



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

SELECCIÓN DE SITIOS DE OVIPOSICIÓN DE  
*Agalychnis dacnicolor* Y *Smilisca baudinii* (ANURA:  
HYLIDAE) DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO  
EN CHAMELA, JALISCO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGIA.

P R E S E N T A:

MARICRUZ JUAREZ MARTINEZ.



FES  
ZARAGOZA

DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ANDRÉS GARCÍA AGUAYO.

2017

CD.MX.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
P R E S E N T E.**

Comunico a usted que la alumna **JUAREZ MARTINEZ MARICRUZ**, con número de cuenta **307232313**, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día **26 de septiembre de 2017** a las **09:00 hrs.**, para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

**PRESIDENTE** Dr. MANUEL FERIA ORTIZ

**VOCAL** Dr. ANDRÉS GARCÍA AGUAYO\*

**SECRETARIO** Dr. ISAÍAS HAZARMABETH SALGADO UGARTE

**SUPLENTE** M. en C. NICTE RAMÍREZ PRIEGO

**SUPLENTE** M en C. URI OMAR GARCÍA VÁZQUEZ

El título de la tesis que presenta es: **Selección de sitios de oviposición de *Agalychnis dacnicolor* y *Smilisca baudinii* (Anura:Hylidae) del bosque tropical caducifolio en Chamela, Jalisco.**

Opción de titulación: Tesis

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
Ciudad de México, a 15 de junio de 2017

**DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NÚÑEZ**  
**DIRECTOR**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
**ZARAGOZA**  
**DIRECCIÓN**

RECIBÍ  
OFICINA DE EXÁMENES  
PROFESIONALES Y DE GRADO

VO. BO.  
M. en C. ARMANDO CERVANTES SANDOVAL  
JEFE DE CARRERA

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme abrigado bajo su manto durante tantos años, gracias por todas esas experiencias, enseñanzas y todas las oportunidades que esta institución me brindo, así como todos los amigos que conocí a lo largo de mi estancia en esta casa de estudios.

A mi director de tesis el Dr. Andrés García Aguayo por toda la confianza y apoyo brindado durante este proyecto, por haberme permitido formar parte de su equipo de trabajo y conocer nuevas personas y nuevas formas de trabajo, así como nuevos sitios y dejarme ser partícipe dentro de su laboratorio.

A mi familia, a mis padres por el apoyo en cada una de mis locuras y ocurrencias, sin sus enseñanzas no sería la persona que soy el día de hoy, a mi hermano porque siempre ha estado ahí conmigo siendo mi compañero de aventuras y travesuras, los amo.

A la Estación de Biología Chamela, a todo su personal y por los datos proporcionados para la realización de esta tesis. A mis compañeros en Chamela: Giovanna, Anahí, Gabriel y Yarel que al final nos volvimos familia, siempre cantando o bailando en los muestreos y motivándonos para que “las pozas tuvieran agua”.

A la Dra. Ruth Tejada por todas las enseñanzas durante las grabaciones nocturnas, por el cafecito de la tarde, por todas las aportaciones durante mis crisis de escritura, pero sobre todo gracias por la amistad y apoyo que me ha brindado.

Al Dr. Christian Montes por las tardes de asesoría en el Instituto de Biología.

Al Dr. Isaías Salgado Ugarte por aceptar ser mi asesor interno de la Facultad, así como sus comentarios, sugerencias y por la facilidad de acudir a él.

A todos mis profesores y amigos de la carrera que durante la misma me han proporcionado las herramientas necesarias para ejercer esta profesión tan hermosa que es la biología, en verdad les agradezco desde lo más profundo de mi corazón. En especial a la Mtra. Nigte Ramírez que me ayudo a darme cuenta de cuan hermosa es esta carrera y no desistir de ella.

*A Mamá; para atrás ni para agarrar aviada,*

*A Papá; me ganaste, pero ya te alcancé,*

*A Mao; ya te veré en las mismas,*

*A Paco y Pipo; nos vemos pronto.*

*“Únicamente si aprendemos a ver el valor de la naturaleza en si misma, la naturaleza permitirá que los humanos estemos mucho tiempo más. Debemos aprender a querer y cuidar la naturaleza, si queremos impedir destruirnos a nosotros mismos. Nuestra acción más importante es cuidar la naturaleza”. Richard Freiherr Von Weizsäcker*

# CONTENIDO

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	3
INTRODUCCIÓN .....	5
Área de estudio. ....	9
Características Generales del Orden <i>Anura</i> .....	11
Características Generales de Familia <i>Hylidae</i> .....	13
Características Generales de las Especies del Estudio. ....	15
HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....	19
OBJETIVOS .....	20
MÉTODO .....	21
RESULTADOS .....	24
Patrones meteorológicos registrados durante el muestreo.....	24
Caracterización ambiental de las pozas seleccionadas. ....	26
Distribución, abundancia absoluta y aspectos reproductivos de <i>A. dacnicolor</i> y <i>S. baudinii</i> , para los diferentes sitios de muestreo. ....	28
Distribución y abundancia absoluta de oviposiciones de <i>A. dacnicolor</i> y <i>S. baudinii</i> en las pozas seleccionadas .....	31
Selección de sitio de percha de oviposición de <i>A. dacnicolor</i> y <i>S. baudinii</i> . ....	33

Relación entre oviposiciones y sitios de puesta en <i>S. baudinii</i> .....	34
Relación entre oviposiciones y sitios de puesta en <i>A. dacnicolor</i> .....	36
DISCUSIÓN .....	38
CONCLUSIÓN.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	44

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Tabla 1. Principales estrategias de reproducción de la familia <i>Hylidae</i> . Modificado de Haddad y Prado (2005). .....	14
Tabla 2. Clasificación promedio de la precipitación acumulada durante las semanas de muestreo: 80.00 mm para la clasificación alta (A), 40.00 mm para la clasificación media (M) y 0.1 mm para la clasificación baja (B). .....	25
Tabla 3. Caracterización de las 20 pozas temporales seleccionadas durante el muestreo según sus dimensiones(cm), Hidroperíodo promedio(HDP) y sustrato (R=Roca, H=hoja, A=Arena). .....	26
Tabla 4. Estructura de la vegetación de las 20 pozas temporales seleccionadas, en los sitios de muestreo. ....	27
Tabla 5. Resultados del método de extracción para los datos de <i>S. baudinii</i> ..	34
Tabla 6. Varianza total explicada. ....	34
Tabla 7. Matriz de componentes <i>S. baudinii</i> . ....	35
Tabla 8. Matriz de componentes <i>A. dacnicolor</i> . ....	36
Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Chamela- Cuixmala, (RBCh-C), municipio de la Huerta, Jalisco, México. ....	9
Figura 2. Ejemplares adultos de <i>A. dacnicolor</i> (a) y oviposición de <i>A. dacnicolor</i> (b). ....	16



Figura 3. Ejemplar adulto de <i>S. baudinii</i> en reposo (a), ejemplar adulto de <i>S. baudinii</i> durante vocalizaciones reproductivas (b) y oviposición de <i>S. baudinii</i> (c).....	18
Figura 4. Distribución de los 5 transectos realizados durante el muestreo dentro de la Estación Biológica Chamela EBCh.....	22
Figura 5. Temperatura, Humedad y Precipitación durante el periodo de muestreo en la EBCh .....	25
Figura 6. Abundancia absoluta de individuos especies por sitio. ....	28
Figura 7. Abundancia de individuos de <i>S. baudinii</i> , en relación de sitio, precipitación y semana de muestreo.....	29
Figura 8. Abundancia de individuos de <i>A. dacnicolor</i> , en relación de sitio, precipitación y semana de muestreo.....	29
Figura 9. Uso de percha de ambas especies. ....	30
Figura 10. Actividad reproductiva por especie. ....	30
Figura 11. Abundancia de oviposiciones de <i>A. dacnicolor</i> , en relación de sitio, precipitación y semana de muestreo.....	31
Figura 12. Abundancia de oviposiciones de <i>S. baudinii</i> , en relación de sitio, precipitación y semana de muestreo.....	32
Figura 13. Abundancia de oviposiciones por sitio. ....	32
Figura 14. Familia de plantas asociadas a los sitios de oviposición para <i>A. dacnicolor</i> .....	33

## RESUMEN

En la actualidad México se posiciona en el quinto lugar a nivel mundial de la diversidad de anfibios, el bosque tropical caducifolio (BTC) se caracteriza por una marcada estacionalidad, lo que permite que alrededor del 30% de las especies de anfibios se encuentren asociadas a este ecosistema.

Con el propósito de contribuir al conocimiento biológico de este grupo analizamos la distribución espacio temporal y algunos aspectos reproductivos de *Agalychnis dacnicolor* y *Smilisca baudinii*. Durante la época de lluvias, con especial interés en las actividades reproductivas de ambas especies y definir si la selección del sitio de oviposición depende o no de la coincidencia de las dos especies en el área de reproductiva. Para este estudio, se realizó un muestreo aleatorio simple en arroyos estacionales que ya habían sido monitoreados para otros estudios de anfibios dentro de las instalaciones de la Estación de Biología Chamela (EBCh) del IB-UNAM en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (RBCh-C), se registraron datos ambientales y reproductivos de estas dos especies en las 20 pozas de reproducción monitoreadas, el muestreo se dividió en: nocturnos para medir los hábitos en los adultos y diurnos para describir las características de las oviposiciones.

Todos los datos registrados se utilizaron para describir los sitios y la abundancia de cada especie durante la época de reproducción, así mismo, se determinó los sitios de mayor presencia de oviposiciones y las características ambientales durante la presencia de oviposiciones; para determinar su relación con

la presencia o ausencia de estas en cada sitio. En total se obtuvieron 132 ejemplares adultos y 37 oviposiciones de ambas especies.

Durante el muestreo se pudo observar una sucesión de especies con diferente estrategia reproductiva, al inicio del periodo de lluvias se presentó en mayor abundancia estas dos especies de anfibios, sin embargo, a mediados del muestreo se pudo apreciar una importante disminución de estos ejemplares y el aumento de otras especies de menor tamaño, indicando que en estas especies existe una repartición de recursos.

En cuanto a las oviposiciones *S. baudinii* es una especie que no se ven influenciadas por las características ambientales de las pozas ni por el tamaño de estas. En cambio, *A. dacnicolor* mostraron tener una respuesta significativa al tamaño de la poza y a las características ambientales del sitio de oviposición.

En conclusión, aunque la selección de sitio de oviposición de estas dos especies no depende de la coincidencia de estas, en el área reproductiva, se podrían ver influenciadas por las características ambientales de las pozas de reproducción que comparten como adultos.

**PALABRAS CLAVE:** Anfibios, Ranas, Reproducción, Oviposición, Bosque Tropical Caducifolio, RBCH, Chamela.

## **ABSTRACT**

Mexico is now ranked fifth in the world of amphibian diversity, dry tropical forest is characterized by a marked seasonality, allowing about 30% of amphibian species to be associated with this ecosystem.

