic *et al.*, 1996; Hayes, 1997; Zimmerman y Glanz, 2000), la temperatura (O'Farrell y Bradley, 1970; Hayes, 1997), la estructura del hábitat (Jung *et al.*, 1999) y la biomasa de insectos (Hayes, 1997). En particular no se cuentan con datos para *R. parvula*, sin embargo, para murciélagos en general existen trabajos en algunos estados del país. En Veracruz, con detectores acústicos se evaluó la actividad de murciélagos en un paisaje tropical fragmentado. La mayor actividad se registró en asentamientos humanos, fragmentos de selva y cercas vivas, mientras que la menor en pastizales (Estrada *et al.*, 2004). En Yucatán, con detectores acústicos y redes de niebla se



cuantificó la actividad de murciélagos en hábitats y entre estaciones. La actividad fue significativamente mayor en hábitats con cenotes que en los mismos hábitats sin cenotes, mientras que para los pastizales fue significativamente mayor durante las lluvias (MacSwiney *et al.*, 2009). En Durango, con detectores acústicos se comparó la actividad de murciélagos insectívoros asociados a cuerpos de agua, entre temporadas. La actividad fue significativamente mayor durante la seca, mientras que en las lluvias la actividad disminuyó notablemente (López-González *et al.*, 2015). En Oaxaca, con detectores acústicos se estudió la actividad relativa de murciélagos insectívoros aéreos en una selva tropical y pastizales. A nivel de familia no se presentaron diferencias estadísticamente significativas de actividad relativa entre la selva y los pastizales en cada época (seca-lluviosa) (Kraker-Castañeda *et al.*, 2013). Otro trabajo en Oaxaca describió con radio-transmisores los movimientos temporales y espaciales de murciélagos, *Artibeus lituratus* presentó un patrón polimodal (Lavariega y Briones-Salas, 2016). Además, también en Oaxaca se estudió con detectores acústicos y redes de niebla la actividad de murciélagos artropodívoros dentro y fuera de parques eólicos. Se reportó el mayor número de pases durante la primera hora de grabación (García-Luis y Briones-Salas, 2017).

3.2 Redes de niebla

3.2.1 Abundancia relativa

La información documentada respecto a su abundancia es escasa, en el estado de Jalisco, dentro del Estero El Salado, se reportó a *R. parvula* como la especie insectívora más abundante con 18 individuos (Zalapa *et al.*, 2014). Mientras que en Oaxaca se capturaron 425 individuos, tres de *R. parvula* que presentaron una abundancia relativa de 0.00010 (Briones-Salas *et al.*, 2013). También en Oaxaca se capturaron 100 individuos, ocho de *R. parvula* que presentaron una abundancia relativa de 0.000066 (García-Luis y Briones-Salas, 2017).



3.2.2 Actividad reproductiva

En diversas localidades del estado de Jalisco se reportan capturas de individuos en alguna etapa reproductiva. Se capturaron dos hembras en julio y una en septiembre con evidencia de lactancia reciente, además de un macho en septiembre con testículos escrotados (Watkins *et al.*, 1972). En Sinaloa se documentó cuatro hembras preñadas en mayo, dos en junio, cinco lactantes y/o postlactantes en junio, una en julio, además de un macho en octubre con testículos escrotados (Jones *et al.*, 1972). En las Islas Marías, Nayarit se describieron hembras preñadas de febrero a junio y lactantes de abril a julio (LaVal, 1973). Y en Colima dos hembras lactantes en enero y cuatro machos del mismo mes con testículos escrotados, se considera que las hembras presentan un patrón reproductivo poliéstrico bimodal (Sánchez-Hernández *et al.*, 2016).

3.2.3 Dimorfismo sexual

En las Islas Marías se trabajó con la sistemática del género y se reportó que las hembras son hasta un 4% más grandes respecto a los machos, sin diferencia estadística (LaVal, 1973).

3.2.4 Estructura de edades

En las Islas Marías se reportó la presencia de individuos juveniles durante los meses de junio, julio y septiembre (LaVal, 1973); mientras que en Colima la presencia de dos hembras y dos machos subadultos en julio (Sánchez-Hernández *et al.*, 2016).



4 HIPÓTESIS

Se reconoce que los murciélagos insectívoros presentan una mayor actividad cuando la biomasa de insectos es mayor (Hayes, 1997); y las mayores abundancias de insectos se registran al final de la temporada seca e inicio de las lluvias (Buskirk y Buskirk, 1976). Por otro lado, se reconocen que los murciélagos en general presentan dos picos de actividad durante la noche, uno al anochecer y otro cerca del amanecer (Rydell *et al.*, 1996), por lo que planteamos las hipótesis:

- La actividad de *Rhogeessa parvula* es mayor en la temporada climática de lluvias respecto a la seca-fría y seca-cálida.
- La mayor actividad de *Rhogeessa parvula* está relacionada con la mayor precipitación, temperatura y humedad.
- La actividad a través de la noche de *Rhogeessa parvula* es diferente entre las horas, mayor al atardecer y al amanecer.



5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Conocer los períodos de actividad y la biología poblacional de *Rhogeessa parvula* y su relación con variables ambientales en el Área Natural Protegida Estero El Salado.

5.2 Objetivos específicos

- Evaluar la variación espacio-temporal de la actividad de *Rhogeessa parvula* mediante detectores acústicos en el Área Natural Protegida Estero El Salado.
- Relacionar la actividad de *Rhogeessa parvula* mediante detectores acústicos con las variables ambientales (precipitación, temperatura y humedad) en el Área Natural Protegida Estero El Salado.
- Describir algunos parámetros poblacionales (abundancia relativa, actividad reproductiva, dimorfismo sexual, estructura de edades y proporción de sexos) de *Rhogeessa parvula* mediante redes de niebla en el Área Natural Protegida Estero El Salado.



6 MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

El Estero El Salado cuenta con decreto de Área Natural Protegida desde el año 2000, (Periódico oficial El Estado de Jalisco, 2000). Geográficamente se localiza entre los paralelos 20° 39' 21" y 20° 41' 37" de latitud norte y los meridianos 105° 13' 34" y 105° 15' 51" de longitud oeste; dentro del municipio de Puerto Vallarta, estado de Jalisco. Se considera un estero urbano, debido a que se encuentra rodeado por la mancha urbana de la ciudad de Puerto Vallarta (FIDES, 2007).

Se ubica sobre la planicie costera del Pacífico Mexicano, en el punto de unión entre dos zonas: la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur, en el área de convergencia de dos regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical; configurando lo que se denomina Bahía de Banderas. La extensión superficial es de 168.96 ha (FIDES, 2007). Se presentan las condiciones ambientales necesarias que permiten el establecimiento de diferentes comunidades vegetales como: manglar con una extensión de 108.40 ha, vegetación halófila 16.75 ha, selva mediana subcaducifolia 7.28 ha, selva baja espinosa caducifolia 10.81 ha, vegetación secundaria, así como vegetación acuática y subacuática 6.51 ha (Contreras Rodríguez *et al.*, 2014).

El clima es del tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano AW_{1w} . La temperatura y precipitación promedio anual oscilan entre los 26-28 °C y 950-1,600 mm respectivamente (Vidal-Zepeda, 2005).

6.1.1 Sitios de muestreo

El presente estudio se llevó a cabo con dos tipos de muestreo. El primero con redes de niebla, los sitios de muestreo se eligieron en función del espacio y accesibilidad para trabajar con este equipo. El segundo con estaciones bioacústicas, en las que se instalaron detectores acústicos. Los sitios se eligieron en función de algunas características biológicas de las



especies de murciélagos insectívoros como: tipo de alimentación y áreas de forrajeo; así como del tipo de hábitat con cobertura vegetal y espacios abiertos.

Se eligieron cinco localidades de muestreo dentro del Área Natural Protegida Estero El Salado (ANPEES), las cuales se describen a continuación (Figura 1):

❖ Localidad 1. El Canal.

Geográficamente se localiza entre los paralelos 20° 39' 47" de latitud norte y los meridianos 105° 14' 34" de longitud oeste, a una altitud de 4 m. Ubicado en la parte suroeste del ANPEES, cuenta con el canal principal que conecta al océano (20 m ancho, 3 m profundidad y 2 km largo). La vegetación es manglar, las especies presentes son: *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo) como especies dominantes, además de *Avicennia germinans* (mangle prieto) (Contreras Rodríguez *et al.*, 2014).

❖ Localidad 2. El Vivero.

Geográficamente se localiza entre los paralelos 20° 40' 30" de latitud norte y los meridianos 105° 13' 59" de longitud oeste, a una altitud de 3 m. Ubicado en la parte noreste del ANPEES, cuenta con canales artificiales que sirven de desahogo para el Centro de Convenciones. La vegetación es selva baja espinosa caducifolia y vegetación secundaria, así como frutales introducidos. El estrato dominante es el arbóreo, donde la familia Fabaceae es la mejor representada con: *Pithecellobium dulce* (guamúchil), *P. lanceolatum* (guamuchillo), *Acacia hindsii* (jarretadera), *A. macracantha*, *Prosopis laevigata* (mezquite), *P. juliflora* (mezquite soldado), así como elementos de otras familias botánicas como: *Celtis iguanaea* (iguanero) y *Guazuma ulmifolia* (guácima). Además de especies ruderales de las familias Poaceae, Asteraceae, Fabaceae y Malvaceae como: *Cenchrus echinatus*, *Acacia farnesiana*, *Baccharis salicifolia*, *Melampodium divaricatum*, *Pseudoconyza viscosa*, *Sida acuta*, *Ricinus communis*, *Melothria pendula* y *Momordica charantia* (Contreras Rodríguez *et al.*, 2014).

❖ Localidad 3. La Selvita.

Geográficamente se localiza entre los paralelos 20° 40' 7" de latitud norte y los meridianos 105° 13' 39" de longitud oeste, a una altitud de 85 m. Ubicado en la parte este



del ANPEES, es una loma rodeada de una planicie que un tiempo se utilizó para cultivo y área de pastoreo. Es un área de inundación, el tipo de vegetación es selva mediana subcaducifolia y vegetación riparia, destacando elementos como: *Brosimum alicastrum* (capomo), *Orbignya guacuyule* (palma de aceite), *Ficus citrifolia*, *F. padifolia*, *F. maxima*, *Randia tetraacantha* (caca de gato), *Acrocomia mexicana* (coyul), *Psidium sartorianum* (arrayán), *Enterolobium cyclocarpum*, *Couepia polyandra* (zapotillo), *Gliricidia sepium* entre otras (Contreras Rodríguez *et al.*, 2014).

❖ Localidad 4. La Torre.

Geográficamente se localiza entre los paralelos 20° 39' 59" de latitud norte y los meridianos 105° 14' 27" de longitud oeste, a una altitud de 5 m. Ubicado en la parte suroeste del ANPEES, aquí se encuentra ubicada la torre de vigilancia del área. Es una planicie inundable, la vegetación está compuesta por mangle, palmares, pastizales y vegetación halófila, algunas de las especies son: *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo) como especies dominantes, además de *Avicennia germinans* (mangle prieto). Además del estrato herbáceo destacan: *Batis maritima* (alambriillo o pata de sal), que se acompaña de otras como: *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Heliotropium indicum*, *H. curassavicum*, *Gomphrena nitida* así como un gran número de plantas de la familia Cyperaceae como: *Cyperus articulatus*, *C. elegans*, *C. ligularis*, *Eleocharis geniculata*, *Fimbristylis spadicea*, etc. En el estrato arbustivo destaca: *Capparis flexuosa* como elemento de distribución intermitente. En el estrato arbóreo destaca: *Prosopis juliflora* (mezquite salado) y *Pithecellobium lanceolatum* (guamuchilillo) (Contreras Rodríguez *et al.*, 2014).

