



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y  
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

**BIODIVERSIDAD DEL NEOTRÓPICO**

## **“ANFIBIOS DE OAXACA: RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA**

**BIÓL. CYNTHIA GRISELL RAMÍREZ GONZÁLEZ**

**DIRECTORES DE TESIS**

**Dr. Gabriel Ramos Fernández**

**M. en C. Luis Canseco Márquez**

**Junio 2016**



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

## SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

### ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 13 del mes de junio del 2016 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca** (CIIDIR-OAXACA) para examinar la tesis de grado titulada: Anfibios de Oaxaca: Riqueza y Distribución

Presentado por la alumna:

**Ramírez**

Apellido paterno

**González**

materno

**Cynthia Grisell**

nombre(s)

Con registro: 

B	1	4	0	0	0	5
---	---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Gabriel Ramos Fernández

Dra. Edna González Bernal

M. en C. Luis Canseco Márquez

Dr. José Antonio Santos Moreno

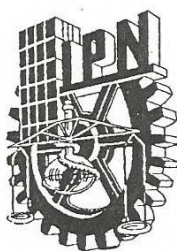
Dr. Aniceto Rodolfo Solano Gómez

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACION PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 13 del mes de junio del año 2016, el (la) que suscribe **Ramírez González Cynthia Grisell** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro B140005, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Gabriel Ramos Fernández y el M. en C. Luis Canseco Márquez y cede los derechos del trabajo titulado: "Anfibios de Oaxaca: Riqueza y Distribución" al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: [posgradooax@ipn.mx](mailto:posgradooax@ipn.mx) ó [eternia19@hotmail.com](mailto:eternia19@hotmail.com), Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Ramírez González Cynthia Grisell

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca brindada a través de la cual pudo realizarse este proyecto.

A mis directores de Tesis: Dr. Gabriel Ramos Fernández por aventurarse en el mundo de los anfibios y la objetividad en cada uno de sus comentarios y al M. en C. Luis Canseco Márquez por compartirme sus conocimientos y experiencia en todo momento.

A cada uno de los miembros de mi comité tutorial que aportó valiosos comentarios para mi formación y la mejora de esta tesis: Dra. Edna González Bernal, Dr. Rodolfo Solano y Dr. José Antonio Santos Moreno. Gracias por su compañerismo y apoyo.

A mis maestros de Seminario M. en C. Sonia Trujillo, Dra. Demetria Mondragón, Dr. Marko Gómez y M. en C. Gladys Manzanero, por sus comentarios, su amistad y tiempo compartido en campo.

Al Biol. Raúl Rivera, muchas gracias por las enseñanzas en el uso de SIG y facilitarme información geográfica. También a la M. en C. Mirna García Castillo por el apoyo en la realización de análisis moleculares y al M. en C. Gustavo Jiménez por la elaboración del mapa de regiones fisiográfico-florísticas.

A cada una de las personas que me brindaron cobijo en sus casas y me apoyaron durante el trabajo de campo, quiero que sepan que este trabajo también es suyo.

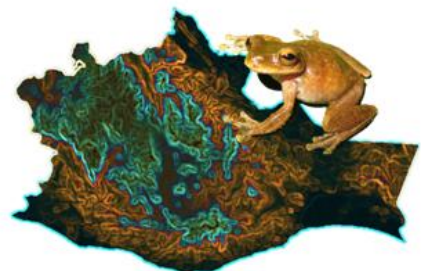
Muchas gracias a la familia Cuevas Hernández de San Mateo Yetla, especialmente a mi amigo Don Simón, un excelente conocedor de su territorio y la naturaleza. A Don Nelo y familia por recibirme en su casa, así como a Jonás Manzano y Rosendo López de Santo Domingo Roayaga, quienes me acompañaron en campo.

Al Sr. Felipe Venegas y familia de San Isidro Lashigushé, Sr. Leovigildo Soriano y Erick Velásquez quienes se aventuraron a desvelarse y mojarse conmigo buscando anfibios. A las autoridades de Buena Vista que amablemente me recibieron después de muchas horas de viaje.

A toda mi familia, en especial a mi madre Adela González por enseñarme a volar alto y a mi padre Javier Ramírez que me enseñó a amar la naturaleza en sus brazos. Los amo infinitamente.

A mis hermanos Erick y Klau por sonreír escuchando mis aventuras y apoyarme siempre. Los quiero.

A mis amigos por su amistad y complicidad en este proyecto y en especial a mis compañeras de generación Adry, Vampi y Maggy por los momentos de crítica constructiva durante los seminarios, los buenos deseos y las buenas risas. Las echaré de menos.