In order to contribute to the biological knowledge of this group we analyzed the spatial distribution and some reproductive aspects of *Agalychnis dacnicolor* and *Smilisca baudinii*. During the rain season, with special interest in the reproductive activities of both species and to determine if the selection of oviposition site depends or not on the coincidence of the two species in this area of reproduction. For this study, why make a simple random sampling was carried out on seasonal streams that had previously been monitored for other amphibian studies within the facilities of the Chamela Biological Station (EBCh), IB-UNAM in the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve (RBCh-C). Recording environmental and reproductive data of these two species in the 20 breeding pools monitored, the sampling was divided into: nocturnal to measure the habits in the adults and diurnal to describe the characteristics of the oviposition.

All recorded data were used to describe the sites and abundance of each species during the breeding season, as well as, the sites of greater presence of oviposition and environmental characteristics during the presence of oviposition, to determine the relationship of these factors with the presence or absence in each site, having a total of 132 adult specimens of both species and 37 oviposition's of the two species.

During sampling it was possible to observe a succession of species with different reproductive strategies; at the beginning of the rainy season, these two amphibian species were more abundant; however, during the mid - sampling period, an important decrease of these specimens was observed. Increase of other smaller species, indicating that in these species there is a distribution of resources.

As for oviposition's, it was found that in the case of *S. baudinii* is a species that is not influenced by the environmental characteristics or size of the well of the oviposition site. In contrast, *A. dacnicolor* showed to have a significant response to the size of the well and to the environmental characteristics of the oviposition site.

In conclusion, although the selection of oviposition site of these two species does not depend on the coincidence of these in the reproductive area, they could be influenced by the environmental characteristics of the reproduction pools that they share as adults.

**Key words:** Amphibians, Frogs, Reproduction, Oviposition, Dry tropical forest, RBCH, Chamela.

## INTRODUCCIÓN

La diversidad de especies de anfibios y reptiles en México constituye uno de los elementos más importantes de la fauna de vertebrados del país (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006; García *et al.*, 2013). En el mundo se conocen 7,635 especies de anfibios (Frost, 2017), de los cuales 376 (5% del total mundial) se registran en México, ubicando a este país en el quinto lugar mundial en riqueza de especies de este grupo (Parra-Olea *et al.*, 2014) por lo que contribuye a la megadiversidad del país. Sin embargo, México no solo es reconocido por su gran riqueza de especies, sino además por su elevado endemismo a nivel de especies ya que es del 67% (252 especies) solo se distribuyen en este país (Parra-Olea *et al.*, 2014).

Se considera que en la actualidad las especies de anfibios enfrentan severos problemas de conservación (Wake y Vredenburg, 2008), ya que su tasa de extinción supera a la de otros vertebrados (Collins y Storfer, 2003; Young *et al.*, 2004) especialmente en los últimos cien años (Ceballos *et al.*, 2015). Entre los factores antropogénicos causantes del declive de anfibios se encuentran: la destrucción, modificación y sobreexplotación del hábitat, introducción de especies exóticas, el efecto del cambio climático y global, además de las enfermedades infecciosas emergentes (Collins y Storfer, 2003; Mazzoni *et al.*, 2003; Lips *et al.*, 2008). El análisis llevado a cabo por la IUCN, determinó que la principal causa para la disminución de las poblaciones de anfibios mexicanos era sin duda la deforestación y transformación de la vegetación (Santos-Barrera y García, 2006), aunque hace falta hacer más estudios, con el objetivo de tener la información necesaria para calificar el grado de amenaza que tienen muchas especies de

anfibios en México (Frías- Álvarez *et al.*, 2010). Así, en la actualidad se estima, que del total de anfibios en México 212 especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo, lo cual, equivale al 60% de la diversidad total nacional, 94 son de preocupación menor (27%), mientras las otras 45 (13%), no se tiene suficiente información para asignarlas a una categoría (Santos-Barrera y García, 2006).

Los anfibios (Clase: Amphibia) son tetrápodos que pasan su vida entre el agua y la tierra, su piel desnuda tiene numerosas glándulas, cuyas secreciones ayudan a protegerla, manteniéndola húmeda cuando se encuentran fuera del agua, además de la secreción de sustancias pegajosas útiles en el apareamiento o tóxicas que amedrentan a sus depredadores. Hay especies con desarrollo embrionario directo (no existe desarrollo larvario, los individuos nacen como pequeños adultos) e indirecto (en las que existe una fase larvaria que sufre metamorfosis). La mayoría de las especies son insectívoras, de actividades diurnas o nocturnas, terrestres o arborícolas. Su respiración puede ser branquial (solo en larvas y especies neoténicas), cutánea, pulmonar y bucofaringea. La Subclase *Lissamphibia* incluye a los anfibios modernos o actuales y que se clasifican en 3 órdenes: Anura (ranas y sapos), *Caudata* (salamandras y tritones) y *Gymnophiona* (cecilias) (Halliday y Adler, 2007; Vitt y Caldwell, 2013).

El estado de Jalisco cuenta con el 4.07% de la superficie nacional, hasta la fecha se han registrado 46 de anfibios (12% del total nacional), de los cuales el 76.2% son endémicos del país, el 43.5% se encuentran en alguna categoría de riesgo y el 20.1% es de importancia económica en México (NOM-059-SEMARNAT, 2010; IUCN, 2010) (Chávez-Ávila *et al.*, 2015). En el caso específico de Chamela,

se encuentra al suroeste de la costa del estado de Jalisco, donde se han registrado 19 especies de las cuales el 52% son endémicas de México (García y Ceballos, 1994), recientemente se están estudiando aspectos autoecológicos y a nivel de comunidad (García y Cabrera-Reyes, 2008; Suazo-Ortuño *et al.*, 2011). La reproducción en los anfibios es uno de los aspectos más conspicuos de su biología, a tal punto, que muchas especies sólo se pueden observar durante su época reproductiva (Wells, 2007).

Si bien existe un trabajo que explora los patrones de actividad reproductiva de las especies de anuros de desarrollo indirecto en Chamela, en el que se describen los diferentes ensambles de anuros en diversas pozas de reproducción (Ford y Scott, 2006), no existe en la actualidad estudios publicados, que describan con detalle los factores ambientales, que determinan los patrones espacio-temporales de la actividad reproductiva y distribución de las oviposiciones de las especies de anuros en Chamela o de otras comunidades de ecosistemas similares. Este tipo de información es crucial para comprender y predecir las respuestas de este grupo de especies ante cambios en el clima, ciclo de lluvias y en la estructura de la vegetación, que los ecosistemas están experimentando.

El bosque tropical seco o bosque tropical caducifolio (BTC) del Pacífico Mexicano es uno de los ecosistemas más amenazados en México, que actualmente experimenta una tasa anual de deforestación del 2%, por lo que, de continuar esta tendencia en las próximas décadas, se estima que estas selvas tendrán sólo un adecuado estado de conservación en menos del 20% de su distribución original (Trejo y Dirzo, 2000). Son precisamente estas selvas las que albergan un tercio de



la riqueza y endemismos de vertebrados de México en general (Ceballos y García, 1995) y de anfibios en particular, para las cuales se han predicho efectos negativos importantes de la deforestación y del cambio climático, en especial para las especies endémicas y microendémicas de esta región (García, 2006; García *et al.*, 2013).

La estacionalidad ambiental, afecta la estructura de las comunidades ecológicas, a través de los cambios temporales en la disponibilidad de los recursos como: espacio, alimento, temperatura, agua y fotoperíodo. Las especies animales deben sincronizar aspectos básicos de su biología y ecología como son: la reproducción, el crecimiento, la actividad diaria y anual, la distribución espacial, entre otros ante las variaciones estacionales (García y Cabrera-Reyes, 2008).

En la región de Chamela, la vegetación secundaria, está reemplazando aceleradamente a los bosques tropicales maduros, debido al sostenido incremento de la demanda de tierras agrícolas, por el aumento de la población humana. Por ello, resulta esencial evaluar el potencial de la vegetación secundaria para mantener especies asociadas a los bosques maduros, en especial en el caso de grupos de animales amenazados, como anfibios y reptiles (Suazo-Ortuño *et al.*, 2015), así como, de las variables que determinan los patrones de reproducción de estas especies.

## Área de estudio.

La región de Chamela-Cuixmala, se ubica al noroeste de la planicie costera suroccidental, que comprende desde San Blas, en Nayarit hasta Acapulco, en Guerrero, se sitúa en la subprovincia sierras de la costa de Jalisco y Colima, de la provincia Sierra Madre del Sur (Rzedowski, 2006). Es una región predominantemente montañosa, y su relieve está dominado por lomeríos y algunas planicies aluviales, que se presentan especialmente cerca de la desembocadura de arroyos y ríos. Las elevaciones montañosas, representan el 85% de la región y las planicies el 15% restante (Ceballos *et al.*, 1999). La región Chamela-Cuixmala, forma parte del municipio de La Huerta, Jalisco, localizado aproximadamente a 120 kilómetros al norte de Manzanillo, Colima y 200 kilómetros al sur de Puerto Vallarta, Jalisco (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Chamela- Cuixmala, (RBCh-C), municipio de la Huerta, Jalisco, México.

El clima de Chamela es tropical, cálido subhúmedo, con lluvias en verano Aw (García, 1964.). La sequía se presenta de noviembre a junio, algunas veces interrumpida por lluvias ligeras o fuertes en diciembre o enero. El promedio de días con lluvia es de 56, con más o menos 5 lluvias fuertes al año (precipitaciones mayores a 80 mm). La precipitación promedio entre 2004- 2014 fue de 994.37, con un total de 1215.39 mm (2011) en el año más lluvioso y 396.43 mm (2005) en el más seco. La temperatura promedio anual es de 26.5°C y la máxima promedio es de 37.8°C (lbiologia.unam.mx, 2017).

El área se localiza entre las coordenadas extremas de 19°37' - 19°59' de latitud Norte y 100°94' - 105°06' de longitud Oeste. La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (RBCh-C) ocupa un área de 13,142 hectáreas (Ceballos *et al.*, 2010), la cual se ubica dentro de la Región Terrestre Prioritaria No. 63, "Chamela-Cabo Corrientes" que tiene una superficie aproximada de 249,000 hectáreas (Arriaga *et al.*, 2000). La Estación de Biología Chamela (EBCh), IB-UNAM forma parte de la RBCH-C y contribuye con 3,319 hectáreas a esta reserva. El paisaje dentro de la RBCH-C está dominado por BTC cubriendo los pequeños lomeríos entre los cuales se desarrolla el Bosque Tropical Subcaducifolio (BTS) cubriendo las cañadas y arroyos. La EBCh usa parte de esta área para realizar estudios en distintos campos de la biología, los cuales se consideran sumamente importantes en el conocimiento de este tipo de comunidad y se espera que aporten valiosa información para su mejor uso en el futuro, su conservación y plantear estrategias para lograr la recuperación de las áreas perturbadas (lbiologia.unam.mx, 2017).

### **Características Generales del Orden *Anura*.**

Este orden, compuesto por 6,723 especies (Frost, 2017), se encuentran ampliamente distribuidas en todos los continentes, en la mayoría de las islas continentales, zonas áridas o frío templadas (con excepción de la Antártida) y su mayor diversidad corresponde a sitios húmedos tropicales, donde habitan aproximadamente la mitad de todas las especies conocidas (Vitt y Caldwell, 2013). Es el más abundante y diversificado de los anfibios vivientes. Las especies de este grupo se encuentran en hábitats acuáticos, terrestres, fosoriales y arborícolas, en prácticamente todos los continentes (Heyer *et al.*, 2001; Halliday y Adler, 2007).