❖ Localidad 5. Las Higueras.

Geográficamente se localiza entre los paralelos 20° 40' 15" de latitud norte y los meridianos 105° 14' 39" de longitud oeste, a una altitud de 2 m. Ubicado en la parte noroeste del ANPEES, es un área pantanosa, la vegetación está compuesta por elementos de selva baja espinosa caducifolia, selva mediana subcaducifolia. El estrato dominante es el arbóreo, donde la familia Fabaceae es la mejor representada con: *Pithecellobium dulce* (guamúchil), *P. lanceolatum* (guamuchilillo), *Acacia hindsii* (carretadera), *A. macracantha*, *Prosopis laevigata* (mezquite), *P. juliflora* (mezquite salado), así como elementos de otras familias botánicas como: *Celtis iguanaea* (iguanero) y *Guazuma ulmifolia* (guácima). Además de



Ficus citrifolia, *F. insipida*, *F. padifolia* (amate), *F. maxima*, *Bursera simaruba* (palo mulato), *Annona glabra*, *Coccoloba barbadensis* (Juan Pérez), *Enterolobium cyclocarpum* (parota o guanacastle), *Tabebuia rosea* (rosa morada), *Inga eriocarpa* (jiquiniquil), *Lysiloma divaricata* (tepemezquite), *Gliricidia sepium* (cacahuananche), así como otros elementos de *Acacia macracantha*, *Antigonon leptopus*, *Vitex hemsleyi* (ahuilote), *Mimosa pigra* (sierrilla), *Merremia umbellata* y *Sesbania herbacea*, estos últimos como indicadores de perturbación debido a la cercanía con la población (Contreras Rodríguez *et al.*, 2014).

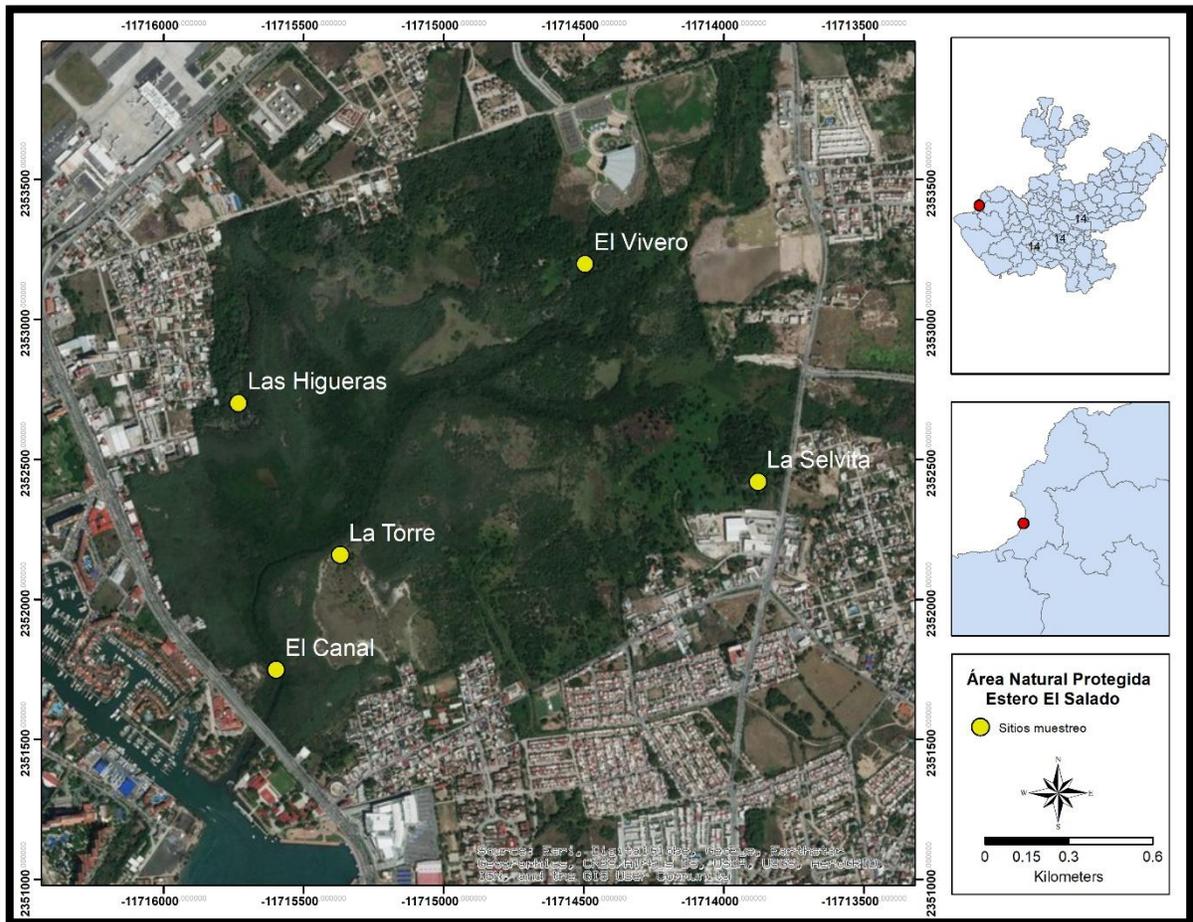


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo en el Área Natural Protegida Estero El Salado.



6.2 Métodos de muestreo

6.2.1 Muestreo acústico

Se realizaron muestreos de febrero de 2013 a febrero de 2014 en El Vivero y Las Higueras mientras que, en El Canal y La Torre de agosto de 2013 a enero de 2014, en todos los casos se realizaron grabaciones de 10 a 13 horas continuas (según horas noche) dos noches consecutivas por sitio por mes.

En cada sitio se colocó una estación de muestreo, donde se utilizó un detector acústico modelo Song Meter SM2 marca Wildlife Acoustics, con un micrófono omnidireccional SMX-II de la misma marca, elevado aproximadamente a 6 m de altura. Las estaciones de grabación se activaron una hora antes de la puesta del sol y se dejaron activas 30 minutos después de la salida del sol. Las grabaciones se realizaron en formato WAC con un rango de muestreo 384 kHz, y una ganancia de +12.0 dB. En total se usaron dos equipos de grabación, por lo que se hicieron grabaciones simultáneas de El Vivero y Las Higueras, y posteriormente en El Canal y La Torre.

6.2.2 Muestreo con redes de niebla

Se implementaron muestreos mensuales de enero de 2008 a septiembre de 2014 en los sitios El Vivero y Las Higueras, y de febrero a diciembre de 2009 en La Selvita. En cada uno de ellos se colocaron 10 redes de niebla (12 m de largo x 3 m de altura) por noche.

Los muestreos consistieron de dos o tres noches por mes, una para cada sitio. Las redes de niebla se activaron por un período de cinco horas (años: 2008, 2009, 2010, 2011, 2013 y 2014) y de cinco a 13 horas (año: 2012) a partir del ocaso (la hora varió según el horario de verano e invierno) y se revisaron cada 30 minutos. Los individuos capturados fueron extraídos de las redes mediante la utilización de guantes de carnaza, se colocaron en bolsas de manta individuales para ser procesados. A cada organismo se le tomaron los siguientes datos: condición reproductiva, edad, largo de antebrazo, peso, sexo y se determinaron a nivel de especie. Los individuos fueron marcados con anillos de metal tamaño 4 de National Band



and Tag Co. El anillo se colocó en el antebrazo. El marcaje se realizó durante los años 2008, 2009, 2011 y 2013.

6.3 Análisis de datos

6.3.1 Procesamiento de grabaciones acústicas

Las grabaciones obtenidas en formato WAC de cada uno de los muestreos de campo se procesaron mediante el software Kaleidoscope para ser cortadas y transformadas en archivos WAV, donde se obtuvieron archivos de al menos 3 pulsos por pase.

6.3.2 Limpieza de pases

Se utilizó el software Avisoft Bioacoustics para eliminar todos aquellos que presentaron ruido ambiental, así como los pulsos dentro del pase que no fueran de búsqueda; los pulsos de acercamiento y caza no son posible identificarlos y no permiten identificar especies (Thomas, 1988). Además, los pulsos que contenían una frecuencia inicial por debajo de 40 kHz, los cuales no son de la especie de interés (Orozco-Lugo *et al.*, 2013).

6.3.3 Determinación de pases de *Rhogeessa parvula*

Se obtuvo mediante el software Kaleidoscope una base de datos en Excel con los pases y las métricas útiles para determinar a la especie: Frecuencia constante (Fc), Duración (Dur) y Frecuencia mínima (Fmin), que se consideran adecuadas para determinar especies (O'Farrell *et al.*, 1999). Se tomó como referencia publicaciones de la especie (Orozco-Lugo *et al.*, 2013) y datos obtenidos de grabaciones mediante liberaciones directas en el área de estudio, información contenida en la biblioteca de llamados del CEZUG. La extracción de las métricas se hizo mediante un proceso supervisado con los siguientes parámetros: ocho pulsos y un límite inferior en la calidad de los pulsos del 90%, utilizando el módulo SonoBatch del programa SonoBat v3.1. Se realizó una revisión de los archivos que cumplieron los



parámetros del llamado de *R. parvula* mediante el software Kaleidoscope y una segunda revisión en el programa SonoBat.

6.3.4 Análisis de períodos de actividad

El esfuerzo de muestreo se calculó sumando los minutos de grabación de cada día, mes y temporada climática. Se realizó la prueba de Chi-cuadrada para probar diferencias significativas entre sitios y temporadas climáticas. Debido a que en El Vivero y Las Higueras se muestreo 13 meses y en El Canal y La Torre 6, se hicieron comparaciones entre los sitios con esfuerzo de muestreo similar.

Se realizó una prueba de Chi-cuadrada para el análisis de los períodos de actividad de *R. parvula*, se comparó el número de pases entre los sitios de muestreo que presentaron un esfuerzo de muestreo similar. Para todos los casos se utilizó un nivel de significancia de $P=0.05$.

Se realizó una Correlación de Pearson para comprobar si existe relación entre la actividad de *R. parvula* de los sitios Las Higueras y El Vivero con las variables ambientales humedad, precipitación y temperatura. Para todos los casos se utilizó un nivel de significancia de $P=0.05$.

6.3.5 Análisis de parámetros poblacionales

El esfuerzo de muestreo se calculó multiplicando el número de redes (r), por las horas de trabajo (h), obteniendo una unidad de medida de rh para cada noche, mes, año, temporada climática y sitios. Se realizó la prueba de Chi-cuadrada para probar diferencias significativas entre años y temporadas climáticas.

La abundancia relativa se calculó dividiendo la abundancia entre el esfuerzo de muestreo correspondiente (Chávez y Ceballos, 2001).

La actividad reproductiva se clasificó de la siguiente manera: machos con testículos escrotados y hembras preñadas (se identificó el embrión mediante palpación al abdomen), lactantes (pezones desarrollados, presencia de leche al presionar suavemente y alopecia



alrededor del pezón) y postlactantes (pezones desarrollados, ausencia de leche y alopecia alrededor del pezón).

La estructura de edades se asignó con base en la osificación de las falanges y se clasificaron en: juvenil, subadulto y adulto (Kunz y Anthony, 1982).

El dimorfismo sexual se obtuvo utilizando las medidas de longitud del antebrazo (solo para individuos adultos) y se realizó una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. La proporción de sexos se obtuvo de acuerdo al número de individuos y se realizó una prueba de Chi cuadrada.

