



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO**  
**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**“ANFIBIOS RIPARIOS: DIVERSIDAD, USO DE MICROHÁBITAT  
Y DIETA EN UNA SELVA TROPICAL DE TABASCO”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y MANEJO DE  
SISTEMAS TROPICALES**

**PRESENTA**

**M.C.A.R.N. LILIANA RÍOS RODAS**

**DIRECTORES DE TESIS**

**DRA. CLAUDIA ELENA ZENTENO RUÍZ**

**DR. MANUEL PÉREZ DE LA CRUZ**

**VILLAHERMOSA, TABASCO**

**ABRIL, 2021**



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN**

**ABRIL 13 DE 2021**

**C. LILIANA RÍOS RODAS  
PAS. DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y  
MANEJO DE SISTEMAS TROPICALES  
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Doctorado en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales titulado: **"ANFIBIOS RIPARIOS: DIVERSIDAD, USO DE MICROHÁBITAT Y DIETA EN UNA SELVA TROPICAL DE TABASCO"**, asesorado por la Dra. Claudia Elena Zenteno Ruiz y Dr. Manuel Pérez de la Cruz, cuyo jurado está integrado por la Dra. Judith Andrea Rangel Mendoza, Dra. Guadalupe Bustos Zagal, Dra. Claudia Elena Zenteno Ruiz, Dr. Manuel Pérez de la Cruz, Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez, Dr. Pierre Charruau y Dr. José Ángel Gaspar Génico

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE  
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE**

**DR. ARTURO GARRIDO MORA  
DIRECTOR**

**U.J.A.T.  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**DIRECCIÓN**

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
C.c.p.- Archivo

## CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de doctorado denominado: **“ANFIBIOS RIPARIOS: DIVERSIDAD, USO DE MICROHÁBITAT Y DIETA EN UNA SELVA TROPICAL DE TABASCO”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 13 días del mes de abril de dos mil veintiuno.

**AUTORIZO**



---

**LILIANA RÍOS RODAS**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

*Al final conservaremos solo lo que amamos, amaremos solo lo que entendemos, entenderemos solo lo que nos hayan enseñado.*

*“Baba Dioum”*



## DEDICATORIA

A mi familia por la ayuda invaluable durante este proceso, gracias por creer en mí.

A mis hijos: Jared y Marcos, por ser la chispa de mi vida.

A mi esposo José Gerónimo Torres, por ser incondicional en todo momento

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme seguir con vida y por todas las bendiciones recibidas.

A mis directores de tesis Dra. Claudia Elena Zenteno Ruiz, por confiar en mí y por su calidez humana, al Dr. Manuel Pérez de la Cruz, por el impulso que me dio en el momento justo para continuar en la investigación.

Al comité sinodal, Dra. Judith Andrea Rangel Mendoza, Dra. María Guadalupe Bustos Zagal, Dra. Claudia Elena Zenteno Ruíz, Dr. Manuel Pérez de la Cruz, Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez, Dr. Stefan Louis Arriaga Weiss, Dr. Pierre Charruau, y Dr. José Ángel Gaspar Génico, por las observaciones y comentarios que ayudaron a enriquecer significativamente este trabajo.

A la M. C. María del Rosario Barragán Vázquez, por ser una excelente amiga, por sus enseñanzas académicas y por enseñarme el camino en la investigación de los anfibios.

Al laboratorio de Colecciones, por ser mi segundo hogar y brindarme el espacio para poder llevar a cabo mi trabajo.

A mi amigo César Orlando Pozo Santiago, por tus consejos y pláticas amenas. A mis tesisistas y alumnos que con gusto colaboraron en el trabajo de campo: José María Gutiérrez Suárez, Jenny Estrada Montiel, Débora Olvera, William Hernández, Diana Cecilia Rivera Ramos, Oscar Iván Álvarez y Marey Clemente, sin ustedes no hubiera sido posible la recolecta de datos ¡Muchas gracias!

A José Gerónimo Torres, por la ayuda incondicional en campo, por compartir tus conocimientos conmigo y por ser un equipo en casa, sin tu ayuda hubiera sido muy difícil.

A la comunidad de Villa Guadalupe, por el apoyo otorgado para realizar el trabajo de campo, en especial a los Sres. Rómulo e Isaac (Chai), por cuidarnos durante los recorridos, por enseñarnos a apreciar sus recursos naturales y por ser excelentes

observadores de los anfibios, su ayuda fue esencial en la localización de los individuos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización del Doctorado en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales

Y al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, por la beca de obtención de grado.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## RESUMEN

En México, los estudios de anfibios riparios son escasos, enfocándose principalmente a describir la diversidad asociada a ambientes terrestres con diferente grado de conservación. Por lo anterior, los objetivos de la presente investigación fueron: a) comparar la diversidad y composición de la comunidad de anfibios riparios, y su relación con las variables ambientales en dos tipos de vegetación de una selva tropical del sureste de México; y b) determinar la diversidad de presas consumidas y el uso de microhábitat de *Craugastor berkenbuschii*. Para la búsqueda e identificación de los individuos se establecieron diez transectos de banda sobre un arroyo que atraviesa ambos tipos de vegetación, los cuales fueron muestreados mensualmente durante un año. Para identificar la composición de la dieta de *C. berkenbuschii* se realizaron lavados estomacales *in situ* y para determinar el uso de microhábitat utilizado por esta especie se registró el sexo, clase etaria y el sustrato donde eran visualizados. Se registró un total de 924 individuos pertenecientes a 18 especies de 14 géneros y cinco familias, siendo Hylidae la mejor representada con ocho especies. De las 18 especies reportadas, cinco fueron nuevos registros para el estado de Tabasco. En la vegetación primaria se registró la mayor abundancia con 492 individuos y la menor riqueza con 13 especies. En la vegetación secundaria se registró la menor abundancia con 432 individuos y la mayor riqueza con 15 especies. De acuerdo al índice de diversidad verdadera, el valor más alto de diversidad se presentó en la vegetación secundaria ( ${}^1D= 5.95$ ) y el menor en vegetación primaria ( ${}^1D= 4.98$ ), con una similitud de 74%, compartiendo 10 especies. Se registraron tres especies exclusivas para vegetación primaria y cinco para vegetación secundaria. El análisis de correspondencia canónica (ACC) explicó el 75.3% de la varianza de los datos, correlacionando significativamente a la comunidad de anfibios con la cobertura arbórea y la profundidad de la hojarasca. *Craugastor berkenbuschii* fue

la especie con mayor abundancia con 437 individuos: 165 fueron adultos, 162 juveniles y 110 crías, con una proporción de sexos de M:H= 0.38:1. Los microhábitats utilizados por *C. berkenbuschii* fueron roca, hojarasca, suelo, tronco, rama, hoja y raíz. Se identificaron 21 órdenes de presas consumidas, 19 órdenes para hembras y 11 para machos. El índice de diversidad verdadera ( $^1D$ ), mostró valores similares en la composición de la dieta de machos y hembras, con 9.67 y 9.08 respectivamente. Sin embargo, el índice de distintividad taxonómica promedio ( $\Delta^+$ ) determinó que las hembras consumen una mayor diversidad de presas que los machos, con 5.12 y 4.25 respectivamente. El estudio resalta la importancia de las zonas ribereñas en el mantenimiento y resguardo de la biodiversidad, así como el valor de los estudios poblacionales de especies asociadas a estos ecosistemas, ayudando a entender mejor su historia de vida. Sin embargo, es importante continuar con los estudios ecológicos de este grupo, integrando algunas relaciones interespecíficas como la competencia y depredación, que nos proporcionen un panorama más detallado de las relaciones e interacciones de las comunidades ribereñas.

## ABSTRACT

In Mexico, studies of riparian amphibians are scarce, focusing mainly on describing the diversity associated with terrestrial environments with different degrees of conservation. Therefore, the objectives of this research were: a) to compare the diversity and composition of the riparian amphibian community, and its relationship with environmental variables in two types of vegetation of a tropical jungle in the southeast of Mexico; and b) determine the diversity of prey consumed and the microhabitat use of *Craugastor berkenbuschii*. For the search and identification of individuals, ten band transects were established on a stream that crosses both types of vegetation, which were sampled monthly for one year. To identify the composition of the *C. berkenbuschii* diet, stomach washes were performed in situ and to determine the use of the microhabitat used by this species, sex, age class and the substrate where they were visualized were recorded. A total of 924 individuals belonging to 18 species of 14 genera and five families were registered, with Hylidae being the best represented with eight species. Of the 18 species reported, five were new records for the state of Tabasco. In the primary vegetation, the highest abundance was recorded with 492 individuals and the lowest richness with 13 species. In secondary vegetation, the lowest abundance was recorded with 432 individuals and the highest richness with 15 species. According to the true diversity index, the highest value of diversity was presented in secondary vegetation ( $1D = 5.95$ ) and the lowest in primary vegetation ( $1D = 4.98$ ), with a similarity of 74%, sharing 10 species. Three exclusive species were registered for primary vegetation and five for secondary vegetation. Canonical correspondence analysis (ACC) explained 75.3% of the variance of the data, significantly correlating the amphibian community with tree cover and litter depth. *Craugastor berkenbuschii* was the species with the highest abundance with 437 individuals: 165 were adults, 162 were juveniles and 110

were young, with a sex ratio of M: H = 0.38: 1. The microhabitats used by *C. berkenbuschii* were rock, litter, soil, trunk, branch, leaf and root. 21 orders of consumed prey were identified, 19 orders for females and 11 for males. The true diversity index (1D), showed similar values in the composition of the diet of males and females, with 9.67 and 9.08 respectively. However, the average taxonomic distinctiveness index ( $\Delta +$ ) determined that females consume a greater diversity of prey than males, with 5.12 and 4.25 respectively. The study highlights the importance of riparian zones in maintaining and safeguarding biodiversity, as well as the value of population studies of species associated with these ecosystems, helping to better understand their life history. However, it is important to continue with the ecological studies of this group, integrating some interspecific relationships such as competition and predation, which provide us with a more detailed overview of the relationships and interactions of the riparian communities.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I: PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO TEÓRICO.....	4
BIODIVERSIDAD Y DECLINACIÓN DE ANFIBIOS .....	4
ESTUDIOS DE COMUNIDADES DE ANFIBIOS .....	4
ESTUDIOS DE MICROHÁBITAT Y ECOLOGÍA TRÓFICA EN ANFIBIOS.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	10
OBJETIVOS.....	11
GENERAL .....	11
ESPECÍFICOS .....	11
CAPÍTULO II: NEW ANURAN RECORDS FOR TABASCO, MÉXICO .....	30
CAPÍTULO III: ANFIBIOS RIPARIOS EN DOS ECOSISTEMAS TROPICALES DEL SURESTE DE MÉXICO.....	41
CAPÍTULO IV: USO DE MICROHÁBITAT Y DIVERSIDAD DE PRESAS CONSUMIDAS POR <i>CRAUGASTOR BERKENBUSCHII</i> (ANURA: CRAUGASTORIDAE) EN MÉXICO.....	49
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN GENERAL.....	72
CONCLUSIÓN .....	77

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

# **CAPÍTULO I: PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN**

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales son ecosistemas que cumplen un papel clave en la conservación de la biodiversidad. Estos ecosistemas albergan y sustentan el 80% de la biomasa terrestre, proporcionan bienes y servicios como alimento, agua, refugio, ciclaje de nutrientes, regulación global del clima e intervienen en los procesos hidrológicos (Foley *et al.*, 2007; Morales-Hidalgo, 2015). En los últimos años, se ha documentado la continua destrucción de los bosques tropicales primarios debido a factores como la deforestación y el cambio de uso de suelo por actividades agropecuarias, lo que contribuye a la alteración y pérdida de las comunidades biológicas (Gibson *et al.*, 2011).

Dentro de los bosques tropicales, se pueden encontrar ecosistemas riparios, los cuales sirven como zonas de transición e interacción entre el medio terrestre y acuático (Granados-Sánchez *et al.*, 2006). En sitios donde la vegetación ha sido alterada, las zonas riparias sirven como corredores biológicos para la fauna silvestre, lo que resalta su importancia ecológica (Sweeney *et al.*, 2004; Nores *et al.*, 2005; Granados-Sánchez *et al.*, 2006).

Los anfibios son un grupo taxonómico importante en los ecosistemas, particularmente en los riparios, ya que se encuentran involucrados en diferentes procesos como la limpieza de los cuerpos de agua, soportan las cadenas tróficas, controlan poblaciones de invertebrados y mantienen el flujo de la materia y energía entre ambientes acuáticos y terrestres (Duellman y Trueb, 1994; Zug *et al.*, 2001; Wells, 2009). Debido a la dependencia del hábitat para regular su temperatura corporal, su condición filopátrica y los requerimientos específicos para su reproducción y desarrollo, los anfibios son altamente vulnerables a las transformaciones de su entorno (Zug *et al.*, 2001; Wells, 2009), lo que los convierte en un excelente grupo bioindicador de la

calidad del hábitat.

De acuerdo a las investigaciones realizadas en anfibios se ha registrado que la deforestación y la transformación del hábitat influye en la riqueza, abundancia y composición de las comunidades (Dickerson, 2001; Gillespie *et al.*, 2012; Guerra y Aráoz, 2015; Ndriantsoa *et al.*, 2017). Por ejemplo, las comunidades de anfibios que se encuentran en vegetación primaria suelen presentar los valores más altos de riqueza y diversidad. Esto ocasionado por las características presentes en el sitio como, árboles de gran tamaño que permiten regular la cantidad de luz que penetra el suelo, el alto porcentaje de hojarasca, las raíces y troncos, sustratos que son utilizados como microhábitats por las especies de anuros (Naiman *et al.*, 1998; NRC, 2000; Meleason y Quinn, 2004). En contraste, las comunidades de anfibios que se encuentran en vegetación secundaria presentan una menor riqueza y diversidad de especies con respecto a sitios conservados. Sin embargo, también se ha documentado que la diversidad de este tipo de vegetación puede ser similar a la de vegetación primaria, pero albergando especies de hábito generalista (Jansen y Healey, 2003; Urbina-Cardona *et al.*, 2006; Murphy y Romanuk, 2014).

A pesar de la importancia de las zonas riparias, son poco los estudios de las comunidades de anfibios asociadas a estos sitios, por lo que la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la estructura y composición de la comunidad de anfibios riparios y su relación con factores abióticos y bióticos en una selva tropical del sureste de México.

## MARCO TEÓRICO

### BIODIVERSIDAD Y DECLINACIÓN DE ANFIBIOS

En la actualidad existen 8 275 especies de anfibios a nivel mundial (AmphibiaWeb, 2021), las cuales se incluyen en tres grupos: Urodela (salamandras), Gymnophiona (cecilias) y Anura (ranas y sapos). En México, se distribuyen 407 especies de anfibios, cifra que lo posiciona como el quinto país más diverso a nivel mundial; de este número el 60 % son endémicas (Flores-Villela, 1993; AmphibiaWeb, 2021). A pesar de su riqueza, el conocimiento acerca de la diversidad de anfibios aún es limitado en muchos estados del país, entre ellos Tabasco (Barragán-Vázquez, 2019).

Las investigaciones realizadas en las últimas décadas, han documentado un declive en las poblaciones de anfibios y se ha registrado al 41% de las especies como amenazadas (Pimm *et al.*, 2014). Esta situación es alarmante particularmente en América, si consideramos que más del 50% de las especies de anfibios se distribuye en este continente (Frost, 2008). Las amenazas que afectan a los anfibios, son diversas, dentro de las que sobresalen las enfermedades infecciosas, la contaminación, el cambio climático, las especies invasoras y la alteración del hábitat. Esta última, se considera la de mayor amenaza, debido a que conlleva a la pérdida de ambientes naturales, los cuales son necesarios para el mantenimiento y reproducción de las poblaciones de anfibios (Lips *et al.*, 2005; Gardner *et al.*, 2007; Hayes *et al.*, 2010).

### ESTUDIOS DE COMUNIDADES DE ANFIBIOS

La ecología de comunidades estudia cómo las interacciones entre las especies y su entorno afecta la abundancia, la distribución y la diversidad de las especies dentro de ellas (Johnson y Stinchcombe, 2007). En la actualidad, los estudios de ecología de

comunidades se han enfocado en el conocimiento de la diversidad y en los posibles efectos que pueda presentar su estructura con respecto a las modificaciones del hábitat. En los estudios realizados en anfibios se ha registrado una alta diversidad en los bosques tropicales. Sin embargo, en los últimos años esta diversidad ha sido afectada principalmente por la alteración del hábitat (Stuart *et al.*, 2004; Wells, 2007).

Las comunidades de anfibios en áreas alteradas han revelado efectos negativos en los atributos de la comunidad, como cambios en la composición, pérdida de especies endémicas, baja abundancia y alteraciones de las funciones de los ecosistemas (Laurance *et al.*, 2011; Guilherme, 2015; Riemman, 2015; Steinke, 2016). Sin embargo, cada vez hay más estudios que demuestran que los bosques secundarios juegan un papel clave en la conservación de las especies, cuando conservan ciertos atributos como una extensa cobertura vegetal, lo que conlleva a tener una diversidad de microhábitats que sirven como sitios de reproducción y refugio para la fauna (Bickford *et al.*, 2010; Gillespie *et al.*, 2012).

Gardner (2007) y Guerra y Aráoz (2015), mencionan que los bosques secundarios y zonas de cultivo no se consideran ambientes hostiles para los anfibios, ya que pueden albergar la misma cantidad de especies que los bosques primarios, sin embargo, las especies que predominan son generalistas, por lo que concluyen que los bosques primarios son importantes para resguardar especies con requerimientos especializados. Un elemento esencial que aumenta y mantiene la diversidad de anfibios en sitios perturbados son los cuerpos de agua, ya que actúan como amortiguadores de cambios microclimáticos (Condantri, 2009; Steinke, 2016). Además, las características que presentan los bosques riparios como la vegetación, la estructura, la abundancia de la vegetación acuática, la composición del suelo y la profundidad del arroyo, son atributos que contribuyen a la diversidad de anfibios, ofreciendo una variedad de hábitats que

sirven para llevar a cabo diversas funciones de su ciclo de vida, como alimentación y reproducción (Parris y McCarthy, 1999; Semlitsch y Bodie, 2003; Ribeiro, 2012; Vignoli, 2012).

Para México se han evaluado comunidades de anfibios en diferentes coberturas vegetales. Aldape-López y Santos-Moreno (2016), analizaron la diversidad de anfibios en zonas de aprovechamiento forestal, y encontraron que las especies son altamente sensibles a los cambios de temperatura y humedad. Además, las poblaciones registradas presentan una disminución en la abundancia y riqueza, atribuido a un sotobosque poco desarrollado y a una baja disponibilidad de insectos. La pérdida de refugio por prácticas forestales tiene un efecto negativo en diversas especies de anfibios, por ejemplo, se ha observado que las especies de talla grande, terrestres y de desarrollo directo son las más afectadas por estos cambios (Galindo *et al.*, 2003; Halffter y Pineda, 2005). Otros trabajos han comparado la diversidad de anfibios en ecosistemas contrastantes como bosques, zonas riparias y pastizales, reportando riquezas similares pero diferente composición (Urbina-Cardona *et al.*, 2006; Ndriantsoa *et al.*, 2017).

Rodríguez-Mendoza y Pineda (2010), sugieren que las zonas ribereñas desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la diversidad de anfibios, particularmente durante períodos estresantes (época seca). Lo anterior concuerda con los resultados de Suazo *et al.* (2010) que mencionan que las zonas riparias son importantes para la conservación de anfibios. Por último, Tobar-Suarez (2010), analizó la diversidad de anfibios riparios en un paisaje tropical de montaña con diferente grado de transformación, los resultados muestran que los remanentes menos alterados tienen una mayor riqueza de especies, lo que se relaciona positivamente con la cobertura del dosel presente en estos sitios.

En Tabasco, las investigaciones se han orientado al conocimiento de la

diversidad en la Sierra del Estado, contrastando sitios con vegetación primaria y secundaria (Barragán-Vázquez, 2007; Triana-Ramírez, 2008; Ríos-Rodas *et al.*, 2009; Torrez-Pérez, 2009; Torrez-Pérez, 2017). Los resultados de estas investigaciones muestran que la zona Sierra alberga una alta riqueza de especies y ha contribuido con nuevos registros para el Estado (Torrez-Pérez y Barragán-Vázquez, 2005, 2009; Triana-Ramírez *et al.*, 2016; Ríos-Rodas *et al.*, 2017; Torrez-Pérez y Barragán-Vázquez, 2017). Sin embargo, estos estudios solo se han realizado en la parte terrestre de las selvas, dejando a un lado las zonas riparias que se encuentran inmersas dentro de los sitios, como es el caso del ejido Villa de Guadalupe.

### **ESTUDIOS DE MICROHÁBITAT Y ECOLOGÍA TRÓFICA EN ANFIBIOS**

La información sobre los hábitos alimenticios de los anfibios es importante para la comprensión de la historia de vida e identificación de las condiciones del hábitat (Parker y Goldstein, 2004). Los anfibios son tradicionalmente descritos como depredadores generalistas y comportamientos de forrajeo oportunistas. Sin embargo, estudios recientes han puesto en duda este comportamiento; ya que muchas especies tienen una alimentación especializada, por ejemplo, los grupos de dendrobátidos y bufónidos tienen una dieta especialista en himenópteros e isópteras (Fajardo-Martínez *et al.*, 2013; Méndez-Narváez *et al.*, 2014) y las especie *Leptodactylus ocellatus* Girard, 1853 y *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 una alimentación exclusiva de himenópteros (Santos *et al.*, 2004; Sanabria, 2005).

La dieta de los anfibios a menudo depende de la estacionalidad, el tamaño corporal, la clase etaria, el uso del microhábitat y los cambios en el hábitat. En cuanto a la estacionalidad, se ha observado que *Rhinella scitula* Caramaschi y de Niemeyer, 2003, durante la época de seca se mantiene cerca de los cuerpos de agua y presentan una alimentación variada, siendo un poco menos diversa en época de lluvia dónde aumenta

el consumo de formícidos (Maragno y Souza, 2011). Sin embargo, en otras especies de anuros, durante la época de lluvia presentan una mayor diversidad en el consumo de insectos (Santos *et al.*, 2004).

En diversas partes del mundo, los trabajos se han centrado en la determinación de la dieta en cuanto a clases de edades y el tamaño corporal. Para *Pristimantis labiosus* Lynch, Ruíz-Carranza y Ardila-Robayo, 1994, se observó que los adultos tienen alimentación más variada que los juveniles, además se encontró una relación en el tamaño corporal con el ancho de la boca, pero no se aprecian cambios ontogénicos (Gutiérrez *et al.*, 2016). Datos similares se observaron en *Leptodactylus ocellatus*, donde encontraron una relación entre el ancho de la boca del depredador y el tamaño medio de la presa (Sanabria, 2005). Esta misma relación se ha registrado para bufónidos e hílidos, registrando una relación positiva entre el tamaño del depredador, el tamaño de la presa y el tamaño de la cabeza del depredador (Muñoz-Guerrero, 2007; Fajardo-Martínez *et al.*, 2013).

En los anuros, la repartición del alimento puede estar asociado al uso diferencial del microhábitat. Un estudio realizado por Cajade *et al.*, (2010), demostró que varias especies de dendrobátidos presentan un alto solapamiento en la proporción y volumen de las presas, pero sin interacciones negativas. Lo mismo ocurre con el uso del espacio, las especies utilizan diferentes microhábitats, lo que da como resultado una buena repartición de recursos. Otros anfibios dividen sus nichos por niveles tróficos y por hábitats de forrajeo lo que evita la competencia entre ellos (Duré y Kerh, 2004; Cloyed y Eason, 2017). Incluso para anuros sintópicos, el uso de espacio está determinada por la plasticidad de adaptación de cada especie (Fonseca *et al.*, 2017), por las variaciones climáticas del hábitat (Blanco-Torres y Bonilla-Gómez, 2010) y por el tamaño del individuo (Muñoz-Guerrero, 2007; Yu y Guo, 2012).

Los cambios en el hábitat son un factor determinante en la disponibilidad de recursos. La conversión de ecosistemas naturales a ecosistemas agrícolas puede alterar la comunidad de insectos y así afectar la dieta de los anfibios (Dunn, 2004; Davis *et al.*, 2008; Tallamy *et al.*, 2010). Algunas especies pueden ajustar la dieta de acuerdo a la disponibilidad de presas en el ambiente, sin embargo, no todas tienen esta ventaja adaptativa (López *et al.*, 2015).