## DEDICATORIA

¶ la inspiración de todos mis días para superarme  
y que algunas noches dejé esperando en la cama,  
a los que me reciben con un beso y  
se maravillan conmigo viendo paisajes  
a mis hijos *Ian, Yahel y Nenzth*

¶ mi compañero de viaje  
el amor de mi vida  
la sonrisa de mis mañanas

## CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	iv
<b>RESUMEN</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>I.INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. ANTECEDENTES</b>	5
2.1 Estudios sobre anfibiofauna en el estado	5
2.2 Composición taxonómica de los anfibios de Oaxaca	6
2.3 Áreas Naturales Protegidas en Oaxaca	6
2.3.1 Las ANP´s y la conservación de anfibios	9
<b>III.OBJETIVOS</b>	17
3.1 Objetivo general	17
3.2 Objetivos específicos	17
<b>IV. JUSTIFICACIÓN</b>	18
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	20
5.1 Descripción del área de estudio	20
5.1.1 Regiones fisiográfico-florísticas de Oaxaca y distritos que las conforman	21
5.2 Riqueza de especies y diversidad taxonómica	24
5.2.1 Lista actualizada de anfibios de Oaxaca	25
5.3 Trabajo de campo	25
5.4 Distribución	29
5.5 Similitud entre regiones fisiográfico-florísticas	31
5.6 Anfibios y Áreas relevantes para su conservación	32
<b>VI. RESULTADOS</b>	33
6.1 Riqueza de especies y diversidad taxonómica	33
6.1.1 Lista actualizada de anfibios de Oaxaca	35
6.2 Registros obtenidos en campo	38
6.3 Distribución	49
6.4 Similitud entre regiones fisiográfico-florísticas	56
6.5 Anfibios y Áreas relevantes para su conservación	57

<b>VII. DISCUSIÓN</b>	62
<b>VIII. CONCLUSIONES</b>	79
<b>LITERATURA CITADA</b>	80
<b>ANEXOS</b>	93
Anexo 1. Lista actualizada de anfibios de Oaxaca	93
Anexo 2. Lista de especies distribuidas en las nuevas Áreas de Conservación propuestas (UGA-54).	100
Anexo 3. Colectas de Anfibios en el estado y nuevas Áreas propuestas de Conservación (UGA-54).	103



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Número de especies de anfibios y endemismos registrados en el estado de Oaxaca	6
<b>Cuadro 2.</b> Superficie Estatal de Áreas Protegidas Decretadas en Oaxaca	8
<b>Cuadro 3.</b> Localidades seleccionadas para el muestreo de anfibios en sitios no colectados	28
<b>Cuadro 4.</b> Composición taxonómica de los anfibios de Oaxaca	33
<b>Cuadro 5.</b> Número de anfibios endémicos al país y el estado	34
<b>Cuadro 6.</b> Base de datos, colecciones consultadas y número de ejemplares de anfibios depositados.	36
<b>Cuadro 7.</b> Cambios taxonómicos a nivel de familia	37
<b>Cuadro 8.</b> Cambios taxonómicos a nivel de género.	37
<b>Cuadro 9.</b> Cambios taxonómicos a nivel de especie.	38
<b>Cuadro 10.</b> Lista de especies registradas en campo.	39
<b>Cuadro 11.</b> Riqueza de especies, diversidad taxonómica y endemismos presentes en las regiones fisiográfico-florísticas del estado.	49
<b>Cuadro 12.</b> Anfibios presentes en Áreas Naturales Protegidas (ANP`s) y Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC`s).	54
<b>Cuadro 13.</b> Matriz de comparación obtenida a través del Índice de Sorensen.	57
<b>Cuadro 14.</b> Anfibios prioritarios para su conservación.	58
<b>Cuadro 15.</b> Riqueza de especies, número de endemismos y número de especies en riesgo presentes en los Distritos geopolíticos de Oaxaca	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Regiones fisiográfico-florísticas y Distritos que las conforman	24
<b>Figura 2.</b> Sitios de Colecta de anfibios en el estado.	26
<b>Figura 3.</b> Sitios Terrestres de extrema y alta prioridad en el estado propuestos por CONABIO	27
<b>Figura 4.</b> Número de especies de anfibios por familia presentes en Oaxaca	33
<b>Figura 5.</b> Número de especies dentro las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	34
<b>Figura 6.</b> Número de especies dentro las categorías de riesgo de la IUCN	35
<b>Figura 7.</b> Distribución conocida de <i>Agalychnis callidryas</i>	41
<b>Figura 8.</b> Distribución conocida de <i>Craugastor lineatus</i>	42
<b>Figura 9.</b> Distribución conocida de <i>Eleutherodactylus leprus</i>	43
<b>Figura 10.</b> Distribución conocida de <i>Incilius spiculatus</i>	43
<b>Figura 11.</b> Distribución conocida de <i>Megastomatohyla mixe</i>	44
<b>Figura 12.</b> Distribución conocida de <i>Smilisca cyanosticta</i>	45
<b>Figura 13.</b> Distribución conocida de <i>Bolitoglossa platydactyla</i>	45
<b>Figura 14.</b> Distribución conocida de <i>Bolitoglossa rufescens</i>	46
<b>Figura 15.</b> Distribución conocida de <i>Pseudoeurycea mystax</i>	47
<b>Figura 16.</b> Distribución conocida de <i>Pseudoeurycea werleri</i>	47
<b>Figura 17.</b> Distribución conocida de <i>Chiropterotriton</i> sp.	48
<b>Figura 18.</b> Distribución altitudinal de anfibios	53
<b>Figura 19.</b> Zonas de conservación en las regiones fisiográfico-florísticas del estado.	56
<b>Figura 20.</b> Fenograma de similitud entre regiones fisiográfico-florísticas	57
<b>Figura 21.</b> Distribución de anfibios prioritarios para su conservación y Áreas Naturales Protegidas de Oaxaca	59
<b>Figura 22.</b> Distribución de anfibios prioritarios para su conservación, UGA-54 y Distritos Geopolíticos de Oaxaca.	61