Para el análisis temporal de los datos se definieron las temporadas climáticas con base en el promedio máximo y mínimo de las temperaturas y precipitación por mes, de acuerdo a los datos obtenidos de 2008 a 2014 en www.tutiempo.net, de la estación meteorológica ubicada en el municipio de Puerto Vallarta. Se obtuvieron las siguientes: seca-fría (noviembre a marzo), seca-cálida (abril y mayo) y lluvias (junio a octubre).

Las variables ambientales para el análisis temporal a escala-noche fueron las temperaturas promedio máxima y mínima y la humedad relativa obtenida durante toda la noche de muestreo, tomadas con una estación meteorológica portátil modelo 607341 Kestrel 4000 Pocket Weather Tracker US Patents3. Para el análisis a escala temporal climática y anual se tomaron los datos de www.tutiempo.net.



7 RESULTADOS

7.1 Descripción del llamado

De un total de 26,760 pases, resultaron 3,275 de *Rhogeessa parvula* (Figura 2). Los pulsos se caracterizaron por presentar las siguientes métricas: Duración: $\bar{X}= 4.33 \pm 0.68$ ms, Max= 6.20 ms, Min= 3.50 ms; Frecuencia constante: $\bar{X}= 49.60 \pm 4.21$ kHz, Max= 60.50 kHz, Min= 44.40 kHz; Frecuencia máxima: $\bar{X}= 69.85 \pm 7.63$ kHz, Max= 95.90 kHz, Min= 48.92 kHz; Frecuencia mínima: $\bar{X}= 45.03 \pm 1.21$ kHz, Max= 46.90 kHz, Min= 40.11 kHz (Figura 3).

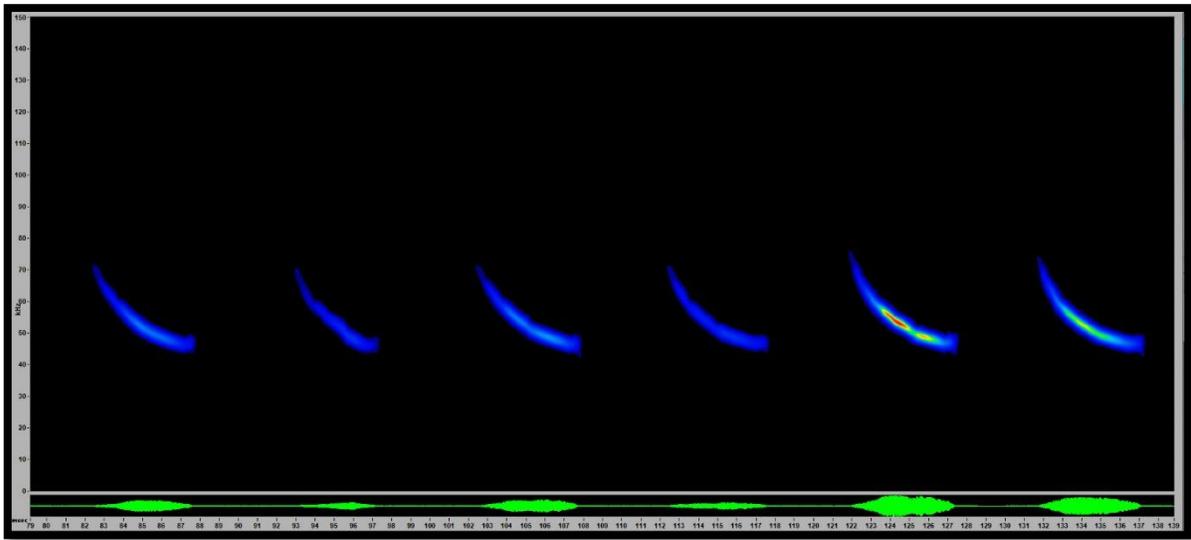


Figura 2. Descripción gráfica de un pase de *Rhogeessa parvula*.

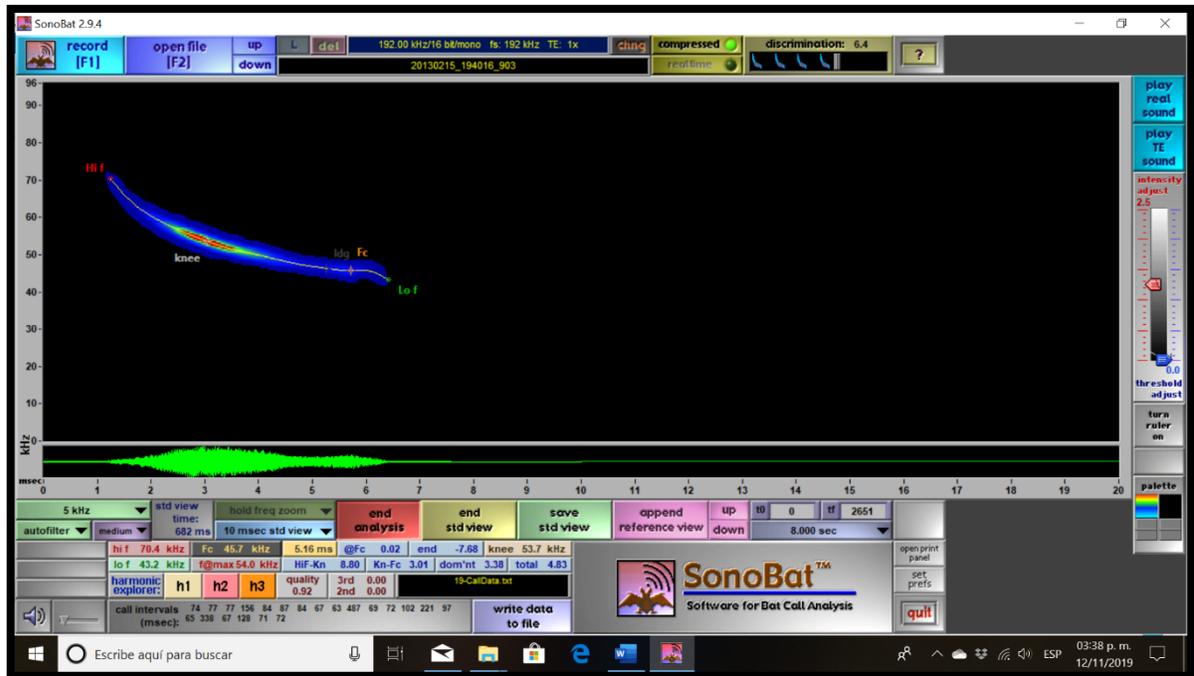


Figura 3. Métricas del pulso de ecolocalización de *Rhogeessa parvula*.

7.2 Períodos de actividad

7.2.1 Esfuerzo de muestreo

Un total de 49,057 minutos de grabación fueron implementados para el presente estudio. Por sitio de muestreo, el mayor esfuerzo de muestreo correspondió a Las Higueras con 18,527 min, seguido de El Vivero con 16,414 min, El Canal con 7,474 min y La Torre con 6,642 min (Cuadro 1). El esfuerzo de muestreo por pares de sitios mostró que si hubo diferencias significativas entre Las Higueras y El Vivero ($X^2= 127.78$, $GL= 1$, $P= 1.25E-29$), y entre El Canal y La Torre ($X^2= 49.038$, $GL= 1$, $P= 2.51E-12$). El esfuerzo de muestreo fue diferente entre meses por sitios, el tiempo de grabación por mes varió en función de las horas noche, en El Vivero el mayor fue en diciembre con 1566 min y el menor en mayo con 654; en Las Higueras en diciembre con 1,566 y junio 1,277 respectivamente. Mientras que en El Canal el mayor fue en diciembre con 1,565 min y el menor en agosto con 673; en La Torre en diciembre con 1,573 y septiembre 698 respectivamente (Cuadro 2). Los minutos de grabación entre los meses por sitio de muestreo fueron diferentes estadísticamente: El Vivero ($X^2= 1024.1$, $GL= 12$, $P= 1.22E-211$); Las Higueras ($X^2= 88.209$, $GL= 12$, $P= 1.10E-13$); El Canal



($X^2= 777.94$, $GL= 5$, $P= 6.85E-166$) y La Torre ($X^2= 395.57$, $GL= 4$, $P= 2.52E-84$). Por temporadas climáticas, el mayor esfuerzo correspondió a la seca-fría 2013-2014 con 20,087 min, seguido de lluvias 2013 con 19,076 min, seca-fría 2013 con 5,175 min y seca-cálida con 4,719 min (Cuadro 1). El esfuerzo por pares de sitios a través de las temporadas climáticas mostró que si hubo diferencias significativas entre El Vivero y Las Higueras ($X^2= 6596.3$, $GL= 3$, $P= 0$), y entre El Canal y La Torre ($X^2= 156.43$, $GL= 1$, $P= 6.81E-36$).

Cuadro 1. Esfuerzo de muestreo (minutos), por sitios, temporadas climáticas y global.

| | Seca-fría 2013 | Seca-cálida 2013 | Lluvias 2013 | Seca-fría 2013-2014 | Total global |
|---------------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| El Vivero | 2,210 | 2,033 | 6,023 | 6,148 | 16,414 |
| Las Higueras | 2,965 | 2,686 | 6,738 | 6,138 | 18,527 |
| Total | 5,175 | 4,719 | 12,761 | 12,286 | 34,941 |
| El Canal | * | * | 2,800 | 4,674 | 7,474 |
| La Torre | * | * | 3,515 | 3,127 | 6,642 |
| Total | * | * | 6,315 | 7,801 | 14,116 |
| Total global | 5,175 | 4,719 | 19,076 | 20,087 | 49,057 |

Cuadro 2. Esfuerzo de muestreo (minutos), por meses, sitios y global.

| | El Vivero | Las Higueras | Total | El Canal | La Torre | Total | Total global |
|-------------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|
| Febrero | 753 | 1,508 | 2,261 | * | * | * | 2,261 |
| Marzo | 1,457 | 1,457 | 2,914 | * | * | * | 2,914 |
| Abril | 1,379 | 1,379 | 2,758 | * | * | * | 2,758 |
| Mayo | 654 | 1,307 | 1,961 | * | * | * | 1,961 |
| Junio | 1,277 | 1,277 | 2,554 | * | * | * | 2,554 |
| Julio | 1,286 | 1,286 | 2,572 | * | * | * | 2,572 |
| Agosto | 1,351 | 1,351 | 2,702 | 673 | 1,361 | 2,034 | 4,736 |
| Septiembre | 1,379 | 1,379 | 2,758 | 688 | 698 | 1,386 | 4,144 |
| Octubre | 730 | 1,445 | 2,175 | 1,439 | 1,456 | 2,895 | 5,070 |
| Noviembre | 1,546 | 1,536 | 3,082 | 1,556 | 1,554 | 3,110 | 6,192 |
| Diciembre | 1,566 | 1,566 | 3,132 | 1,565 | 1,573 | 3,138 | 6,270 |
| Enero | 1,557 | 1,557 | 3,114 | 1,553 | * | 1,553 | 4,667 |
| Febrero | 1,479 | 1,479 | 2,958 | * | * | * | 2,958 |
| Total global | 16,414 | 18,527 | 34,941 | 7,474 | 6,642 | 14,116 | 49,057 |



7.2.2 Número de pases entre sitios, mes y temporadas climáticas

Por sitio de muestreo el mayor número de pases correspondió a Las Higueras con 2,811, seguido de El Vivero con 330, El Canal con 113 y La Torre con 21 (Cuadro 3). El número de pases por pares de sitios mostró que si hubo diferencias significativas entre El Vivero y Las Higueras ($X^2= 1959.7$, $GL= 1$, $P= 0$), y entre El Canal y La Torre ($X^2= 63.164$, $GL= 1$, $P= 1.90E-15$). El número de pases fue diferente entre meses por sitios, en El Vivero el mayor fue en agosto con 99 y el menor en febrero de ambos años con tres; en Las Higueras en junio con 964 y enero con seis respectivamente. Mientras que en El Canal el mayor fue en diciembre con 46 y el menor en agosto y octubre con cero; en La Torre en noviembre con 14 y agosto y octubre con cero respectivamente (Cuadro 4). El número de pases entre los meses por sitio de muestreo fueron diferentes estadísticamente: El Vivero ($X^2= 508.22$, $GL= 12$, $P= 3.94E-101$); Las Higueras ($X^2= 3550.3$, $GL= 12$, $P= 0$); El Canal ($X^2= 113.04$, $GL= 5$, $P= 9.35E-23$) y La Torre ($X^2= 37.333$, $GL= 4$, $P= 1.54E-07$). Por temporadas climáticas el mayor número de pases correspondió a lluvias 2013 con 2,223, seguido de seca-cálida con 493, seca-fría 2013-2014 con 424 y seca-fría 2013 con 135 (Cuadro 3). El número de pases por pares de sitios a través de las temporadas climáticas mostró que si hubo diferencias significativas entre Las Higueras y El Vivero ($X^2= 3582.2$, $GL= 3$, $P= 0$), y entre El Canal y La Torre ($X^2= 126.12$, $GL= 1$, $P= 2.90E-29$).