En México, son pocos los trabajos enfocados a la dieta de anuros, destaca el de Smith *et al.*, (2011), en el que comparan la dieta de tres bufónidos del norte del país y relacionan aspectos del tamaño de sus presas con el ancho de la cabeza. Martínez-Coronel y Pérez-Gutiérrez (2011), realizaron un trabajo similar con *Craugastor lineatus* Brocchi, 1879, donde relacionaron el tamaño del organismo con el tamaño de la presa y evaluaron la diversidad de organismos consumidos entre épocas del año. Para especies sintópicas, Ramírez-Bautista y Lemus-Espinal (2004), describen los hábitos alimenticios en dos especies de ranas *Lithobates vaillanti* Brocchi, 1877 que habita estrictamente en estanques y *Lithobates berlandieri* Baird, 1859 ocupa varios tipos de microhábitats. Los resultados muestran que la especie que solo se encuentra en un hábitat tiene una alimentación restringida. Otros estudios sobre alimentación de algunos anfibios no cuentan con datos precisos que proporcionen información de referencia sobre la diversidad y cantidad de presas, variación entre épocas del año, clases etarias y sexo (Cruz-Ruiz y Manjarrez, 2004; Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén 2006; García-Vázquez *et al.*, 2006).

## JUSTIFICACIÓN

En Tabasco se encuentra una gran variedad de cuerpos de agua, las cuales se caracterizan por presentar franjas de vegetación que constituyen sitios de transición entre el medio terrestre y acuático, comúnmente llamadas zonas riparias. Estas zonas, son de vital importancia para muchos grupos de animales, dentro de ellos los anfibios, los cuales dependen de los cuerpos de agua para desarrollarse, además de brindarles protección, alimento y sitios de reproducción. A pesar de la importancia de estos ambientes, son pocos los estudios relacionados con la diversidad biológica que albergan.

Dentro de las zonas riparias, los anfibios representan un grupo clave para el mantenimiento de este ecosistema, ya que se encuentran relacionados con el flujo de la materia y energía entre el ambiente terrestre y acuático, siendo un eslabón importante en la cadena trófica, ya sea como controladores de poblaciones o como presas, así mismo, este grupo es considerado como uno de los más significativos en el mantenimiento de los cuerpos de agua, al alimentarse de la materia orgánica de producto vegetal. Sin embargo, la presencia de las especies asociadas a estas zonas depende en mayor medida de las características estructurales de la vegetación y a las variables ambientales presentes en los sitios, donde la coexistencia de las especies es producto de repartición del espacio y de los microhábitats utilizados por estos. Así mismo, dicha repartición del espacio, puede provocar restricciones en la alimentación de las especies e incluso entre sexos y clases etarias. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar la estructura y composición de la comunidad de anfibios riparios y su relación con factores abióticos y bióticos en dos tipos de vegetación una selva tropical del sureste de México.

## OBJETIVOS

### GENERAL

- Evaluar la estructura y composición de la comunidad de anfibios riparios y su relación con factores abióticos y bióticos en una selva tropical del sureste de México.

### ESPECÍFICOS

- Identificar las especies de anuros riparios de una selva tropical.
- Comparar la diversidad y composición de la comunidad de anfibios riparios, y su relación con las variables ambientales en dos tipos de vegetación de una selva tropical del sureste de México.
- Determinar la diversidad de la dieta y el uso de microhábitat de *Craugastor berkenbuschii*.

## MÉTODO

### ÁREA DE ESTUDIO

#### LOCALIZACIÓN

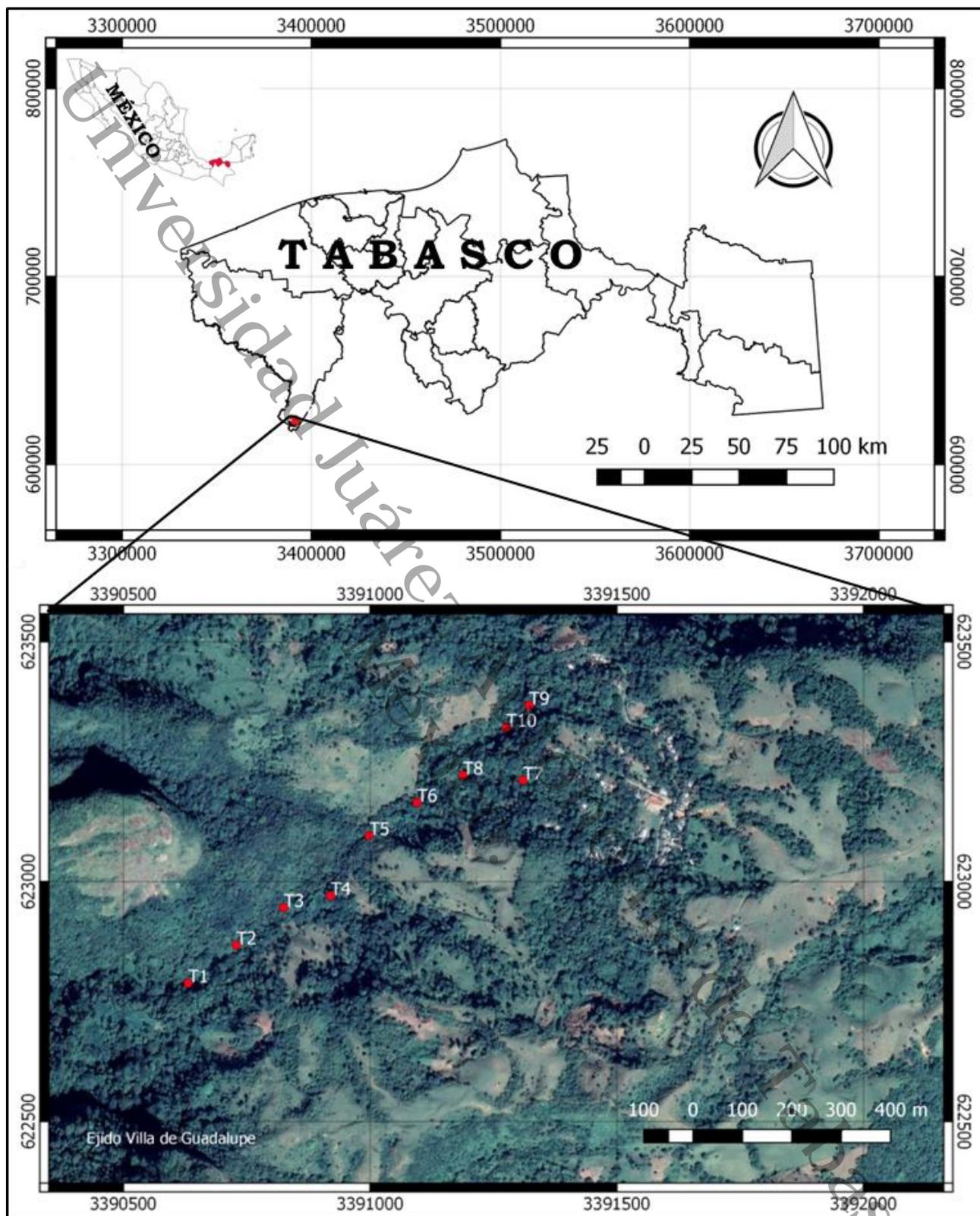
El área de estudio fue el arroyo “La escalera” que se localiza en el ejido Villa de Guadalupe (17°21’38.23” N y 93°36’30.97” O), ubicado dentro del complejo Ecoturístico Agua Selva, en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, México (Figura 1). Comprende una extensión aproximada de mil hectáreas, sin embargo, nuestro sitio de investigación se restringió al arroyo antes mencionado (Alejandro-Montiel *et al.*, 2010).

#### CLIMA

El clima predominante es de tipo cálido húmedo con lluvias todo el año (Af), con precipitación media anual de 3638 mm y temperatura media anual de 20.6°C (Carvajal-Hernández *et al.*, 2018). Este tipo de clima únicamente se presenta en dos municipios del estado de Tabasco, Teapa y Huimanguillo (INEGI, 2017).

#### HIDROLOGÍA

La zona de estudio pertenece a la región hidrológica Grijalva-Usumacinta, perteneciente a la cuenca Río Grijalva-Villahermosa. En la zona, los ríos más importantes son Chimalapa, Chin-tul, Playa, Las Flores, Pueblo Viejo y La Pava (Ruíz *et al.*, 1990). Debido a su topografía accidentada y fracturamiento intenso, se puede encontrar una gran cantidad de microcuencas (arroyos) que descienden de los cerros de la localidad (INEGI, 2017).



**Figura 1.-** Ubicación del área de estudio.

## **GEOLOGÍA Y FISIOGRAFÍA**

El sitio se encuentra en la región fisiográfica Sierra Norte de Chiapas, la cual se caracteriza por presentar elevaciones que van desde los 200 a 1000 msnm (Alejandro-Montiel *et al.*, 2010). La topografía del sitio es escarpada, con pendiente de 25 a más del 75%, encontrándose los cerros conocidos como La Pava, el Mono Pelón, Chintul y el Pedregoso. Geológicamente se caracteriza por presentar las rocas más antiguas que afloran en el estado de Tabasco, pertenecientes al cretácico superior. Los suelos de la zona son acrisoles, luvisoles y fluvisoles (INEGI, 2017).

## **VEGETACIÓN**

La vegetación presente en el sitio de estudio es selva alta perennifolia y vegetación secundaria (acahual). En la primera predominan árboles de hasta 45 m de altura como caoba (*Swietenia macrophylla* King), ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), ceiba (*Ceiba pentandra* Gaertn), jobo (*Spondias mombin* L), zopo (*Guatteria anómala* R. E. Fr.) y palo mulato (*Bursera simaruba* L); además, de una gran variedad de epífitas como helechos, musgos, orquídeas, bromeliáceas y aráceas. La vegetación secundaria se caracteriza por presentar herbáceas (menores de 5 m), arbustos (entre 5 y 10 m) y árboles de entre 10 y 30 m de altura como guarumo (*Cecropia obtusifolia* Bertol), guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), jonote (*Heliocarpus donellsmithii* Rose), ciruelillo (*Trichilia havanensis* Jacq) y naranjillo (*Bernardia interrupta* Sessé). Ambos tipos de vegetación crecen entre arroyos, cascadas temporales y permanentes (Alejandro-Montiel *et al.*, 2010; INEGI 2017; Palma-López *et al.*, 2011; Rodríguez y Banda, 2016).

## TRABAJO DE CAMPO

### *SELECCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO*

Para el registro de los anfibios en cada tipo de vegetación se establecieron cinco transectos de banda a lo largo del arroyo (Chávez- López y Rocha-Ramírez 2016), de 100 m de longitud y 15 m de ancho total. Entre cada transecto se estableció una separación de 25 m para asegurar la independencia de los datos. Cada muestreo se realizó durante dos días de cada mes, de septiembre de 2017 a agosto del 2018, excepto enero debido a condiciones climáticas adversas. Los transectos fueron muestreados durante el día de 09:00 a 15:00 h y por la noche de 18:00 a 00:00 h., con un esfuerzo de muestreo de 12 h/hombre por sitio y sesión de muestreo.

### *OBSERVACIÓN DE LOS INDIVIDUOS*

Para la búsqueda de los individuos se utilizaron dos métodos de muestreo:

**Búsqueda por observación directa (VES: Visual Encounter Survey):** es una técnica que se basa en caminatas en un periodo de tiempo predeterminado. Es útil para inventariar especies, precisar la abundancia relativa, conocer los ciclos de actividad, uso de los recursos espacio-temporales y asociaciones entre las especies, además de otros aspectos sobre la biología y ecología de los organismos (Angulo *et al.*, 2006; Altamirano *et al.*, 2016). Esta técnica se llevó a cabo con un esfuerzo de muestreo de cinco personas.

**Búsqueda por Transectos de Bandas Auditivas (AST: Audio Strip Transect):** esta técnica se utiliza para los anfibios anuros durante la época de reproducción, debido a que el canto de los machos permite distinguir especies (Angulo *et al.*, 2006; Altamirano *et al.*, 2016).

### *TOMA DE DATOS*

Para cada individuo detectado en cada tipo de vegetación se registró la fecha y

hora del avistamiento, así como la temperatura (t), humedad (h) y velocidad del viento (vv), variables medidas con un anemómetro digital multifuncional marca Benetech, GM8910, estas medidas se tomaron en el sitio donde se encontraban posados los individuos. La profundidad de la hojarasca (Ph) fue medida con una regla de 30 cm. Posteriormente, en cada transecto se midió la cobertura arbórea (ca) con un densiómetro esférico cóncavo, donde se realizaron cuatro lecturas por transecto dejando una separación de 20 m entre los puntos de lectura. Cada lectura consistió en registrar los valores de cobertura en dirección a los cuatro puntos cardinales, a una altura de 1.20 m sobre el suelo, dichos valores se promediaron y se multiplicaron por la constante 1.04, dando como resultado la cobertura arbórea. Por último, los datos de precipitación (p) fueron obtenidos de la estación meteorológica Malpaso ubicada a 19 km del sitio de estudio (17°12'54.83" N y 93°34'55.74" O).

#### **IDENTIFICACIÓN Y RESGUARDO DE LOS INDIVIDUOS**

Cada individuo visualizado fue identificado en el sitio de estudio, los que no fue posible identificar *in situ*, fueron colectados de forma directa bajo el permiso federal SGPA/DGVS/0599/19, y trasladados al laboratorio para su identificación con claves taxonómicas y literatura especializadas para cada especie (Duellman y Hoyt 1961; Duellman 1963, 1970, 2001; Lee 1996; Köhler 2011; Canseco-Márquez *et al.*, 2017).

Una vez en el laboratorio, los individuos fueron sacrificados por una sobredosis de etanol al 20%, fijados con formaldehído al 10% y conservados en alcohol etílico al 70% (Angulo *et al.*, 2006). Posteriormente, los ejemplares fueron depositados en la Colección de Anfibios y Reptiles de Tabasco (CART) perteneciente a la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

**PARÁMETROS POBLACIONALES Y USO DE MICROHÁBITAT PARA *Craugastor berkenbuschii***

Para cada individuo observado de *C. berkenbuschii*, se registró el sexo, clase etaria, microhábitat utilizado y época del año (seca, lluvia y norte). El sexo de cada individuo se determinó mediante las excrescencias nupciales presentes en los machos, además por el tamaño del tímpano, el cual en el caso de los machos equivale al 80 % con relación al diámetro del ojo, mientras que en las hembras es del 40 %. Las clases etarias se determinaron con la longitud hocico-cloaca (LCH): crías < 20 mm, juveniles de 21 a 37 mm y adultos de 38 a 83 mm (Campbell y Savage, 2000; Lynch, 2000). Como microhábitat se registraron los sustratos en los cuales fueron observados los individuos durante el estudio.

**DIETA DE *Craugastor berkenbuschii***

Para la obtención de las muestras estomacales, se capturaron los individuos de *C. berkenbuschii*, de manera manual y con redes de cucharas en las partes más profundas del arroyos. Se realizaron lavados estomacales en los individuos adultos, utilizando la técnica descrita por Legler y Sullivan (1979) y modificada por Solé (2005) y Mahan y Johnson (2007). Para esto se emplearon jeringas de 3 y 5 ml según el tamaño del individuo; a las cuales se les adaptó una cánula intravenosa semiflexible, para acceder hasta el estómago. El agua para cada uno de los lavados se tomó del arroyo donde se capturaron las ranas. Una vez terminado los lavados estomacales los individuos fueron liberados en el sitio de captura.

Los contenidos estomacales obtenidos fueron etiquetados y almacenados en frascos con alcohol etílico al 70 % para su posterior determinación. La identificación de las presas fue determinada hasta el nivel de orden, con la ayuda de las claves taxonómicas de Triplehorn y Johnson (2005).

## ANÁLISIS DE DATOS

### *ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD*

La riqueza de especies para cada tipo de vegetación se obtuvo con el número total de especies observadas en campo. Se elaboraron curvas de acumulación de especies para evaluar el esfuerzo de muestreo y se determinó la completitud del estudio mediante el estimador de riqueza no paramétrico Chao 1 (Colwell y Coddington, 1995; Moreno y Halffter, 2000), el cual se basa en el número de especies raras de la muestra, a través de la siguiente expresión:  $Chao\ 1 = S + a^2/2b$ , donde “S” es el número de especies en una muestra, “a” es el número de especies representadas solamente por un individuo en esa muestra (singletons) y “b” es el número de especies representadas por dos individuos en la muestra (doubletons) (Moreno, 2001). La diversidad de anfibios se evaluó a través del índice de diversidad verdadera o números de Hill de orden 1 (1D). Este índice permite calcular el número de especies efectivas en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es valorada por su abundancia relativa sin sobrevalorar a las especies raras o comunes (Jost, 2006). Estos análisis se realizaron con el programa EstimateS 9.1 (Coldwel, 2013).

Para comparar los patrones de abundancia en las comunidades de anfibios en cada tipo de vegetación, se elaboraron curvas de rango-abundancia o de Whittaker, las cuales calculan la proporción de individuos respecto al tamaño de la muestra, al ordenar las especies en rango de mayor a menor abundancia, usando la expresión:  $p_i = n_i/N$ , donde “ $p_i$ ” es la abundancia proporcional de la especie  $i$ , “ $n_i$ ” es el número de individuos de la especie  $i$  y “N” es el número total de individuos, posteriormente se calculó el logaritmo base 10 para cada valor de  $p_i$ , datos con los cuales se elaboró el gráfico (Feinsinger, 2003; Cruz-Flores *et al.*, 2017). La similitud en la composición de especies se obtuvo a través de índice de Sorensen para datos cualitativos, relacionando el número de especies

compartidas entre los sitios con la media aritmética de las especies, usando la siguiente expresión:  $I_s = 2c/a+b$ , donde “a” es el número de especies presentes en el sitio A, “b” es el número de especies presentes en el sitio B y “c” es el número de especies presentes en ambos sitios (Magurran, 1989; Moreno, 2001).

#### **VARIABLES AMBIENTALES**

Para determinar la relación entre la abundancia con respecto a las variables ambientales y del hábitat, se realizó un Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) (Ter Braak, 1986), utilizando una matriz de especies-variables ambientales. Los datos ambientales fueron estandarizados con  $\text{Log}(x+1)$  y analizados con el programa XLSTAT 2019.4.2 (Addinsoft, 2020). Debido a que el ACC es sensible a la abundancia, no se consideraron las especies que registraron uno y dos individuos.

#### **PARÁMETROS POBLACIONALES Y USO DE MICROHÁBITAT PARA *Craugastor berkenbuschii***

La proporción de sexos de *C. berkenbuschii* se determinó al dividir el número de machos entre el número de hembras (Morlans, 2004). Las diferencias estadísticas en el uso de microhábitats se determinaron con la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, donde se utilizó como factor de respuesta la abundancia y como variable independiente los microhábitats, esto con ayuda del programa estadístico Statgraphics Centurion 18 versión 18.1.13.

#### **DIETA DE *Craugastor berkenbuschii***

La diversidad de presas consumidas se calculó a través del índice de diversidad verdadera o números de Hill de orden 1 ( ${}^1D$ ), en el cual todas las especies son consideradas en el valor de diversidad, ponderadas proporcionalmente según su abundancia. La distintividad taxonómica de las presas consumidas por machos y hembras se comparó a través de los siguientes niveles taxonómicos: reino, filo, subfilo,

clase, subclase y orden; con los cuales se calculó el índice de distintividad taxonómica promedio ( $\Delta^+$ ), el cual mide el grado de la relación taxonómica neta de una comunidad independientemente del número de muestras (Warwick y Clarke, 1995). La frecuencia de ocurrencia de presas consumidas entre machos y hembras se compararon con las curvas de rango-abundancia (Feinsinger, 2003; Magurran, 1998). Se evaluó la similitud a través del índice de Sorensen (Moreno, 2001). Finalmente, la completitud de las presas consumidas se determinó a través del estimador no paramétrico Bootstrap (Moreno, 2001).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## LITERATURA CITADA

- Addinsoft. (2020). XLSTAT statistical and data analysis solution. [Software.] Addinsoft Inc. Nueva York, Estados Unidos. Disponible en: <https://www.xlstat.com/es/>
- Aldape-López, C. T., Santos-Moreno, A. (2016). Efecto del manejo forestal en la herpetofauna de un bosque templado del occidente de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 931-943.
- Alejandro-Montiel, C., Galmiche-Tejeda, Á., Domínguez-Domínguez, M., Rincón-Ramírez, A. (2010). Cambios en la cubierta forestal del área ecoturística de la Reserva Ecológica de Agua Selva, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(3), 605-617.
- Altamirano-Álvarez, T. A., Soriano-Sarabia, M., Franco-López, J. (2016). *Ecología de Anfibios y Reptiles: Métodos y técnicas para su estudio*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- AmphibiaWeb. (2020). AmphibiaWeb.org. Consultado el 20 de enero, 2021. <https://amphibiaweb.org/>
- Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V., La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional.
- Barragán-Vázquez, M. del R. (2007). *Análisis ecológico de la comunidad de anfibios y reptiles de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco, México*. Tesis de Maestría. Tabasco, México: División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Barragán-Vázquez, M. del R. (2019). *Anfibios*. En: La biodiversidad en Tabasco. Estudio de estado. CONABIO. México. Vol. II: 293-297.
- Bickford, D., Ng, T. H., Qie, L., Kudavidanage, E. P., Bradshaw, C. J. (2010). Forest fragment and breeding habitat characteristics explain frog diversity and abundance in Singapore. *Biotropica*, 42(1), 119-125.
- Blanco-Torres, A., Bonilla-Gómez, M. A. (2010). Partición de microhábitats entre especies de Bufonidae y Leiuperidae (Amphibia: Anura) en áreas con bosque seco tropical de la región Caribe-Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 15(3), 47-60.
- Cajade, R., Schaefer, E. D., Duré, M. I., Kehr A. I. (2010). Trophic and microhabitat niche overlap in two sympatric dendrobatids from la selva, Costa Rica. *Cuadernos de Herpetología*, 24(2), 81-92.
- Campbell, J. A., Savage, J. M. (2000). Taxonomic reconsideration of Middle American frogs of

- the *Eleutherodactylus rugulosus* group (Anura: Leptodactylidae): a reconnaissance of subtle nuances among frogs. *Herpetological Monographs*, 186-292.
- Canseco-Márquez, L., Aguilar-López, J. L., Luría-Manzano, R., Pineda, E., Caviedes-Solís, I. W. (2017). A new species of treefrog of the genus *Ptychohyla* (Anura: Hylidae) from southern Mexico. *Zootaxa*, 4317(2), 279-290.
- Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayén, M. G. (2006). *Guía de campo de los anfibios y reptiles del Valle de Zapotitlán, Puebla*. Sociedad Herpetológica Mexicana, A. C. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Carvajal-Hernández, C. I., Silva-Mijangos, L., Kessler, M., Lehnert, M. (2018). Adiciones a la pteridoflora de Tabasco, México: la importancia del bosque mesófilo de montaña. *Acta botánica mexicana*, (124), 0-0.
- Chávez-López, R., Rocha-Ramírez, A. (2016). *Poblaciones ecológicas: Método de estudio*. FES Iztacalá, UNAM, Ciudad de México, México.
- Cloyed, C. S., Eason, P. K. (2017). Niche partitioning and the role of intraspecific niche variation in structuring a guild of generalist anurans. *Royal Society Open Science*, 4(3), 1-14.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shares species from samples*. Version 9.1. [Software]. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>
- Condrati, L. H. (2009). Padroes de distribuicao e abundancia de anuros em áreas riparias e nao riparias de floresta de terra firme na Reserva Biológica do Uatuma Amazonia central. Tesis de Maestría. Manaus, Brazil.
- Connell, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199(4335), 1302-1310.
- Cruz-Flores, D. D., Martínez-Borrego, D., Fontenla, J. L., Mancina, C. A. (2017). *Inventarios y estimaciones de la biodiversidad. Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*, 26-43.
- Cruz-Ruíz, G., Manjarrez, J. (2004). Ecología de la población de la rana *Hyla eximiana* en Ocoyoacac, Estado de México. *Resúmenes, VIII Reunión Nacional de Herpetología, Villahermosa, Tabasco*.
- Davis, N. E., O'dowd, D. J., Green, P. T., Macnally, R. (2008). Effects of an alien ant invasion on abundance, behavior and reproductive success of endemic island birds. *Conservation Biology*, 22(5), 1165-1176.
- Dickerson, D. D. (2001). Riparian habitat management for reptiles and amphibians on Corps of

Engineers projects. ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION  
VICKSBURG MS.