Los organismos de este grupo presentan una longitud hocico-cloaca de 10 a más de 300 mm. Las extremidades posteriores son largas, el tronco corto y no exhiben cola con excepción de los machos de la especie *Ascaphus truei* (Heyer *et al.*, 2001; Halliday y Adler, 2007; Vitt y Caldwell, 2013). Los huesos calcáneo y astrágalo, se han alargado añadiendo un segmento más a las extremidades posteriores. En la región sacra, las vértebras caudales se han fusionado formando el urostilo y junto con el ilion, conforman una estructura muy resistente al momento del salto (Halliday y Adler, 2007). Los anuros pueden presentar diferencias morfológicas dependiendo de su forma de vida. En México, por ejemplo, los anuros semiacuáticos del género *Lithobates* tienen la cabeza puntiaguda, cuerpo hidrodinámico y extremidades posteriores muy largas con dígitos largos y palmeados. Los anuros que pasan la mayoría del tiempo fuera del agua y que son arborícolas, como las especies del género *Agalychnis* exhiben cuerpo plano y extremidades posteriores más largas con puntas de los dígitos extendidas; o bien,

los anuros de los géneros *Rhinophrynus*, *Scaphiopus* y *Spea* que viven en climas áridos o muy estacionales, son cavadores pequeños, presentan hocicos curvos, cabezas anchas, cuerpos globulares y extremidades cortas y robustas con dígitos no palmeados (Halliday y Adler, 2007).

Uno de los aspectos más interesantes de los anuros, es tal vez la gran diversidad de estrategias reproductivas que han evolucionado dentro de este taxón, y su exitosa habilidad para explotar diversos ambientes. Los principales componentes que caracterizan una estrategia reproductiva son: los factores endógenos o exógenos, que controlan los ciclos gaméticos (ej. temperatura, humedad, disponibilidad de agua); la fecundidad, que incluye el número y tamaño de los huevos, la frecuencia de oviposición y la proporción de hembras reproductivas; edad a la cual ocurre la primera reproducción y ciclo reproductivo; esfuerzo reproductivo (incluido el cuidado parental); la duración del desarrollo, cuya fracción más importante corresponde al desarrollo larvario; y las restricciones ambientales (Duellman y Trueb 1986).

Es posible reconocer cuarenta estrategias reproductivas diferentes, de las cuales treinta se han descrito en la región Neotropical (Duellman y Trueb 1986, Hödl 1990, Haddad y Prado 2005). En general, se acepta que el modo reproductivo ancestral de los anuros es acuático, ya que dentro de este ambiente ocurre el amplexo, la mayoría de los anuros presentan fertilización externa de los huevos y una fase larval de vida libre. La amplia variedad de estrategias de reproducción de los anfibios puede ser simplificadas en dos grupos principales: a) huevos

depositados en ambientes acuáticos (ej. *Bufo spinulosus*), y b) huevos depositados en ambientes terrestres (ej. *Batrachyla*).

El ciclo de vida de los anfibios es muy complejo y depende de la combinación de los hábitats terrestres y acuáticos (Ficetola *et al.*, 2011). Se ha visto que la cantidad de energía absorbida por un anfibio terrestre depende de las características físicas del animal: forma, color, comportamiento (por mencionar algunas), y de las condiciones meteorológicas modificadas por la estructura del hábitat (Bartelt *et al.*, 2010).

### **Características Generales de Familia *Hylidae*.**

Esta familia conocida como ranas arborícolas, es una familia cuya mayor distribución se encuentra en América, las Indias Occidentales, Eurasia y en la región Austral (Duellman, 2001), es la familia de anuros de mayor cantidad de especies descritas, con 698 especies distribuidas en 50 géneros, presentan como características generales un tamaño variable, que puede ir desde los 12 mm a 140 mm, sin embargo, la mayoría son de tamaño pequeño. Se caracterizan por presentar un ensanchamiento en la faringe terminal, llamado disco adhesivo, el cual les permite el sostenerse y trepar sobre superficies lisas y verticales. Sus hábitos pueden ser: arborícolas, acuáticos o fosoriales. Los organismos cuentan con distintas adaptaciones, que les permite responder adecuadamente a su entorno bajo distintas condiciones ambientales (Gomez-Mestre *et al.*, 2008).

Debido a la diversidad de hábitats y características reproductivas para cada especie, se conocen diferentes modos de reproducción en la familia *Hylidae* que se

describen como una serie de estrategias que comprenden diferentes formas de ovipositar y desarrollarse como: el sitio de oviposición, tipos de huevos, características de las oviposiciones, desarrollo larvario y el cuidado parental, entre otros (Duellman y Trueb, 1986). En la siguiente Tabla se describen algunos de las principales estrategias de reproducción mayormente utilizados por las especies de esta familia (Tabla 1).

Tabla 1. Principales estrategias de reproducción de la familia *Hylidae*. Modificado de Haddad y Prado (2005).

<p><b>Huevos depositados en el agua.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Modo 1: Los huevos y renacuajos exotróficos en cuerpos de agua lénticos.</li> <li><input type="checkbox"/> Modo 2: Los huevos y renacuajos exotróficos en cuerpos de agua lóticos.</li> <li><input type="checkbox"/> Modo 4: Los huevos y estadios larvales en cuencas temporales, naturales o construidas, renacuajos exotróficos en estanques o arroyos.</li> <li><input type="checkbox"/> Modo 5: Los huevos y estadios larvales en nidos subterráneos, renacuajos exotróficos en estanques o arroyos.</li> <li><input type="checkbox"/> Modo 6: Los huevos y renacuajos exotróficos en el agua acumulada en los huecos de árboles o plantas aéreas.</li> </ul>
<p><b>Huevos presentes en sitios arbóreos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Modo 24: Eclosión de huevos y renacuajos exotróficos que caen en cuerpos de agua lénticos.</li> <li><input type="checkbox"/> Modo 25: Eclosión de huevos y renacuajos exotróficos que caen en cuerpos de agua lóticos.</li> </ul>
<p><b>Huevos cargados por el adulto.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Modo 36: Huevos cargados en el dorso o en la bolsa dorsal de la hembra; renacuajos endotróficos en brómelas o bambú.</li> <li><input type="checkbox"/> Modo 37: Huevos cargados en el dorso o en la bolsa dorsal de la hembra, desarrollo directo de las crías.</li> </ul>

## **Características Generales de las Especies del Estudio.**

*Agalychnis dacnicolor* es una especie endémica de México, que se distribuye por la vertiente del Pacífico, desde Sonora hasta el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca y por la cuenca del Balsas hasta Morelos y sur de Puebla (García y Ceballos, 1994). Su hábitat natural incluye bosques tropicales o subtropicales secos, ríos intermitentes, marismas intermitentes de agua dulce (Frost, 2017). Son nocturnas, arborícolas, ríparias e insectívoras.

Es una rana de tamaño mediano a grande hasta 100 mm y de cuerpo robusto, tiene la cabeza más pequeña que el resto de su cuerpo, con un hocico redondeado, tiene brazos alargados y antebrazos gruesos; dedos de la mano cortos, gruesos y con grandes discos adhesivos en los extremos. El dorso es de color verde intenso, sin manchas, pueden presentar algunos puntos blancos o color crema principalmente en la región lateral. El vientre es claro y poco granuloso, en las extremidades tiene tonalidades anaranjadas. Su pupila es vertical y tiene el iris de color dorado con manchas negras en forma de red. (Santiago-Pérez *et al.*, 2012) (Figura 2).

Su reproducción está asociada a la época de lluvias, debido a que su oviposición es colocada en la vegetación adyacente a charcas, pozas o estanques, el macho canta cerca de los estanques de agua con vegetación abundante, la zona de apareamiento se da de 3 a 10m sobre el suelo, durante el amplexo; la hembra usualmente se sumerge en el cuerpo de agua más cercano y permanece inmóvil durante unos 45 minutos, durante el cual llena su vejiga para ser utilizada posteriormente para humedecer una deposición de huevos (Isla *et al.*, 1986).



Después de esto sube a la vegetación más cercana buscando un sitio para ovipositar en alturas que van desde los 350 mm a los 3 metros. Los huevos, 100 a 2,000 (promedio = 467) por puesta, son depositados en hojas de la vegetación adyacente al agua. Los huevos son verdes y descansan sobre la periferia de una masa gelatinosa, que se desintegran a medida que las larvas salen de los huevos después de 4-5 días, permitiendo a los renacuajos caer dentro del agua debajo de ellos, donde se desarrollaran (Duellman, 2001) (Figura 2).



Figura 2. Ejemplares adultos de *A. dacnicolor* (a) y oviposición de *A. dacnicolor* (b).

***Smilisca baudinii*** se distribuye desde América Central (Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala, Belice) hasta el sur de Norteamérica (México y Texas, en Estados Unidos), su hábitat natural es variado y se compone de bosque húmedo perennifolio hasta sabanas con vegetación xerófila. Son ranas de tamaño mediano o grande. Las hembras llegan a medir hasta 100 mm y son más grandes que los machos. Tiene la cabeza poco diferenciada del resto del cuerpo y el hocico redondeado visto desde arriba, con membranas distintivas entre los dedos de las manos, y con membranas interdigitales que cubren casi la totalidad de los dedos de los pies. Presenta un tubérculo metatarsal excepcionalmente grande (James *et al.*, 2010). El dorso es liso y de color variable, desde un café o verde olivo hasta un verde intenso, presentan manchas irregulares de color más oscuro que el del fondo, sus patas son largas y delgadas, cuentan con discos adhesivos bien desarrollados en las puntas de los dedos. Sus extremidades tienen barras transversales de color más oscuro y los costados son claros, amarillos o beige con motas de colores oscuros, su reproducción ocurre durante la temporada de lluvias, prefiere las aguas lenticas para realizar su selección de pareja y reproducción. Sus hábitos son nocturnos, aún y cuando, es una rana arborícola también se puede encontrar activamente por la tierra, hojas grandes de ciertas plantas o sobre la vegetación acuática (Santiago-Pérez *et al.*, 2012) (Figura 3).

Su reproducción es explosiva, debido a que utiliza la temporalidad de las lluvias, para la formación de pozas, estanques o charcas para seleccionar su sitio de oviposición. Ambos sexos pueden llegar a emitir un sonido de distracción cuando son atacados por algún depredador, los machos suelen llamar a las hembras desde

el borde del agua, ocasionalmente puede ser en aguas poco profundas, o bajo la vegetación. Al inicio de la temporada de lluvias se pueden presentar grandes coros reproductivos, aun cuando varios individuos pueden alejarse para cantar en solitario, estas agrupaciones pueden llegar a tener hasta cientos de individuos (Figura 3).

El amplexo tiene lugar en aguas poco profundas, las hembras pueden llegar a depositar entre 2,500 hasta 35,000 huevos en una película superficial, el tamaño de cada huevo es en promedio de 1.5 mm. En muchos lugares *S. baudinii*, selecciona pozas pequeñas alejadas de las demás especies que ovipositan en aguas poco profundas (Savage, 2002) (Figura 3).