## RESUMEN

Mundialmente existen 7,513 especies de anfibios. 376 se encuentran en México y Oaxaca alberga la mayor diversidad. Desde hace más de una década, se han realizado cambios taxonómicos y nuevas especies han sido descritas, aumentando la anfibiofauna estatal. Sin embargo, la sobreexplotación de los recursos naturales y la pérdida de vegetación, entre otras causas, han ocasionado que más de 160 especies de anfibios se hayan extinguido en el mundo en las últimas décadas. Las Áreas Naturales Protegidas son una herramienta de conservación en el país, sin embargo sólo 137 especies de anfibios tienen poblaciones protegidas. En Oaxaca existen zonas aún no exploradas. La falta de conocimiento sobre la riqueza y distribución de anfibios en dichos sitios, podría ocasionar que el número de especies presentes en zonas de conservación o en alguna categoría de riesgo esté subestimado. A través de trabajo de campo en áreas no muestreadas, esta investigación aporta registros de ampliaciones de distribución, el redescubrimiento de *Megastomatohyala mixe* y una nueva especie de salamandra del género *Chiropterotriton*, reporta el número de anfibios presentes en Áreas Naturales Protegidas y propone especies y áreas relevantes para su conservación. Se analizan las regiones fisiográfico-florísticas con mayor riqueza de anfibios, endemismos y especies en riesgo y la presencia de zonas de conservación dentro de éstas. La anfibiofauna de Oaxaca se incrementa a 152 especies, agrupadas en 13 familias y 38 géneros. 61 son endémicas. 40% se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010 y 95% en la IUCN. La Sierra Madre de Oaxaca es la más rica en especies y endemismos y la Planicie Costera del Golfo posee la mayor diversidad taxonómica. Solo 6 de 10 regiones fisiográficas incluyen al menos un Área Natural Protegida y 8 presentan Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. Solo 62 especies de anfibios se distribuyen dentro de alguna zona de protección estatal.

## ABSTRACT

Globally there are 7,513 species of amphibians. 376 of which are in Mexico and Oaxaca has the greatest diversity. For over a decade, there have been taxonomic changes and new species have been described, increasing the number of amphibians present in the state. However, over-exploitation of natural resources and vegetation loss, among other factors, have caused the extinction in the world of more than 160 amphibian species in recent decades. Protected Natural Areas (ANP`s) are a conservation tool in the country, yet only 137 species of amphibians have protected populations. A vast area of Oaxaca remains unexplored. The lack of knowledge about amphibian richness and distribution in such sites, could cause that the number of species present in conservation areas or under some risk category might be underestimated. Through field surveys in unexplored areas, here are proposed range extensions records for several species, the rediscovery of *Megastomatohyla mixe* and the discovery of a new salamander species of the genus *Chiropetrotriton*. This work reports the number of amphibians in protected areas and proposes species and sites that should be priorities for conservation actions. It presents a species richness analysis by physiographic-floristic regions and also show the regions with greater richness of amphibians, endemic species and species at risk and the distribution of conservation areas within these sites. The amphibian number for Oaxaca increased to 152 species, grouped in 13 families and 38 genera. 61 are endemic. 40% is within the NOM-059-SEMARNAT 2010 and 95% in the IUCN. The *Sierra Madre de Oaxaca* is the richest in species and endemism and the *Planicie Costera del Golfo* has the largest taxonomic diversity. Only 6 of 10 physiographic regions include at least one Protected Natural Area and 8 have Voluntarily Destined Areas for Conservation. Only 62 species of amphibians are distributed within any area with a protection status.