- Duellman, W. E., Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*. JHU press
- Duellman, W. E. (1963). A review of the Middle American tree frogs of the genus *Ptychohyala*. *Museum of Natural History*, 15 (7): 297-349.
- Duellman, W. E. (1970). *The hylid frogs of Middle America*. Museum of Natural History, University of Kansas, Lawrence, KS, Estados Unidos.
- Duellman, W. E. (2001). *The hylid frogs of Middle America*. Contributions to Herpetology 18. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, NY, Estados Unidos.
- Duellman, W.E., Hoyt, D. L. (1961). Description of a new species of *Hyla* from Chiapas, Mexico. *Copeia*, 1961:414-417.
- Dunn, R. R. (2004). Managing the tropical landscape: a comparison of the effects of logging and forest conversion to agriculture on ants, birds, and Lepidoptera. *Forest Ecology and Management*, 191, 215-224.
- Duré, M. I., Kehr A. I. (2004). Influence of microhábitat on the trophic ecology of two Leptodactylids from Northeastern Argentina. *Herpetologica*, 60(3), 295-303.
- Fajardo-Martínez, X., Fajardo-Patiño, A., De la Ossa, J. (2013). Hábitos alimentarios del complejo *Rhinella margaritifera* (Laurenti, 1768) (Amphibia: bufonidae), Amazonas, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5(2), 301-312.
- Feinsinger, P. (2004). *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Flores-Villela, O. (1993). Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*, 253-280.
- Foley, J. A., Asner, G. P., Costa, M. H., Coe, M. T., DeFries, R., Gibbs, H. K., ..., Snyder, P. (2007). Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(1), 25-32.
- Fonseca-Pérez, K. A., Molina, C., Tárano, Z. (2017). Diet of *Dendropsophus microcephalus* and *Scarthyla vigilans* (Anura: Hylidae) at a locality in north-western Venezuela with notes on microhabitat occupation. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 57(7), 93-104.
- Frost, D. R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R. H., Haas, A., Haddad, C. F., ..., Wheeler, W. C. (2008). Is the amphibian tree of life really fatally flawed? *Cladistics*, 24(3), 385-395.
- Galindo-Leal, C., Cedeño-Vázquez, J. R., Calderón, R., Augustine, J. (2003). Arboreal frogs, tank bromeliads and disturbed seasonal tropical forest. *Contemporary herpetology*, 1-12.

- García-Vázquez, U. O., Canseco-Márquez, L., Aguilar-López, J. S., Hernández-Jiménez, C. A., Maceda-Cruz, J., Gutiérrez-Mayén, Ma. G., Melgarejo-Vélez, E. (2006). Análisis de la distribución de la herpetofauna en la región Mixteca de Puebla, México. *Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad*. Publicaciones especiales, 3, 152-169.
- Gardner, T. A., Barlow, J., Peres, C. A. (2007). Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: the importance of habitat change for amphibians and reptiles. *Biological conservation*, 138(1-2), 166-179.
- Gibson, L., Lee, T. M., Koh, L. P., Brook, B. W., Gardner, T. A., Barlow, J., ..., Sodhi, N. S. (2011). Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478(7369), 378-381.
- Gillespie, G. R., Ahmad, E., Elahan, B., Evans, A., Ancrenaz, M., Goossens, B., Scroggie, M. P. (2012). Conservation of amphibians in Borneo: Relative value of secondary tropical forest and non-forest habitats. *Biological Conservation*, 152, 136-144.
- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. A., López-Ríos, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 12(1), 55-69.
- Guerra, C., Aráoz, E. (2015). Amphibian diversity increases in an heterogeneous agricultural landscape. *Acta Oecologica*, 69, 78-86.
- Guilherme, C., Rodríguez, D., Longo, A. V., Toledo, L. F., Lambertini, C., Leite, D. S., Haddad, F. B. C., Zamudio, K. R. (2015). Deforestation, host community structure, and amphibian disease risk. *Basic and Applied Ecology*, 17, 72-80.
- Gutiérrez-Cárdenas, P. D. A., Castillo, K., Martínez, D., Rocha, C. F. D., Rojas-Rivera, M. A. (2016). Trophic ecology of *Pristimantis labiosus* (Anura: Craugastoridae) from South-Western Colombia. *North-Western Journal of Zoology*, 12(1), 102-109.
- Halfpeter, G., Pineda, E. (2005). Relaciones entre la fragmentación del bosque de niebla y la diversidad de ranas en un paisaje de montaña de México. In *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. 165-176.
- Hayes, T. B., Falso, P., Gallipeau, S., Stice, M. (2010). The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective. *Journal of Experimental Biology*, 213(6), 921-933.
- INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Tabasco. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825095123>
- Jansen, A., Healey, M. (2003). Frog communities and wetland condition: relationships with

- grazing by domestic livestock along an Australian floodplain river. *Biological Conservation*, 109(2), 207-219.
- Jonhson, M. T. J., Stinchcombe J. R. 2007. An emerging synthesis between community ecology and evolutionary biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 22(5), 20-257.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363-375.
- Köhler, G. (2011). *Amphibians of Central America, Herpeton*. Verlag Elke Köhler, Offenbach, German.
- Laurance, W. F., Camargo, J. L., Luizão, R. C., Laurance, S. G., Pimm, S. L., Bruna, E. M., ..., Lovejoy, T. E. (2014). The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. *Biological conservation*, 144(1), 56-67.
- Lee, J. C. (1996). *The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula*. Comstock Publishing, Ithaca, NY, Estados Unidos.
- Legler, J. M., Sullivan, L. J. (1979). The application of stomach-flushing to lizards and anurans. *Herpetologica*, 107-110.
- Lips, K. R., Burrowes, P. A., Mendelson, J. R., Parra-Olea, G. (2005). Amphibian declines in Latin America: widespread population declines, extinctions, and impacts. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation*, 37(2), 163-165.
- López, J. A., Scarabotti, P. A., Ghirardi, R. (2015). Amphibian trophic ecology in increasingly human-altered wetlands. *Herpetological Conservation and Biology*, 10(3), 819–832.
- Lynch, J. D. (2000). The relationships of an ensemble of Guatemalan and Mexican frogs (Eleutherodactylus: Leptodactylidae: Amphibia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 24(90), 129-157.
- Magurran, A. (1998). *Ecological biodiversity and its measurement*. Princenton University Press, New Jersey.
- Mahan, R. D., Johnson, J. R. (2007). Diet of the gray treefrog (*Hyla versicolor*) in relation to foraging site location. *Journal of Herpetology*, 41(1), 16-23.
- Maragno, F. P., Souza, F. L. (2011). Diet of *Rhinella scitula* (Anura, Bufonidae) in the Cerrado, Brazil: the importance of seasons and body size. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(3), 879-886.
- Martínez-Coronel, M., Pérez-Gutiérrez, M. (2011). Composición de la dieta de *Craugastor lineatus* (Anura: Craugastoridae) de Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 27(2), 215-230.
- Meleason, M. A., Quinn, J. M. (2004). Influence of riparian buffer width on air temperature at Whangapoua Forest, Coromandel Peninsula, New Zealand. *Forest ecology and*

*management*, 191(1-3), 365-371.

- Méndez-Narváez, J., Ospina-Sarria, J., Bolívar, W. (2014). Diet and trophic ecology of *Leptodactylus fragilis* (Leptodactylidae) and *Dendropsophus columbianus* (Anura: Hylidae) in a disturbed area in southwestern Colombia. *Herpetology Notes*, 7, 299-305.
- Méndez-Narváez, J., Ospina-Sarria, J. J., Bolívar, G. W. (2014). Diet and trophic ecology of *Leptodactylus fragilis* (Leptodactylidae) and *Dendropsophus columbianus* (Anura: Hylidae) in a disturbed area in southwestern Colombia. *Herpetology Notes*, 7, 299-305.
- Morales-Hidalgo, D., Oswalt, S. N., Somanathan, E. (2015). Status and trends in global primary forest, protected areas, and areas designated for conservation of biodiversity from the Global Forest Resources Assessment. *Forest Ecology and Management*, 352, 68-77.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Volumen 1. Manuales y tesis SEA.
- Moreno, C. E., Halffter, G. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied ecology*, 37(1), 149-158.
- Morláns, M. C. (2005). Introducción a la Ecología del Paisaje. *Área ecológica*. Catamarca: Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca.
- Muñoz-Guerrero, J., Serrano, V. H., Ramírez-Pinilla, M. P. (2007). Microhabitat use, diet and time of activity of four sympatric Neotropical hylid frogs (Anura: Hylidae). *Caldasia*, 29(2), 413-425.
- Murphy, G. E., Romanuk, T. N. (2014). A meta-analysis of declines in local species richness from human disturbances. *Ecology and evolution*, 4(1), 91-103.
- Naiman, R. J., Fetherston, K. L., McKay, S. J., Chen, J. (1998). Riparian forests. *River ecology and management: lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*, 289-323.
- National Research Council. (2002). *Riparian areas: functions and strategies for management*. National Academies Press.
- Ndriantsoa, S. H., Riemann, J. C., Raminosa, N., Rödel, M. O., Glos, J. S. (2017). Amphibian diversity in the matrix of a fragmented landscape around Ranomafana in Madagascar depends on matrix quality. *Tropical Conservation Science*, 10, 1-16.
- Nores, M., Cerana, M. M., Serra, D. A. (2005). Dispersal of forest birds and trees along the Uruguay River in southern South America. *Diversity and distributions*, 11(3), 205-217.
- Palma-López, D. J., Vázquez, N. C. J., Mata, Z. E. E., López, C. A., Morales, G. M. A., Chable, P. R., ... Palma-Cancino, D. Y. (2011). Zonificación de ecosistemas y agroecosistemas susceptibles de recibir pagos por servicios ambientales en la

- Chontalpa, Tabasco. *Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Villahermosa, Tabasco, México.*
- Parker, M. L., M. I. Goldstein. (2004). Diet of Rio Grande leopard frog (*Rana berlandieri*) in Texas. *Journal of Herpetology*, 38, 127-130.
- Parris, M. K., McCarthy, M. A. (1999). What influences the structure of frog assemblages at forest streams? *Australian Journal of Ecology*, 24(5), 495-502.
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., ..., Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187).
- Ramírez-Bautista, A., Lemus-Espinal, J. 2004. Diets of two syntopic populations of frogs, *Rana vaillanti* and *Rana brownorum*, from a tropical rain forest in southern Veracruz, México. *The Southwestern Naturalist*, 49(3), 316–320.
- Ribeiro, J. W., Lima, A. P., Magnusson, W. E. (2012). The effect of riparian zones on species diversity of frogs in Amazonian forests. *Copeia*, 2012(3), 375-381.
- Riemann, J. C., Ndriantsoa, S. H., Raminosoa, N. R., Rödel, M. O., Glos, J. (2015). The value of forest fragments for maintaining amphibian diversity in Madagascar. *Biological Conservation*, 191, 707-715.
- Ríos-Rodas, L. (2009). *Diversidad alfa y beta de anfibios en dos áreas con diferente grado de conservación en Tacotalpa, Tabasco*. Tesis: Licenciatura. Tabasco, México: División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Ríos-Rodas, L., Barragán-Vázquez, M. del R., Tórrez-Pérez, M. A., Triana Ramírez, D. I. (2017). Ampliación de distribución de *Anolis compressicauda* Smith & Kerster, 1955 (Squamata: Dactyloidae) en el estado de Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 33(1), 120-122.
- Ríos-Rodas, L., Barragán-Vázquez, M. del R., Tórrez-Pérez, M. A., Triana Ramírez, D. I. (2016). Herpetofauna de Muku Chen: Biodiversidad y conservación. En *Resúmenes de la XIV Reunión Nacional de Herpetología, Nayarit, México*, 63 p.
- Rodríguez, L. O., Banda, H. I. (2016). El ecoturismo en agua selva Tabasco, México: medios de promoción. *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 2(3), 291-306.
- Rodríguez-Mendoza C., Pineda, E. (2010). Importance of riparian remnants for frog species diversity in a highly fragmented rainforest. *Biology letters*, 6(6), 781–784.
- Sanabria, E. A., Quiroga, L. B., Acosta, J. C. (2005). Dieta de *Leptodactylus ocellatus* (Linnaeus, 1758) (Anura: Leptodactylidae) en un humedal del oeste de

- Argentina. *Revista Peruana de Biología*, 12(3), 473-477.
- Santos, E. M., Almeida, A. V., Vasconcelos, S. D. (2004). Feeding habits of six anuran (Amphibia: Anura) species in a rainforest fragment in Northeastern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 94(4), 433-438.
- Semlitsch, R. D., Bodie, J. R. (2003). Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17(5), 1219-1228.
- Smith, G. R., Lemos-Espinal, J. A., Burner, A. B., Winter, K. E., Dayer, C. B. (2011). Diets of three species of bufonids (Amphibia, Anura) from northern Mexico. *Western North American Naturalist*, 71(4), 563-569.
- Solé, M., Beckmann, O., Pelz, B., Kwet, A., Engels, W. (2005). Stomach-flushing for diet analysis in anurans: an improved protocol evaluated in a case study in Araucaria forests, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40(1), 23-28.
- Steinke, J. A. (2016). A comparative study of herpetofauna in a primary forest and reforested area in Coastal Ecuador. *Journal of Young Investigator*, 30 (4) 14-19.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S., Fischman, D. L., Waller, R. W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306(5702), 1783-1786.
- Suazo-Ortuño, I., Alvarado-Díaz, J., Martínez-Ramos, M. (2011). Riparian areas and conservation of herpetofauna in a tropical dry forest in western Mexico. *Biotropica*, 43 (2), 237-245.
- Sweeney, B. W., Bott, T. L., Jackson, J. K., Kaplan, L. A., Newbold, J. D., Standley, L. J. ..., Horwitz, R. J. (2004). Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(39), 14132-14137.
- Tallamy, D. W., Ballard, M., D'Amico, V. (2010). Can alien plants support generalist insect herbivores? *Biological Invasions*, 12(7), 2285-2292.
- Ter Braak, C. J. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5), 1167-1179.
- Tobar-Suárez, L. C. (2012). *Anfibios y remanentes ribereños: Análisis de la diversidad funcional y de especies en un paisaje tropical de montaña en México*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, AC, México.
- Torrez-Pérez, M. A. (2009). *La comunidad de Anuros del Parque Estatal Agua Blanca*,

- Macuspana, Tabasco*. Tesis de Licenciatura en Biología. Tabasco, México: División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Torrez-Pérez, M. A. (2017). *Uso de microhábitat y diversidad de los anfibios y reptiles en la Sierra El Madrigal, Tabasco*. Tesis de Maestría. Tabasco, México: División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Torrez-Pérez, M. A., Barragán-Vázquez, M. del R. (2005). Blue-spotted Smilisca (*Smilisca cyanosticta*). *Herpetological Review*, 36 (4), 464.
- Torrez-Pérez, M. A., Barragán-Vázquez, M. del R. (2009). Berkenbusch's stream frogs (*Craugastor berkenbuschii*). *Herpetological Review*, 40(4), 445.
- Triana-Ramírez, D. I., Barragán-Vázquez, M. del R. Torrez-Pérez M. A., Ríos-Rodas, L. (2016) Geographic distribution: *Corytophanes cristatus*. *Herpetological Review*, 47(4), 627.
- Triana-Ramírez, D. I., Barragán-Vázquez, M. del R. y Torrez-Pérez M. A. (2008). Anfibios y reptiles de la Sierra de Tabasco. En: Resúmenes de la X Reunión Nacional de Herpetología, Pachuca, Hidalgo, México.
- Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. (1989). *Borror and Delong's an introduction to the study of insects* (No. Ed. 6). Saunders college publishing.
- Urbina-Cardona, J. N., Olivares-Pérez, M., Reynoso, V. H. (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological conservation*, 132(1), 61-75.
- Vignoli L., Luiselli, L. (2012). Dietary relationships among coexisting anuran amphibians: a worldwide quantitative review. *Oecologia*. 169,499–509.
- Warwick, R. M., Clarke, K. R. (1995). New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine ecology progress series*, 129, 301-305.
- Wells, G. E. (2009). *Wildlife in Managed Forests: Stream-associated Amphibians*. Oregon Forest Resources Institute.
- Wells, K. (2007). *The Ecology and Behavior of Amphibians*. Chicago and London: The University of Chicago.
- Yu, T., Guo, Y. (2012). Trophic ecology and microhabitat utilization by the *Bufo gargarizans*, *Rana guenther*, and *Rana limnocharis* in southwestern China. *Zoologia*. 29(1), 54-58.
- Zug, G. R., Vitt, L., Caldwell, J. P. (2001). *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. Academic press.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

**CAPÍTULO II:  
NEW ANURAN RECORDS FOR TABASCO,  
MÉXICO.**

## New anuran records for Tabasco, Mexico

Liliana Ríos-Rodas<sup>1</sup>, Claudia Elena Zenteno-Ruiz<sup>1</sup>, María del Rosario Barragán-Vázquez<sup>1</sup>, Luis Canseco-Márquez<sup>2</sup>, Marco Antonio López-Luna<sup>1</sup>

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5 S/N, entronque a Bosques de Saloya, Villahermosa, Tabasco, Mexico, C.P. 86150. <sup>2</sup> Departamento de Biología Evolutiva, Laboratorio de Herpetología, Facultad de Ciencias, UNAM, AP 70-399, Mexico, D.F. 04510.

**Corresponding author:** Claudia Elena Zenteno-Ruiz, [cezenteno@yahoo.com](mailto:cezenteno@yahoo.com).

### Abstract

We report the first records of five species of hylid frogs from the Mexican state of Tabasco: *Charadrahyla chaneque* (Duellman, 1961), *Duellmanohyla chamulae* (Duellman, 1961), *Exerodonta bivocata* (Duellman & Hoyt, 1961), *Quilticohyla zoque* (Canseco-Márquez et al. 2017), and *Ptychohyla macrotympanum* (Tanner, 1957). These species are associated with streams in tropical evergreen forests and were previously thought to be restricted to one or more of the nearby Mexican states of Chiapas, Oaxaca, and Veracruz.

### Keywords

Huimanguillo, evergreen forest, stream, frogs, hylids.

**Academic editor:** Natan Medeiros Maciel | Received 6 August 2019 | Accepted 10 November 2019 | Published 31 December 2019

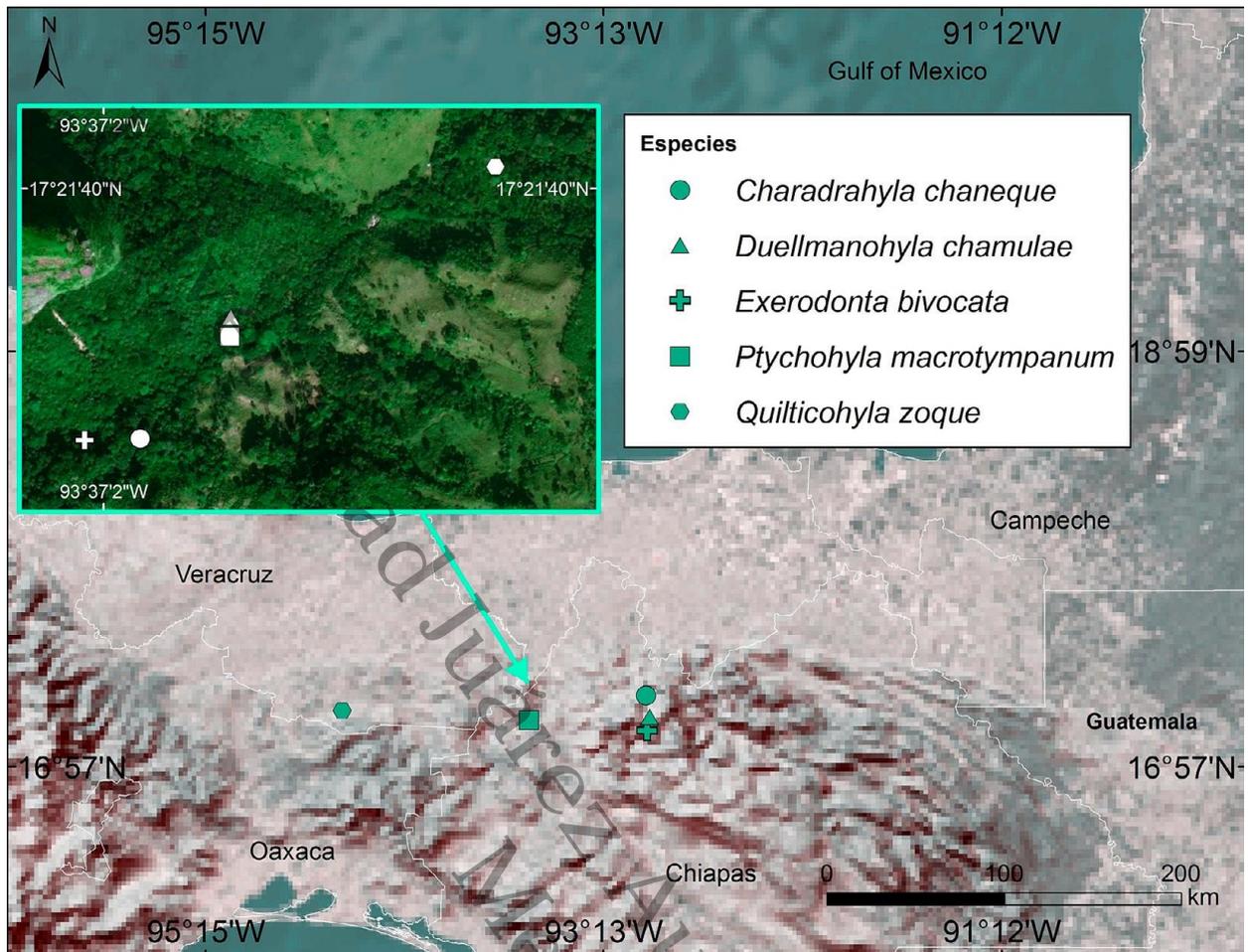
**Citation:** Ríos-Rodas L, Zenteno-Ruiz CE, Barragán-Vázquez MR, Canseco-Márquez L, López-Luna MA (2019) New anuran records for Tabasco, Mexico. *Check List* 15 (6): 1161–1166. <https://doi.org/10.15560/15.6.1161>

## Introduction

The state of Tabasco lies near or adjacent to Oaxaca, Veracruz, and Chiapas, three of the most species-rich states in Mexico for amphibians. However, the amphibian fauna of Tabasco remains comparatively poorly known and understudied. By 2014, only 23 species were documented for the state (Parra-Olea et al. 2014), and targeted field surveys in the intervening five years has increased the number to 31 (Barragán-Vázquez 2019). These records are in southern Tabasco, belonging in the province of the Sierra Madre de Chiapas and Guatemala. The anuran family Hylidae is among the most widely distributed and species-rich groups of New World frogs, and their greatest diversity is found in the tropics. These species are generally nocturnal, have adapted to a wide array of ecological niches, and are arboreal, fossorial, or

even semi-aquatic (Lee 1996; Santiago-Pérez et al. 2012). Many of hylid species regularly inhabit vegetation adjacent to low-velocity or stagnant streams, where they feed and reproduce (Altamirano-Alvarez et al. 2016). Hylid frogs are morphologically characterized by widenings at the tips of the fingers and toes which function as adhesive discs and allow frogs to climb and hold onto smooth surfaces. Other characteristics of the family include moderately long limbs and membranes between the digits which allow them to swim efficiently (Lee 1996; Santiago-Pérez et al. 2012).

Tabasco is known currently to support 12 species of hylids: *Agalychnis callidryas* (Cope 1862a), *Dendropsophus ebraccatus* (Cope, 1874), *D. microcephalus* (Cope, 1886), *Ecnomihyla miotympanum* (Cope, 1863), *Trachycephalus typhonius* (Linnaeus, 1758), *Scinax staufferi* (Cope, 1865), *Smilisca baudinii*, *S. cyanosticta* (Smith,



**Figure 1.** New distribution records of hylids in Tabasco state, Mexico. The white points represent new records from the state of Tabasco and the green points indicate the nearest historical records.