Los renacuajos o larvas son pelágicos y de alimentación en aguas poco profundas. Su metamorfosis se produce alrededor de 14 a 20 días después de la fecundación (Savage, 2002).



Figura 3. Ejemplar adulto de *S. baudinii* en reposo (a), ejemplar adulto de *S. baudinii* durante vocalizaciones reproductivas (b) y oviposición de *S. baudinii* (c).

## **HIPÓTESIS DEL TRABAJO**

*A. dacnicolor* y *S. baudinii*, son dos especies que coinciden estacionalmente para reproducirse, debido a que sincronizan su actividad biológica (reproducción, crecimiento) y ecológica (distribución espacial), ante las variaciones estacionales en la precipitación. Se espera que ambas especies puedan coincidir en las pozas de reproducción pero que existan mecanismos que permitan la coexistencia como sería la selección diferencial del sitio de oviposición en la poza.

## **OBJETIVOS**

- ❖ Determinar los mecanismos de coexistencia de ambas especies en los sitios de muestreo durante la época de lluvias y comparar la selección de sitio de oviposición de ambas especies, analizando las características ambientales que puedan afectar esta estrategia.
  - Analizar la abundancia relativa de estas especies, así como sus actividades reproductivas a lo largo del muestreo.
  - Describir la preferencia del uso de percha durante la actividad reproductiva.
- ❖ Determinar si las características ambientales determinan el uso del sitio para la oviposición, así como la abundancia durante el muestreo.
- ❖ Determinar la relación entre los sitios de muestreo con la presencia o ausencia de estos.

## MÉTODO

El estudio se realizó en la Estación de Biología Chamela (EBCh) del Instituto de Biología de la UNAM, la cual forma parte de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (Ceballos *et al.*, 1999). Se estableció los sitios de muestreo correspondientes a los principales arroyos y cuencas de la EBCh: Búho, Chachalacas, Colorado, Hornitos, Zarco, cada uno de estos sitios fue fraccionado en 20 secciones (con excepción de búho, el cual solo se fracciono en 10 secciones), cada 50m estas secciones fueron nombradas con las dos primeras letras del nombre del arroyo y el número correspondiente a la sección, marcado por flagging y georeferenciadas por un GPS (GPSMAP 62sc) de alta sensibilidad bajo dosel. Dentro de estos 5 transectos se seleccionaron 20 pozas reproductivas, basado en monitoreos anteriores en la zona, considerando el tamaño de la poza, el hidroperíodo (HDP) que presentaban el cual se midió con la cantidad de días que permaneció el agua en esta poza, la vegetación adyacente a la poza, cobertura de dosel (utilizando un densiometro de 40 cuadrantes) y el sustrato de cada una de las pozas, se nombraron dependiendo de la sección en donde se encontraban y con base en su ubicación dentro de cada sitio, de la misma manera fueron georeferenciadas (Figura 4).

Cada una de las pozas se clasifico dependiendo del largo presente en: chicas (de 0 a 2 metros), medianas (de 2.01 a 4.0 metros), grandes (mayores a 4.01 metros) y el hidroperíodo de las pozas se clasifico en: alto (mayor a 46 días), medio (entre 23 a 45 días), bajo (menor a 20 días) y la cantidad de veces que ha sido utilizada la poza o el sitio para ovipositar.





Figura 4. Distribución de los 5 transectos realizados durante el muestreo dentro de la Estación Biológica Chamela EBCh.

El monitoreo de cada uno de estos transectos, fue cada tercer día con dos visitas al día, la primera diurna de 9 a 14 hrs y el segundo nocturno de 21 a 2 hrs, durante 13 semanas de muestreo (15 julio- 14 octubre de 2015). Durante las visitas 140 diurnas y 87 nocturnas, se tomaron datos climatológicos de la zona (temperatura, humedad y precipitación) y se recorrieron los transectos buscando indicios de adultos en actividad reproductiva (llamados, peleas, amplexos, reposo), así como el uso de percha en el que se encontraron, para considerar la presencia y preferencia a algún segmento del transecto.

Para caracterizar el microhábitat de las oviposiciones de estas especies se tomaron los siguientes datos: planta a la que se encuentra asociada, largo de poza, ancho de poza, profundidad promedio, largo de la oviposición, ancho de la oviposición, profundidad de la oviposición, huevos por cm<sup>2</sup>, humedad relativa,

temperatura dentro del micro ambiente, temperatura fuera del ambiente (con un termohidrómetro, min-máx, digital) y presencia de depredadores alrededor de la poza (realizando un barrido con una red dentro de la poza). Los cuales se manejaron mediante el programa IBM SPSS Statistics 20.0® en el cual se realizaron pruebas de componentes principales, prueba de Kolmogorov-Smirnov, prueba t de 2 muestras independientes y prueba de Mann-Whitney.



## **RESULTADOS**

### **Patrones meteorológicos registrados durante el muestreo.**

Durante el 2015 la EBCh presentó una marcada estacionalidad en las lluvias, así como, un gran dinamismo en la precipitación, cabe señalar que la temperatura mínima se presentó de 11°C el día 5 de abril, mientras que las más altas del año se presentaron durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre teniendo un máximo de 37°C, período en el cual se llevó el muestreo, mientras que la mayor precipitación del año se registró el día 16 de marzo, con 264.16 mm; de acuerdo a esto, esta investigación se desarrolló durante los meses considerados temporada de lluvias teniendo una precipitación acumulada durante el muestreo de 385.318 mm siendo un 39.6% de total de precipitación anual para el área de estudio.

Durante las 13 semanas que se realizó el muestreo, se tomó un acumulado semanal de la precipitación, en la que se pudo apreciar una mayor precipitación al inicio con 89.154 mm y al final del muestreo 88.9 mm (Tabla 2), en cuanto a las temperaturas oscilaron entre los 19°C y los 37°C siendo agosto el mes más caluroso y octubre el mes con menor temperatura, en cuanto a la humedad osciló entre 73.5% y 100%, presentándose el máximo y el mínimo en el mes de agosto (Figura 5).

Tabla 2. Clasificación promedio de la precipitación acumulada durante las semanas de muestreo: 80.00 mm para la clasificación alta (A), 40.00 mm para la clasificación media (M) y 0.1 mm para la clasificación baja (B).

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Precipitación (mm)	9.65	89.15	14.73	9.65	4.57	0	11.94	25.15	55.63	36.58	3.05	36.32	88.9
Clasificación	B	A	B	B	B	B	B	B	M	B	B	B	A

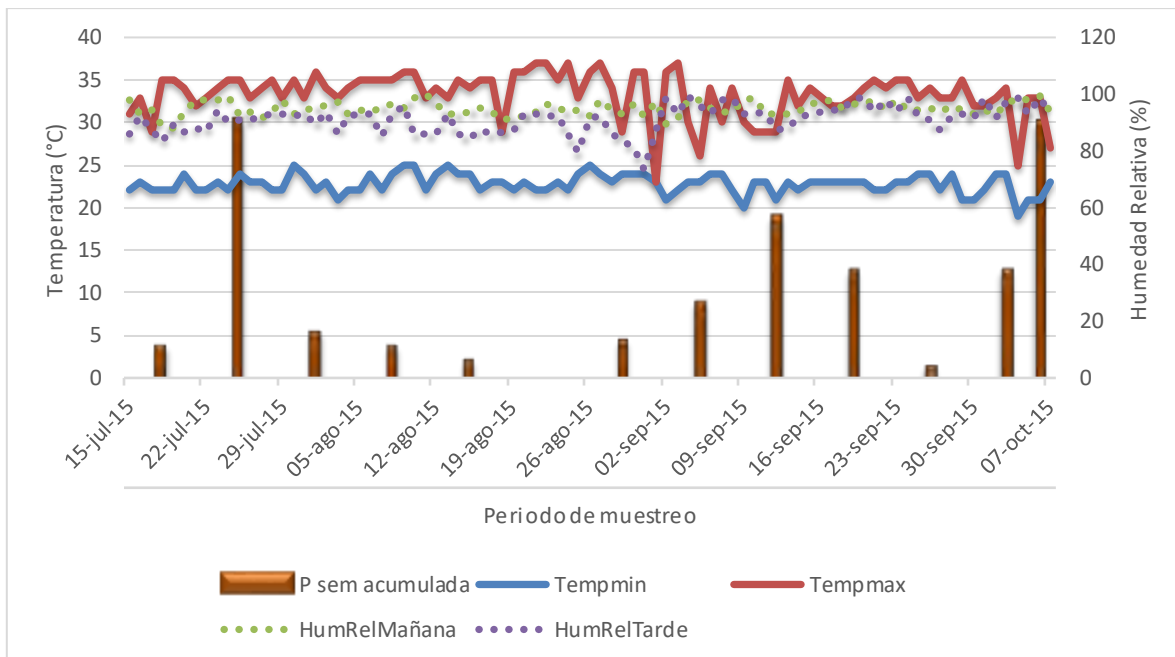


Figura 5. Temperatura, Humedad y Precipitación durante el periodo de muestreo en la EBCh.

### Caracterización ambiental de las pozas seleccionadas.

Las 20 pozas fueron seleccionadas equitativamente conforme al tamaño: chico (7), mediana (7), grande (6) y se pudo notar el hidroperíodo fue de igual manera equitativo, mientras que la composición del sustrato de las pozas fue mayormente rocoso seguido por arena y hojarasca (Tabla 3).

Tabla 3. Caracterización de las 20 pozas temporales seleccionadas durante el muestreo según sus dimensiones(cm), Hidroperíodo promedio (HDP) y sustrato (R=Roca, H=Hoja, A=Arena).

	Dimensiones				Clasificación		
	Id poza	Largo (cm)	Ancho (cm)	HDP (días)	Tamaño	HDP	Sustrato
1	Bu_101	185.5	134.5	21	Chico	Medio	RHA
2	Bu_102	176	140	74	Chico	Alto	RAH
3	Bu_62	34.2	10.8	74	Chico	Alto	RAH
4	Ch_162	29	16	15	Chico	Bajo	RHA
5	Ch_21	318.5	114.5	73	Mediana	Alto	RHA
6	Ch_22	179	39	46	Chico	Alto	RHA
7	Co_101	458.2	206.4	25	Grande	Medio	RAH
8	Co_105	230.4	211.2	19	Mediana	Bajo	AHR
9	Co_92	200	140.3	31.5	Mediana	Medio	RHA
10	Ho_171	128	91	5	Chico	Bajo	RHA
11	Ho_182	449.5	160.2	21.3	Grande	Medio	HAR
12	Ho_184	53	43	5	Chico	Bajo	HRA
13	Ho_188	378.5	174.5	26.5	Mediana	Medio	AHR
14	Ho_189	321	184	9.5	Mediana	Bajo	AHR
15	Ho_192	237	179	6	Mediana	Bajo	RHA
16	Ho_193	304	295	6.5	Mediana	Bajo	HAR
17	Za_111b	521	219.8	22	Grande	Medio	RAH
18	Za_131	876.5	489	74	Grande	Alto	HRA
19	Za_51	569.3	306	31.5	Grande	Medio	AHR
20	Za_61	629.1	320.4	49	Grande	Alto	AHR

En cuanto a la estructura de la vegetación encontramos una mayor presencia de herbáceas, seguidas por plantas arbustivas y pastos, teniendo en mayor cobertura vegetal las pozas localizadas en la sección el Zarco, y en menor cantidad las de la sección de Hornitos (Tabla 4).