Cuadro 3. Número de pases por sitios, temporadas climáticas y global.

| | Seca-fría 2013 | Seca-cálida 2013 | Lluvias 2013 | Seca-fría 2013-2014 | Total global |
|---------------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| El Vivero | 10 | 23 | 264 | 33 | 330 |
| Las Higueras | 125 | 470 | 1,957 | 259 | 2,811 |
| Total | 135 | 493 | 2,221 | 292 | 3,141 |
| El Canal | * | * | 2 | 111 | 113 |
| La Torre | * | * | 0 | 21 | 21 |
| Total | * | * | 2 | 132 | 134 |
| Total global | 135 | 493 | 2,223 | 424 | 3,275 |

**Cuadro 4. Número de pases por meses, sitios y global.**

| | El Vivero | Las Higueras | Total | El Canal | La Torre | Total | Total global |
|---------------------|------------------|---------------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------------|
| Febrero | 3 | 89 | 92 | * | * | * | 92 |
| Marzo | 7 | 36 | 43 | * | * | * | 43 |
| Abril | 10 | 232 | 242 | * | * | * | 242 |
| Mayo | 13 | 238 | 251 | * | * | * | 251 |
| Junio | 16 | 964 | 980 | * | * | * | 980 |
| Julio | 85 | 180 | 265 | * | * | * | 265 |
| Agosto | 99 | 210 | 309 | 0 | 0 | 0 | 309 |
| Septiembre | 57 | 419 | 476 | 2 | 0 | 2 | 478 |
| Octubre | 7 | 184 | 191 | 0 | 0 | 0 | 191 |
| Noviembre | 16 | 45 | 61 | 29 | 14 | 43 | 104 |
| Diciembre | 5 | 196 | 201 | 46 | 7 | 53 | 254 |
| Enero | 9 | 6 | 15 | 36 | * | 36 | 51 |
| Febrero | 3 | 12 | 15 | * | * | * | 15 |
| Total global | 330 | 2,811 | 3,141 | 113 | 21 | 134 | 3,275 |

7.2.3 Actividad relativa por temporadas climáticas entre sitios

La actividad relativa fue mayor en El Vivero y Las Higueras en la temporada climática lluvias 2013 (Figura 4) y fueron estadísticamente diferentes entre las temporadas por sitios El Vivero ($X^2= 356.02$, $GL= 12$, $P= 7.51E-69$) y Las Higueras ($X^2= 2940.9$, $GL= 12$, $P= 0$). Mientras que El Canal y La Torre en la temporada seca-fría 2013-2014 (Figura 5) y fueron estadísticamente diferentes entre las temporadas por sitios El Canal ($X^2= 68.122$, $GL= 5$, $P= 2.52E-13$) y La Torre ($X^2= 24.049$, $GL= 4$, $P= 7.81E-05$).

La actividad relativa mensual mostró que en El Vivero la mayor actividad fue en los meses de julio y agosto de la temporada climática de lluvias 2013. Si se encontró diferencias significativas entre los meses ($X^2= 508.22$, $GL= 12$, $P= 3.94E-101$). Mientras que en Las Higueras en junio de la misma temporada. Si se encontró diferencias significativas entre los meses ($X^2= 3550.3$, $GL= 12$, $P= 0$). (Figura 4).

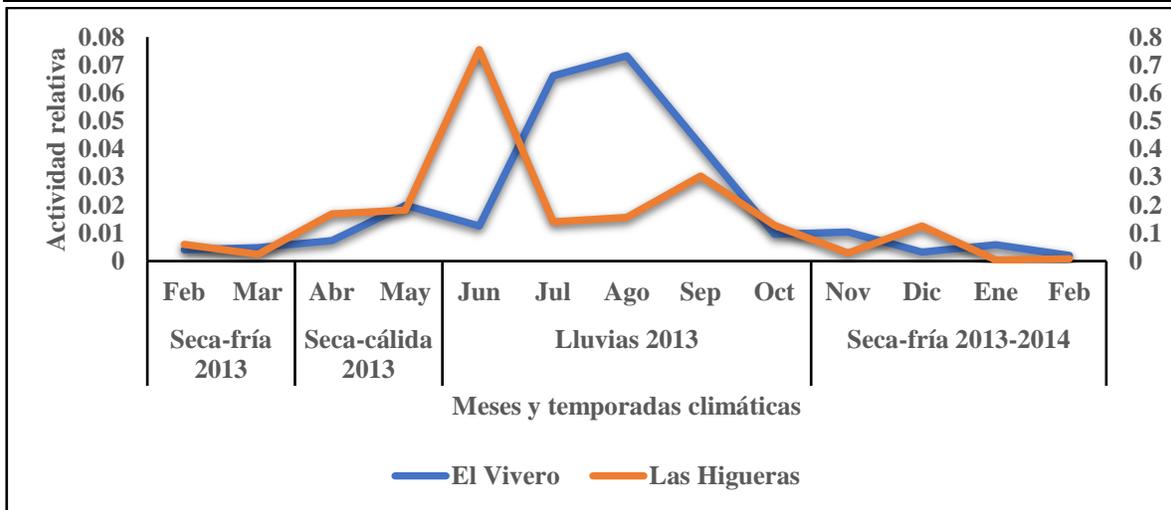


Figura 4. Actividad relativa de *Rhogeessa parvula* por meses y temporadas climáticas en El Vivero y Las Higueras.

En El Canal la mayor actividad fue en diciembre de la temporada climática seca-fría 2013-2014. Si se encontró diferencias significativas entre los meses ($X^2= 113.04, GL= 5, P= 9.35E-23$). Mientras que en La Torre en noviembre de la misma temporada. Si se encontró diferencias significativas entre los meses ($X^2= 49, GL= 5, P= 2.22E-09$) (Figura 5).

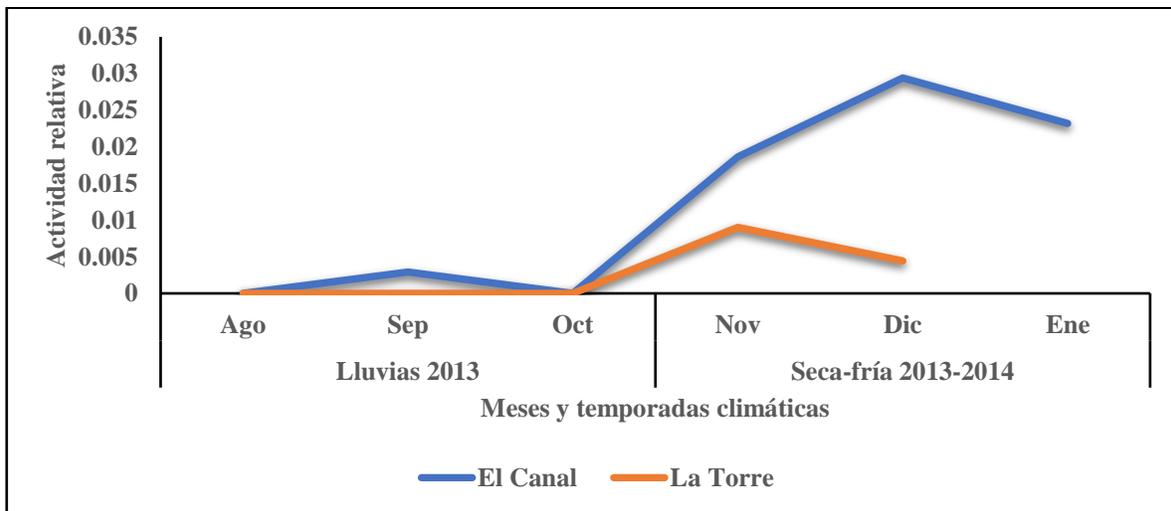


Figura 5. Actividad relativa de *Rhogeessa parvula* por meses y temporadas climáticas en El Canal y La Torre.

7.2.4 Actividad a través de la noche

En total se muestrearon 68 noches, para el sitio Las Higueras 26, El Vivero 23, El Canal 10 y La Torre nueve. Para El Vivero y Las Higueras un total de 34,941 minutos, mientras que para El Canal y La Torre un total de 14,116 minutos.



Para el sitio de estudio, *R. parvula* presentó tres picos de actividad, la mayor en H1, un segundo pico en H4 y otro en H11 (Figura 6). Si hay diferencias significativas de la actividad entre las horas ($X^2= 2095.5$, $GL= 12$, $P= 0$). Mientras que por temporadas climáticas la seca-fría 2013 presenta un patrón unimodal, la mayor actividad fue en la H1; si se encontró diferencia significativa entre las horas ($X^2= 1189.2$, $GL= 12$, $P= 3.72E-274$). En la seca-cálida 2013 un patrón unimodal, la mayor actividad fue en la H4; si se encontró diferencia significativa entre las horas ($X^2= 596.23$, $GL= 11$, $P= 8.98E-121$). En las lluvias 2013 un patrón multimodal, la mayor actividad en las H1, H4 y H11; si se encontró diferencia significativa entre las horas ($X^2= 1283.7$, $GL= 12$, $P= 1.65E-267$). En la seca-fría 2013-2014 un patrón bimodal, la mayor actividad en las H1 y H13; si se encontró diferencia significativa entre las horas ($X^2= 1539$, $GL= 12$, $P= 1.4822E-322$) (Figura 7).

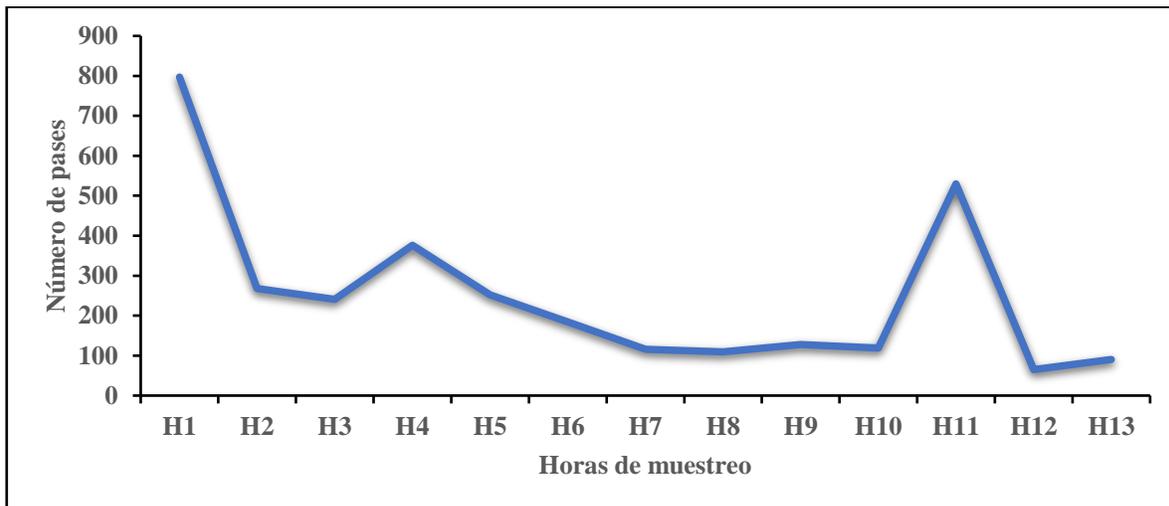


Figura 6. Actividad de *Rhogeessa parvula* por horas de muestreo a través de la noche.