1953), *Tlalocohyla loquax* (Gauge & Stuart 1934), *T. picta* (Günther, 1901), *Tripurion petasatus* (Cope, 1865), and *T. spinosus* (Steindachner, 1864) (Torres-Pérez and Barragán-Vázquez 2005; Torres-Pérez and Barragán-Vázquez 2017; Barragán-Vázquez 2019). With the present study we add five new hylid frog species to this list, which increases the number of hylid species documented in the state to 17.

## Methods

We carried out field surveys and collection of voucher specimens from September 2017 to August 2018 along a stream surrounded by secondary-growth evergreen tropical forest in a locality known as Villa Guadalupe, Municipio de Huimanguillo, Tabasco (Fig. 1). We documented specimens during both diurnal and nocturnal surveys. Once captured, we identified anurans to species level using the taxonomic keys of Duellman (1970), Köhler (2011), and Canseco-Márquez et al. (2017). We gathered morphological measurements using digital calipers (precision 0.01 mm) and determined sex through male vocalizations and the presence of nuptial excrescences. We recorded geographical coordinates from specimen-collection points using a handheld Garmin

64s unit. To confirm the geographical novelty of the species we report herein, we consulted the following databases: VertNet, GBIF, CNAR, and CONABIO-SNIB. All specimen collections were authorized under federal permit (SGPA/DGVS/0599/19), and the material was deposited in the Colección de Anfibios y Reptiles de Tabasco (CART), División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, Mexico.

## Results

The five new records of hylids in Tabasco in this study are listed and described as follows:

### *Charadrahyla chaneque* (Duellman, 1961)

**New record.** MEXICO: Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°21'28.68"N, 093°37'00.27"W; 530 m elevation), collected by Liliana Ríos-Rodas, 17 June 2018; a single metamorphic specimen (CART 01055) at 15:00 h perched on a trunk at the edge of a stream (Fig. 2A).

**Identification.** The metamorphic specimen was identified by its brown dorsum with darker green or brown blotches, a cream-colored venter, transverse bands on the

limbs, a small tympanum, a truncate snout, and a tuberculate dorsum (Duellman 1970). The collected specimen had a mean snout-vent length of 22 mm and a tail length of 10 mm and is equivalent to Gosner (1960) stage 43, in which it is easier to identify the specimen as it loses its larval characteristics and takes on adult structures.

***Duellmanohyla chamulae* (Duellman, 1961)**

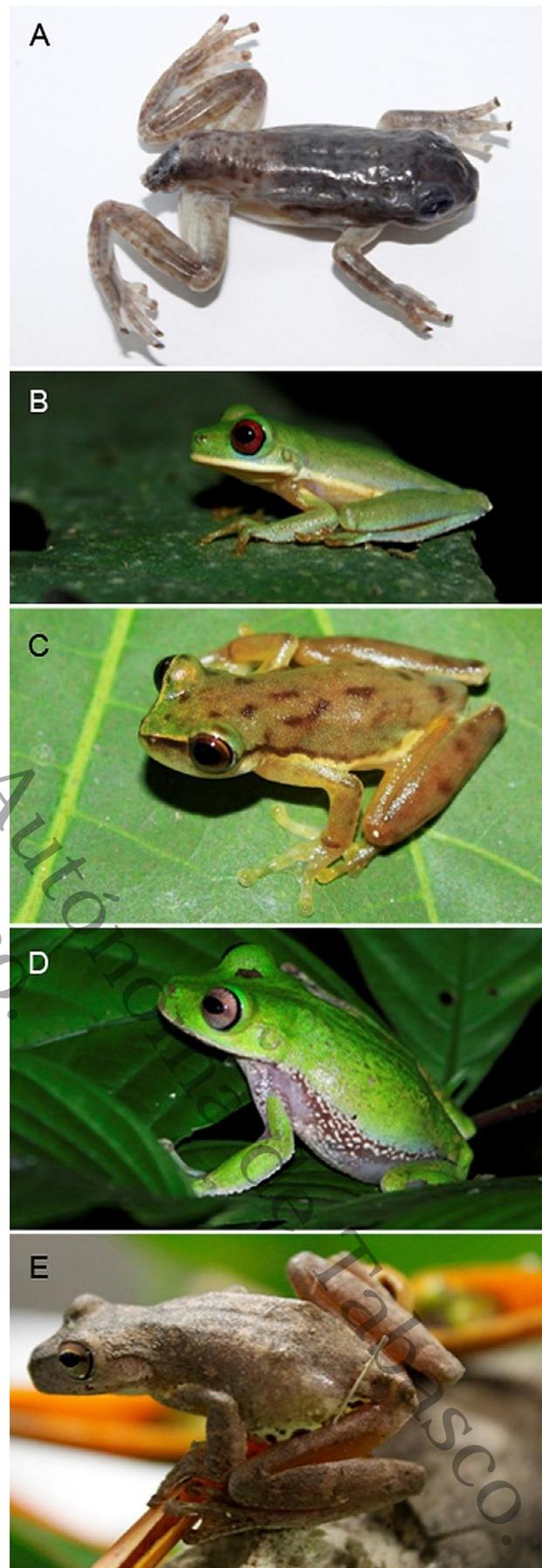
**New records.** Mexico: Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°12'34.18"N, 093°36'55.98"W, 460 m elevation) found by Liliana Ríos-Rodas, 24 November 2017, 1 juvenile individual at 18:00 h perched on a leaf 1.40 m high in a tropical rainforest. Mexico: Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°12'33.16"N, 093°36'52.68"W, 440 m elevation) collected by Jenny C. Estrada-Montiel, 18 March 2018, at 21:10 h (1 adult male specimen, CART 01021). Subsequently, from March to August we observed but did not collect 63 additional individuals, all perched on leaves and rocks near a stream (Fig. 2B).

**Identification.** The specimens were identified following Duellman (1970), based on their green dorsal color, presence of a narrow white labial stripe that extends along the side of the body, extensive webbing on the hand, and a reddish-bronze iris. Males attain a maximum snout-vent length of 30.5 mm and females reach 31.8 mm. Another distinguishing character in males is the presence the nuptial spines and mental gland, both of which were visible in our collected specimen.

***Exerodonta bivocata* (Duellman & Hoyt, 1961)**

**New records.** Mexico: Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°21'28.6"N, 093°37'02.88"W; 530 m elevation) found by Liliana Ríos-Rodas, 11 February 2018, perched on leaves (Fig. 2C) at 18:00h (1 adult male, SVL 26 mm). Mexico: Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°21'29.60"N, 093°37'01.02"W; 515 m elevation) collected by José C. Gerónimo-Torres on 11 February 2018, perched on a rock in tropical rainforest at 18:25 h (1 adult male, CART 01024, SVL 25 mm). Mexico Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°21'33.5"N, 093°36'55.66"W; 465 m elevation) collected by José Maria Gutierrez-Suarez, 21 April 2018, perched on leaves near a stream at 21:00 h (2 adult males, CART 01032, 01034). Mexico Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°21'32.7"N, 093°36'55.84"W; 470 m elevation) collected by Liliana Ríos-Rodas, 23 June 2018, perched on leaves and rocks at 21:00 h. (three adult males, CART 01045– 01047) (Fig. 2C).

**Identification.** The specimens were identified using the taxonomic keys of Duellman and Hoyt (1961) and Duellman (1970) based on the following characteristics: the iris is pale golden-bronze with fine black flecks, tympanum distinct, axillary membrane extending at least midway to elbow, having slightly less webbing, tarsal fold present. The dorsal coloration is generally yellowish



**Figure 2.** Five newly recorded anurans in Tabasco, Mexico. A. *Charadrahyla chaneque*. B. *Duellmanohyla chamulae*. C. *Exerodonta bivocata*. D. *Quilticohylla zoque*. E. *Ptychohylla macrotympnum*. Photographs by José del C. Gerónimo-Torres.

tan or pale brown, usually marked with bold dark spots and with a faint white cloacal stripe. The collected specimens had a mean snout-vent length of 27 mm.

***Quilticohyla zoque* (Canseco-Márquez, Aguilar-López, Luría-Manzano, Pineda-Arredondo & Caviedes-Solís, 2017)**

**New records.** Mexico: Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°21'41.00"N, 093°36'39.12"W; 420 m elevation), found by Jose C. Gerónimo-Torres, 23 September 2017, perched on leaf of secondary vegetation (acahual) 1.40 m high at the edge of stream (Fig 2D). Mexico: Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°21'40.98" N, 093°36'43.5"W; 400 m elevation), found by Liliana Ríos-Rodas, 10 February 2017, perched on branch at 21:40 h (1 adult female, SVL 49 mm) (Fig. 2D). Subsequently, we observed 42 additional individuals nearby in both primary and secondary vegetation, always near the stream. We collected and preserved eight of these specimens (CART 00992–00994, 00997, 00998, 01015–01017).

**Identification.** This species was recently described by Canseco-Márquez et al. (2017), with diagnostic features as follows: pale pink iris with brown reticulations, green dorsal coloration with brown blotches and numerous irregular white spots, small nonspinous nuptial excrescences, and lack of the chest gland in breeding males.

***Ptychohyla macrotympanum* (Tanner, 1957)**

**New records.** Mexico: Tabasco, Huimanguillo, Villa de Guadalupe (17°21'33.30"N, 093°36'56.03"W; 465 m elevation), found by Jenny C. Estrada-Montiel, 25 November 2017, perched on a leaf in the vicinity of a stream (Fig. 2E) at 23:00 h (1 adult female, SVL 39 mm).

**Identification.** This frog was identified by the presence of a narrow white line extending along the length of the upper lip and a grayish-white line above the cloaca. Additionally, a pale tan dorsum and dark flecks on the venter are present. An additional distinctive feature present in the collected specimen and described in the literature is a dull coppery bronze iris. This species can be distinguished from *P. euthysanota* by the presence of dermal fold, but no row of tubercles and flanks no white lateral stripe (Duellman 1963, 1970, 2001).

## Discussion

All five species newly recorded from Tabasco belong to the family Hylidae and are associated with slow-flowing streams in tropical evergreen and cloud forests. All are also generally considered imperiled both nationally and internationally, although *Exerodonta bivocata* is categorized as Data Deficient, since its biology and the current population status are unknown (Santos-Barrera 2004).

Of the five newly documented species, *E. bivocata* was observed in its highest abundance throughout the

year (82 individuals), with a peak in observations during May and June (21 and 32, respectively) which coincides with the breeding season. During our surveys we consistently encountered this species perched on streamside vegetation in tropical evergreen forest, which is coherent with information from Santos-Barrera (2004). However, we also observed some individuals perched on rocks within the stream. Most of the specimens we observed were adults ( $n = 59$ ), but we also observed metamorphic individuals perched on rocks and leaves near the stream and larvae in pools on the stream periphery. The finding of *E. bivocata* represents a range extension of approximately 68 km in a straight line northwest from the nearest reported locality in Pueblo Nuevo Solistahuacan, Rayon, Chiapas (Brow 2017) (Fig. 1).

Another species that is associated with the vegetation of mountain streams is *Duellmanohyla chamulae*, which is known from a few locations in Chiapas and was recently recorded for the first time in Oaxaca and Veracruz (Aguilar-López et al. 2010; Canseco-Márquez and Ramírez-González 2015). The specimens of this species were found perched in streamside vegetation, with highest observed abundance in the forest (59 individuals), while in the secondary vegetation only six individuals were recorded. These data agree are in agreement with Aguilar-López et al. (2010) who reported that the habitat of this species is restricted to the high forest. Our records extend this species' range 68 km northeast in a straight line from the closest location in Rayon, Chiapas (Furbush et al. 2017) (Fig.1).

*Quilticohyla zoque* is a Mexican endemic species recently described by Canseco-Márquez et al. (2017). It is relatively common in tropical evergreen forests and appears to be restricted to sites with intact habitats, since they are apparently sensitive to forest degradation (Canseco-Márquez et al. 2017). According to reports, this frog is usually more abundant in pristine vegetation than *D. chamulae*. However, in our study *Q. zoque* was observed in lower abundance in this type of vegetation and was more abundant in secondary vegetation, indicating that it can tolerate some degree of habitat alteration. The distribution of this species is restricted to two localities in Veracruz (Paso del Moral and Arroyo Zarco) (Fig. 1) and one in Oaxaca (Chalchijapa). Our specimens represent the first record for Tabasco, extending the distribution of *Q. zoque* 105 km northeast in a straight line from the nearest locality (Paso del Moral).

For *Charadrahyla chaneque* and *Ptychohyla macrotympanum* we documented only single individuals, both in evergreen tropical forest. *Charadrahyla chaneque* is a Mexican endemic species which is restricted to streams in montane forests and tropical evergreen forests at 100–1600 m in the states of Oaxaca, Veracruz, and Chiapas (Duellman 1970; Ramírez-Bautista et al. 2002; Muñoz-Alonso and Canseco-Márquez 2004). This species is categorized as Endangered by the IUCN, in part because its range is severely fragmented (Muñoz-Alonso and Canseco-Márquez 2004). Most of the

observations in the CONABIO databases date from the 1960s and 1970s (Ramírez-Bautista and Arizmendi-Arriaga 2002; Reynoso-Rosales and Gonzáles-Hernández 2009, McCain 2017), with the most current record being that reported by Muñoz-Alonso and March (2003). Although the area sampled appears broadly suitable for *C. chaneque*, we encountered only one metamorphic individual. This could indicate a small population or that it is more common at higher altitudes, which we did not survey. Our record of *C. chaneque* represents a range extension of approximately 68 km northwest in a straight line from the nearest reported locality in Rayon, Chiapas (Fig. 1).

Finally, *Ptychohyla macrotympalum*, according to Duellman (1970), is found in pine forests, at elevations of 700–1700 m, although there are also historical records from agroecosystems (coffee and maize) at 30 m elevation (Acevedo and Young 2004; Brown 2017). This species is distributed in Guatemala and Mexico and is recorded only in shallow streams of the Sierra Norte de Chiapas (Duellman 1970; Köhler 2008). In our study, we only recorded this species once over an entire year of sampling, which suggests that it is uncommon in the study area. This frog represents a new record for the state and extends the species' distribution 19.2 km from the closest known locality at Tecpatan, Chiapas (Brown, 2017) (Fig. 1).

Although there are some sporadic records of these frogs found in secondary vegetation, in recent observations have shown that their distribution is restricted to natural forests. Three of the reported species are in the group of threatened categories, following IUCN criteria, mainly due to habitat destruction (Acevedo and Young 2004; Muñoz-Alonso and Canseco-Márquez 2004; Santos-Barrera 2004; Santos-Barrera and Muñoz-Alonso 2004). In our study area, both agricultural and ecotourism could present threats to these species, so it is important to protect their forest and riparian habitats.

## Acknowledgements

We thank José María Gutiérrez-Suárez, José del Carmen Gerónimo-Torres, and Jenny C. Estrada-Montiel for their invaluable help and companionship. We are grateful to Gil Martínez-Bautista for helping revise the manuscript. Comments on the manuscript were provided by Adam Clause.

## Authors' Contributions

LRR designed the study, collected the specimens, and wrote the initial draft of the manuscript; CEZR helped develop the manuscript; MRBV preserved the specimens and helped develop the manuscript. LCM & MALL identified specimens and provided and reviewed the literature.

## References

- Acevedo M, Young B (2004) *Ptychohyla macrotympalum*. The IUCN Red List of threatened species. Accessed on: 2019-5-23. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2004.rlts.t55914a11390371.en>
- Aguilar-López JL, Pineda E, García-Vázquez U (2010) Ampliación del ámbito geográfico–altitudinal de *Duellmanohyla chamulae* (Amphibia: Hylidae) y primer registro para la anfibiafauna de Veracruz. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 579–580.
- Altamirano ATA, Soriano SM, Franco LJ (2016) Ecología de anfibios y reptiles: Métodos y técnicas para su estudio. Liga mexicana de fauna silvestre, A.C. 100 pp.
- Barragán-Vázquez MR (2019) Anfibios. Diversidad. In: La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado. CONABIO. Mexico, 287–294. Accessed on: 2019-6-04.
- Brown R (2017) KUBI Herpetology Collection. University of Kansas Biodiversity Institute. Occurrence Dataset. Accessed on: 2019-5-15. <https://doi.org/10.15468/ubdwde>
- Canseco-Márquez L, Aguilar-López JL, Luría-Manzano R, Pineda E, Caviedes-Solis IW (2017) A new species of treefrog of the genus *Ptychohyla* (Anura: Hylidae) from southern Mexico. *Zootaxa* 4317 (2): 279–290. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4317.2.5>
- Canseco-Márquez L, Ramírez-Gonzales C (2015) New herpetofaunal records for the state of Oaxaca, Mexico. *Mesoamerican Herpetology* 2 (3): 363–367 pp.
- Duellman WE, Hoyt DL (1961) Description of a new species of *Hyla* from Chiapas, Mexico. *Copeia* 1961: 414–417.
- Duellman WE (1963) A review of the Middle American tree frogs of the genus *Ptychohyla*. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 15 (7): 297–349. <http://doi.org/10.5962/bhl.part.7290>
- Duellman WE (1970) The hylid frogs of Middle America. University of Kansas Museum of Natural History, Lawrence, Kansas. 1158 pp.
- Duellman WE (2001) The hylid frogs of Middle America, volume 1. Contributions to Herpetology 18. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, New York, 694 pp.
- Furbush R, Caviedes-Solis IW, Méndez-de la Cruz FR, Leaché AD (2017) Missing in action for nearly 50 years: rediscovery of the Mexican treefrog *Duellmanohyla ignicolor* (Anura: Hylidae). *Mesoamerican Herpetology* 4 (1): 120–127.
- Gosner KL (1960) A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16: 183–190.
- Köhler G (2011) Amphibians of Central America. Herpeton Verlag, Offenbach, 379 pp.
- Lee JC (1996) The Amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula. Comstock Publishing, Ithaca, New York, 500 pp.
- McCain C (2017). UCM Amphibian and Reptile Collection (Arctos). University of Colorado Museum of Natural History. Accessed on: 2019-2-28. <https://doi.org/10.15468/1llmgl>
- Muñoz-Alonso A, Canseco-Márquez L (2004) *Charadrahyla chaneque*. The IUCN Red List of threatened species. Accessed on: 2019-4-25. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2004.rlts.t55441a11312044.en>
- Muñoz-Alonso LA, and March MIJ (2003) Actualización y enriquecimiento de las bases de datos del proyecto de evaluación y análisis geográfico de la diversidad faunística de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO proyectos No. U014 y P132. Mexico, D.F. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfU014.pdf> Accessed on: 2019-5-17.
- Parra-Olea G, Flores-Villela O, Mendoza-Almeralla C (2014) Biodiversidad de anfibios en Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S460–S466. <https://doi.org/10.7550/rmb.32027>
- Ramírez-Bautista A, Arizmendi-Arriaga MC (2002) Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de Mexico. Base de datos SNIB-CONABIO. <https://www.gbif.org/es/dataset/fcbd4fa6-6e2b-4715-b896-cf117691625d> Accessed on: 2019-3-27.

- Reynoso-Rosales VH, González-Hernández AJX (2009) La Colección Herpetológica de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Base de datos SNIB-CONABIO, Proyecto No. EC004. México D. F.
- Santiago PAL, Domínguez LM, Rosas EVC, Rodríguez CJM (2012) Anfibios y reptiles de las montañas de Jalisco: Sierra de Quila. Primera edición. Orgánica Editores-CONABIO, México D. F. 228 pp.
- Santos-Barrera G (2004) *Exerodonta bivocata*. The IUCN Red List of threatened species. Accessed on: 2019-4-09. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2004.rlts.t55414a11304478.en>
- Santos-Barrera G, Muñoz-Alonso A (2004) *Duellmanohyla chamulae*. The IUCN Red List of Threatened Species. Accessed on: 2019-5-20. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2004.rlts.t55307a11287549.en>.
- Torrez-Pérez MA, Barragán-Vázquez MR (2005) Blue spotted tree-frog (*Smilisca cyanosticta*) Herpetological Review 36 (4): 464.
- Torrez-Pérez MA, Barragán-Vázquez MR (2017) Geographic distribution Anura—frogs: *Anothea spinosa*. Herpetological Review 48 (1): 118.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

**CAPÍTULO III:  
ANFIBIOS RIBEREÑOS EN DOS  
ECOSISTEMAS TROPICALES**

## Anfibios riparios en dos ecosistemas tropicales del sureste de México

L. Ríos-Rodas<sup>1,\*</sup>, C. E. Zenteno-Ruíz<sup>1</sup>, M. Pérez-De la Cruz<sup>1</sup>, S. L. Arriaga-Weiss<sup>1</sup>, N. del C. Jiménez-Pérez<sup>1</sup>, M. G. Bustos-Zagal<sup>2</sup>

(1) División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5 S/N, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco, México. C.P. 86150.

(2) Laboratorio de Herpetología, Depto. de Zoología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001 Colonia Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. C. P. 62210.

\* Autor de correspondencia: L. Ríos-Rodas [[ari1707@hotmail.com](mailto:ari1707@hotmail.com)]

> Recibido el 28 de septiembre de 2020 - Aceptado el 18 de noviembre de 2020

Ríos-Rodas, L., Zenteno-Ruíz, C.E., Pérez-De la Cruz, M., Arriaga-Weiss, S.L., Jiménez-Pérez, N.C., Bustos-Zagal, M.G. 2020. Anfibios riparios en dos ecosistemas tropicales del sureste de México. *Ecosistemas* 29(3):2098. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2098>

Anfibios riparios en dos ecosistemas tropicales del sureste de México. Se analizó la diversidad y composición de la comunidad de anfibios riparios, así como, su relación con variables ambientales en vegetación primaria y secundaria. Para la búsqueda de los individuos y la toma de los datos se establecieron diez transectos de banda sobre un arroyo que atraviesa ambos tipos de vegetación, los cuales fueron muestreados mensualmente durante un año, realizando recorridos diurnos y nocturnos. Se registró un total de 924 individuos pertenecientes a 18 especies, 14 géneros y cinco familias, siendo Hylidae la mejor representada con ocho especies. En la vegetación primaria se registró la mayor abundancia con 492 individuos y la menor riqueza con 13 especies, mientras que en la vegetación secundaria se registró la menor abundancia con 432 individuos y la mayor riqueza con 15 especies. De acuerdo con el índice de diversidad verdadera, el mayor valor de diversidad se registró en la vegetación secundaria ( $1D = 5.95$ ) y el menor en vegetación primaria ( $1D = 4.98$ ), con una similitud de 74%, compartiendo 10 especies. *Craugastor berkenbuschii* fue la especie dominante en ambos tipos de vegetación, con el 47% de la abundancia total. Se registraron tres especies exclusivas para vegetación primaria y cinco para vegetación secundaria. El análisis de correspondencia canónica (ACC) explicó el 75.3% de la varianza de los datos, correlacionando significativamente a la comunidad de anfibios con la cobertura arbórea y la profundidad de la hojarasca.

**Palabras claves:** anuros; arroyo; vegetación primaria; vegetación secundaria; variables

Ríos-Rodas, L., Zenteno-Ruíz, C.E., Pérez-De la Cruz, M., Arriaga-Weiss, S.L., Jiménez-Pérez, N.C., Bustos-Zagal, M.G. 2020. Riparian amphibians in two tropical ecosystems of southeastern Mexico. *Ecosistemas* 29(3):2098. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2098>

Riparian amphibians in two tropical ecosystems of southeastern Mexico. The diversity and composition of the riparian amphibian community was analyzed, as well as its relationship with environmental variables in primary and secondary vegetation. To search for individuals and collect data, ten band transects were established on a stream that crosses both types of vegetation, which were sampled monthly for one year, making day and night tours. A total of 924 individuals belonging to 18 species, 14 genera and five families were registered, with Hylidae being the best represented with eight species. In primary vegetation the highest abundance was recorded with 492 individuals and the lowest richness with 13 species, while in secondary vegetation the lowest abundance was recorded with 432 individuals and the highest richness with 15 species. According to the true diversity index, the highest diversity value was recorded in secondary vegetation ( $1D = 5.95$ ) and the lowest in primary vegetation ( $1D = 4.98$ ), with a similarity of 74%, sharing 10 species. *Craugastor berkenbuschii* was the dominant species in both types of vegetation, with 47% of the total abundance. Three exclusive species were recorded for primary vegetation and five for secondary vegetation. The canonical correspondence analysis (ACC) explained 75.3% of the variance of the data, significantly correlating the amphibian community with the tree cover and the depth of the litter.