Tabla 4. Estructura de la vegetación de las 20 pozas temporales seleccionadas, en los sitios de muestreo.

<b>Estructura de la vegetación adyacentes a la poza</b>								
<b>Id poza</b>	<b>Cobertura dosel %</b>	<b>Arbustos%</b>	<b>Herbáceas%</b>	<b>Árboles%</b>	<b>Bejucos%</b>	<b>Pastos %</b>	<b>Epífitas%</b>	<b>Cactáceas%</b>
<b>Bu_101</b>	89.96	5.7	83	3.8	3.8	0	1.9	1.9
<b>Bu_102</b>	93.08	14	77	9.1	0	0	0	0
<b>Bu_62</b>	98.8	45	55	0	0	0	0	0
<b>Ch_162</b>	0.52	4.9	91	1	1	0	2	0
<b>Ch_21</b>	95.4	16	74	6	2	0	0	2
<b>Ch_22</b>	96.07	38	38	25	0	0	0	0
<b>Co_101</b>	99.06	23	43	5.1	5.1	23	0.9	0
<b>Co_105</b>	89.128	3.8	85	0	0	12	0	0
<b>Co_92</b>	84.5	8	74	2	0	16	0	0
<b>Ho_171</b>	64.48	0	100	0	0	0	0	0
<b>Ho_182</b>	92.3	14	68	11	0	7	0	0
<b>Ho_184</b>	92.3	13	65	5.9	10	4.4	1.5	0
<b>Ho_188</b>	94.12	17	79	3.4	0	0	0	0
<b>Ho_189</b>	66.04	25	63	6.3	3.2	0	0	1.6
<b>Ho_192</b>	91.52	20	60	0	20	0	0	0
<b>Ho_193</b>	60.06	0	0	0	100	0	0	0
<b>Za_111b</b>	73.06	13	71	5.3	7.9	2.6	0	0
<b>Za_131</b>	92.56	20	65	4.3	5.4	3.2	2.2	0
<b>Za_51</b>	90.48	21	73	4.8	1.6	0	0	0
<b>Za_61</b>	89.18	26	55	8.1	11	0	0	0

### Distribución, abundancia absoluta y aspectos reproductivos de *A. dacnicolor* y *S. baudinii*, para los diferentes sitios de muestreo.

De los 87 recorridos nocturnos, se registraron un total de 132 ejemplares que incluyen: 56 *A. dacnicolor* y 76 *S. baudinii*, relacionados a los transectos establecidos. El arroyo Colorado, fue el sitio con mayor número de registros de *A. dacnicolor* con 24, seguido por Zarco con 14, mientras que *S. baudinii* fue registrada con más frecuencia en el arroyo Zarco (28 individuos) y en el arroyo Hornitos (21 individuos) (Figura 6).

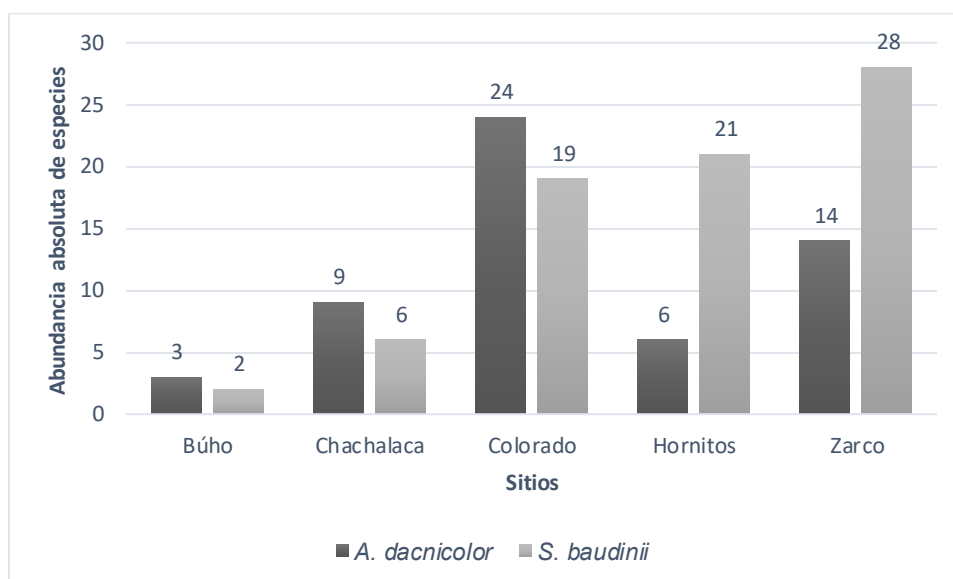


Figura 6. Abundancia absoluta de individuos especies por sitio.

La abundancia de las especies fue mayor en la tercera semana para la especie *A. dacnicolor* con 17 individuos y en la cuarta semana para *S. baudinii* con 21 individuos, teniendo en cuenta que fueron las semanas subsecuentes a la mayor precipitación registrada. Al inicio del muestreo se pudo observar que las especies fueron mayormente abundantes durante las primeras semanas de muestreo, sin embargo, su presencia fue disminuyendo hasta la semana 7, donde ya no se

presentaron más individuos de *S. baudinii* (Figura 7). En comparación de la especie *A. dacnicolor* en la que su último registro fue tomado en la semana 9 (Figura 8).

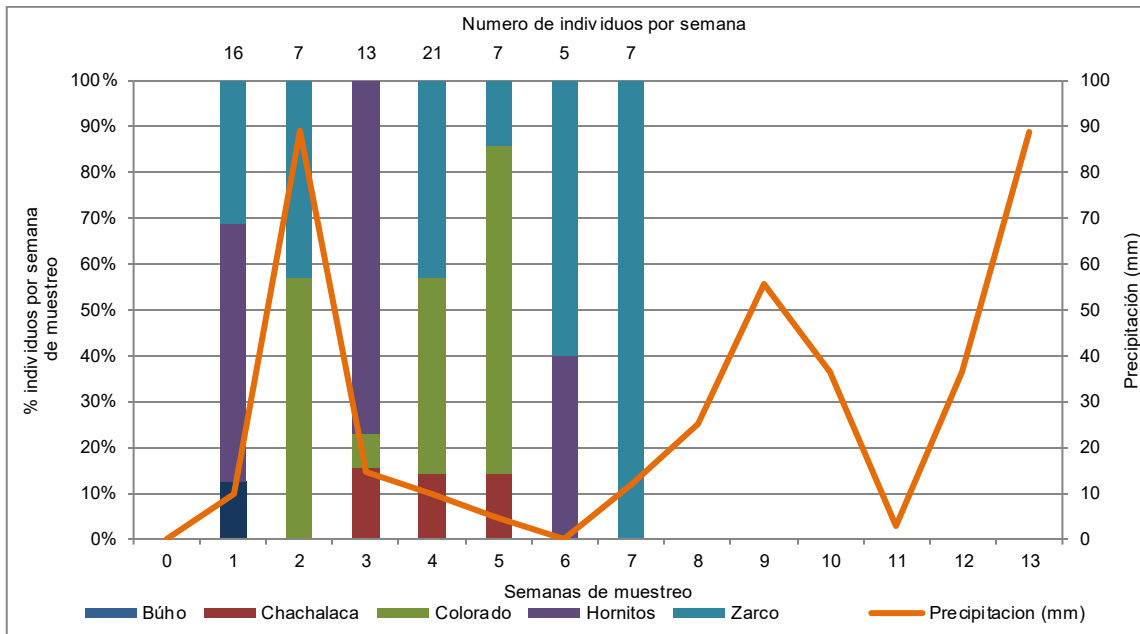


Figura 7. Abundancia de individuos de *S. baudinii*, en relación de sitio, precipitación y semana de muestreo.

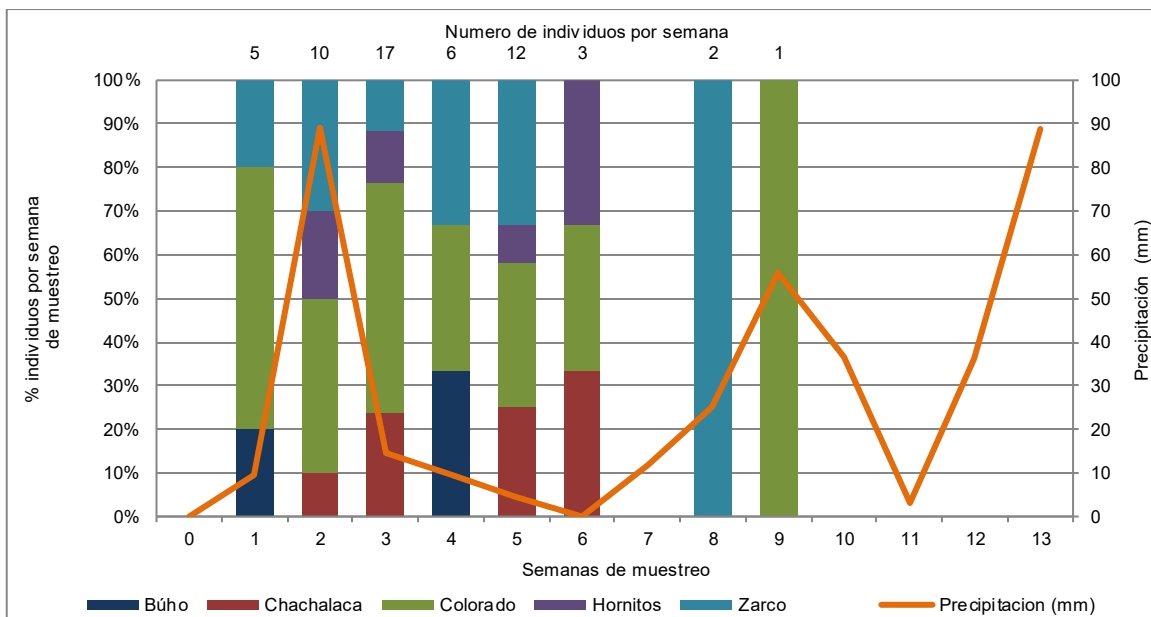


Figura 8. Abundancia de individuos de *A. dacnicolor*, en relación de sitio, precipitación y semana de muestreo.

En cuanto al uso de percha de estas especies, se encontró una alta preferencia para la vegetación adyacente representando un 47.73%, seguido por el 23.48% del uso de ramas y 11.36% de rocas (Figura 9).