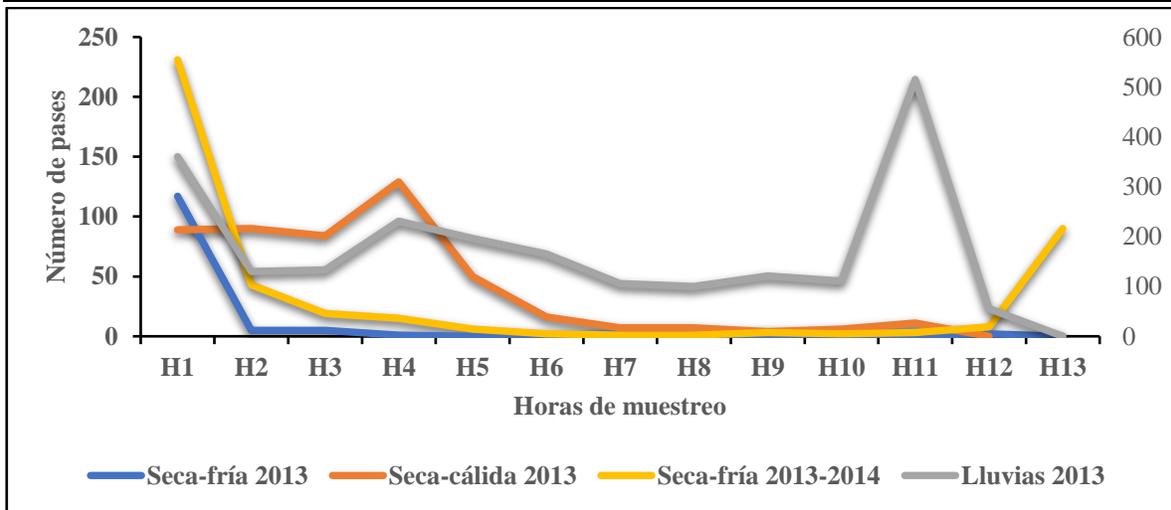


Figura 7. Actividad de *Rhogeessa parvula* por horas de muestreo a través de temporadas climáticas.

7.2.5 Descripción de variables ambientales

La precipitación (días de lluvia) varió entre los meses, siendo la más baja en febrero, marzo, abril y mayo con 0 y la más alta en septiembre con 18. Se observó un nivel de correlación media significativo ($r= 0.56327$, $P= 0.056517$) entre la actividad relativa de *R. parvula* con la precipitación (Figura 8).

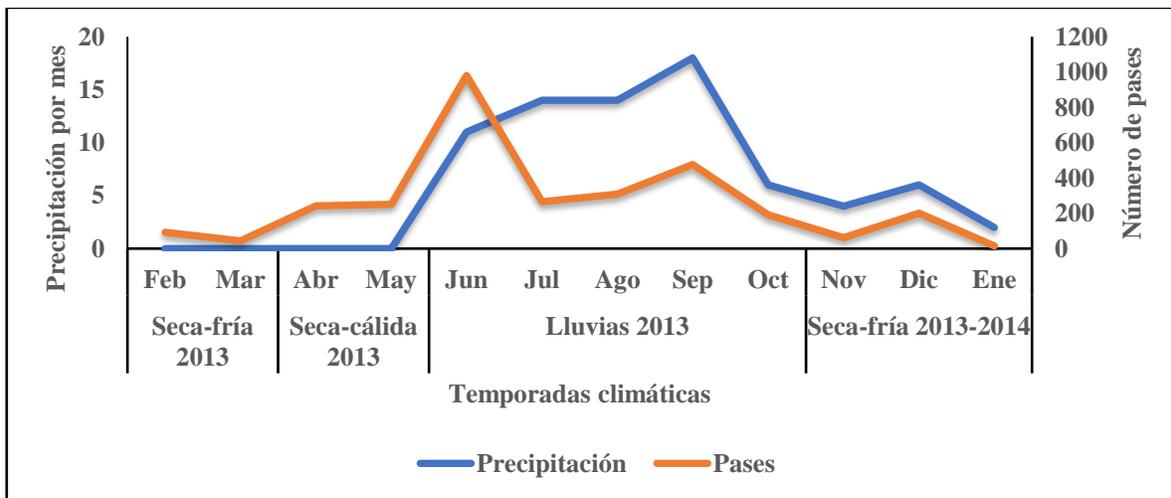


Figura 8. Correlación de la actividad de *Rhogeessa parvula* con la precipitación.

La temperatura varió entre los meses, siendo la más baja en enero 17.56 °C y la más alta en octubre 26.56 °C. Se observó un nivel de correlación media significativo ($r= 0.59845$, $P= 0.039808$) entre la actividad relativa de *R. parvula* con la temperatura (Figura 9).

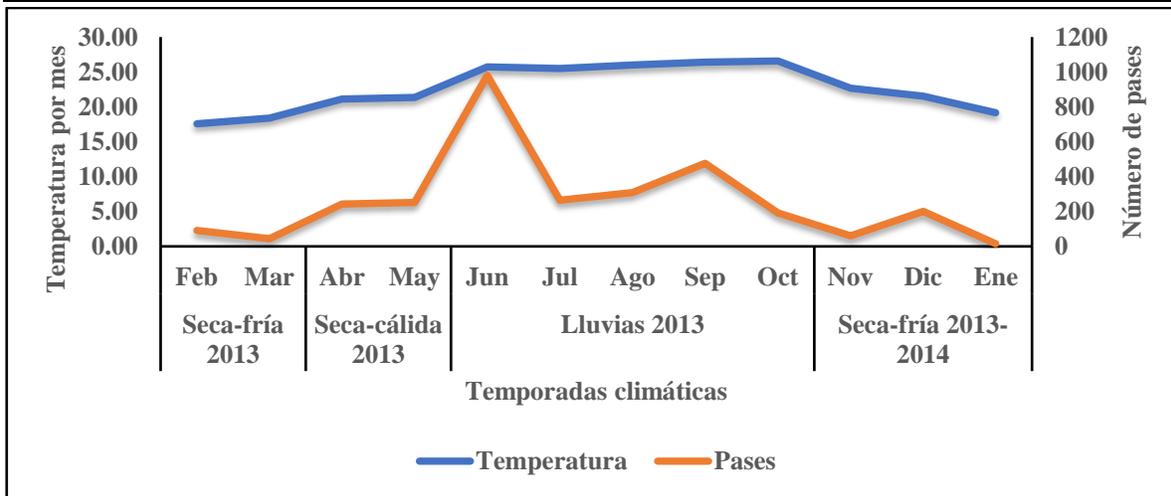


Figura 9. Correlación de la actividad de *Rhogeessa parvula* con la temperatura.

La humedad varió entre los meses, siendo la más baja en junio 87.93 y la más alta en marzo 95.99. Se observó un nivel de correlación media negativa significativo ($r = -0.53026$, $P = 0.076156$) entre la actividad relativa de *R. parvula* con la humedad (Figura 10).

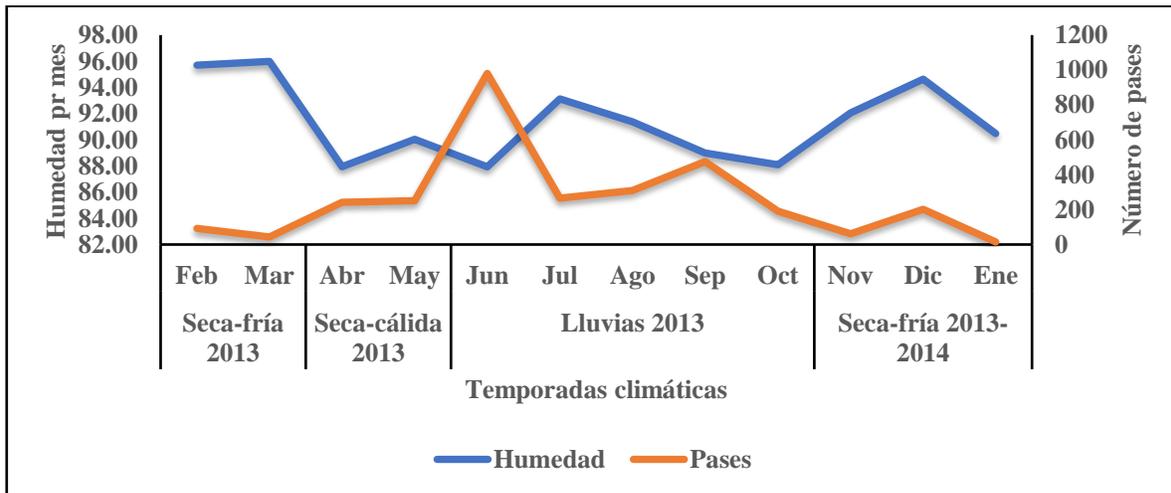


Figura 10. Correlación de la actividad de *Rhogeessa parvula* con la humedad.

7.3 Parámetros poblacionales

7.3.1 Esfuerzo de muestreo

Un total de 7,886.5 rh fueron implementados para el presente estudio. Por sitio el mayor esfuerzo de muestreo fue para El Vivero con 4,171.5 rh, seguido de Las Higueras con 3,215



rh y La Selvita con 500 rh. Por años el mayor esfuerzo de muestreo correspondió al 2012 con 2,050 rh y el menor al 2014 con 200 rh. Si hubo diferencias significativas entre los años ($X^2=1838$, $GL=6$, $P=0$) y por temporadas climáticas ($X^2=866.36$, $GL=2$, $P=7.44E-189$) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Esfuerzo de muestreo (rh), por año, temporada climática y global.

| | Seca-fría | Seca-cálida | Lluvias | Total |
|-------------|------------------|--------------------|----------------|----------------|
| 2008 | 450 | 180 | 360 | 990 |
| 2009 | 630 | 300 | 700 | 1,630 |
| 2010 | 390 | 200 | 400 | 990 |
| 2011 | 500 | 200 | 460 | 1,160 |
| 2012 | 980 | 330 | 740 | 2,050 |
| 2013 | 365 | 95 | 406.5 | 866.5 |
| 2014 | 50 | 100 | 50 | 200 |
| Total | 3,365 | 1,405 | 3,116.5 | 7,886.5 |

7.3.2 Capturas, marcaje y abundancia relativa

Se capturaron 89 individuos de *R. parvula*; 29 machos y 60 hembras. Por temporadas climáticas el mayor número de capturas de machos fueron durante la seca-fría y lluvias, con 13 individuos en cada una, seguida de seca-cálida con tres. Mientras que para las hembras fue lluvias con 30, seguida de seca-fría con 24 y seca-cálida con seis individuos.