**Key words:** anuros; stream; primary vegetation; secondary vegetation; variables

### Introducción

Las zonas ribereñas son hábitats de transición entre los sistemas terrestres y acuáticos (Granados-Sánchez et al. 2006), que son de vital importancia en el mantenimiento de la biodiversidad, al fungir como refugio de especies raras y amenazadas (Vázquez et al. 2015). Estas zonas poseen un importante número de especies que ayudan a incrementar la riqueza a nivel regional (Sabo et al. 2005; Vasudevan 2006). Dentro de esta riqueza sobresalen los anfibios, la mayoría de los cuales dependen de los hábitats acuáticos en alguna etapa de su ciclo de vida. De hecho, los anfibios son un componente fundamental en la dinámica y funcionamiento de estos ecosistemas, al formar parte de la cadena alimenticia, procesar la materia orgánica muerta y controlar las poblaciones de

otros organismos, lo que los convierte en indicadores biológicos de la calidad del agua (Dickerson 2001; Cortés-Gómez et al. 2015).

La distribución y abundancia de los anfibios en las zonas ribereñas está influenciada principalmente por el tamaño del arroyo, la calidad del agua, el sustrato, la estructura de la vegetación y el dosel arbóreo (Pianka 1966; Dickson 1989; Rudolph y Dickson 1990). Esta última regula la cantidad de luz que penetra al suelo, creando un ambiente con una mayor variedad de microhábitats, sin embargo, cambios en la estructura de la vegetación podrían modificar la estructura y composición de las comunidades de anfibios, al proporcionar nuevos microhábitats que pueden ser explotados por otras especies (Naiman et al. 1998; Urbina-Cardona y Pérez-Torres 2002; Rodríguez-Mendoza y Pineda 2010; Cortés-Gómez et al. 2015).

Los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal en el sureste de México implican la deforestación en las selvas tropicales, producto del desmonte, colonización y desarrollo agropecuario impulsado por programas federales (Challenger y Soberón 2008). El estado de Tabasco ha perdido el 95% de su vegetación original y por ende ha disminuido su diversidad y aumentado las especies enlistadas en alguna categoría de protección (Palma-López et al. 2011). Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo comparar la diversidad y composición de la comunidad de anfibios riparios, y su relación con las variables ambientales en dos tipos de vegetación de un bosque tropical del sureste de México. Nuestras predicciones del estudio fueron que: 1) la vegetación con mayor grado de conservación alberga una mayor diversidad de especies de anfibios, y 2) la cobertura del dosel es la variable ambiental que más influye en la diversidad y composición de la comunidad de anfibios.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El sitio de estudio fue el arroyo “La escalera” que se localiza en el ejido Villa de Guadalupe (17°21'38.23" N y 93°36'30.97" O), ubicado dentro del complejo Ecoturístico Agua Selva, en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, México. El área se encuentra en la región fisiográfica conocida como Sierra Norte de Chiapas, con elevaciones que van desde los 200 a 1000 msnm (Alejandro-Montiel et al. 2010). El clima predominante es de tipo cálido húmedo con lluvias todo el año (Af), con precipitación media anual de 3638 mm y temperatura media anual de 20.6°C (Carvajal-Hernández et al. 2018).

Dentro del área se encuentran dos tipos de vegetación: primaria y secundaria (Fig. 1b, c). La primera se trata de una selva alta perennifolia, donde predominan árboles de hasta 45 m de altura como caoba (*Swietenia macrophylla* King), ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), ceiba (*Ceiba pentandra* Gaertn), jobo (*Spondias mombin* L), zopo (*Guatteria anómala* R. E. Fr.) y palo mulato (*Bursera simaruba* L); además, de una gran variedad de epífitas como helechos, musgos, orquídeas, bromeliáceas y aráceas. La vegetación secundaria se caracteriza por presentar herbáceas (menores de 5 m), arbustos (entre 5 y 10 m) y árboles de entre 10 y 30 m de altura como guarumo (*Cecropia obtusifolia* Bertol), guácimo (*Guazuma ulmifolia* LAM), jonote (*Heliocarpus donellsmithii* Rose), ciruelillo (*Trichilia havanensis* Jacq) y naranjillo (*Bernardia interrupta* Sessé). Ambos tipos de vegetación crecen entre arroyos, cascadas temporales y permanentes (Fig. 1a) (Alejandro-Montiel et al. 2010; INEGI 2017; Palma-López et al. 2011; Rodríguez y Banda 2016).

### Trabajo de campo

Para el registro de los anfibios en cada tipo de vegetación se establecieron a lo largo del arroyo, cinco transectos de banda (Chávez-López y Rocha-Ramírez 2016) de 100 m de largo con 15 m de ancho total. Entre cada transecto se estableció una separación de 25 m para asegurar la independencia de los datos. Cada muestreo se realizó durante dos días de cada mes, de septiembre de 2017 a agosto del 2018, excepto enero debido a condiciones climáticas adversas. Los transectos fueron muestreados durante el día de 09:00 a 15:00 h y por la noche de 18:00 a 00:00 h., con un esfuerzo de muestreo de 12 h/hombre por sitio y sesión de muestreo. Para la búsqueda de los individuos se utilizaron dos métodos de muestreo: la técnica estandarizada de relevamientos por encuentros vi-



**Figura 1.** Área de estudio. a) Cascadas b) Vegetación primaria c) Vegetación secundaria.  
**Figure 1.** Study area. a) Waterfalls b) Primary vegetation c) Secondary vegetation.

suales (VES), que consiste en la búsqueda minuciosa de individuos a través de los transectos establecidos durante un periodo de tiempo predeterminado; y la técnica de transectos de bandas auditivas (AST), la cual utiliza las vocalizaciones de los anuros para fijar su posición y así contabilizarlos a lo largo del transecto. Para cada individuo detectado en cada tipo de vegetación se registró la fecha y hora del avistamiento, así como la temperatura (t), humedad (h) y velocidad del viento (vv), variables medidas con un anemómetro digital multifuncional marca Benetech, GM8910, en el sitio donde se encontraban posados los individuos. La profundidad de la hojarasca (Ph) fue medida con una regla de 30 cm. Posteriormente, en cada transecto se midió la cobertura arbórea (ca) con un densiómetro esférico cóncavo, donde se realizaron cuatro lecturas por transecto dejando una separación de 20 m entre los puntos de lectura. Cada lectura consistió en registrar los valores de cobertura en dirección a los cuatro puntos cardinales, a una altura de 1.20 m sobre el suelo, dichos valores se promediaron y se multiplicaron por la constante 1.04, dando como resultado la cobertura arbórea. Los datos de precipitación (p) fueron obtenidos de la estación meteorológica Malpaso (17°12'54.83" N y 93°34'55.74" O). Previo a los muestreos el material de campo se desinfectó con alcohol etílico al 70% para evitar el contagio de enfermedades infecciosas y se requirió de equipo séptico desechable como guantes de látex para la manipulación de los anuros. Los individuos se identificaron en el sitio, los que no fue posible identificar *in situ*, fueron colectados de forma directa bajo el permiso federal SGPA/DGVS/0599/19, una vez en el laboratorio fueron sacrificados por una sobredosis de etanol al 20%, fijados con formaldehído al 10% y conservados en alcohol etílico al 70% (Angulo et al. 2006). Los ejemplares fueron depositados en la Colección de Anfibios y Reptiles de Tabasco (CART) perteneciente a la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) e identificados con claves taxonómicas y literatura especializadas para cada especie (Duellman y Hoyt 1961; Duellman 1963, 1970, 2001; Lee 1996; Köhler 2011; Canseco-Márquez et al. 2017).

### Análisis de datos

La riqueza de especies para cada tipo de vegetación se obtuvo con el número total de especies observadas en campo. Se elaboraron curvas de acumulación de especies para evaluar el esfuerzo de muestreo y se determinó la completitud del estudio mediante el estimador de riqueza no paramétrico Chao 1 (Colwell y Coddington 1995; Moreno y Halfpeter 2000), el cual se basa en el número de especies raras de la muestra, a través de la siguiente expresión:  $Chao\ 1 = S + a^2/2b$ , donde "S" es el número de especies en una muestra, "a" es el número de especies representadas solamente por un individuo en esa muestra (singletons) y "b" es el número de especies representadas por dos individuos en la muestra (doubletons) (Moreno 2001). La diversidad de anfibios se evaluó a través del índice de diversidad verdadera o números de Hill de orden 1 ( ${}^1D$ ) que permite calcular el número de especies efectivas en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es valorada por su abundancia relativa sin sobrevalorar a las especies raras o comunes (Jost 2006). Estos análisis se realizaron con el programa EstimateS 9.1 (Coldwell 2013). Para comparar los patrones de abundancia en las comunidades de anfibios en cada tipo de vegetación, se elaboraron curvas de rango-abundancia o de Whittaker, las cuales calculan la proporción de individuos respecto al tamaño de la muestra, al ordenar las especies en rango de mayor a menor abundancia, usando la expresión:  $pi = ni/N$ , donde "pi" es la abundancia proporcional de la especie i, "ni" es el número de individuos de la especie i y "N" es el número total de individuos, posteriormente se calculó el logaritmo base 10 para cada valor de pi, datos con los cuales se elaboró el gráfico (Feinsinger 2003; Cruz-Flores et al. 2017). El nivel de similitud en la composición de especies se obtuvo a través de índice de similitud de Sorensen para datos cualitativos, relacionando el número de especies compartidas entre los sitios con la media aritmética de las especies, usando la siguiente expresión:  $I_S = 2c/a+b$ , donde "a" es el número de especies presentes en el sitio A, "b" es el número de especies presentes en el sitio B y "c" es el número

de especies presentes en ambos sitios (Magurran 1989; Moreno 2001). Por último, se realizó un análisis de ordenación para establecer la relación entre las variables ambientales y la abundancia de especies con un Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) (Ter Braak 1986), utilizando una matriz de especies-variables ambientales. Los datos ambientales fueron estandarizados con Log (x+1) y analizados con el programa XLSTAT 2019.4.2 (Addinsoft 2020). Debido a que el ACC es sensible a la abundancia, no se consideraron las especies que registraron uno y dos individuos.

## Resultados

Con un esfuerzo de muestreo de 660 h/hombre para cada tipo de vegetación, se registró un total de 924 individuos pertenecientes a 18 especies de 14 géneros incluidas en siete familias, de las cuales Hylidae es la mejor representada con ocho especies (Tabla 1). En la zona con vegetación primaria se registraron 492 individuos de 13 especies, 11 géneros y cinco familias. En la zona de vegetación secundaria se registraron 432 individuos de 15 especies, 12 géneros y siete familias. De acuerdo con Chao 1, en la zona de vegetación primaria se estimó una riqueza de 14 especies, con una completitud de muestreo del 92.8% y para la vegetación secundaria se estimó una riqueza de 15 especies, con una completitud de muestreo del 100%.

**Tabla 1.** Número de individuos de las distintas especies de anfibios riparios registrados en dos tipos de vegetación. VP= Vegetación primaria, VS= Vegetación secundaria.

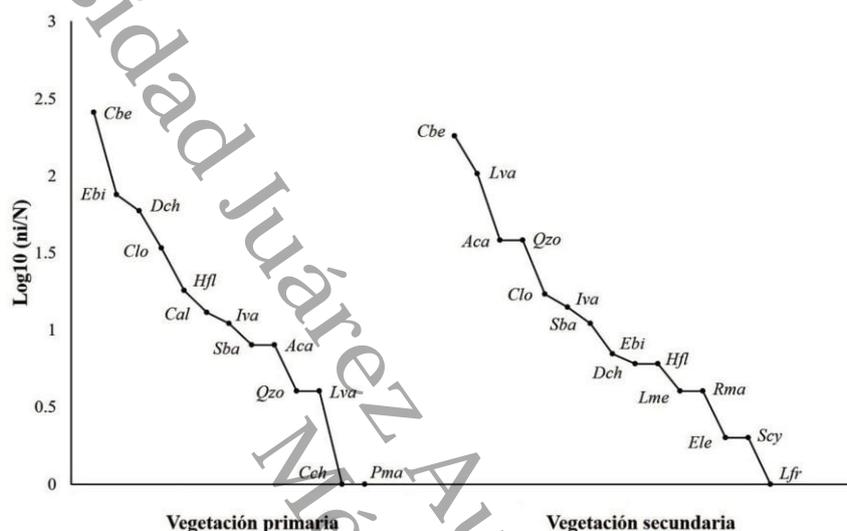
**Table 1.** Number of individuals of the different species of riparian amphibians recorded in two types of vegetation. PV= Primary vegetation, SV= Secondary vegetation.

Familia/Especie	Tipos de vegetación	
	VP	VS
<b>Familia Bufonidae</b>		
<i>Inciilius valliceps</i> (Wiegmann, 1833)	11	14
<i>Rhinella horribilis</i> (Wiegmann, 1833)	0	4
<b>Familia Centrolenidae</b>		
<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i> (Boettger, 1893)	18	6
<b>Familia Craugastoridae</b>		
<i>Craugastor alfredi</i> (Boulenger, 1898)	13	0
<i>Craugastor berkenbuschii</i> (Peters, 1870)	256	181
<i>Craugastor loki</i> (Shannon y Werler, 1955)	34	17
<b>Familia Eleutherodactylidae</b>		
<i>Eleutherodactylus leprus</i> (Cope, 1879)	0	2
<b>Familia Hylidae</b>		
<i>Agalychnis callidryas</i> (Cope, 1862)	8	38
<i>Charadrahyla chaneque</i> (Duellman, 1961)	1	0
<i>Duellmanohyla chamulae</i> (Duellman, 1961)	59	6
<i>Exerodonta bivocata</i> (Duellman y Hoyt, 1961)	75	7
<i>Ptychohyla macrotympalum</i> (Tanner, 1957)	1	0
<i>Quilticohyla zoque</i> (Canseco-Márquez et al. 2017)	4	38
<i>Smilisca baudinii</i> (Duméril y Bibron, 1841)	8	9
<i>Smilisca cyanosticta</i> (Smith, 1953)	0	2
<b>Familia Leptodactylidae</b>		
<i>Leptodactylus fragilis</i> (Brocchi, 1877)	0	1
<i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallowell, 1861)	0	4
<b>Familia Ranidae</b>		
<i>Lithobates vaillanti</i> (Brocchi, 1877)	4	103
<b>Número de especies</b>	13	15
<b>Total de individuos</b>	492	432

El índice de diversidad verdadera mostró el valor más bajo para la vegetación primaria ( ${}^1D=4.98$ ) que para la vegetación secundaria ( ${}^1D=5.95$ ). De acuerdo con las curvas de rango abundancia, *Craugastor berkenbuschii* es la especie dominante en los dos tipos de vegetación, ya que representa el 47% de la abundancia total. Las especies más abundantes después de *C. berkenbuschii* difieren entre los sitios. En vegetación primaria fueron *Exerodonta bivocata* (Duellman y Hoyt, 1961) y *Duellmanohyla chamulae* (Duellman, 1961); en el caso de la vegetación secundaria fue *Lithobates vaillanti* (Brocchi, 1877). Se registraron tres especies exclusivas para la vegetación primaria: *Craugastor alfredi* (Boulenger, 1898), *Charadrahyla chaneque* (Duellman, 1961) y *Ptychohyla macrotympnum* (Tanner, 1957). Cinco especies fueron exclusivas para la vegetación secundaria: *Eleuterodactylus leprus* (Cope, 1879), *Leptodactylus fragilis* (Brocchi, 1877), *L. melanonotus* (Hallowell, 1861),

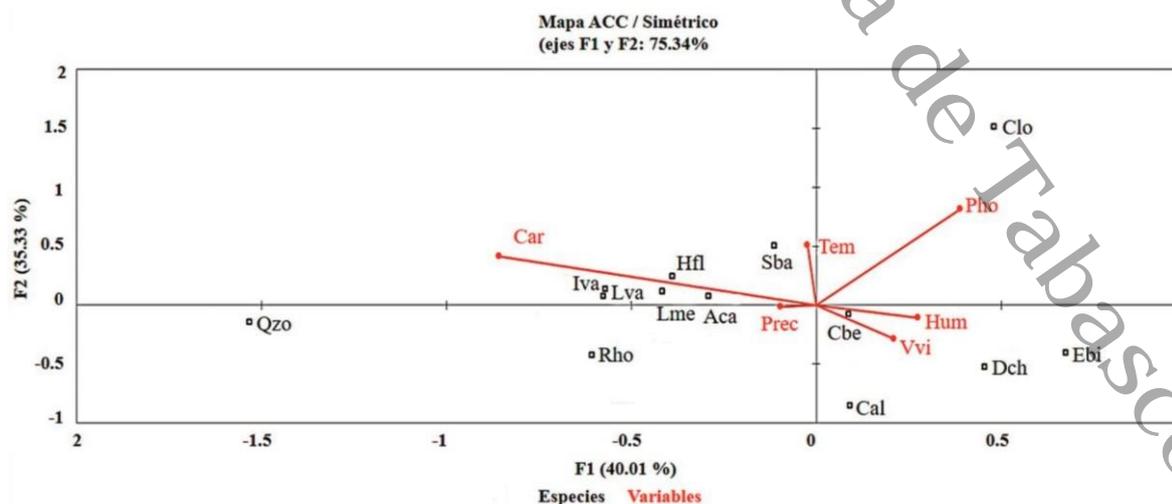
*Rhinella horribilis* (Wiegmann, 1833) y *Smilisca cyanosticta* (Smith, 1953) (Fig. 2). La similitud entre los tipos de vegetación fue de 0.74, compartiendo 10 especies.

Los primeros dos ejes del ACC explican el 75.3% de la varianza en la correlación de las especies con relación a las variables ambientales. Los coeficientes de correlación de las variables con los ejes mostraron que el eje 1 está definido por la cobertura arbórea ( $r=-0.86$ ) y el eje 2 por la profundidad de la hojarasca ( $r=0.77$ ) ( $p>0.001$ ) (Tabla 2). El gráfico de ordenación mostró que la especie *Craugastor loki* (Shannon y Werler, 1955) tiene preferencia por sitios con abundante hojarasca, mientras que las especies *Agalychnis callidryas* (Cope, 1862), *Incilius valliceps* (Wiegmann, 1833), *Hyalinobatrachium fleischmanni* (Boettger, 1893), *L. melanonotus*, *Lithobates vaillanti* (Brocchi, 1877) y *R. horribilis* se encontraron en sitios con una menor cobertura del dosel (Fig. 3).



**Figura 2.** Curvas de rango-abundancia para la comunidad de anfibios riparios. Aga= *Agalychnis callidryas*, Cch= *Charadrahyla chaneque*, Cal= *Craugastor alfredi*, Cbe= *C. berkenbuschii*, Clo= *C. loki*, Dch= *Duellmanohyla chamulae*, Ebi= *Exerodonta bivocata*, Ele= *Eleuterodactylus leprus*, Hfl= *Hyalinobatrachium fleischmanni*, Iva= *Incilius valliceps*, Lfr= *Leptodactylus fragilis*, Lme= *L. melanonotus*, Lva= *Lithobates vaillanti*, Pty= *Ptychohyla macrotympnum*, Qzo= *Quilticohyla zoque*, Rho= *Rhinella horribilis*, Sba= *Smilisca baudini*, Scy= *S. cyanosticta*.

**Figure 2.** Range-abundance curves for the riparian amphibian community. Aga= *Agalychnis callidryas*, Cch= *Charadrahyla chaneque*, Cal= *Craugastor alfredi*, Cbe= *C. berkenbuschii*, Clo= *C. loki*, Dch= *Duellmanohyla chamulae*, Ebi= *Exerodonta bivocata*, Ele= *Eleuterodactylus leprus*, Hfl= *Hyalinobatrachium fleischmanni*, Iva= *Incilius valliceps*, Lfr= *Leptodactylus fragilis*, Lme= *L. melanonotus*, Lva= *Lithobates vaillanti*, Pty= *Ptychohyla macrotympnum*, Qzo= *Quilticohyla zoque*, Rho= *Rhinella horribilis*, Sba= *Smilisca baudini*, Scy= *S. cyanosticta*.



**Figure 3.** Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) de las variables ambientales y especies de anfibios riparios. Aga= *Agalychnis callidryas*, Cal= *Craugastor alfredi*, Cbe= *C. berkenbuschii*, Clo= *C. loki*, Dch= *Duellmanohyla chamulae*, Ebi= *Exerodonta bivocata*, Hfl= *Hyalinobatrachium fleischmanni*, Iva= *Incilius valliceps*, Lme= *L. melanonotus*, Lva= *Lithobates vaillanti*, Qzo= *Quilticohyla zoque*, Rho= *Rhinella horribilis*, Sba= *Smilisca baudini*.

**Figure 3.** Canonical Correspondence Analysis (ACC) of environmental variables and riparian amphibian species. Aga= *Agalychnis callidryas*, Cal= *Craugastor alfredi*, Cbe= *C. berkenbuschii*, Clo= *C. loki*, Dch= *Duellmanohyla chamulae*, Ebi= *Exerodonta bivocata*, Hfl= *Hyalinobatrachium fleischmanni*, Iva= *Incilius valliceps*, Lme= *L. melanonotus*, Lva= *Lithobates vaillanti*, Qzo= *Quilticohyla zoque*, Rho= *Rhinella horribilis*, Sba= *Smilisca baudini*.

**Tabla 2.** Tabla de correlaciones de los tres primeros ejes del Análisis de Correspondencias Canónicas.**Table 2.** Table of correlations of the first three axes of the Canonical Correspondence Analysis.

	Correlaciones		
	F1	F2	F3
Temperatura (Tem)	0.225	0.341	-0.855
Humedad (Hum)	0.35	0.042	-0.032
Precipitación (Prec)	-0.071	-0.07	-0.311
Velocidad viento (Vvi)	0.089	-0.245	0.172
Profundidad hojarasca (Pho)	0.372	0.773	0.441
Cobertura arborea (Carb)	-0.862	0.303	0.291

## Discusión

Se registró un mayor número de especies de la familia Hylidae, ya que este grupo se encuentra generalmente asociada a la vegetación cercana a cuerpos de agua (Duellman y Trueb 1994; Ponsa 2004). De este grupo, *C. chaneque*, *D. chamulae*, *E. bivocata*, *Quilticohylla zoque* (Canseco-Márquez et al. 2017) y *P. macrotympanum*, son nuevos registros para el estado de Tabasco (Ríos-Rodas et al. 2019). Los valores de riqueza y diversidad de especies fueron mayores en la vegetación secundaria, lo que puede explicarse con la hipótesis de perturbación intermedia propuesta por Connell (1978), en la que sugiere que la diversidad alcanzará su punto máximo en niveles intermedios de perturbación, donde a menudo hay un mayor número de microhábitats que pueden ser explotados por diversas especies; caso contrario a lo que ocurre en las perturbaciones menores o muy altas que da como resultado una menor diversidad de especies. Resultados similares a nuestro estudio han sido reportados para anfibios (Real et al. 1993) y aves (Ugalde-Lezama et al. 2010), que presentan valores mayores de riqueza y diversidad de especie en sitios con perturbaciones regulares. Sin embargo, en nuestro estudio la abundancia de individuos fue mayor en la vegetación primaria. Similares resultados se encontraron en fragmentos de selva tropical en Veracruz (Rodríguez-Mendoza y Pineda 2010). Este resultado puede estar asociado a la estructura de la vegetación y la cobertura de hojarasca, variables que propician un mayor número de microhábitats y sitios de reproducción para los anfibios (Dickson 1989; Urbina-Cardona et al. 2006; Dickerson 2001).

Las curvas de rango abundancia muestran diferencias en la composición y abundancia de las especies entre los tipos de vegetación. *Craugastor berkenbuschii* fue la especie dominante a lo largo del arroyo en los dos tipos de vegetación. A pesar de no depender directamente del agua para su reproducción, su abundancia suele ser mayor cerca de arroyos (Urbina-Cardona 2008). Esta dependencia puede estar relacionada con sus hábitos alimenticios, ya que las rocas y el suelo cercano a cuerpos de agua son utilizados como sitios de espera para la captura de sus presas (McCranie y Wilson 2002). Las especies *E. bivocata*, *D. chamulae* y *C. alfredi* fueron comunes en vegetación primaria. Contrario a las ranas *C. chaneque* y *P. macrotympanum*, que fueron registradas una sola vez en este tipo de vegetación. La presencia de estas especies resalta la importancia del sitio, ya que estas ranas están asociadas a arroyos de ambientes conservados, con características específicas como alto porcentaje de humedad y poca variación térmica (Acevedo y Young 2004; Muñoz-Alonso y Canseco-Márquez 2004; Aguilar-López et al. 2010; Köhler 2011). Además, estas especies se encuentran dentro de categorías de riesgo de la SEMARNAT (2010) y la IUCN (2020b), debido a la destrucción de su hábitat, radicando en ello la importancia de conservar sus ambientes.