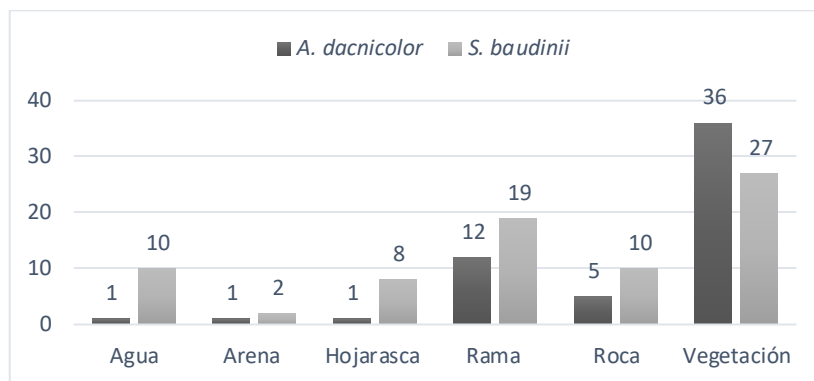


Figura 9. Uso de percha de ambas especies.

En cuanto a los aspectos reproductivos durante el muestreo, se encontró que los registros más altos para *A. dacnicolor* fue en llamados con 41, seguido por 12 en reposo y en el menor número de registros para amplexos. En cambio *S. baudinii* tuvo mayor presencia en reposo con 41 individuos y 34 en llamados y ningún registro de amplexo para esta especie (Figura 10).

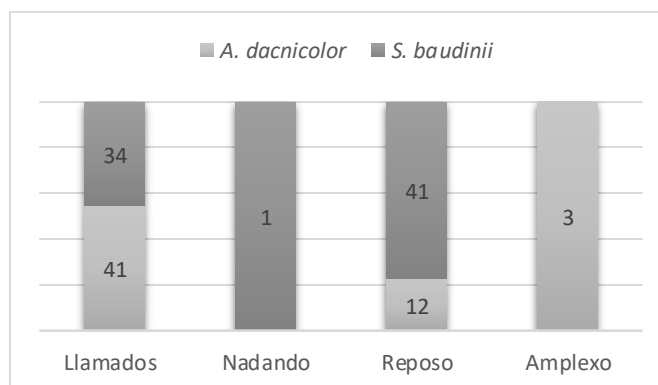


Figura 10. Actividad reproductiva por especie.

**Distribución y abundancia absoluta de oviposiciones de *A. dacnicolor* y *S. baudinii* en las pozas seleccionadas.**

Durante todo el muestreo se registró un total de 37 oviposiciones entre las dos especies, 28 de *A. dacnicolor* (Figura 11) y 9 de *S. baudinii* (Figura 12), relacionadas a las 20 pozas seleccionadas para el seguimiento, la semana 9 se presentó un mayor registro de oviposiciones lo cual estuvo relacionado con el acumulado de precipitación de 55.626 mm esto ocurrió después de una prolongada desecación de las pozas reproductivas.

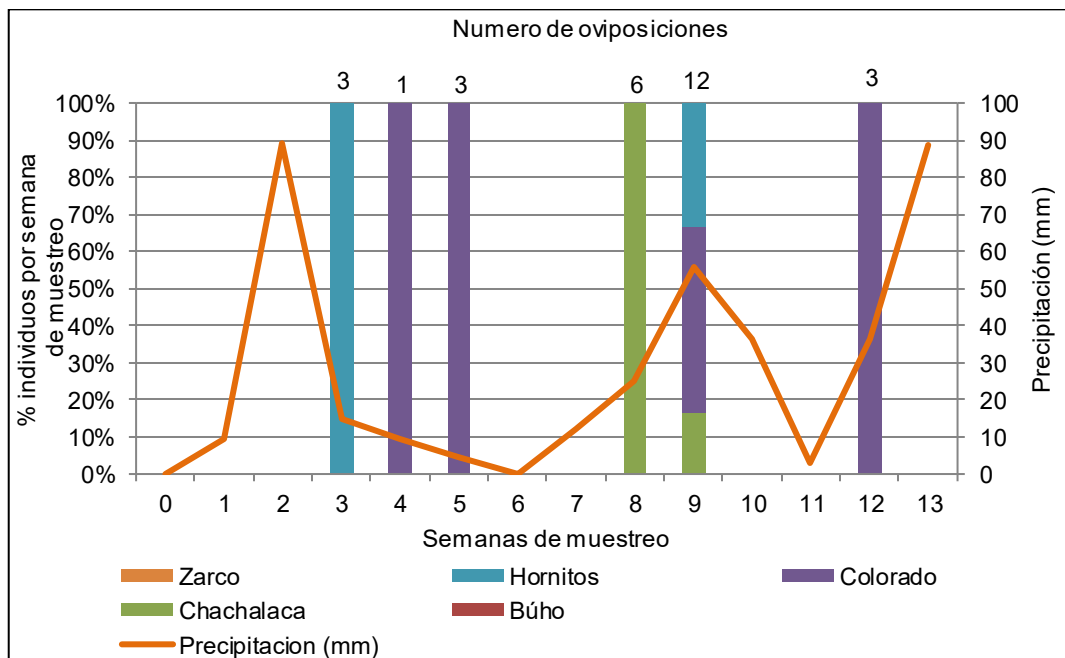


Figura 11. Abundancia de oviposiciones de *A. dacnicolor*, en relación de sitio, precipitación y semana de muestreo.



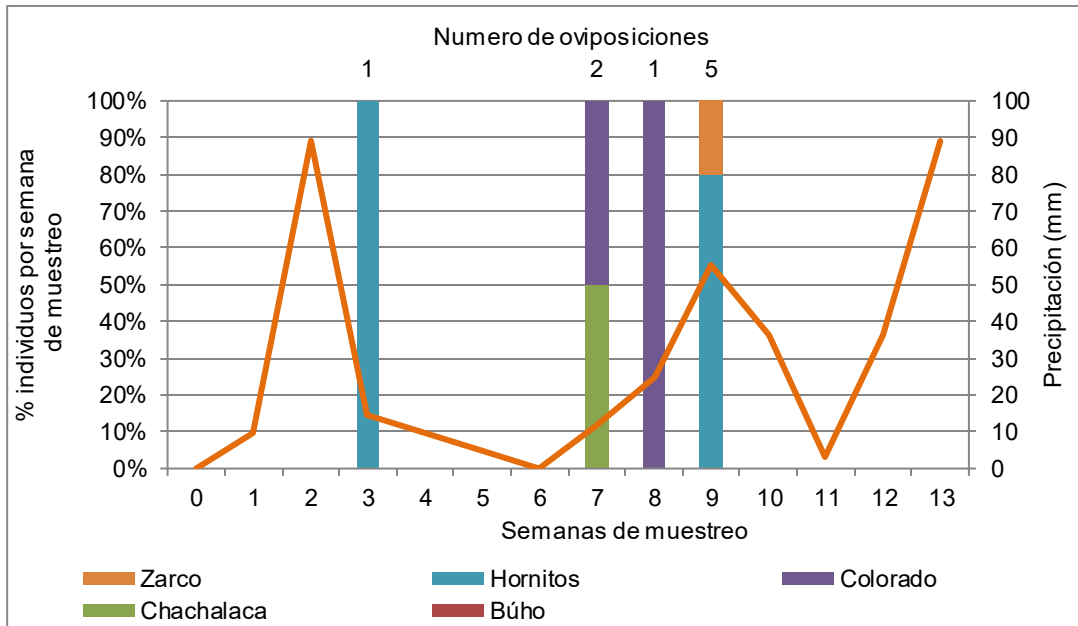


Figura 12. Abundancia de oviposiciones de *S. baudinii*, en relación de sitio, precipitación y semana de muestreo.

De las 20 pozas reproductivas seleccionadas localizadas en los 5 arroyos, se presentó que los sitios con mayor abundancia de oviposiciones fue: Colorado con 15 oviposiciones, seguido por las pozas de Hornitos con 12. En cambio, en las pozas monitoreadas en Búho no se registró ninguna oviposición de las dos especies (Figura 13).

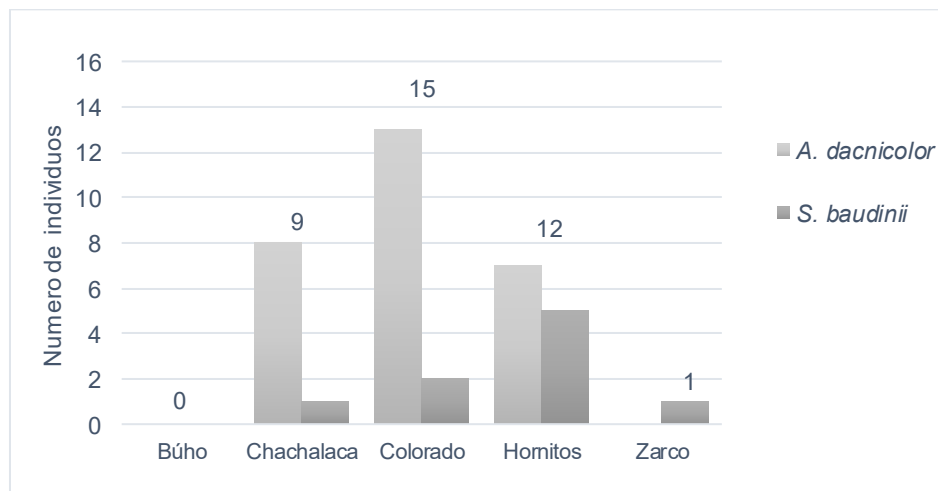


Figura 13. Abundancia de oviposiciones por sitio.

## Selección de sitio de percha de oviposición de *A. dacnicolor* y *S. baudinii*.

En cuanto al uso de percha de las oviposiciones, se diferencia bastante debido a la ecología reproductiva de cada especie ya que: *S. baudinii* es de oviposición modo 1 (huevos en una película superficial sobre el agua) y *A. dacnicolor* es modo 24 (Tabla 1); el uso de percha para las oviposiciones de esta especie tuvo una gran preferencia en la selección de las hojas de algunas plantas de las familias *Piperaceae*, *Bignoniaceae*, *Euphorbiaceae* y *Asteraceae*, seguido por la selección de ramas y rocas para colocar su oviposición (Figura 14).

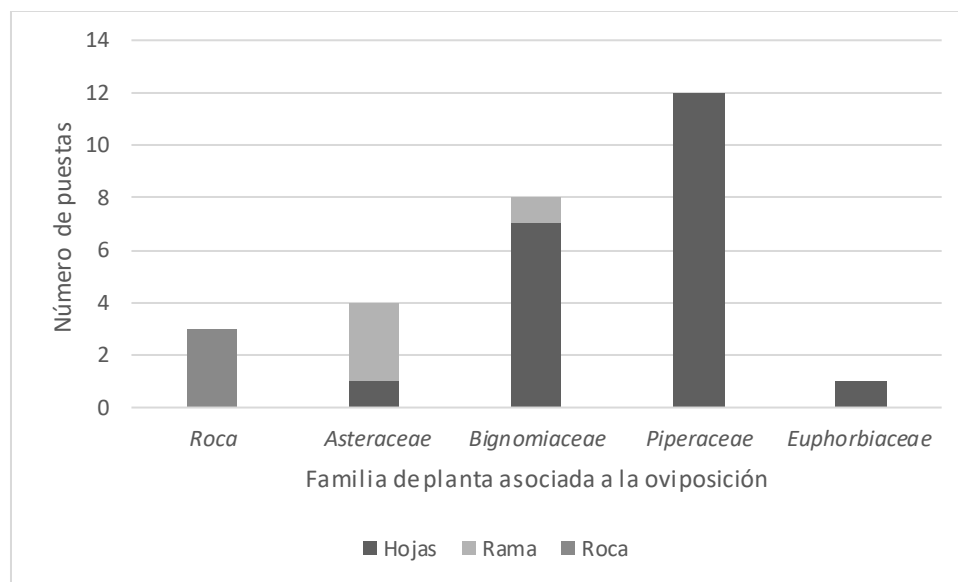


Figura 14. Familia de plantas asociadas a los sitios de oviposición para *A. dacnicolor*.