Se marcaron 42 individuos, de los cuales se obtuvieron dos recapturas. Caso 1 dos años ocho meses y Caso 2 seis meses después del día del marcaje. El primer marcaje se dio durante marzo del 2009, temporada climática seca-fría, con un individuo hembra, adulta, preñada, se recapturó en diciembre del 2011, temporada seca-fría, encontrándose inactiva, ambas capturas en Las Higueras. Para el segundo marcaje se dio durante marzo del 2009, temporada seca-fría, con un individuo macho, adulto, inactivo, se recapturó en septiembre del 2009, temporada de lluvias y se encontraba con testículos escrotados, ambas capturas en La Selvita. Todas las capturas fueron durante la primera hora de muestreo.

La mayor abundancia relativa se presentó durante la temporada climática de lluvias, seguida de seca-fría y seca-cálida (Figura 11).

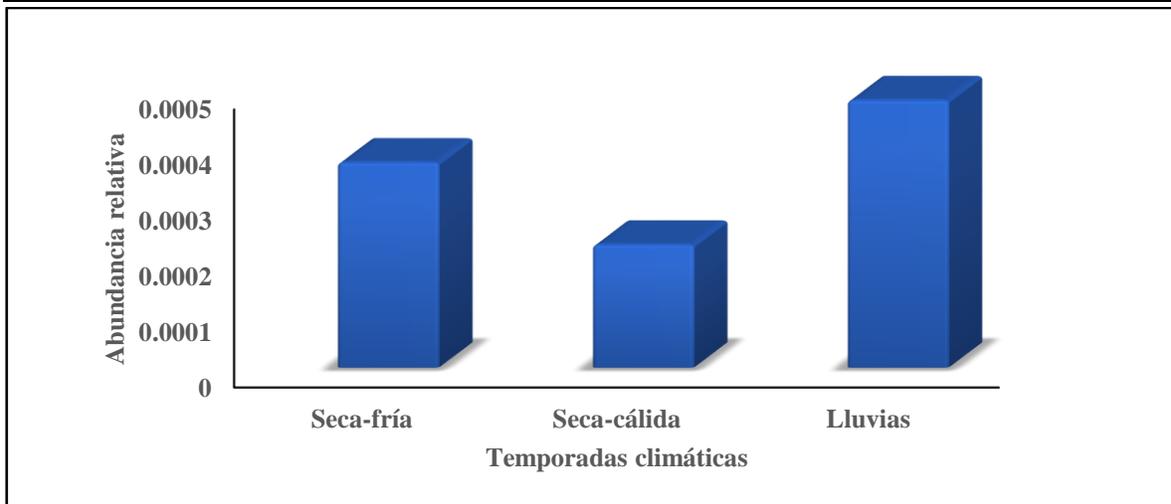


Figura 11. Abundancia relativa de *Rhogeessa parvula* por temporadas climáticas.

7.3.3 Actividad reproductiva

Los machos con testículos escrotados se presentaron durante todas las temporadas climáticas; los activos tuvieron mayor abundancia durante la seca-fría, seguida de lluvias y seca-cálida. Mientras que las hembras con alguna condición reproductiva se presentaron durante todas las temporadas; las activas tuvieron mayor abundancia durante la seca-cálida, seguida de lluvias y seca-fría (Figura 12). A través de los años las hembras con alguna condición reproductiva se capturaron del 2009 al 2013. Con base en esta información se sugiere un patrón poliéstrico multimodal continuo. Por temporadas climáticas las preñadas siempre estuvieron presentes, lactantes solo en lluvias y postlactantes en seca-fría y lluvias (Figura 13).

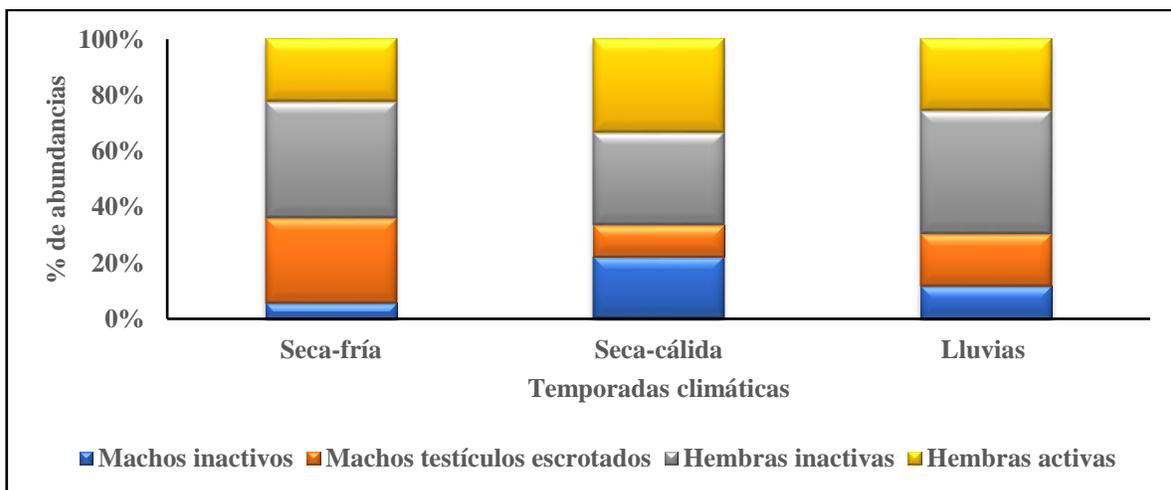


Figura 12. Actividad reproductiva de *Rhogeessa parvula* por temporadas climáticas.

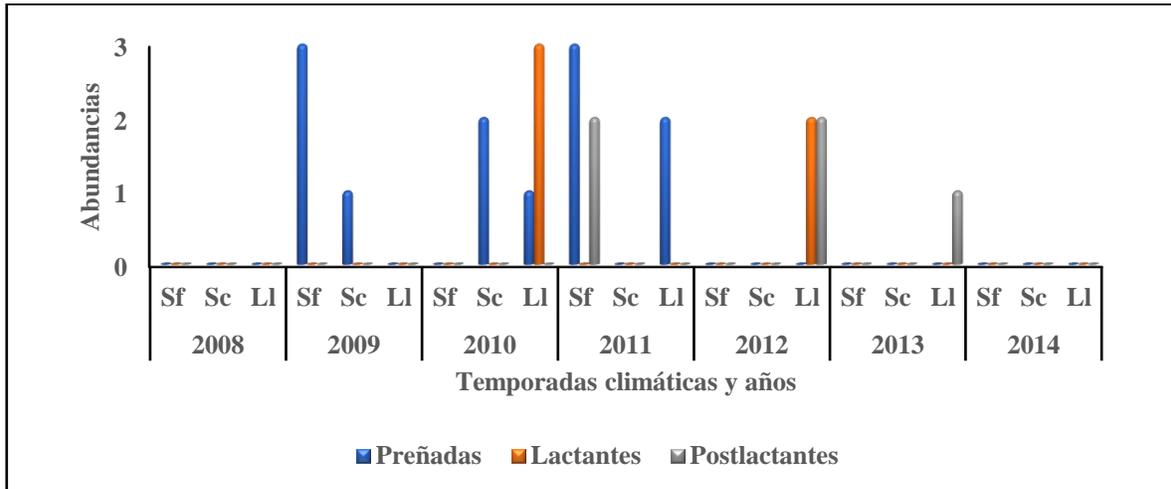


Figura 13. Patrón reproductivo de hembras de *Rhogeessa parvula* por temporadas climáticas y años.

7.3.4 Estructura de edades

Se determinó la edad de 81 individuos, de los cuales 70 fueron adultos (86.42%), 23 machos (28.40%) y 47 hembras (58.02%). Seis subadultos (7.41%), dos machos (2.47%) y cuatro hembras (4.94%). Cinco juveniles (6.17%), un macho (1.23%) y cuatro hembras (4.94%). Los adultos se capturaron durante todas las temporadas mientras que subadultos y juveniles solo en lluvias (Figura 14).

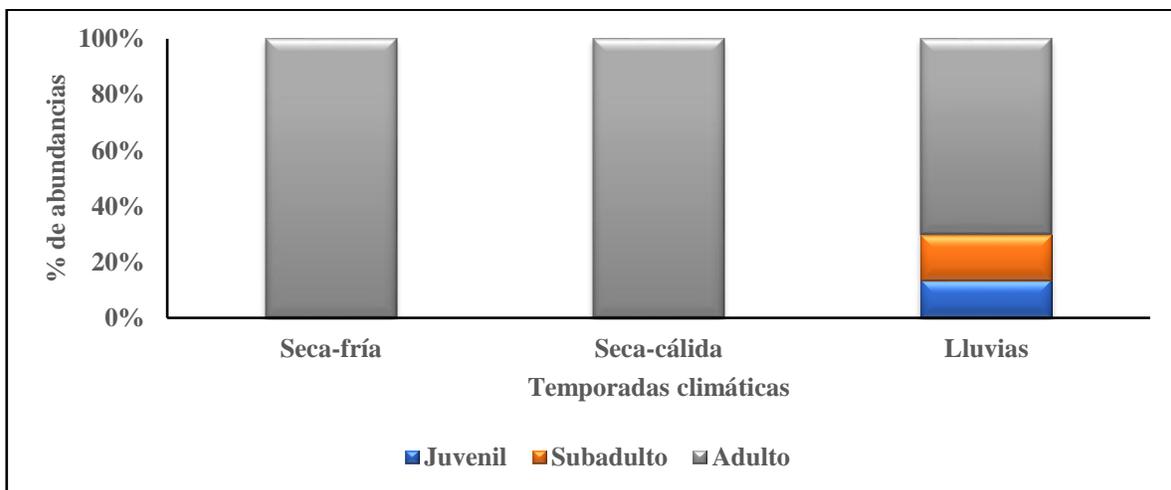


Figura 14. Estructura de edades de *Rhogeessa parvula* por temporadas climáticas.



7.3.5 Dimorfismo sexual y proporción de sexos

Tomando en cuenta la longitud del antebrazo de individuos adultos, 23 machos ($\bar{X}= 27.66 \pm 1.02$ mm) y 44 hembras ($\bar{X}= 28.75 \pm 0.75$ mm), se encontró dimorfismo sexual, las hembras son más grandes ($U= 206$; $GL= 1$; $P= 0.0001$) (Figura 15).

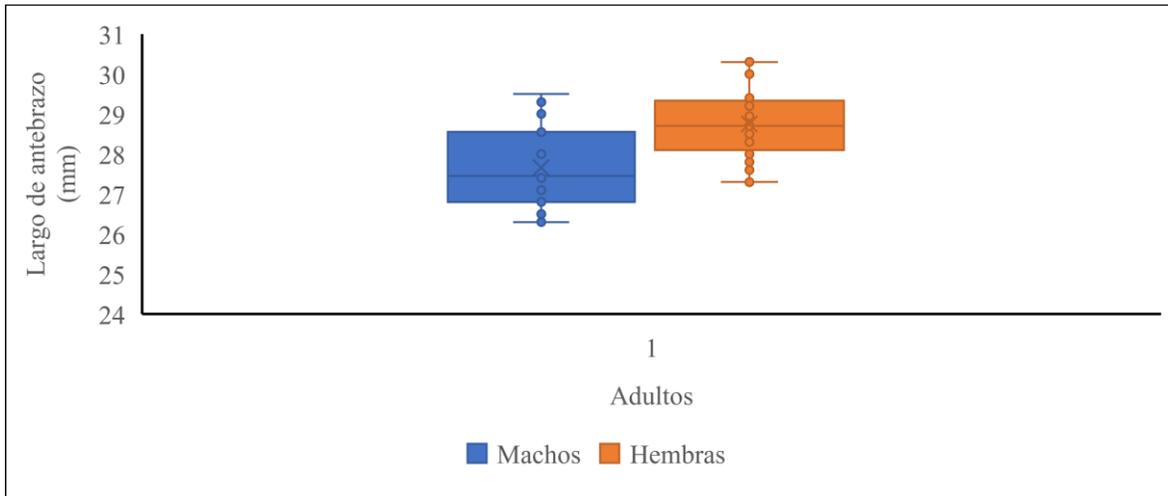


Figura 15. Dimorfismo sexual de *Rhogeessa parvula*.