Por su parte, en vegetación secundaria se registraron especies que son tolerantes a disturbios antropogénicos, que pueden ser consideradas generalistas y de amplia distribución como lo son *I.*

*valliceps*, *L. vaillanti* y *A. callydrias* (Aguilar-López et al. 2010; IUCN 2020a). No obstante, se registraron especies de ambientes conservados como *D. chamulae* y *E. bivocata*, (Santos-Barrera 2004; Aguilar-López et al. 2010), aunque en menor abundancia. Para este sitio se registró la presencia y un mayor número de observaciones de *Q. zoque*, una especie descrita recientemente, la cual solo se había registrado para sitios conservados. Estos hallazgos indican que este tipo de vegetación aún conserva características favorables para el resguardo de estas especies. Así mismo, las especies compartidas en ambos tipos de vegetación podría ser producto de la colindancia entre los sitios, como lo registrado en el Noroeste de Ecuador en los bosques secundarios contiguos a los bosques primarios, donde está cercanía propicia la colonización entre ambos sitios (Jongsma et al. 2014). Sin embargo, la composición y estructura entre las comunidades no es homogénea, ya que está condicionada a la presión de las actividades antropogénicas, favoreciendo a especies tolerantes a estos disturbios (Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008; Suazo-Ortuño et al. 2008).

Las variables ambientales medidas explican la variación en la composición de las especies entre las comunidades. La cobertura del dosel es un importante impulsor de la distribución de anfibios y la composición de ensamblajes (Skelly et al. 2005). Los sitios que presentan vegetación secundaria tienen una menor cobertura arbórea, lo que permite la presencia de especies generalistas, como *R. horribilis*, esta especie se ve favorecida por la entrada de radiación solar para la termorregulación y realizar actividades reproductoras y de alimentación. Similares resultados fueron descritos para otras especies de Bufonidae (Lambrinos y Kleier 2003). De igual manera, una menor cobertura arbórea impulsa una fisionomía vegetal que difiere a un área conservada, dando como resultado la disponibilidad de nuevos nichos verticales que son ocupados por otras especies, como es el caso de *A. callydrias*, la cual solo se observó en este tipo de ambiente ocupando el mismo estrato que *E. bivocata* y *D. chamulae* en vegetación primaria.

Por otro lado, la especie *C. loki* se relacionó principalmente con los sitios de vegetación primaria que presentan una gran producción de hojarasca. Similares resultados se encontraron en la comunidad de anuros en Uxpanapa, Veracruz (Aguilar-López y Pineda 2015). En la selva de Los Tuxtlas, en Veracruz, el 79% de los individuos de esta especie se encontraron sobre la hojarasca (Urbina-Cardona y Reynoso 2009). La asociación de *C. loki* con la hojarasca se debe principalmente a la estabilidad de la humedad y temperatura, lo cual es de suma importancia para las hembras gestantes de esta especie, las cuales utilizan este microhábitat para el desarrollo de su prole (Urbina-Cardona y Reynoso 2009).

## Conclusiones

De acuerdo con nuestros resultados, no se cumplió la predicción de que la vegetación con mayor grado de conservación alberga una mayor diversidad de especies de anfibios, ya que la zona riparia con vegetación secundaria fue el ecosistema que presentó la mayor riqueza y diversidad de especies; sin embargo, no sustituye a la zona que presenta vegetación primaria, la cual resguarda especies que son exclusivas y especialistas de este tipo de ambiente. En cuanto a la cobertura del dosel, nuestra predicción fue confirmada, ya que esta variable junto con la profundidad de hojarasca se correlacionó significativamente con la diversidad y composición de la comunidad de anfibios. Cabe resaltar que el sitio de estudio funge como un importante punto para la conservación de algunas especies con altos requerimientos ecológicos y distribución geográfica limitada como las cinco especies recientemente registradas para el estado de Tabasco, las cuales se distribuyen en bosques conservados y se encuentran reportadas como amenazadas (EN, CR) de acuerdo a los criterios de la IUCN, debido a la destrucción de su hábitat. Así mismo, se registra una población de *C. berkenbuschii* establecida exitosamente, siendo una especie endémica de México, la cual se encuentra dentro de la categoría de casi amenazado (NT) de acuerdo a la IUCN y sujeta a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca de doctorado otorgada al primer autor. A Luis Canseco Márquez por su valioso apoyo en la identificación de las especies. A José María Gutiérrez Suárez, Jenny del C. Estrada Montiel y José del Carmen Gerónimo Torres por su colaboración en el trabajo de campo, así como a los dos revisores anónimos por las valiosas sugerencias que enriquecieron este manuscrito.

## Referencias

- Acevedo, M., Young, B. 2004. *Ptychohyala macrotympanum*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. e.T55914A11390371. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species/55914/11390371> [Consultado 20-01-2020]
- Addinsoft 2020. *XLSTAT statistical and data analysis solution*. [Software.] Addinsoft Inc. Nueva York, Estados Unidos. Disponible en: <https://www.xlstat.com/es/>
- Aguilar López, J.L., Pineda, E. 2015. Diversidad y conservación de anfibios en Uxpanapa, Veracruz. *CONABIO. Biodiversitas* 119:12-16.
- Aguilar-López J.L., Pineda E., García-Vázquez, U. 2010. Ampliación del ámbito geográfico-altitudinal de *Duellmanohyla chamulae* (Amphibia: Hylidae) y primer registro para la anfibiafauna de Veracruz. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:579-580.
- Alejandro-Montiel, C., Galmiche-Tejeda, A., Domínguez-Domínguez M., Rincón-Ramírez, A. 2010. Cambios en la cubierta forestal del área ecoturística de la reserva Ecológica de Agua Selva, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12:605-617.
- Angulo, A., Rueda-Almonacid, J.V., Rodríguez-Mahecha, J.V., La Marca, E. 2006. *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservación Internacional. Bogotá D.C., Colombia.
- Canseco-Márquez, L., Aguilar-López J.L., Luría-Manzano, R., Pineda, E., Caviedes-Solis I.W. 2017. A new species of treefrog of the genus *Ptychohyala* (Anura: Hylidae) from southern Mexico. *Zootaxa* 4317:279-290.
- Carvajal-Cogollo, J.E., Urbina-Cardona, J.N. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1:397-416.
- Carvajal-Hernández, C.I., Silva-Mijangos, L., Kessler M., Lehner, M. 2018. Adiciones a la pteridoflora de Tabasco, México: la importancia del bosque mesófilo de montaña. *Acta Botánica Mexicana* 124:7-18.
- Challenger, A., Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*, pp. 87-108. CONABIO, Ciudad de México, México.
- Chávez-López R., Rocha-Ramírez A. 2016. *Poblaciones ecológicas: Método de estudio*. FES Iztacalá, UNAM, Ciudad de México, México.
- Colwell, R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shares species from samples. Version 9.1. [Software]. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>
- Colwell, R.K., Coddington, J.A. 1995. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions Royal Society, Biological Sciences* 345:101-118.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199:1302-1310.
- Cortés-Gómez A.M., Ruiz-Agudelo, C.A., Valencia-Aguilar, A., Ladle, R.J. 2015. Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: a review. *Universitas Scientiarum* 20(2): 229-245.
- Cruz-Flores, D.D., Martínez-Borrogo D., Fontenla J.L., Mancina, C.A. 2017. Inventarios y estimaciones de la biodiversidad. En: Mancina, C.A., Cruz, D.D. (eds). *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*, pp. 26-43. AMA, La Habana, Cuba.
- Dickerson, D.D. 2001. *Riparian habitat management for reptiles and amphibians on Corps of Engineers projects*. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg MS, Estados Unidos.
- Dickson, J.G. 1989. Streamside zones and wildlife in southern U.S. forests, Practical approaches to riparian resources management. En: Gresswell, R.G., Barton, B.A., Kershner, J. L. (eds). *Educational workshop*, pp 131-133. Bureau of Land Management, Billings, Montana, Estados Unidos.
- Duellman, W.E., Hoyt, D.L. 1961. Description of a new species of *Hyla* from Chiapas, Mexico. *Copeia*, 1961:414-417.
- Duellman, W.E. 1963. A review of the Middle American tree frogs of the genus *Ptychohyala*. *Museum of Natural History* 15 (7): 297-349.
- Duellman, W.E. 1970. *The hylid frogs of Middle America*. Museum of Natural History, University of Kansas, Lawrence, KS, Estados Unidos.
- Duellman, W.E. 2001. *The hylid frogs of Middle America. Contributions to Herpetology 18*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, NY, Estados Unidos.
- Duellman, W.E., Trueb, L. 1994. *Biology of amphibians*. JHU press.
- Feinsinger, P. 2003. *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza), Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M.A., López-Ríos, G.F. 2006. Ecología de las Zonas Ribereñas. *Revista Chapingo*, (Universidad Autónoma Chapingo), Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 12:55-69.
- INEGI 2017. *Anuario estadístico y geográfico de Tabasco*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825095123>
- IUCN 2020a. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2020-3. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org> [Consultado 22-03-2020].
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group 2020b. *Agalychnis callidryas*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*: e.T55290A3028059. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species/55290/3028059> [Consultado 14-04-2020].
- Jongsma, G.F., Hedley, R.W., Durães, R., Karubian, J. 2014. Amphibian diversity and species composition in relation to habitat type and alteration in the Mache-Chindul Reserve, Northwest Ecuador. *Herpetologica* 70(1):34-46.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 1:363-375.
- Köhler, G. 2011. *Amphibians of Central America*. Herpeton Verlag, Offenbach, Alemania.
- Lambrinos, J.G., Kleier, C.C. 2003. Thermoregulation of juvenile Andean toads (*Bufo spinulosus*) at 4300 m. *Journal of Thermal Biology* 28:15-19.
- Lee, J.C. 1996. *The Amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula*. Comstock Publishing, Ithaca, NY, Estados Unidos.
- Magurran, A.E. 1989. *Diversidad Ecológica y su medición*. Ediciones Vedral, Barcelona, España.
- McCranie, J.R. Wilson, L.D. 2002. *The amphibians of Honduras*. Ithaca, NY, Estados Unidos.
- Moreno, C.E., Halfiter, G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37:149-158.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, España.
- Muñoz-Alonso, A., Canseco-Márquez, L. 2004. *Charadrahyla chaneque*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, e.T55441A11312044. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species/55441/11312044> [Consultado 27-11-2019].
- Naiman, R.J., Fetherston, K.L., McKay, S.J., Chen J. 1998. Riparian forests. *River ecology and management: lessons from the Pacific Coastal Ecoregion* 289-323.
- Palma-López, D.J., Vázquez, N.C.J, Mata, Z.E.E., López, C.A., Morales, G.M.A., Chablé, P.R., et al. 2011. *Zonificación de Ecosistemas y Agroecosistemas Susceptibles de Recibir Pagos por Servicios Ambientales en la Chontalpa, Tabasco*. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Villahermosa, Tabasco, México.
- Pianka, E.R. 1966. Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity. *Ecology* 48:1055-59.
- Ponssa, M.L. 2004. Utilización espacial y temporal de una comunidad de anuros de Kent's Marsh (Gamboa, Panamá). *Revista Española de Herpetología* 8:5-18.
- Real, R., Vargas, J.M., Antúnez, A. 1993. Environmental influences on local amphibian diversity: the role of floods on river basins. *Biodiversity and Conservation* 2(4):376-399.
- Ríos-Rodas, L., Zenteno-Ruiz, C.E., Barragán-Vázquez, M.R, Canseco-Márquez, L., López-Luna, M.A. 2019. New anuran records for Tabasco, Mexico. *Check List* 15:1161-1166.

- Rodríguez, O.L., Banda I.H. 2016. El ecoturismo en Agua Selva, Tabasco, México: Medios de promoción. *International Journal of Scientific Management Tourism* 2:291-306.
- Rodríguez-Mendoza, C., Pineda E. 2010. Importance of riparian remnants for frogs species diversity in a highly fragmented rainforest. *Biology letters* 6:781-784.
- Rudolph, D.C., Dickson, J.G. 1990. Streamside zone width and amphibian and reptile abundance. *The Southwestern Naturalist* 35:472-476.
- Sabo, J.L., Sponseller, R., Dixon, M., Gade, K., Harms, T., Heffernan, J., Jet al. 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology* 86:56-62.
- Santos-Barrera, G. 2004. *Exerodonta bivocata*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. e.T55414A11304478. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species/55414/11304478> [Consultado 25-11-2019].
- SEMARNAT 2010. Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010. Disponible en: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5173091](https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091)
- Skelly, D.K., Halverson, M.A., Freidenburg, L.K., Urban, M.C. 2005. Canopy closure and amphibian diversity in forested wetlands. *Wetlands Ecology and Management* 13:261-268.
- Suazo-ortuño, I., Alvarado-Díaz, J., Martínez-Ramos, M. 2008. Effects of conversion of dry tropical forest to agricultural mosaic on herpetofaunal assemblages. *Conservation Biology* 2:362-374.
- Ter Braak, C.J. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:1167-1179.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J.L., Valdez-Hernández, J.I., Ramírez-Valverde, G., Velázquez-Mendoza, J., Tarángo-Arámula, L.A. 2010. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *Agrociencia* 44(2):159-169.
- Urbina Cardona, J.N., Pérez-Torres, J. 2002. Dinámica y preferencias de microhábitat en dos especies del género *Eleutherodactylus* (Anura: Lepidodactylidae) de bosque andino. En: *Memorias del Congreso Mundial de Páramos*. Gente Nueva, Bogotá, Colombia.
- Urbina-Cardona, J.N., Olivares-Pérez, M., Reynoso, V.H. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture edge interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological conservation* 132:61-75.
- Urbina-Cardona, J.N. 2008. *Craugastor berkenbuschii*. Microhabitat use. *Herpetological Review* 39:206.
- Urbina-Cardona, J.N., Reynoso, V.H. 2009. Uso de microhábitat por hembras grávidas de la rana de hojarasca *Craugastor loki* en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:571-573.
- Vasudevan, K., Kumar, A., Chellam, R. 2006. Species turnover: the case of stream amphibians of rainforest in the Western Ghats, southern India. *Biodiversity and Conservation* 15:3515-3525.
- Vázquez, G., García-Franco, J.G., Castillo, G., Escobar, F., Guillén, A., Martínez, M.L., et al. 2015. Ecosistemas ribereños: un paisaje fragmentado. CONABIO. *Biodiversitas* 119:7-11.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

**CAPÍTULO IV:**  
**USO DE MICROHÁBITAT Y DIVERSIDAD DE**  
**PRESAS CONSUMIDAS POR *CRAUGASTOR***  
***BERKENBUSCHII* (ANURA:**  
***CRAUGASTORIDAE*) EN MÉXICO**

FORMATO ÚNICO DE SOMETIMIENTO DE MANUSCRITOS A LA  
REVISTA ACTA BIOLÓGICA COLOMBIANA

---

INFORMACIÓN GENERAL DE LA PUBLICACIÓN

Fecha: 20 de abril de 2021

Idioma: español

Tipo de Artículo: Artículo de investigación.

**TÍTULO: USO DE MICROHÁBITATS Y DIVERSIDAD DE PRESAS  
CONSUMIDAS POR *Craugastor berkenbuschii* (Anura: Craugastoridae) en  
México**

**TITLE: USE OF MICROHABITATS AND DIVERSITY OF CONSUMED  
PREYS BY *Craugastor berkenbuschii* (Anura: Craugastoridae) in Mexico**

**RESUMEN**

El objetivo del estudio fue analizar el uso de microhábitat y la diversidad de presas consumidas por *Craugastor berkenbuschii* en un arroyo tropical del sureste de México. Para la toma de datos se establecieron diez transectos sobre el arroyo de 100 m de largo por 15 m de ancho, con una separación de 25 m entre ellos. Los muestreos se realizaron mensualmente de septiembre 2017 a agosto 2018, con recorridos diurnos y nocturnos. Para cada individuo observado se registró el sexo, clase etaria y microhábitat utilizado. Para identificar las presas consumidas por *C. berkenbuschii*, se realizaron lavados estomacales *in situ*. Se registraron un total de 437 individuos: 165 fueron adultos, 162 juveniles y 110 crías, con una proporción de sexos de M:H= 0,38:1. Los microhábitats

utilizados fueron roca, hojarasca, suelo, tronco, rama, hoja y raíz, de los cuales roca fue el más utilizado independientemente de la época del año y clases etarias. Se identificaron 21 órdenes de presas, 19 órdenes para hembras y 11 para machos. El índice de diversidad verdadera ( ${}^1D$ ), mostró valores similares para machos y hembras, con 9,67 y 9,08 respectivamente. El índice de distintividad taxonómica promedio ( $\Delta+$ ) determinó que las hembras consumen una mayor diversidad de presas que los machos, con 5,12 y 4,25 respectivamente. Los resultados muestran que *C. berkenbuschii* aprovecha una gran variedad de microhábitats y presas para su consumo, este tipo de estudios aporta información relevante sobre las relaciones intra e interespecíficas que pueden ayudar a comprender la dinámica de los ecosistemas ribereños.

**Palabras Clave:** anfibios, composición dietética, diversidad taxonómica, ecosistemas ribereños, endémica.

#### ABSTRACT

The objective of the study was to analyze the use of microhabitats and the diversity of prey consumed by *Craugastor berkenbuschii* in a tropical stream in southeastern Mexico. For data collection, ten transects were established over the stream, 100 m long by 15 m wide, with a separation of 25 m between them. The samplings were carried out monthly from September 2017 to August 2018, with day and night tours. For each individual observed, the sex, age class and microhabitat used were recorded. To identify the preys consumed by *C. berkenbuschii*, was used stomach-flushing technique in situ. 21 orders of prey were identified, 19 orders for females and 11 for males. The true diversity index (1D) showed similar values for males and females, with 9.67 and 9.08 respectively. The average taxonomic distinctness index ( $\Delta+$ ) determined that females consume a greater diversity of prey than males, with 5.12 and 4.25 respectively. The results show that *C. berkenbuschii* takes advantage of a great variety of microhabitats

and prey for its consumption; this type of study provides relevant information on intra and interspecific relationships that can help to understand the dynamics of riparian ecosystems.

**Keywords:** amphibians, dietary composition, taxonomic diversity, riparian ecosystems, endemic.

## INTRODUCCIÓN

*Craugastor berkenbuschii* (Peters, 1870) conocida comúnmente como rana de arroyo de Berkenbusch, es una especie endémica de México que se distribuye entre los 80 y 1900 m.s.n.m. en los estados de San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Tabasco y Oaxaca, y se encuentra protegida por la NOM 059 SEMARNAT-2010 bajo la categoría de "Protección especial" (Pr) y catalogada por la UICN en "Preocupación menor" (Güizado-Rodríguez *et al.*, 2010; IUCN, 2020). Es considerada una especie especializada de hábitats rocosos en bosques tropicales y mesófilos de montaña (Pough *et al.*, 2004), sin embargo, su termorregulación conductual hace posible encontrarla en entornos térmicamente diversos, ya que puede controlar los procesos fisiológicos sensibles a la temperatura (Güizado-Rodríguez *et al.*, 2010).

De acuerdo a las propiedades del entorno se pueden reconocer dos niveles del hábitat: el macrohábitat, el cual se refiere a características ambientales como la temperatura, humedad, precipitación, entre otras; y microhábitat, que en el caso particular de los anfibios se refiere a la cobertura vegetal, los sitios de percha y sustratos disponibles (Román-Palacios *et al.*, 2016). Los estudios del uso de microhábitats en anfibios brindan elementos importantes para el conocimiento de su ecología e historia natural (Posso-Peláez *et al.*, 2017). Dichos estudios han confirmado que el tiempo es un elemento importante en la coexistencia de una gran variedad de especies, las cuales muchas de las veces son alimento para otras (Kronfeld-Schor y Dayan, 2003). Se ha demostrado que los anfibios adultos generalmente consumen invertebrados y en algunos

casos pueden alimentarse de pequeños vertebrados, sin embargo, la composición taxonómica de las presas depende principalmente del patrón de uso de los microhábitats por parte de los depredadores. Dicha composición de las presas ha sido relacionada con el tamaño y sexo de los individuos, lo que evidencia las diferencias en el número y variedad de presas consumidas (Fonseca-Pérez *et al.*, 2017).

Existen muchos vacíos de información sobre la ecología e historia de vida de muchas de las especies de anfibios (Posso-Peláez *et al.*, 2017), como es el caso de *C. berkenbuschii*, por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar el uso de microhábitats y diversidad de presas consumidas por los adultos de *C. berkenbuschii* en un arroyo tropical en Tabasco, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El área de estudio se localiza en la sierra del municipio de Huimanguillo, al sur del estado de Tabasco (17°19' N y 93°33' W), ubicada en la región fisiográfica conocida como Montañas del norte de Chiapas. La topografía es accidentada con pendientes de 25 a 75 % y un intervalo altitudinal de 200 a 1000 m.s.n.m. (Alejandro-Montiel *et al.*, 2010). El clima predominante es cálido húmedo con lluvias todo el año (Af), con precipitación media anual de 3638 mm y temperatura media anual de 20,6 °C (Carvajal-Hernández *et al.*, 2018). En el área se encuentran dos tipos de vegetación: selva alta perennifolia y vegetación secundaria. La selva se caracteriza por presentar arboles de más de 45 m de altura como: caoba (*Swietenia macrophylla* King), ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), ceiba (*Ceiba pentandra* Gaertn), jobo (*Spondias mombin* L), zopo (*Guatteria grandiflora* Donn.Sm.) y palo mulato (*Bursera simaruba* L). En la vegetación secundaria predominan herbáceas, arbustos y árboles de entre 10 y 30 m de altura como: guarumo (*Cecropia obtusifolia* Bertol), guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), jonote (*Heliocarpus donnellsmithii* Rose),

ciruelillo (*Trichilia havanensis* Jacq) y naranjillo (*Bernardia dodecandra* (Sessé ex Cav.) Govaerts). La superficie muestreada es atravesada por un arroyo rocoso conocido como “La escalera”, el cual tiene una anchura de 5-10 m y una profundidad promedio de 50 cm, aunque se pueden presentar pozas de formación natural de más de 1 m de profundidad y cascadas permanentes o temporales (Palma-López *et al.*, 2011; Rodríguez y Banda, 2016).

**Trabajo de campo.** Se establecieron diez transectos sobre el arroyo de 100 m de largo por 15 m de ancho, con una separación de 25 m entre ellos. Se realizaron muestreos mensuales de septiembre 2017 a agosto 2018, con recorridos de 09:00 a 15:00 h y de 18:00 a 00:00 h, obteniendo un esfuerzo de muestreo de 1320 h/hombre (Altamirano *et al.*, 2016). Enero fue el único mes donde no se realizó trabajo de campo debido a condiciones meteorológicas desfavorables, lo cual impedía el acceso al sitio de estudio. Para cada individuo observado se registró el sexo, clase etaria, microhábitat utilizado y época del año (seca, lluvia y norte). El sexo se determinó mediante las excrecencias nupciales presentes en los machos y el tamaño del tímpano, el cual en el caso de los machos equivale al 80 % con relación al diámetro del ojo, mientras que en las hembras es del 40 %. Las clases etarias se determinaron con la longitud hocico-cloaca (LCH): crías < 20 mm, juveniles de 21 a 37 mm y adultos de 38 a 83 mm (Campbell y Savage, 2000; Lynch, 2000). Como microhábitat se registraron los sustratos en los cuales fueron observados los individuos durante el estudio.