### Relación entre oviposiciones y sitios de puesta en *S. baudinii*.

Para los datos de *S. baudinii*, se realizó un análisis de componentes principales, al hacer el primer análisis se descartó la variable “depredador” dado que el método de extracción mostró que este valor no fue significativo (0.319) (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados del método de extracción para los datos de *S. baudinii*.

	Inicial	Extracción
<b>Largo</b>	1.000	.903
<b>Ancho</b>	1.000	.890
<b>Profundidad</b>	1.000	.702
<b>Humedad Relativa</b>	1.000	.746
<b>Temperatura</b>	1.000	.756
<b>Depredadores</b>	1.000	<b>.319</b>

Después de descartar esta variable, se volvió a correr la prueba y arrojó dos componentes principales, los cuales explican el 81.761% de los datos (Tabla 6). Estos fueron agrupados; **CP1**: largo, ancho y profundidad de la poza. **CP2**: humedad y temperatura (Tabla 7).

Tabla 6. Varianza total explicada.

Componentes	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
<b>1</b>	2.589	51.776	51.776
<b>2</b>	1.499	29.985	<b>81.761</b>
<b>3</b>	0.509	10.176	91.937
<b>4</b>	0.303	6.0693	98.006
<b>5</b>	0.100	1.994	100

Tabla 7. Matriz de componentes *S. baudinii*.

	Componente	
	1	2
<b>Largo</b>	.922	.024
<b>Ancho</b>	.963	.062
<b>Profundidad</b>	.893	-.016
<b>Humedad Relativa</b>	.056	.868
<b>Temperatura</b>	.014	-.867

Estos dos componentes se sometieron a la prueba de Kolmogorov-Smirnov en la cual demostraron no tener diferencia significativa y presentar una distribución normal con valores de: CP1 (0.052) y CP2(0.071).

Por último, estos resultados se compararon con la variable presencia de oviposición por medio de una prueba t de 2 muestras independientes, considerando a la oviposición como un factor con dos niveles (0= ausencia de oviposición; 1= presencia de oviposición), para dicho análisis se supuso homocedasticidad ya que los resultados de las varianzas desiguales llevan a las mismas conclusiones. Para la prueba CP1 vs oviposición se obtuvo ( $t_c = -0.488$ ,  $p=0.167$ ) y para la prueba CP2 vs oviposición se obtuvo ( $t_c = -0.647$ ,  $p=0.066$ ). Al no haber diferencia significativa, se confirmó que no hay relación entre las características ambientales de las pozas o las características del sitio con la presencia de oviposiciones.

### Relación entre oviposiciones y sitios de puesta en *A. dacnicolor*.

Para los datos de *A. dacnicolor* de igual manera se realizó un análisis de componentes principales, este arrojó tres componentes principales, los cuales representaron el 80.6% de los datos (Tabla 8); **CP1**: largo, ancho y profundidad de la poza, **CP2**: temperatura y depredadores, **CP3**: humedad.

Tabla 8. Matriz de componentes *A. dacnicolor*.

	Componente		
	1	2	3
<b>Largo</b>	.902	-.229	.046
<b>Ancho</b>	.944	-.057	.034
<b>Profundidad</b>	.852	.090	-.147
<b>Humedad Relativa</b>	-.045	.032	.973
<b>Temperatura</b>	.099	.851	.123
<b>Depredadores</b>	.444	-.625	.174

Estos componentes se sometieron a la prueba de Kolmogorov-Smirnov, en la cual el CP1 y CP2 tuvieron un valor de significancia del 0.200 y 0.129, mostraron una distribución normal y para el CP3 una distribución no normal.

Para las variables con distribución normal (CP1 y CP2), se aplicó una prueba t de 2 muestras independientes, considerando a la oviposición como un factor con dos niveles (0= ausencia de oviposición; 1= presencia de oviposición), para dicho análisis se supuso homocedasticidad ya que los resultados de las varianzas desiguales llevan a las mismas conclusiones. Para la prueba CP1 vs oviposición se obtuvo una diferencia significativa ( $t_c = -0.001$ ,  $p=0.997$ ), por lo cual el tamaño de la poza está relacionado con la presencia o ausencia de oviposiciones.

En cambio, para la comparación entre CP2 vs oviposición se obtuvo que la temperatura y la cantidad de depredadores es igual con la presencia o ausencia de oviposiciones. ( $t_c = 1.2428$ ,  $p=0.00$ ).

Para la variable CP3 se utilizó la prueba de Mann-Whitney se obtuvo que la humedad relativa es igual ( $z = -1.213$ ,  $p > 0.05$ ) entre la presencia de oviposición o la ausencia.

## DISCUSIÓN

Con base en los resultados climáticos obtenidos en estudios anteriores (Esparza, 2014), se realizó una comparación con los datos climáticos de 2015 el cual registró una notable disminución en la precipitación de 89.15 mm contrastantes a los 163 mm obtenidos en el mismo periodo de muestreo para el año 2013, se puede suponer que la estructura vegetal y el tamaño de la poza son variables que influyen con el hidroperíodo de las pozas.

Durante todo el muestreo se pudo notar una mayor abundancia de *A. dacnicolor*, la cual se puede explicar por el tipo de reproducción prolongada que manifiesta esta especie en comparación a *S. baudinii*, que presenta una reproducción explosiva (Duellman, 2001). El sitio de mayor abundancia para *A. dacnicolor* fue el arroyo Colorado con 24 individuos y para *S. baudinii* fue Zarco con 28, estas variaciones pudieron ser por los diferentes hidroperíodos, tamaños y características ambientales de las pozas. Ya que las pozas que contaron con mayor hidroperíodo fueron las de Zarco, permitiendo a *S. baudinii* las condiciones adecuadas para su proceso reproductivo, durante la semana 7 del muestreo se pudo observar una disminución en la presencia de las especies de anfibios de mayor tamaño, dejando el nicho reproductivo a especies de menor tamaño como *Tlalocohyla smithi*, y *Exerodonta smaragdina*, esto debido al término de la época reproductiva de *A. dacnicolor* y *S. baudinii* (Rastogi *et al.*, 1986; Bagnara y Rastogi, 1992; Duellman, 2001).

La baja abundancia registrada para *A. dacnicolor* y *S. baudinii* en el sitio Búho y Chachalaca, puede estar asociada a la cantidad de pozas monitoreadas para este sitio, en comparación a los otros.

Aunque se ha observado que la competencia y la superposición espacial aumenta cuando diferentes especies de anfibios utilizan los mismos sitios de reproducción (Richter-Boix *et al.*, 2012). *A. dacnicolor* y *S. baudinii* presentan una repartición de recursos aun cuando ambas son de hábitos nocturnos, arborícolas e insectívoras (García y Ceballos, 1994; Duellman, 2001).

Urbina-Cardona *et al.*, (2006) sugieren que *S. baudinii* es una especie generalista en cuanto al uso del hábitat en un ambiente perturbado. Lo cual corresponde a los resultados obtenidos en el uso de percha durante este trabajo. En cuanto *A. dacnicolor* demostró ser una especie con preferencia de uso de percha en vegetación alta y ramas, lo cual coincide con lo descrito para la especie (Iela *et al.*, 1986).

La actividad reproductiva de los anuros está definida por las características ambientales (Gomez-Mestre *et al.*, 2008; Rastogi *et al.*, 2011). De ahí la importancia de las precipitaciones para lograr los eventos reproductivos (llamados, amplexos, oviposiciones), en los que se pudo apreciar la reproducción que caracteriza *A. dacnicolor*, ambas especies optaron por precipitaciones bajas, debido a estas condiciones comenzaron sus actividades reproductivas, principalmente los llamados.



Para la distribución y abundancia de las oviposiciones, se registraron un total de 37 muestras, *A. dacnicolor* tuvo la muestra más significativa con 28 y *S. baudinii* solo presento 9 muestras, esto pudo ser resultado del tiempo de eclosión de cada una de las especies, ya que la oviposición de *S. baudinii* solo permanece 1 día en este estado. Es posible que muchas de las muestras no se contabilizaran por no tener evidencia física de la presencia.

La semana 9 se posicionó como la de mayor abundancia de oviposición, teniendo un hidroperíodo medio. Durante el muestreo el arroyo que presento mayor abundancia de oviposiciones fue Colorado (15) y en contraste con Búho, el cual no tuvo ninguna presencia de oviposición. *A. dacnicolor* presento una mayor abundancia en el sitio de Colorado, lo cual contrasta a lo reportado por Esparza (2014) en donde el sitio de mayor abundancia reportada fue Hornitos lo cual puede ser explicado por el nivel de conservación de ambos sitios.

Es importante señalar que las oviposiciones siguieron presentes hasta la semana 9 para *S. baudinii* y 12 para *A. dacnicolor*, teniendo una media de precipitación de 55.626 mm, mientras que en los adultos; la precipitación donde mostraron mayor abundancia fueron las semanas 3-4 con 14.732 mm y 9.652 mm, lo cual sugiere que existe una preferencia a las precipitaciones para llevar a cabo su reproducción.

Debido a los hábitos reproductivos de *S. baudinii*, su oviposición modo 1 únicamente le permite el estar presente en el agua, en cuerpos lenticos y pozas no ocupadas por otras especies de anfibios (Webb, 1971). En cambio *A. dacnicolor*,

presenta una oviposición modo 24 lo que le permite una mayor distribución de sus puestas. Dentro de las plantas de mayor uso para ovipositar, *A. dacnicolor* mostró una marcada preferencia por las de la familia Bignoniaceae, seguida por herbáceas y arbustos, teniendo alturas promedio de sitio de oviposición a 105 cm en distancia vertical al agua.

El análisis de componentes que determinó si las oviposiciones se ven influenciadas con las características de cada poza, constató que para *S. baudinii* no es de relevancia ni el tamaño de la poza, ni la estructura vegetal adyacente, sin embargo, se pudo definir que las pozas de las que hizo uso, tenían características similares en el tipo de corriente lentic y no frecuentan pozas ocupadas por otras especies de anuros, características descritas por Duellman, (2001). En cambio, *A. dacnicolor* tuvo una respuesta significativa al tamaño de poza y se encontró una relación significativa en las temperaturas ambientales y la temperatura dentro del micro ambiente de la oviposición. En cuanto al tamaño de la puesta no se vio mucha variación en el volumen contra huevos por centímetro cuadrado, estos últimos fluctuaron entre los 4 o 5 mayoritariamente.