De un total de 89 individuos capturados, 29 machos (32.58%) y 60 hembras (67.42%), encontramos que si hay diferencias significativas ya que presenta una proporción de sexos sesgado hacia las hembras 1:2.07 ($X^2= 10.798$; $GL= 1$; $P= 0.001$). Durante la temporada climática seca-fría de un total de 37 individuos, 13 machos (35.14%) y 24 hembras (64.86%), encontramos que aunque esta relación presenta una proporción de sexos sesgado hacia las hembras no hay diferencias significativas 1:1.85 ($X^2= 3.2703$; $GL= 1$; $P= 0.070$); durante la seca-cálida de un total de nueve individuos, tres fueron machos (33.33%) y seis hembras (66.67%), encontramos que aunque esta relación presenta una proporción de sexos sesgado hacia las hembras no hay diferencias significativas 1:2.00 ($X^2= 1$; $GL= 1$; $P= 0.317$). Mientras que, en las lluvias de un total de 43 individuos, 13 fueron machos (30.23%) y 30 hembras (69.77%), encontramos que si hay diferencias significativas ya que presenta una proporción de sexos sesgado hacia las hembras 1:2.31($X^2= 6.7209$; $GL= 1$; $P= 0.009$).



8 DISCUSIÓN

Este es el primer trabajo en que se abordan aspectos biológicos y ecológicos de *Rhogeessa parvula* a pesar de ser la especie con mayor distribución dentro del género. Se acepta que los murciélagos insectívoros son difíciles de capturar con redes de niebla (MacSwiney *et al.*, 2008) y esto limita la obtención de datos de su biología en general. Por lo que resulta relevante la información aquí generada a través de dos técnicas complementarias: los detectores acústicos y las redes de niebla.

En lo que respecta a la descripción del llamado de *R. parvula* en el Estero El Salado, encontramos diferencia en la duración, frecuencia máxima y frecuencia mínima respecto a lo documentado previamente para la especie (Orozco-Lugo *et al.*, 2013). Esta diferencia puede estar relacionada a la forma de obtención de los llamados, ya que en tanto Orozco-Lugo *et al.* (2013) obtuvieron las grabaciones mediante liberación de individuos, en nuestro caso fueron en vuelo libre; en este sentido Orozco-Lugo *et al.* (2013) han señalado que en las grabaciones tanto con “zip-line” como las liberaciones a mano, los murciélagos modifican ligeramente su patrón de llamado.

Rhogeessa parvula presentó tres picos de actividad a través de la noche; el más alto fue durante la primera hora, esto coincide con lo reportado para esta especie en Michoacán y Colima, donde se observó que sale a forrajear al atardecer Villa-R (1966); Sánchez-Hernández *et al.* (2016). Otras especies del mismo género, como *R. minutilla* también restringe su actividad a las primeras horas de la noche, lo que se ha relacionado a la alta frecuencia en la aparición de dípteros, cuya actividad también es crepuscular (Sosa *et al.*, 1996). De la misma forma, en nuestro trabajo las mayores capturas (65) obtenidas mediante redes de niebla fueron durante la primera hora de muestreo.

Por otro lado, el análisis por temporadas climáticas mostró la mayor actividad durante las lluvias, coincidiendo con lo reportado por García-Luis y Briones-Salas (2017), pero contrario a lo reportado por Kraker-Castañeda *et al.* (2013), quienes citan mayor actividad durante las secas. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la disponibilidad de recursos, factores ambientales, o las características de cada uno de los sitios de muestreo.



El número de capturas entre los sitios de muestreo fue diferente, siendo mayor en Las Higueras y El Vivero. Ello puede estar relacionado con la ubicación de los micrófonos y los puntos seleccionados para la operación de las redes. Tanto en Las Higueras como en El Vivero, las redes se colocaron dentro de la vegetación, al igual que el micrófono en el caso de Las Higueras y en el borde de la vegetación en el caso de El Vivero, siendo ambos los sitios con el mayor número tanto de capturas (redes) como de pases (estaciones de grabación). En los sitios El Canal y La Torre las grabaciones se realizaron en áreas abiertas, siendo también los que presentaron el menor número de llamados. Esto hace suponer que la especie forrajea entre la vegetación, contrario a lo señalado por Iñiguez-Davalos (1993) quien considera a *R. parvula* como forrajeador de áreas abiertas. Cabe destacar que esta especie es de talla pequeña y presenta forma alar ancha y estrecha, misma que ha sido relacionado con los murciélagos forrajeadores de bosque (Altringham, 2011).

Estacionalmente encontramos que la mayor actividad se presentó durante las lluvias, lo que probablemente esté relacionado con la mayor disponibilidad de alimento (insectos) (Wolda, 1978), a diferencia de otro estudio, que registró mayor actividad en la temporada seca, reflejo de características del área de estudio como lo son estanques superficiales en ambientes semidesérticos (López-González *et al.*, 2015), algo que puede atribuirse a la necesidad de hidratación por parte de los murciélagos, además de la presencia de insectos que pudieran estarse alimentando en estas áreas (Fiedler, 2002).

Las variables ambientales evaluadas (precipitación, temperatura y humedad) presentaron una correlación media respecto a la actividad de *R. parvula*. Resultados similares han sido obtenidos en otros estudios con murciélagos, implementados en zonas tropicales (Wolda, 1978), siendo la disponibilidad de alimento la variable a la cual se la ha asociado cambios en la actividad espacio-temporal de las especies en ese tipo de ambientes, factor que posiblemente sea al que también pueda responder la actividad de *R. parvula* en la zona de estudio.

Mediante redes de niebla se obtuvo un total de 89 capturas, un valor muy por encima a lo reportado por Chávez y Ceballos (2001) con un individuo, Briones-Salas *et al.* (2013) con tres, García-Luis y Briones-Salas (2017) con ocho y Watkins *et al.* (1972) con 14. Este contraste en el número de capturas puede estar influenciado por el esfuerzo de muestreo, ya



que, en tanto para el presente trabajo se utilizaron 147 noches, en los antes citados se utilizaron entre 46 y 96 noches de muestreo.

Dentro del Estero El Salado, podemos considerar a *R. parvula* como una especie cuya población es residente. Por un lado, la captura de individuos durante todas las temporadas climáticas y años, y por la recaptura de dos individuos, lo que además convierte a estos los primeros casos documentado de marcaje y recaptura para la especie.

Por otro lado, en relación al dimorfismo sexual encontramos que las hembras son más grandes, semejante a lo encontrado por LaVal (1973), quien reporta hembras más grandes respecto a los machos. En general en murciélagos vespertilionidos el dimorfismo sexual se presenta en las hembras, influencia por la demanda de las crías, incrementado el tamaño del ala (Myers, 1978). En mamíferos esta condición se atribuye a la competencia de un sexo por el otro (Darwin, 1859).

De igual manera la proporción de sexos estuvo sesgado hacia las hembras, parámetros semejantes han sido citados para el grupo, puntualmente para *Centurio senex* (Santos-Moreno *et al.*, 2010). En relación a la reproducción encontramos que las hembras presentan un patrón poliéstrico multimodal continuo, difiriendo a lo encontrado por Sánchez-Hernández *et al.* (2016), que citan un patrón poliéstrico bimodal.

Encontramos una población dominada por individuos adultos y la presencia de individuos juveniles y subadultos únicamente durante la temporada climática de lluvias. Es posible que al igual que otras especies de murciélagos los nacimientos ocurran en la temporada climática de mayor disponibilidad de alimento, por lo que además de significar un menor gasto energético para las madres, se aprovecha esta época para la lactancia y el destete (Medellín, 1993). En teoría esperaríamos que los nacimientos ocurriesen durante la estación de lluvias, período en el que generalmente existe una mayor disponibilidad de insectos (Wolda, 1978), que permitiría cubrir la demanda energética adicional que ocasiona la lactancia (Kurta *et al.*, 1989).

Aún desconocemos aspectos básicos de la biología y ecología de *R. parvula*, no solo en el ANPEES, sino en toda la República, sin embargo, el presente estudio es una herramienta



para dar inicio a una propuesta de conservación de la especie y del área misma, resaltando la importancia que tiene para mantener su dinámica espacial y temporal.



9 CONCLUSIONES

- 1) *Rhogeessa parvula* presentó la mayor actividad en el sitio de Las Higueras.
- 2) *Rhogeessa parvula* presentó la mayor actividad en la temporada climática de lluvias.
- 3) *Rhogeessa parvula* presentó un patrón multimodal a lo largo de la noche.
- 4) La actividad de *Rhogeessa parvula* presentó una correlación media respecto a las variables ambientales (precipitación, temperatura y humedad).
- 5) La mayor abundancia relativa de *Rhogeessa parvula* se presentó durante la temporada climática de lluvias, seguida de seca-fría y seca-cálida.
- 6) Las hembras de *Rhogeessa parvula* presentaron un patrón poliéstrico multimodal continuo.
- 7) Los individuos adultos de *Rhogeessa parvula* se capturaron durante todas las temporadas climáticas, mientras que subadultos y juveniles solo en lluvias.
- 8) *Rhogeessa parvula* presentó dimorfismo sexual, las hembras son más grandes.
- 9) La proporción de sexos de *Rhogeessa parvula* fue sesgado hacia las hembras.



- 10) Este es el primer estudio que presenta datos de recaptura para *Rhogeessa parvula*.

- 11) Se considera a *Rhogeessa parvula* como una población residente del Estero El Salado.



10 LITERATURA CITADA

- Altringham, J. D. 2011. *Bats from evolution to conservation*. Oxford University Press. Pp: 324
- Álvarez, T. y C. E. Aviña. 1965. *Baedon alleni*, *Rhogeessa tumida major* and *R. p. parvula* newly reported for Michoacan, with notes on the qualitative differentiation of the two *Rhogeessas*. *The Southwestern Naturalist*, 10(1): 75-76.
- Arroyo-Cabrales, J. 2016. *Rhogeessa genowaysi*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 1-6.
- Arroyo-Cabrales, J. y O. J. Polaco. 1977. *Rhogeessa mira*. *Mammalian Species*, 550: 1-2.
- Arroyo-Cabrales, J. y R. J. Baker. 2005. *Rhogeessa parvula*. Pp: 309-310. En: Ceballos, G. y G. Oliva (Coordinadores). *Los mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Arroyo-Cabrales, J. y S. Ospina-Garces. 2016. *Rhogeessa mira*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 1-6.
- Arroyo-Cabrales, J. y S. T. Álvarez-Castañeda. 2008a. *Rhogeessa aeneus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 1-5.
- Arroyo-Cabrales, J. y S. T. Álvarez-Castañeda. 2008b. *Rhogeessa alleni*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 1-5.
- Arroyo-Cabrales, J. y S. T. Álvarez-Castañeda. 2008c. *Rhogeessa gracilis*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 1-5.
- Arroyo-Cabrales, J. y S. T. Álvarez-Castañeda. 2008d. *Rhogeessa parvula*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 1-5.
- Audet, D., M. D. Engstrom y M. Brock Fenton. 1993. Morphology, karyology, and echolocation calls of *Rhogeessa* (Chiroptera: Vespertilionidae) from the Yucatán Peninsula. *Journal of Mammalogy*, 74(2): 498-502.