Para identificar las presas consumidas por los adultos de *C. berkenbuschii*, se realizaron lavados estomacales *in situ* mediante la técnica descrita por Legler y Sullivan (1979) y modificada por Solé (2005) y Mahan y Johnson (2007). Para esto se utilizaron jeringas de 3 y 5 ml según el tamaño del individuo; a las cuales se les adaptó una cánula intravenosa semiflexible, para acceder hasta el estómago. El agua para los lavados se

tomó del arroyo donde se capturaron las ranas. Una vez terminado los lavados estomacales los individuos fueron liberados en el sitio de captura; posteriormente, se desinfectó el material con una solución de hipoclorito con el fin de evitar la propagación de enfermedades infecciosas. Los contenidos estomacales obtenidos fueron etiquetados y almacenados en frascos con alcohol etílico al 70 % para su posterior determinación. La identificación de las presas fue determinada hasta el nivel de orden, con la ayuda de las claves taxonómicas de Triplehorn y Johnson (2005).

**Análisis de datos.** La proporción de sexos de *C. berkenbuschii* se determinó al dividir el número de machos entre el número de hembras (Morláns, 2004). Las diferencias estadísticas en el uso de microhábitats se determinaron con la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, donde se utilizó como factor de respuesta la abundancia y como variable independiente los microhábitats, esto con ayuda del programa estadístico Statgraphics Centurion 18 versión 18.1.13. La diversidad de presas consumidas se calculó a través del índice de diversidad verdadera o números de Hill de orden 1 ( ${}^1D$ ), en el cual todas las especies son consideradas en el valor de diversidad, ponderadas proporcionalmente según su abundancia. La distintividad taxonómica de las presas consumidas por machos y hembras se comparó a través de los siguientes niveles taxonómicos: reino, filo, subfilo, clase, subclase y orden; con los cuales se calculó el índice de distintividad taxonómica promedio ( $\Delta^+$ ), el cual mide el grado de la relación taxonómica neta de una comunidad independientemente del número de muestras (Warwick y Clarke, 1995). La frecuencia de ocurrencia de presas consumidas entre machos y hembras se compararon con las curvas de rango-abundancia (Feinsinger, 2003; Magurran, 1998) y se evaluó la similitud a través del índice de Sorensen (Moreno, 2001). Finalmente, la completitud de las presas consumidas se determinó a través del estimador no paramétrico Bootstrap (Moreno, 2001).

## RESULTADOS

Durante el tiempo de muestreo se registraron un total de 437 individuos, de los cuales 165 fueron individuos adultos, 162 juveniles y 110 crías, con una proporción de sexo sesgada a favor de las hembras (M [122]:H [315]= 0,38:1).

**Uso de microhábitats.** En la temporada de seca, se identificaron para las crías un total de seis microhábitats utilizados: roca, hojarasca, suelo, tronco, hoja y raíz, donde los sustratos roca y hojarasca presentaron diferencias estadísticamente significativas con los sustratos tronco, hoja y raíz (KW= 15,48; p= 0,008); para los juveniles se identificaron un total de cinco microhábitats: roca, hojarasca, suelo, tronco y hoja, donde el sustrato roca presentó diferencias con los sustratos tronco y hoja (KW= 10,21; p= 0,036); para los adultos se identificaron un total de siete microhábitats: roca, hojarasca, suelo, tronco, rama, hoja y raíz, donde el sustrato roca presentó diferencias con los sustratos rama, hoja y raíz (KW= 19,605; p= 0,003) (Fig. 1a).

En la temporada de lluvia, se identificaron para las crías un total de tres microhábitats: roca, hojarasca y hoja, entre los cuales no se presentaron diferencias (KW= 0,033; p= 0,983); para los juveniles se identificaron un total de siete microhábitats: roca, hojarasca, suelo, tronco, rama, hoja y raíz, donde al igual que las crías no presentaron diferencias (KW= 8,478; p= 0,205); para los adultos se registraron los mismos microhábitats utilizados por los juveniles, encontrando diferencias significativas entre el sustrato roca con respecto a los sustratos rama y hoja (KW= 19,184; p= 0,003) (Fig. 1b).

En la temporada de norte, se identificaron para las crías un total de tres microhábitats: roca, hojarasca y suelo, entre los cuales no se presentaron diferencias (KW= 2,246; p= 0,325); en el caso de los juveniles y adultos se registraron cuatro microhábitats: roca, hojarasca, suelo y rama, donde al igual que en las crías no se presentan diferencias

(juveniles: KW= 3,187; p= 0,363; adultos: KW= 5,315; p= 0,150) (Fig. 1c).

**Diversidad de presas.** Se realizaron 79 lavados estomacales, de los cuales 67 fueron positivos, 12 para machos y 55 para hembras, con un total de 21 órdenes de presas consumidas; de estos, 19 órdenes de presas fueron identificadas para hembras y 11 para machos (Tabla 1). De acuerdo al índice de diversidad verdadera ( $^1D$ ), la diversidad de presas consumidas fue similar para machos y hembras, con valores de 9,67 y 9,08 respectivamente. Sin embargo, según el índice de distintividad taxonómica promedio ( $\Delta+$ ), la mayor diversidad taxonómica de presas la obtuvieron las hembras con 5,12 y la menor los machos con 4,25 (Fig. 2). El análisis de similitud de presas consumidas mostró un valor de 0,53, al compartir 9 órdenes de presas. Las curvas de rango-abundancia muestran que la composición y abundancia de las presas consumidas por *C. berkenbuschii* presentan patrones diferentes entre los machos y hembras. Para los machos, las presas dominantes pertenecieron a los órdenes Orthoptera y Opiliones, seguidas de Araneae, Decapoda y Diptera como presas abundantes. Para las hembras, la presa dominante correspondió a Hymenoptera, seguida de Orthoptera, Coleoptera, Opiliones y Aranea como presas abundantes. Para ambos sexos se registraron órdenes con un solo registro, en el caso de los machos fueron cuatro y para hembras nueve (Fig.3). El estimador Bootstrap calculó para los machos una riqueza de órdenes consumidas de 13,10 y para las hembras 22,70 con una completitud de presas del 83,97 % y 83,70 respectivamente.

## DISCUSIÓN

La proporción de sexos sesgada a favor de las hembras de *C. berkenbuschii* estuvo relacionada con la facilidad de localizar a un mayor número de hembras que de machos, debido a la diferencia en el tamaño corporal, ya que las hembras son aproximadamente 45 % más grandes que los machos (Campbell y Savage, 2000). Este resultado difiere

para la mayoría de los estudios realizados en anuros, en los cuales hay un sesgo a favor de los machos atribuido a un efecto de muestreo, en el que las vocalizaciones emitidas sirven de guía para ubicarlos y capturarlos con mayor frecuencia (Martínez-Coronel y Pérez-Gutiérrez, 2011; Ortega-Andrade *et al.*, 2011), lo que no ocurre con *C. berkenbuschii*, debido a que los machos no emiten vocalizaciones como la mayoría de los anuros.

Las características del área evaluada permiten que nuestra especie de estudio sea abundante, ya que a menudo se encuentra asociada a la presencia de arroyos con afloramientos rocosos y pendientes pronunciadas (IUCN, 2000; Savage, 1975). Esta a pesar de ser una especie terrestre con desarrollo directo, depende de un gran número de microhábitats húmedos para sobrevivir (Savage, 1975), lo cual fue confirmado por nuestros resultados. El microhábitat con mayor número de registros en nuestro estudio fue roca, lo que coincide con lo reportado por Campbell y Savage (2000) y Savage (1975) para otras poblaciones de *C. berkenbuschii* y lo descrito por diversos autores para otras especies del grupo ruguloso (Pineda y Rodríguez-Mendoza, 2010; Zumbado-Ulate *et al.*, 2011; Ryan *et al.*, 2008). Sin embargo, el uso de microhábitat por parte de los anfibios está condicionado por sus requerimientos tróficos y ecofisiológicos (Green, 2003), los cuales podrían estar relacionados con la edad de los individuos, como lo observado en nuestros resultados durante las épocas del año y dentro de las diferentes clase etarias. Savage (1975) menciona que las crías del género *Craugastor* son abundantes en la época de seca y se encuentran principalmente en roca y hojarasca, esta última es utilizada como refugio contra sus depredadores, que al mismo tiempo les suministra alimento y regula la temperatura y humedad, variables que influyen en la dinámica depredador-presa en la hojarasca y que evita la desecación de la piel en las ranas (Duellman y Trueb 1994; Vitt y Caldwell, 2013; Oliveira *et al.*, 2013; Walton,

2013; Cruz-Elizalde *et al.*, 2016).

En nuestro estudio *C. berkenbuschii* mostró un bajo porcentaje de individuos sin contenidos estomacales (15,2 %), en comparación con los valores reportados para sus congéneres: *C. raniformis* Boulenger, 18961 con 47,6 % (Blanco-Torres *et al.*, 2015), *C. lineatus* Brocchi, 1879 con 28,9 % (Martínez-Coronel y Pérez-Gutiérrez, 2011) y *C. alfredi* Boulenger, 1898 con 27,2 % (Luría-Manzano y Ramírez-Bautista, 2017), pero similar a lo registrado para *C. rodophis* Cope, 1867, el cual fue de 14,3 % (Luría-Manzano *et al.*, 2019). En cuanto a las presas consumidas *C. berkenbuschii* registró un valor alto de diversidad (M: 9,67; H: 9,08), comparado con lo descrito por Martínez-Coronel y Pérez-Gutiérrez (2011) para *C. lineatus* y por Blanco-Torres *et al.* (2015) para *C. raniformis* con 2,3 y 6,8 respectivamente. Estos hallazgos en la dieta de *C. berkenbuschii*, sugieren que la especie utiliza una estrategia de forrajeo de acecho (sit-and-wait), la cual está basada en una dieta oportunista, que consiste en consumir un menor número de presas de mayor tamaño (Vidal y Labra, 2008).

La similitud de presas consumidas entre machos y hembras fue baja con respecto a otros estudios realizados para anfibios (Crnobrnja-Isailovic *et al.*, 2012; Rodrigues y dos Santos-Costa, 2014; Luría-Manzano *et al.*, 2019). Lo anterior, puede ser atribuido a las diferencias entre el número de muestras. Sin embargo, dicha disimilitud entre las presas consumidas por machos y hembras fue corroborado por el índice de distintividad taxonómica promedio, el cual atribuye un mayor valor de diversidad a las hembras. La incorporación de nuevas métricas de diversidad, como lo es la distintividad taxonómica promedio puede ayudar a entender aún mejor la historia natural de estos organismos, sin depender de las restricciones del tamaño de muestra.

Las presas consumidas por *C. berkenbuschii* fueron en su mayoría himenópteros, ortópteros, coleópteros y arácnidos. Estos grupos de artrópodos son comunes dentro de

la dieta del género *Craugastor* (Martínez-Coronel y Pérez-Gutiérrez, 2011; Blanco-Torres *et al.*, 2015; Luría-Manzano y Ramírez-Bautista, 2017; Luría-Manzano *et al.*, 2019) y en otras ranas de hojarasca como *Ischnocnema henselii* Peters, 1870 (Dietl *et al.*, 2019), *Haddadus binotatus* Spix, 1824 (Coco *et al.*, 2014) y *Pristimantis labiosus* Lynch, Ruíz-Carranza y Ardila-Robayo, 1994 (Gutiérrez-Cárdenas *et al.*, 2016), además de ser reconocidas como presas con alto contenido proteico para ranas de talla grande (Anderson y Smith, 1998; Dietl *et al.*, 2009; Klaion *et al.*, 2011). No obstante, las presas consumidas con mayor frecuencia por las hembras fueron himenópteros, donde los más abundantes dentro de este grupo fueron los formícidos. De acuerdo con Lima (1998), los formícidos son insectos considerados presas de talla mediana, por lo que los adultos suelen consumir un alto volumen para compensar sus exigencias alimenticias (Almeida-Gomes *et al.*, 2007). Si bien, muchas de las presas consumidas por *C. berkenbuschii* han sido documentadas como alimento para otras especies de anfibios, los órdenes Pullmonata, Scolopendromorpha, Uropigý, Blattodea y Squamata son por primera vez reportadas como presas para el género *Craugastor*.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que *C. berkenbuschii* utiliza una gran variedad de microhábitats asociados a los arroyos, sin embargo, el sustrato roca fue el más utilizado independientemente de la época del año y las clases etarias. La gran variedad de presas consumidas, el bajo número de individuos sin contenido estomacal y la alta abundancia de *C. berkenbuschii*, sugiere que esta especie desempeña un papel importante en la dinámica de las poblaciones de invertebrados e incluso de pequeños vertebrados asociados a los ecosistemas ribereños. Por lo anterior, se recomienda continuar con los estudios sobre la biología y ecología de *C. berkenbuschii* que aporten información sobre

las relaciones intra e interespecíficas para conservar y mantener la dinámica de uno de los ecosistemas más importantes del planeta, como lo es el ribereño.

### AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca recibida durante el doctorado. A Diana C. Rivera Ramos, Débora Olvera y William Hernández por su ayuda en el trabajo de campo, a los Dres. José del C. Gerónimo-Torres y Samuel Oporto-Peregrino por su apoyo en los análisis estadísticos.

### REFERENCIAS

Alejandro-Montiel C, Galmiche-Tejeda A, Domínguez-Domínguez M, Rincón-Ramírez

A. Cambios en la cubierta forestal del área ecoturística de la reserva Ecológica de Agua Selva, México. *Trop Subtrop Agroecosystems*. 2010;12:605-617.

Almeida-Gomes M, Van Sluys M, Duarte Rocha CF. Ecological observations on the leaf-litter frog *Adenomera marmorata* in an Atlantic rainforest area of southeastern Brazil. *Herpetol J*. 2007;17(2):81-85.

Altamirano ATA, Soriano SM, López JF. Ecología de anfibios y reptiles: Métodos y técnicas para su estudio. Editorial FES-Iztacala, UNAM; 2016. 100 p.

Anderson JT, Smith LM. Protein and energy production in playas: implications for migratory bird management. *Wetlands*. 1998;18(3):437-446.

Blanco-Torres A, Duré M, Bonilla MA. Dieta de *Craugastor raniformis* Boulenger (Anura: Craugastoridae) en un área con bosque seco tropical del norte de Colombia. *Acta Zool Mex*. 2015;31(2):331-332.

Campbell JA, Savage JM. Taxonomic reconsideration of Middle American frogs of the

- Eleutherodactylus rugulosus* group (Anura: Leptodactylidae): a reconnaissance of subtle nuances among frogs. Herpetol. Monogr. 2000;186-292.
- Carvajal-Hernández, CI, Silva-Mijangos L, Kessler M, Lehner M. Adiciones a la pteridoflora de Tabasco, México: la importancia del bosque mesófilo de montaña. Acta Bot Mex. 2018;124:7-18. Doi: <https://doi.org/10.21829/abm124.2018.1300>.
- Coco L, Borges-Junior VN, Fusinato LA, Kiefer MC, Oliveira JC, Araujo PG, *et al.* Feeding habits of the leaf litter frog *Haddadus binotatus* (Anura, Craugastoridae) from two Atlantic Forest areas in southeastern Brazil. An Acad Bras Cienc. 2014;86(1):239-249.
- Crnobrnja-Isailović J, Čurčić S, Stojadinović D, Tomašević-Kolarov N, Aleksić I, Tomanović Ž. Diet composition and food preferences in adult common toads (*Bufo bufo*) (Amphibia: Anura: Bufonidae). J Herpetol. 2012;46(4):562-567. Doi: <https://doi.org/10.1670/10-264>.
- Cruz-Elizalde R, Berriozabal-Islas C, Hernández-Salinas U, Martínez-Morales MA, Ramírez-Bautista A. Amphibian species richness and diversity in a modified tropical environment of central Mexico. Trop Ecol. 2016;57(3):407-417.
- Dietl J, Engels W, Sole M. Diet and feeding behaviour of the leaf-litter frog *Ischnocnema henselii* (Anura: Brachycephalidae) in Araucaria rain forests on the Serra Geral of Rio Grande do Sul, Brazil. J Nat Hist. 2009;43(23-24):1473-1483. Doi: <https://doi.org/10.1080/00222930902898709>
- Duellman WE, Trueb L. Biology of amphibians. JHU Press; 1994. 670 p.
- Feinsinger P. El Diseño de Estudios de Campo Para la Conservación de la Biodiversidad. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia; 2003. 242 p.
- Fonseca-Pérez KA, Molina C, Tárano Z. Diet of *Dendropsophus microcephalus* and

- Scarthyla vigilans* (Anura: Hylidae) at a locality in north-western Venezuela with notes on microhabitat occupation. *Pap Avulsos Zool.* 2017;57(7):93-104. Doi: <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.07>
- Green DM. The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biol Conserv.* 2003;111(3):331-343. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00302-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00302-6)
- Güizado-Rodríguez MA, García-Vázquez UO, Aguilar-López JL. Thermoregulation of *Craugastor berkenbuschii* (Peters, 1870). *Herpetol Bull.* 2010;112:5.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. *Craugastor berkenbuschii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T56458A53963452. Doi: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T56458A53963452.en>
- Klaion T, Almeida-Gomes M, Tavares LE, Rocha C F, Sluys MV. Diet and nematode infection in *Proceratophrys boiei* (Anura: Cycloramphidae) from two Atlantic rainforest remnants in Southeastern Brazil. *An Acad Bras Cienc.* 2011;83(4):1303-1312. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652011000400017>
- Kronfeld-Schor N, Dayan T. Partitioning of time as an ecological resource. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2003;34:153-181.
- Legler JM, Sullivan LJ. The application of stomach-flushing to lizards and anurans. *Herpetologica.* 1979;107-110.
- Lima AP. The effects of size on the diets of six sympatric species of postmetamorphic litter anurans in Central Amazonia. *J Herpetol.* 1998;392-399. Doi: <https://doi.org/10.2307/1565453>

Luría-Manzano R, Oropeza-Sánchez MT, Aguilar-López JL, Díaz-García JM, Pineda E.

Dieta de la rana de hojarasca *Craugastor rhodopis* (Anura: Craugastoridae): una especie abundante en la región montañosa del este de México. Rev Biol Trop. 2019;67(1):196-205. Doi: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i1.33135>

Luría-Manzano R, Ramírez-Bautista A. Diet comparison between rainforest and cave populations of *Craugastor alfredi* (Anura: Craugastoridae): does diet vary in contrasting habitats? J Nat Hist. 2017;51(39-40):2345-2354. Doi: <https://doi.org/10.1080/00222933.2017.1366573>

Lynch JD. The relationships of an ensemble of Guatemalan and Mexican frogs (Eleutherodactylus: Leptodactylidae: Amphibia). Acad Colomb Ci Exact. 2000;24(90):129-157.

Magurran A. Ecological Biodiversity and its Measurement. Princeton University Press, New York. USA; 1998. 179 p.

Mahan RD, Johnson, JR. Diet of the gray treefrog (*Hyla versicolor*) in relation to foraging site location. J Herpetol. 2007;41(1):16-23.

Martínez-Coronel M, Pérez-Gutiérrez M. Composición de la dieta de *Craugastor lineatus* (Anura: Craugastoridae) de Chiapas, México. Acta Zool Mex. 2011;27(2): 215-230.

Moreno C. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis-SEA. Cooperación Iberoamericana CYTED; 2001. 83 p.

Morlans M C. Introducción a la ecología de poblaciones. Área Ecología. Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca; 2004. 16 p.

- Oliveira JC, Pralon E, Coco L, Pagotto RV, Rocha CFD. Environmental humidity and leaf-litter depth affecting ecological parameters of a leaf-litter frog community in an Atlantic Rainforest area. *J Nat Hist.* 2013; 47(31-32): 2115-2124. Doi: <https://doi.org/10.1080/00222933.2013.769641>
- Ortega-Andrade HM, Tobar-Suárez C, Arellano, M. Tamaño poblacional, uso del hábitat y relaciones interespecíficas de *Agalychnis spurrelli* (Anura: Hylidae) en un bosque húmedo tropical remanente del noroccidente de Ecuador. *Pap Avulsos Zool.* 2011; 51(1):01-19.
- Palma-López DJ, Vázquez NCJ, Mata ZEE, López CA, Morales GMA, Chablé PR, *et al.* Zonificación de Ecosistemas y Agroecosistemas Susceptibles de Recibir Pagos por Servicios Ambientales en la Chontalpa, Tabasco. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Villahermosa, Tabasco, México; 2011. 164p.
- Pineda E, Rodríguez-Mendoza CA. Distribución y abundancia de *Craugastor vulcani*: una especie de rana en riesgo de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Rev Mex Biodivers.* 2010;81(1):133-141. Doi: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.001.193>
- Posso-Peláez C, Blanco-Torres A, Gutiérrez-Moreno LC. Uso de microhábitats, actividad diaria y dieta de *Dendrobates truncatus* (Cope, 1861) (Anura: Dendrobatidae) en bosque seco tropical del norte de Colombia. *Acta Zool Mex.* 2017;33(3):490-502
- Pough FH, Andrews RM, Cadle JE, Crump ML, Savitzky AL, Wells KD. *Herpetology*. Third Edition, New York, Prentice Hall; 2004. 726 p.
- Rodríguez OL, Banda IH. El ecoturismo en Agua Selva, Tabasco, México: Medios de promoción. *Int J Tour Manag.* 2016;2, 291-306.

- Rodrigues, LC, Santos-Costa MC D. Trophic ecology of *Physalaemus ephippifer* (Anura, Leptodactylidae) in eastern Amazonia. J Herpetol. 2014; 48(4):532-536.  
Doi: <https://doi.org/10.1670/13-142>
- Román-Palacios C, Fernández-Garzón S, Hernández M, Ishida-Castañeda J, Gallo-Franco J. J, Bolívar-García W, *et al.* Uso de microhábitat por anuros en un fragmento de bosque seco intervenido del Magdalena medio, Guarinocito, Caldas. Bol. Cient. Mus Hist Nat. 2016;20:181-196.
- Ryan MJ, Lips KR, Eichholz MW. Decline and extirpation of an endangered Panamanian stream frog population (*Craugastor punctariolus*) due to an outbreak of chytridiomycosis. Biol Conserv. 2008;141(6):1636-1647. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.014>
- Savage JM. Systematics and distribution of the Mexican and Central American stream frogs related to *Eleutherodactylus rugulosus*. Copeia; 254-306.
- Solé M, Beckmann O, Pelz B, Kwet A, Engels W. Stomach-flushing for diet analysis in anurans: an improved protocol evaluated in a case study in Araucaria forests, southern Brazil. Stud Neotrop Fauna E. 2005;40(1):23-28.
- Triplehorn CA, Johnson NF. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7 ed. Brooks/Cole Cengage Learning. E.U.A.; 2005. 864 p.
- Vidal MA, Labra A. Dieta de anfibios y reptiles. En Vidal MA, Labra A, editores. Herpetología de Chile. Science Verlag, Santiago, Chile; 2008.p. 453-482.
- Vitt LJ, Caldwell, JP. Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. Academic press; 2013. 776 p.
- Walton BM. Top-down regulation of litter invertebrates by a terrestrial salamander. Herpetologica. 2013; 69(2):127-146.

Warwick RM, Clarke KR. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Mar Ecol Prog.* 1995;129:301-305.