## CONCLUSIÓN

- La poca regularidad de lluvias, la baja precipitación y las altas temperaturas, influyeron en la pronta evaporación de las pozas monitoreadas, los pocos eventos reproductivos y las bajas abundancias de *A. dacnicolor* (56 ejemplares) y *S. baudinii* (76 ejemplares), comparados con Esparza (2014) *A. dacnicolor* (399) y *S. baudinii* (226) y por ende pocas oviposiciones.
- Durante el muestreo, se denota una repartición de recursos y espacios reproductivos de estas dos especies con otras que coexisten en el área, debido a que disminuyeron su presencia a partir de la séptima semana (23-ago al 29-ago.) dejando el sitio reproductivo a especies de menor tamaño como *T. smithi*, y *E. smaragdina*.
- En cuanto a las oviposiciones, se apreció que en la semana nueve (6-13 sept) tuvo una mayor abundancia en estas dos especies, teniendo una precipitación media, lo que hace suponer que estos resultados son evidencia de la estrecha relación que existe entre las especies animales y su medio ambiente, la gran afinidad para ambas especies, la distribución de cada especie en los nichos reproductivos, la conservación de la zona de estudio y la vegetación conservada nos da como resultado este tipo de estudios, en los cuales podemos obtener las características que son necesarias para la conservación de estas especies. Las condiciones ambientales del microhábitat pueden alterar significativamente la distribución de anuros en el BTC (Ford y Scott, 2006; Suazo-Ortuño *et al.*, 2008).

- La selección de sitio de oviposición de estas dos especies, no depende de la coincidencia de las especies en el área de reproductiva, aunque comparten hábitos como adultos.
- Una característica esencial para la sobrevivencia de cualquier especie es su capacidad para reproducirse de forma exitosa. Los anfibios son especies que se utilizan como marcadores de perturbación, debido a que son más sensibles a los cambios en el ambiente, estudios como el aquí descrito, ayudan a entender de manera más funcional las condiciones de hábitat que estas especies necesitan y cuáles son las características de mayor importancia para la conservación del mismo, aunque estas dos especies pueden llegar a permanecer en sitios perturbados, es importante la conservación del ecosistema para no solo mantener estas especies animales si no otras que se encuentren relacionadas al BTC.

## BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Bagnara, J. T., y Rastogi, R. K. 1992. Reproduction in the Mexican leaf frog, *Pachymedusa dacnicolor*. In Reproductive Biology of South American Vertebrates (pp. 98-111). Springer New York.

Bartelt, P. E., Klaver, R. W. y Porter, W. P. 2010. Modeling amphibian energetics, habitat suitability, and movements of western toads, *Anaxyrus (Bufo) boreas*, across present and future landscapes. Ecological Modelling 221: 2675-2686.

Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., y Palmer, T. M. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. Science advances, 1(5), e1400253.

Ceballos, G., Szekely, A., García, A., Rodríguez, P. y Noguera, F. 1999. Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala. SEMARNAP, México D.F. pp. 141.

Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Creel, J. B., y Dirzo, R. 2010. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México. FCE-CONABIO-TELMEX-CONANP-WWF México-EcoCiencia SC.

Ceballos, G. y García, A. 1995. Conserving neotropical biodiversity: The role of dry forests in Western Mexico. *Conservation Biology* 9 (6): 1349-1356.

Chávez Avila, S. M., Casas Andreu, G., y García, A. 2015. Anfibios y reptiles del estado de Jalisco: análisis espacial, distribución y conservación. Universidad de Guadalajara.

Collins, J. P., y Storfer, A. 2003. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and distributions*, 9(2), 89-98.

Mazzoni, R., Cunningham, A. A., Daszak, P., Apolo, A., Perdomo, E., y Speranza, G. 2003. Emerging Pathogen of Wild Amphibians in Frogs (*Rana catesbeiana*) Farmed for. *Emerging infectious diseases*, 9(8), 995.

Duellman, W. E. y Trueb L. 1986. *Biology of amphibians*. Johns Hopkins University Press. London, United Kingdom. pp. 670.

Duellman, W. E. 2001. *Hylid frogs of Middle America*. Vol. 1. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. New York, USA. pp. 1180.

Esparza-Orozco, A. 2014. Análisis espacio-temporal de la actividad reproductiva de *Agalychnis dacnicolor* y *Smilisca baudinii* (ANURA: *HYLIDAE*) en el Bosque Tropical Caducifolio De Chamela, Jalisco. Tesis de licenciatura, Facultad De Ciencias Biológicas Y Agropecuarias, Universidad de Colima, México, Colima. 81pp.

Ficetola, G. F., Marziali, L., Rossaro, B., Bernardi, F. y Padoa-Schippa, E. 2011. Landscape-stream interactions and habitat conservation for amphibians. *Ecological Applications* 21 (4): 1272-1282.

Ford, P. L. y Scott, N. J. 2006. Community level analysis of opportunistically-breeding anurans in Western México. *Herpetological Natural History* 9 (2): 177–182.

Frías-Alvarez, P., Zúñiga-Vega, J. J., y Flores-Villela, O. 2010. A general assessment of the conservation status and decline trends of Mexican amphibians. *Biodiversity and Conservation* 19:3699-3742.

Frost, D. R. 2017. Amphibian species of the World 6.0: an online reference (Julio,2017). Electronic database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html> American Museum of Natural History, New York, USA.

García, A., Ortega-Huerta, M., y Martínez-Meyer, E. 2013. Potential distributional changes and conservation priorities of endemic amphibians in western Mexico as a result of climate change. *Environmental Conservation*, doi:10.1017/S0376892913000349 1-12.

García, A. y Ceballos, G. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. e Instituto de Biología, UNAM, México. pp. 184.

García, A. 2006. Using ecological niche modelling to identify diversity hotspots for the herpetofauna of Pacific lowlands and adjacent interior valleys of Mexico. *Biological Conservation* 130: 25-46.

García, A. y Cabrera-Reyes, A. 2008. Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 24 (2), 91-115.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (No. 551.59 G37).

Gomez-Mestre, I., Wiens, J. J., y Warkentin, K. M. 2008. Evolution of adaptive plasticity: risk-sensitive hatching in neotropical leaf-breeding treefrogs. *Ecological Monographs*, 78(2), 205-224.

Haddad, C. F., y Prado, C. P. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, 55(3), 207-217.

Halliday, T. y Adler, K. 2007. La gran enciclopedia de los anfibios y reptiles. Libsa, Madrid. 240 p.

Heyer, R., Donnelly, M., McDiarmid, R., Hayek, L., y Mercedes, F. 2001. Medición y monitoreo de la diversidad biológica, métodos estandarizados para anfibios. Editorial Universitaria de la Patagonia, Argentina. 349 p.

Hödl, W. 1990. Reproductive diversity in Amazonian lowland frogs. *Fortschritte der Zoologie*, 38, 41-60.



ibiologia.unam.mx. 2017. RESERVA DE LA BIOSFERA CHAMELA-CUIXMALA. Disponible en: <http://www.ibiologia.unam.mx/ebchamela/www/reserva.html> [Accessed 12 Apr. 2017].

lela, L., Rastogi, R. K., Delrio, G., y Bagnara, J. T. 1986. Reproduction in the Mexican leaf frog, *Pachymedusa dacnicolor*. III. The female. General and comparative endocrinology, 63(3), 381-392.

James R. Dixon, Julio A. Lemos Espinal. 2010. Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México Amphibians and reptiles of the state of Querétaro, México Universidad de Texas y M. 428 P.

Lips, K. R., J. Diffendorfer, J. R. Mendelson III y M. W. Sears. 2008. Riding the wave: reconciling the roles of disease and climate change in amphibian declines. PloS Biology 6:441-454.

Ochoa Ochoa, L. M. y Flores Villela, O. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO, México, D.F.: 211 pp.

Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., y Mendoza-Almeralla, C. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 460-466.

Ramírez-Bautista, A., y Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México (No. 597.9 R3M3).

Ramírez-Bautista, A., y García, A. 2002. Diversidad de la herpetofauna de la región de Chamela. Historia Natural de Chamela, Instituto de Biología, UNAM. México, 251-263.

Rastogi, R. K., Iela, L., Delrio, G. y Bagnara, J. T. 1986. Reproduction in the mexican leaf frog, *Pachymedusa dacnicolor*. II. The male. General and Comparative Endocrinology 62 (1): 23–35.

Rastogi, R. K., Pinelli, Claudia., Polese, G., D'Aniello, B. y Chieffi-Baccari, G. 2011. Hormones and reproductive cycles in anuran amphibians. En: Norris, D. O. y Lopez, K. H. (Ed). Hormones and reproduction of vertebrates: Amphibians. Vol 2. Academic press. California, USA. pp. 171-186.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1a. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.

Richter-Boix, A., Garriga, N., Montori, A., Franch, M., San-Sebastián, O., Villero, D. y Llorente, G. 2012. Effects of the non-native amphibian species *Discoglossus pictus* on the recipient amphibian community: niche overlap, competition and community organization. Biological Invasions 15 (4): 799-815.

Santiago Pérez, A. L., Domínguez Laso, M., Rosas Espinoza, V. C., y Rodríguez Canseco, J. M. 2012. Anfibios y Reptiles de las montañas de Jalisco: Sierra de Quila (No. 598.1 S3.)

Santos-Barrera, G. y A, García. 2006. Evaluación mundial de reptiles y anfibios y su conservación en México. Biodiversitas. CONABIO 65:12-15.

Savage, J. M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas. University of Chicago press.

Suazo-Ortuño, I., Alvarado-Díaz, J. y Martínez-Ramos. 2008. Effects of conversion of dry tropical forest to agricultural mosaic on herpetofaunal assemblages. *Conservation Biology* 22 (2): 362-374.

Suazo-Ortuño, I., Alvarado-Díaz, J., y Martínez-Ramos, M. 2011. Riparian areas and conservation of Herpetofauna in a tropical dry forest in western Mexico. *Biotropica*, 43(2), 237-245.

Suazo-Ortuño, I. Alvarado-Díaz, J., Mendoza, E., López-Toledo, L., Lara-Uribe, N., Márquez-Camargo, C., Paz-Gutiérrez, J. G. y Rangel-Orozco, J. D. 2015. High resilience of herpetofaunal communities in a human-modified tropical dry forest landscape in western Mexico. *Tropical Conservation Science* Vol.8 (2): 396-423.

Trejo, I. y Dirzo, R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94: 133–142.

Urbina-Cardona, J. N., Olivarez-Pérez, M. y Reynoso, V. U. 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.

Vitt, L. J., y Caldwell, J. P. 2013. Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. Academic Press.

Wake, D. B., y Vredenburg, V. T. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(Supplement 1), 11466-11473.

Webb, R. G. 1971. Egg deposition of the Mexican *Smilisca*, *Smilisca baudinii*. *Journal of Herpetology* 5 (3/4): 185-187.

Wells, K. D. 2007. Complex life cycles and the ecology of amphibian metamorphosis. *The ecology and behavior of amphibians*. University of Chicago Press, Chicago, 599-644.

Young, B., Stuart, S., Chanson, J. S., Cox, N. A. y Boucher, T. M. 2004. Joyas que están desapareciendo: el estado de los anfibios en el Nuevo Mundo. Nature Serve. Arlington, Virginia. 53 p.