- Baird, A. B., M. R. Marchán-Rivadeneira., S. G. Pérez y R. J. Baker. 2012. Morphological analysis and description of two new species of *Rhogeessa* (Chiroptera: Vespertilionidae) from the neotropics. *Occasional Papers Museum of Texas Tech University*, Number 307.
- Baker, R. J. 1984. A sympatric cryptic species of mammal: a new species of *Rhogeessa* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Systematic Zoology*, 33(2): 178-183.
- Briones-Salas, M., M. Peralta-Pérez y M. García-Luis. 2013. Acoustic characterization of new species of bats for the state of Oaxaca, Mexico. *Therya*, 4(1): 15-32.
- Buskirk, R. E. y W. H. Buskirk. 1976. Changes in arthropod abundance in a highland Costa Rica forest. *The American Midland Naturalist*, 95(2): 288-298.
- Chávez, C. y G. Ceballos. 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 5(1): 27-44.
- Contreras Rodríguez, S. H., A. Frías., S. I. González., B. O. Ávila., M. A. Macías y L. F. Bugarín. 2014. *Flora y vegetación*. Pp: 49-69. En: Guerrero, S, J. L. Navarrete-Heredia y S. H. Contreras Rodríguez (Coordinadores). *Biodiversidad del Estero El Salado*. Universidad de Guadalajara, México.
- Crichton, E. G. y P. H. Krutzsch. 2000. *Reproductive biology of bats*. Pp: 510.
- Darwin, C. R. 1859. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. Murray, London.
- Estrada, A., C. Jiménez., A. Rivera y E. Fuentes. 2004. General bat activity measured with an ultrasound detector in a fragmented tropical landscape in Los Tuxtlas, Mexico. *Animal Biodiversity and Conservation*, 27(2): 5-13.
- Estrada-Villegas, S., C. F. J. Meyer y E. K. V. Kalko. 2010. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biological Conservation*, 143: 597-608.
- Fenton, M. B. y G. P. Bell. 1981. Recognition of species of insectivorous bats by their echolocation calls. *Journal of Mammalogy*, 62(2): 233-243.



- Fideicomiso para la protección del Estero El Salado y desarrollo de las áreas colindantes. 2007. Área natural protegida - zona de conservación ecológica Estero El Salado. Actualización del Plan de Manejo ANP, ZCE Estero El Salado.
- Fiedler, J. K. 2002. Bat activity and mortality at Buffalo Mountain windfarm eastern Tennessee (Tesis doctoral), Knoxville, EUA: University of Tennessee.
- García-Luis, M. y M. Briones-Salas. 2017. Composición y actividad de la comunidad de murciélagos artropodívoros en parques eólicos del trópico mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88: 888-898.
- Gobierno del Estado de Jalisco. 2000. Decreto 18431. Periódico Oficial El Estado de Jalisco. Número 46. Sección V. Tomo CCCXXXV.
- Hayes, J. P. 1997. Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies. *Journal of Mammalogy*, 78(2): 514-524.
- Iñiguez-Dávalos, L. I. 1993. *Patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos en la Sierra de Manantlán*. Pp: 355-370. En: Medellín, R. A. y G. Ceballos. (Coordinadores). *Publicación especial. Vol. 1 Asociación Mexicana de Mastozoología*. México.
- Jones, C. 1966. Changes in populations of some western bats. *The American Midland Naturalist*, 76(2): 522-528.
- Jones, J. K. Jr., 1977. *Rhogeessa gracilis*. *Mammalian Species*, 76: 1-2.
- Jones, J. K. Jr., J. R. Choate y A. Cadena. 1972. Mammals from the mexican state of Sinaloa. II. Chiroptera. *Occasional Papers, Museum of Natural History, University of Kansas* 6: 1-29.
- Jung, T. S., I. D. Thompson., R. D. Titman y A. P. Applejohn. 1999. Habitat selection by forest bats in relation to mixed-wood stand types and structure in central Ontario. *The Journal of Wildlife Management*, 63(4): 1306-1319.
- Kalko, E. K. V. y L. F. Aguirre. 2007. *Comportamiento de ecolocación para la identificación de especies y evaluación de la estructura de las comunidades de murciélagos insectívoros en Bolivia*. Pp: 41-53. En Aguirre, L. F. (Coordinador). *Historia natural, distribución y*



conservación de los murciélagos de Bolivia. Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz, Bolivia.

- Kraker-Castañeda, C., A. Santos-Moreno y J. L. García-García. 2013. Riqueza de especies y actividad relativa de murciélagos insectívoros aéreos en una selva tropical y pastizales en Oaxaca, México. *Mastozoología Neotropical*, 20(2): 255-267.
- Krusic, R. A., M. Yamasaki, C. D. Neefus y P. J. Perkins. 1996. Bat habitat use in White Mountain National Forest. *The Journal of Wildlife Management*, 60(3): 625-631.
- Kunz, T. H. y E. L. P. Anthony. 1982. Age estimation and post-natal growth in the bat *Myotis lucifugus*. *Journal of Mammalogy*, 63(1): 23-32.
- Kurta, A., G. P. Bell, K. A. Nagy y T. H. kunz. 1989. Energetics of pregnancy and lactation in free-ranging little brow bats (*Myotis lucifugus*). *Phhysiological Zoology*, 62(3): 804-818.
- LaVal, R. K. 1973. Systematics of the genus *Rhogeessa* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Occasional Papers, Museum of Natural History, University of Kansas*, 19: 1-47.
- Lavariega, M. C. y M. Briones-Salas. 2016. Notes on bat movements in a fragmented landscape in the Tehuantepec Isthmus, Mexico. *Therya*, 7(2): 321-332.
- Lemos-Espinal, J. A., R. I. Rojas González y J. J. Zúñiga Vega. 2005. *Técnicas para el estudio de poblacionales de fauna silvestre*. Universidad Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D. F. Pp: 155-157.
- López-González, C., E. P. Gómez-Ruíz., A. Lozano y R. López-Wilchis. 2015. Activity of insectivorous bats associated with cattle ponds at La Michilia Biosphere Reserve, Durango, Mexico: implications for conservation. *Acta Chiropterologica*, 17(1): 117-129.
- MacSwiney, M. C., B. Bolívar Cimé., F. M. Clarke y P. A. Racey. 2009. Insectivorous bat activity at cenotes in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Acta Chiropterologica*, 11(1): 139-147.
- MacSwiney, M. C., F. M. Clarke y P. A. Racey. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1364-1371.



- Medellín, R. A. 1993. *Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano*. Pp: 333-354. En: Medellín, R. A. y G. Ceballos (Coordinadores). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicación especial. Vol. 1 Asociación Mexicana de Mastozoología, México.
- Miller, B., F. Reid., J. Arroyo-Cabrales., A. D. Cuarón y P. C. de Grammont. 2016. *Rhogeessa tumida*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 1-5.
- Myers, P. 1978. Sexual dimorphism in size of vespertilionid bats. *The American Naturalist*, 112(986): 701-711.
- Neal, D. 2004. *Introduction to population biology*. Cambridge University Press, Pp: 460.
- Nowak, R. M. 1999. *Walker's mammals of the world*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA and London, UK.
- O'Farrell, M. J. y B. W. Miller. 1999. Use of vocal signatures for the inventory of free-flying neotropical bats. *Biotropica*, 31(3): 507-516.
- O'Farrell, M. J. y W. G. Bradley. 1970. Activity patterns of bats over a desert spring. *Journal of Mammalogy*, 51(1): 18-26.
- O'Farrell, M. J., B. W. Miller y W. L. Gannon. 1999. Qualitative identification of free-flying bats using the anabat detector. *Journal of Mammalogy*, 80(1): 11-23.
- Orozco-Lugo, L., A. Guillén-Servent., D. Valenzuela-Galván y H. T. Arita. 2013. Descripción de los pulsos de ecolocalización de once especies de murciélagos insectívoros aéreos de una selva baja caducifolia en Morelos, México. *Therya*, 4(1): 33-46.
- Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruíz., A. L. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of recent land mammals of Mexico, 2014. *Special publications museum of Texas Tech University*, Number 63.
- Roots, E. H. y R. J. Baker. 1998. *Rhogeessa genowaysi*. *Mammalian Species*, 589: 1-3.
- Roots, E. H. y R. J. Baker. 2007. *Rhogeessa parvula*. *Mammalian Species*, 804: 1-4.
- Rydell, J., A. Entwistle y P. A. Racey. 1996. Timing of foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. *Oikos*, 76(2): 243-252.



- Rydell, J., L. A. Miller y M. E. Jensen. 1999. Echolocation constraints of daubenton's bat foraging over water. *Functional Ecology*, 13(2): 247-255.
- Sánchez-Hernández, C., M. L. Romero-Almaraz., G. D. Kell., M. L. Kennedy., L. Troy., R. D. Owen y S. B. González-Pérez. 2016. *Bats of Colima, México*.
- Santos-Moreno, A., J. L. García-García y A. Rodríguez-Alamilla. 2010. Ecología y reproducción del murciélago *Centurio senex* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 847-852.
- Schnitzler, H. U. y E. K. V. Kalko. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *BioScience*, 51(7): 557-569.
- Schnitzler, H. U., C. F. Moss y A. Denzinger. 2003. From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(8): 386-394.
- Solari, S. 2017. *Rhogeessa bickhami*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 1-5.
- Sosa, M., A. Ascencao y P. J. Soriano. 1996. Dieta y patrón reproductivo de *Rhogeessa minutilla* (Chiroptera: Vespertilionidae) en una zona árida de Los Andes de Venezuela, *Revista de Biología Tropical*, 44(2): 867-875.
- Taylor, R. J. y M. G. O'Neill. 1988. Summer activity patterns of insectivorous bats and their prey in Tasmania. *Australian Wildlife Research*, 15(5) 533-539.
- Thomas, D. W. 1988. The distribution of bats in different ages of Douglas-fir forests. *The journal of Wildlife Management*, 52(4): 619-626.
- Vargas-Contreras, J. A., G. Escalona-Segura, J. D. Cú-Vizcarra, J. Arroyo-Cabrales y R. A. Medellín. 2008. *Estructura y diversidad de los ensambles de murciélagos en el centro y sur de Campeche, México*. Pp: 551-577. En Lorenzo, C., E. Espinosa y J. Ortega (Coordinadores). *Avances en el estudio de los mamíferos de México II*. Asociación Mexicana de Mastozoología. México.
- Vidal-Zepeda, R. 2005. *Las regiones climáticas de México I.2.2*. Temas selectos de geografía de México. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.



- Villa-R., B. 1966. *Los murciélagos de México. Su importancia en la economía y la salubridad. Su clasificación sistemática*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vonhof, M. J. 2000. *Rhogeessa tumida*. *Mammalian species*, 633: 1-3.
- Watkins, L. C., J. Knox Jones y H. H. Genoways. 1972. Bats of Jalisco, Mexico. *Special Publications the Museum Texas Tech University*, Nebraska, Pp: 44.
- Wolda, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Jornal of Animal Ecology*, 47(2): 369-381.
- Zalapa, S. S., S. Guerrero y A. Camacho-Rodríguez. 2014. *Variación espacial y temporal del ensamble de murciélagos*. Pp: 189-202. En: Guerrero, S, J. L. Navarrete-Heredia y S. H. Contreras Rodríguez (Coordinadores). *Biodiversidad del Estero El Salado*. Universidad de Guadalajara, México.
- Zimmerman, G. S. y W. E. Glanz. 2000. Habitat use by bats in eastern Maine. *The journal of Wildlife Management*, 64(4):1032-1040.