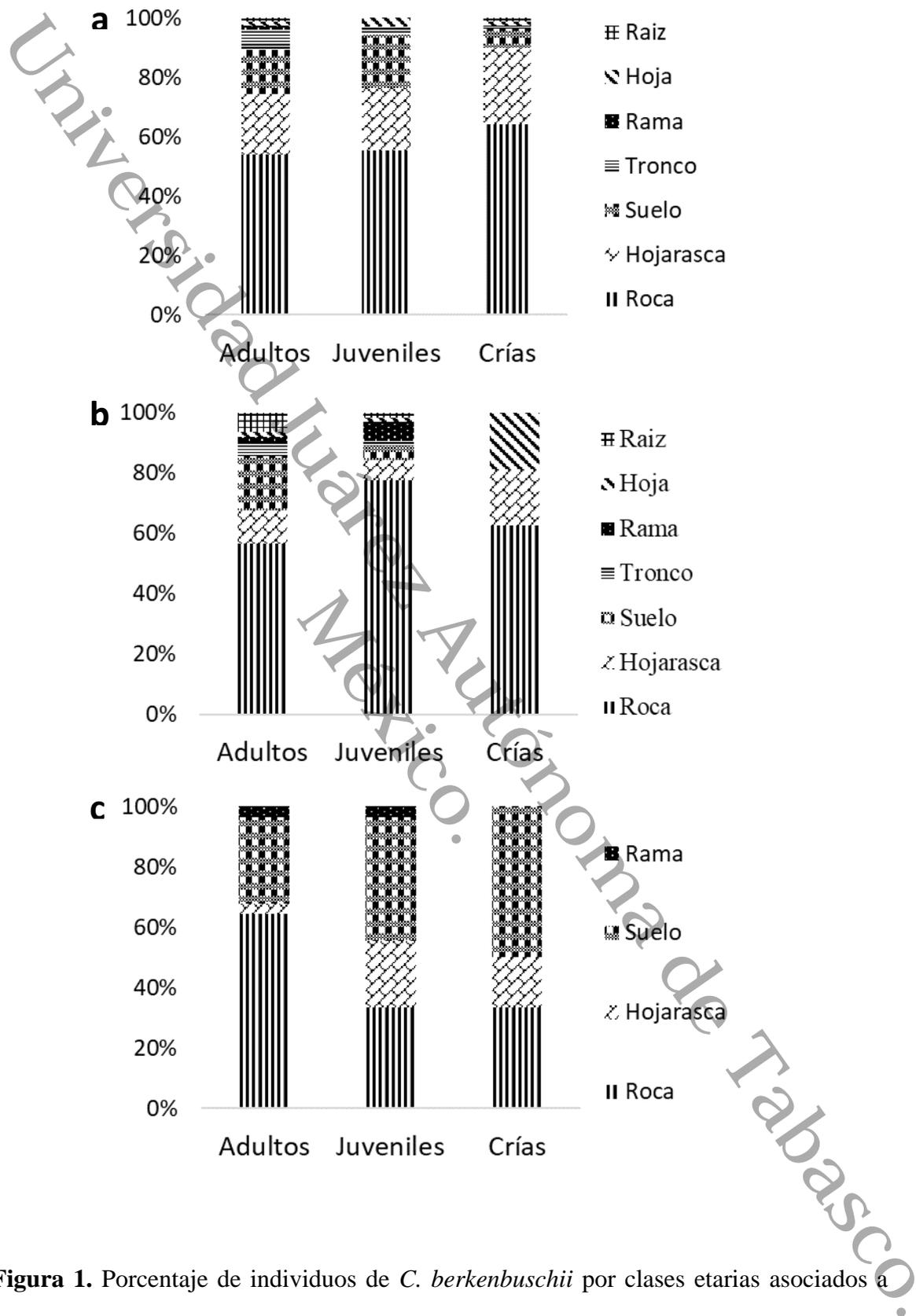
Zumbado-Ulate H, Bolanos F, Willink B, Soley-Guardia F. Population status and natural history notes on the critically endangered stream dwelling frog *Craugastor ranoides* (Craugastoridae) in a Costa Rican tropical dry forest. *Herpetol Conserv Biol.* 2011;6(3), 455-464.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

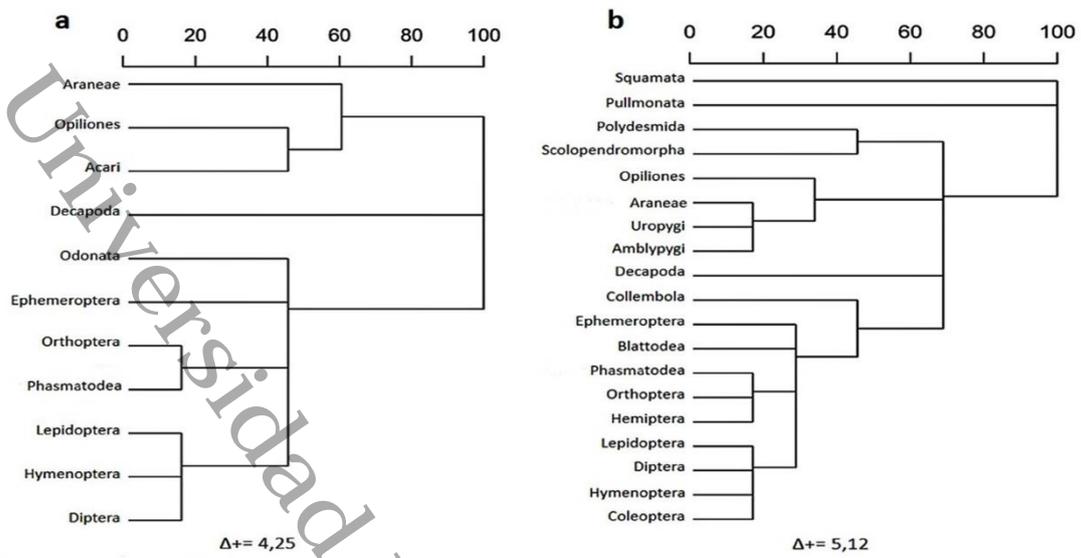
## TABLAS Y FIGURAS

**Tabla 1.** Presas consumidas por hembras y machos adultos de *C. berkenbuschii*

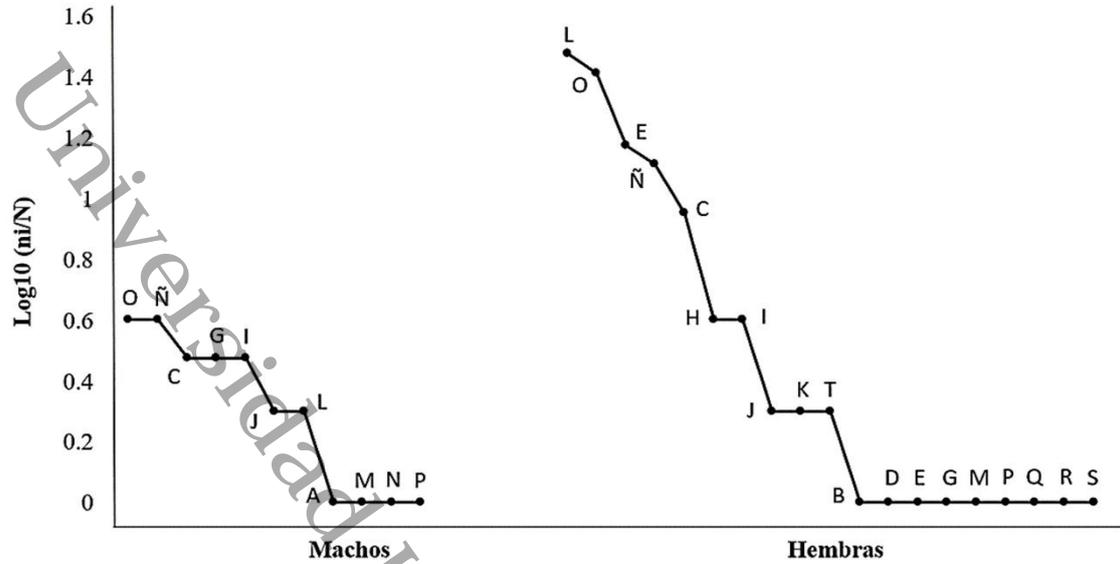
	Hembras	Machos
Filum Arthropoda		
Clase Arachnida		
Orden Acari	0	1
Orden Araneae	9	3
Orden Opiliones	13	4
Orden Amblypygi	1	0
Orden Uropygi	2	0
Clase Chilopoda		
Orden Scolopendromorpha	1	0
Clase Diplopoda		
Orden Polydesmida	4	0
Clase Entognatha		
Orden Collembola	1	0
Clase Insecta		
Orden Diptera	4	3
Orden Ephemeroptera	2	2
Orden Hymenoptera	30	2
Orden Lepidoptera	1	1
Orden Odonata	0	1
Orden Orthoptera	26	4
Orden Phasmatodea	1	1
Orden Blattodea	1	0
Orden Coleoptera	15	0
Orden Hemiptera	2	0
Clase Malacostraca		
Orden Decapoda	1	3
Filum Chordata		
Clase Sauropsida		
Orden Squamata	1	0
Filum Mollusca		
Clase Gastropoda		
Orden Pullmonata	1	0



**Figura 1.** Porcentaje de individuos de *C. berkenbuschii* por clases etarias asociados a los microhábitats utilizados en épocas del año. a) secas, b) lluvias y c) norte.



**Figura 2.** Distintividad taxonómica promedio de presas consumidas por *C. berkenbuschii*. a) machos, b) hembras.



**Figura 3.** Curvas de rango-abundancia de las presas consumidas por machos y hembras de *C. berkenbuschii*. Acari (A), B (Amplipigy), Araneae (C), Blattodea (D), Coleoptera (E), Collembola (F), Decapoda (G), Polydesmida (H), Díptera (I), Ephemeroptera (J), Hemiptera (K), Hymenoptera (L), Lepidoptera (M), Odonata (N), Opiliones (Ñ), Orthoptera (O), Phasmatodea (P), Pullmonata (Q), Scolopendromorpha (R), Squamata (S), Uropygi (T).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## **CAPÍTULO V**

## DISCUSIÓN GENERAL

El estado de Tabasco se caracteriza por presentar una gran variedad de ecosistemas, entre los que destacan las selvas tropicales, donde se pueden encontrar inmersas zonas ribereñas (Magaña, 2010). Las zonas ribereñas son ambientes que a menudo concentran una alta biodiversidad y son consideradas sitios de refugio de especies poco comunes y amenazadas, las cuales requieren condiciones especializadas para su sobrevivencia (Vázquez *et al.*, 2015). A pesar del papel que desempeñan en el resguardo de la biodiversidad, estos ecosistemas han sido poco estudiados en México, por lo que se desconoce gran parte de la diversidad de especies presentes, entre ellos los anfibios.

La zona ribereña utilizada como sitio de estudio se caracteriza por presentar vegetación primaria (selva tropical perennifolia) y secundaria (Alejandro Montiel *et al.*, 2010, Palma-López *et al.*, 2011; Rodríguez y Banda 2016.) La riqueza de anfibios registrada en este sitio fue de 18 especies, lo que representa el 50% de las especies de anuros reportadas para el estado de Tabasco. La alta riqueza en nuestro estudio contrasta con lo registrado por Barragán-Vázquez (2007), Ríos-Rodas (2009), Torrez-Pérez (2009) y Miranda-Pecero, (2014) en ecosistemas sin presencia de cuerpos de agua permanentes. Sin embargo, nuestro resultado es similar a lo reportado por Torrez-Pérez (2017) en la Sierra el Madrigal, en donde se incluyeron como áreas de estudio sitios terrestres cercanos a arroyos, registrando una riqueza de 19 especies (Torrez-Pérez, 2017).

De las especies registradas en nuestro estudio, cinco son endémicas para México (*Craugastor berkenbuschii*, *Charadrahyla chaneque*, *Duellmanohyla chamulae*, *Exerodonta bivocata* y *Quilticohyla zoque*) y siete presentan una distribución restringida para los estados de Oaxaca, Veracruz y Chiapas (*C. alfredi*, *C. berkenbuschii*, *C. chaneque*, *D. chamulae*, *E. bivocata*, *Ptychohyla macrotympanum* y *Q. zoque*). Además

de acuerdo a la IUCN, cinco especies se encuentran en categorías de riesgo (*C. alfredi*, *C. chaneque*, *D. chamulae*, *Eleuterodactylus leprus* y *P. macrotympanum*,) y dos se encuentran en el apéndice II de la CITES (*Hyalinobatrachium fleischmanni* y *Agalychnis callidryas*).

Es importante mencionar que en este estudio se reportaron cinco nuevos registros de hílidos para el estado de Tabasco: *C. chaneque*, *D. chamulae*, *E. bivocata*, *Q. zoque* y *P. macrotympanum*, incrementado el número de 31 a 36 especies de anfibios (Ríos-Rodas *et al.*, 2019). Estos hílidos semiacuáticos habitan exclusivamente en zonas ribereñas, puesto que estas áreas les proporcionan condiciones adecuadas de temperatura, humedad, sitios de reproducción y alimentación. Debido a estos requerimientos específicos, solo habían sido reportadas en zonas conservadas de bosques tropicales y de niebla, en los estados de Oaxaca, Veracruz y Chiapas (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002; Muñoz-Alonso y Canseco-Márquez 2004; Santos-Barrera, 2004; Aguilar-López *et al.*, 2010; Canseco-Márquez y Ramírez-González 2015; Canseco-Márquez *et al.*, 2017). Tres de las cinco especies reportadas con ampliación de distribución presentaron una alta abundancia en el lugar de estudio, en comparación con otras zonas donde fueron reportadas (*D. chamulae*, *E. bivocata* y *Q. zoque*).

Uno de los resultados más relevantes en nuestra investigación, indica que la vegetación secundaria presenta los valores más altos de riqueza y diversidad, en comparación con la selva. Esta condición puede ser atribuida a dos variables: la presencia de arroyos y el grado de transformación del hábitat. De acuerdo con Riemann *et al.* (2015), la presencia de arroyos es un elemento clave para la alta riqueza de especies, independientemente del estado de perturbación del sitio. Sin embargo, para que esta riqueza se presente, es necesario que las transformaciones en el hábitat sean de nivel intermedio, lo que

favorecerá a una mayor diversidad de microhábitats que pueden ser explotados por un mayor número de especies (Connel, 1978).

El 53% de las especies registradas en vegetación secundaria fueron generalista. No obstante, dentro de este tipo de vegetación se registró una alta abundancia de *Q. zoque*, una especie recientemente descrita y la cual, solo se había registrado en vegetación primaria. Otras especies con requerimientos especialistas que se encontraron en este tipo de vegetación fueron *E. bivocata* y *D. chamulae*, pero con pocos individuos. Si bien, la vegetación secundaria es importante en el mantenimiento de la riqueza y diversidad de anfibios, estas áreas no sustituyen a la vegetación primaria, las cuales resguardan especies exclusivas (Riemann *et al.*, 2015). En nuestro caso, se registraron tres especies exclusivas para selva, las cuales se encuentran dentro de categorías de riesgo a nivel nacional e internacional (SEMARNAT, 2010; IUCN, 2020).

Al relacionar las variables ambientales y del hábitat con nuestros datos, se concluyó que estas juegan un papel clave en la composición de las especies. En nuestro estudio, las variables más importantes que influyeron en la composición de las comunidades fueron la cobertura del dosel y la hojarasca. Estas variables a menudo están relacionadas con la disponibilidad y la calidad de los sitios de reproducción, la regulación del clima, la variedad de recursos alimenticios y de espacio (Skelli *et al.*, 2005; Urbina-Cardona *et al.*, 2006; Rodríguez y Pineda 2010). Así mismo, en los sitios donde se presentó una menor cobertura del dosel se registraron especies con alimentación generalista como *Incillius valliceps*, *Lithobates vaillanti* y *Rhinella horribilis*, las cuales pueden tolerar una mayor cantidad de radiación solar (Lambrinos y Kleier 2003). En contraste, en los sitios donde se registró mayor cobertura del dosel, se encontró una importante cantidad de hojarasca, lo que favorece la presencia de ranas del género *Craugastor* (Dickerson,

2001; Aguilar-López y Pineda 2015). En este caso, *C. loki* se relacionó significativamente con la profundidad de la hojarasca, característica del hábitat indispensable para la especie, debido a que es utilizada como sitio de refugio, de caza, reproducción y resguardo de su progenie (Urbina-Cardona y Reynoso 2009; Aguilar-López y Pineda 2015).

La especie más abundante en nuestro estudio fue *C. berkenbuschii*, una de las particularidades de esta población fue la alta abundancia de hembras registradas con respecto a los machos, lo cual, no es común en estudios de anfibios. Esta situación, es atribuida a un efecto de muestreo, ya que los machos no emiten el característico canto de apareamiento, por lo cual, es más difícil ubicarlos (Campbell y Savage, 2000; Savage (1975). *Craugastor berkenbuschii*, utilizó una gran variedad de microhábitats asociados a los arroyos (roca, hojarasca, suelo, troncos, ramas, hojas y raíces). Sin embargo, analizando los microhábitats por clases etarias, se obtuvo que para crías, juveniles y adultos el microhábitat más utilizado fue roca; lo que concuerdan con lo reportado por Campbell y Savage (2000) y Savage (1975) para otras poblaciones de *C. berkenbuschii*, y lo descrito por diversos autores para otras especies del grupo ruguloso (Ryan *et al.*, 2008; Pineda y Rodríguez-Mendoza, 2010; Zumbado-Ulate *et al.*, 2011). En cuanto a la dieta, se identificó que *C. berkenbuschii*, consume una alta diversidad de presas con respecto a otras especies de su grupo (Martínez-Coronel y Pérez-Gutiérrez, 2011; Blanco-Torres *et al.*, 2015; Luría-Manzano y Ramírez-Bautista, 2017; Luría-Manzano *et al.*, 2019). Las hembras consumieron más variedad de presas que los machos, lo cual fue corroborado con el índice de distintividad taxonómica promedio ( $\Delta^+$ ). Los órdenes Pullmonata, Scolopendromorpha, Uropigy, Blattodea y Squamata se registraron por primera vez como presas consumidas por el género *Craugastor*.

## CONCLUSIÓN

El presente estudio corrobora la importancia de las zonas ribereñas en el mantenimiento y resguardo de la biodiversidad. La vegetación secundaria en esta zona concentra un importante número de especies, similar a la vegetación primaria, pero con diferente composición, dejando en claro la necesidad de continuar con los estudios ecológicos de especies asociadas a estos tipos de ecosistemas, que puedan proporcionar un panorama más claro de las interacciones de las comunidades de anfibios con variables ambientales. Así mismo, los estudios de las poblaciones de anfibios asociadas a estos ecosistemas aportan información más específica de las especies, ayudando a entender mejor su historia de vida. Sin embargo, es necesario integrar en estudios posteriores algunas relaciones interespecíficas como la competencia y depredación, e involucrar dentro de nuestro análisis un mayor número de variables estructurales y ambientales que nos den un panorama más detallado de las relaciones e interacciones de la comunidad.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar-López, J. L., Pineda, E., García-Vázquez, U. (2010) Ampliación del ámbito geográfico–altitudinal de *Duellmanohyla chamulae* (Amphibia: Hylidae) y primer registro para la anfibiafauna de Veracruz. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 579–580.
- Alejandro-Montiel, C., Galmiche-Tejeda, Á., Domínguez-Domínguez, M., Rincón-Ramírez, A. (2010). Cambios en la cubierta forestal del área ecoturística de la Reserva Ecológica de Agua Selva, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(3), 605-617.
- Barragán-Vázquez, M. del R. (2007). *Análisis ecológico de la comunidad de anfibios y reptiles de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco, México*. Tesis de Maestría. Tabasco, México: División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Blanco-Torres, A., Duré, M., Bonilla, M. A. (2015). Dieta de *Craugastor raniformis* Boulenger (Anura: Craugastoridae) en un área con bosque seco tropical del norte de Colombia. *Acta zoológica mexicana*, 31(2), 331-332.
- Campbell, J. A., Savage, J. M. (2000). Taxonomic reconsideration of Middle American frogs of the *Eleutherodactylus rugulosus* group (Anura: Leptodactylidae): a reconnaissance of subtle nuances among frogs. *Herpetological Monographs*, 186-292.
- Canseco-Márquez, L., Aguilar-López, J. L., Luría-Manzano, R., Pineda E., Caviedes-Solís, I. W. (2017) A new species of treefrog of the genus *Ptychohyla* (Anura: Hylidae) from southern Mexico. *Zootaxa*, 4317 (2): 279–290.
- Connell, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199,1302-1310.
- Dickerson, D. D. (2001). *Riparian habitat management for reptiles and amphibians on Corps of Engineers projects*. Army Engineer Waterways Experiment Station Vicksburg Ms.
- IUCN 2020. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Recuperado el 22 de marzo de 2020. <https://www.iucnredlist.org>.
- Lambrinos, J. G., Kleier, C. (2003). Thermoregulation of juvenile Andean toads (*Bufo*

*spinulosus*) at 4300 m. *Journal of Thermal Biology*, 28(1), 15-19.

Luría-Manzano, R., Oropeza-Sánchez, M. T., Aguilar-López, J. L., Díaz-García, J. M., Pineda, E. (2019). Dieta de la rana de hojarasca *Craugastor rhodopis* (Anura: Craugastoridae): una especie abundante en la región montañosa del este de México. *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 196-205.

Luría-Manzano, R., Ramírez-Bautista, A. (2017). Diet comparison between rainforest and cave populations of *Craugastor alfredi* (Anura: Craugastoridae): does diet vary in contrasting habitats? *Journal of Natural History*, 51(39-40), 2345-2354.

Magaña-Alejandro, M. A. (2010). Vegetación y flora del municipio de Paraíso. *Villahermosa, Tabasco: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*.

Martínez-Coronel, M., Pérez-Gutiérrez, M. (2011). Diet composition of *Craugastor lineatus* (Anura: Craugastoridae) of Chiapas, Mexico. *Acta zoológica mexicana*, 27(2), 215-230.

Miranda Pecero, O. E. (2014). *Evaluación de la composición y estructura de la comunidad de anfibios y reptiles en dos agrosistemas en el Cerro del Coconá, Teapa, Tabasco* (Licenciatura). Tesis: Licenciatura. Tabasco, México: División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Palma-López, D. J., Vázquez, N. C. J., Mata, Z. E. E., López, C. A., Morales, G. M. A., Chable, P. R. ... Palma-Cancino, D. Y. (2011). Zonificación de ecosistemas y agroecosistemas susceptibles de recibir pagos por servicios ambientales en la Chontalpa, Tabasco. *Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Villahermosa, Tabasco, México*.

Ramírez-Bautista A, Arizmendi-Arriaga, M. C. (2002) Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Recuperado el 27 de marzo de 2019.

Riemann, J. C., Ndriantsoa, S. H., Raminosa, N. R., Rödel, M. O., Glos, J. (2015). The value of forest fragments for maintaining amphibian diversity in Madagascar. *Biological Conservation*, 191, 707-715.

Ríos-Rodas, L. (2009). *Diversidad alfa y beta de anfibios en dos áreas con diferente grado de*

*conservación en Tacotalpa, Tabasco*. Tesis: Licenciatura. Tabasco, México: División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Rodríguez, L. O., Banda, H. I. (2016). El ecoturismo en agua selva Tabasco, México: medios de promoción. *International journal of scientific management and tourism*, 2(3), 291-306.

Rodríguez-Mendoza C., Pineda, E. (2010). Importance of riparian remnants for frog species diversity in a highly fragmented rainforest. *Biology letters*, 6(6), 781–784.

Ryan, M. J., Lips, K. R., Eichholz, M. W. (2008). Decline and extirpation of an endangered Panamanian stream frog population (*Craugastor punctariolus*) due to an outbreak of chytridiomycosis. *Biological Conservation*, 141(6), 1636-1647.

Santos-Barrera, G. (2004) *Exerodonta bivocata*. The IUCN Red List of threatened species. Recuperado 09 de abril de 2019. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2004.rlts.t55414a11304478.en>

Santos-Barrera, G., Muñoz-Alonso, A. (2004). *Duellmanohyla chamulae*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado 20 de mayo de 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T55307A11287549.en>

Savage, J. M. (1975). Systematics and distribution of the Mexican and Central American stream frogs related to *Eleutherodactylus rugulosus*. *Copei*, 254-306.

SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010. <https://dof.gob.mx/notadetallepopup.php?codigo=5173091>

Skelly, D. K., Halverson, M. A., Freidenburg, L. K., Urban, M. C. (2005). Canopy closure and amphibian diversity in forested wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, 13(3), 261-268.

Torrez-Pérez, M. A. (2009). *La comunidad de Anuros del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco*. Tesis de Licenciatura en Biología. Tabasco, México: División

Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Torrez-Pérez, M. A. (2017). *Uso de microhábitat y diversidad de los anfibios y reptiles en la Sierra El Madrigal, Tabasco*. Tesis de Maestría. Tabasco, México: División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Urbina-Cardona, J. N., Olivares-Pérez, M., Reynoso, V. H. (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture–edge–interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological conservation*, 132(1), 61-75.

Vázquez, G., García-Franco, J. G., Castillo, G., Escobar, F., Guillén, A., Martínez, M. L., Galindo, J. (2015). Ecosistemas ribereños: un paisaje fragmentado. *Biodiversitas*, 119, 7-11.

Zumbado-Ulate, H., Bolanos, F., Willink, B., Soley-Guardia, F. (2011). Population status and natural history notes on the critically endangered stream dwelling frog *Craugastor ranoides* (Craugastoridae) in a Costa Rican tropical dry forest. *Herpetological Conservation and Biology*, 6(3), 455-464.