# I. INTRODUCCIÓN

México posee una riqueza natural extraordinaria, alberga 94,412 especies de diferentes grupos taxonómicos conocidos hasta el momento (Martínez-Meyer *et al.*, 2014). Para el grupo de anfibios, Frost (2016) reporta 7,513 especies en el mundo, los cuales se encuentran divididos en tres grupos: Anura (ranas y sapos) representados por 6608 especies y agrupadas en 56 familias, Caudata (salamandras) que alberga 699 especies y 9 familias y Gymnophiona (cecilias) que posee 205 especies, pertenecientes a 10 familias. En México, se encuentran 376 especies de anfibios, representando el 5.13% del total mundial (Parra-Olea *et al.*, 2014), de los cuales Oaxaca posee 149 especies (Mata-Silva *et al.* 2015).

Sin embargo, los anfibios siguen siendo un grupo poco conocido en comparación con otros vertebrados. Casas *et al.* (1996) comentan que aproximadamente el 40% del estado no ha sido muestreado para este grupo, aunque cabe señalar que recientemente se describieron algunas nuevas especies de salamandras (Canseco-Márquez y Parra-Olea 2003, Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén 2005, Parra-Olea *et al.* 2005<sup>a</sup>, b; Rovito *et al.* 2012) y dos nuevas especies de anuros (Meik *et al.* 2005, 2006).

Debido a estos descubrimientos y a cambios en los nombres de algunos taxones (Mendelson *et al.*, 2005; Parra-Olea *et al.*, 2005<sup>a</sup>, Rovito *et al.*, 2013 y Rovito *et al.*, 2015, Acevedo *et al.* 2016, Duellman *et al.*, 2016) desde el trabajo de Casas *et al.* (2004), el número de especies de anfibios presentes en el estado se ha incrementado (Mata-Silva *et al.* 2015). Aunque cabe mencionar que a pesar de los esfuerzos realizados hasta ahora para documentar la riqueza de anfibios en la entidad, aún existen datos deficientes sobre la distribución de muchas especies. Por ejemplo, de acuerdo a lo mencionado Muñoz-Alonso *et al.* (2013), algunas especies del bosque mesófilo de montaña son endémicas y tienen poblaciones con una abundancia relativa baja, este hecho puede ocasionar que solo se conozcan de la localidad en que fueron colectadas, aún con suficiente esfuerzo de colecta, como es el caso de *Craugastor polymniae* (conocida solo por el ejemplar tipo) distribuida en Oaxaca (Gual-Díaz y Mayer-Goyenechea, 2014).

Aunado a ello, los anfibios son organismos muy sensibles a los cambios del ambiente. Si bien algunas especies toleran la perturbación de los ecosistemas, algunos otros requieren de sitios con un alto grado de conservación. Sin embargo, la sobreexplotación de los recursos naturales y la pérdida de áreas naturales han existido durante años en gran parte del país. Algunos factores como el cambio de uso de suelo, la tala inmoderada, la contaminación de cuerpos y corrientes de agua, son un problema central en la conservación de la biodiversidad (Martínez-Meyer *et al.* 2014) y una frecuente amenaza en diversos ecosistemas donde habitan anfibios y otros organismos.

Otras causas de gran importancia en el declive de los anfibios a nivel mundial son; el cambio climático, la introducción de especies exóticas y la presencia del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, el cual se reconoce por su capacidad para propagarse rápidamente, infectar a numerosas especies, causar altas tasas de mortalidad y persistir incluso a densidades bajas (Voyles *et al.*, 2009).

Sodhi *et al.* (2008), mencionan que más de 160 especies de anfibios se han extinguido en las últimas décadas, y al menos el 43% de todas las especies descritas están experimentando disminución de sus poblaciones, aunque probablemente ello no implica que el resto se encuentre fuera de riesgo. En este contexto, de acuerdo a la IUCN, Mesoamérica alberga muchos anfibios amenazados. En el país ocurren en la parte este de Chiapas, centro de Oaxaca y la porción este del centro de la faja volcánica de Puebla y Veracruz. De estas especies, solo el 33% de se encuentran protegidas (Young *et al.*, 2004). Aunado a ello un alto porcentaje de las especies de anfibios y reptiles de México tanto endémicas como no endémicas, son de distribución restringida (Santos-Barrera *et al.*, 2004), por lo que de acuerdo Martínez-Meyer *et al.* (2014) se ven más severamente afectados, debido a que cambios relativamente pequeños en esos sitios, pueden tener impactos muy importantes en las poblaciones de esas especies.

Afortunadamente, un modelo de conservación en el país han sido las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) implementadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) como una medida de preservación de los recursos naturales y los servicios ambientales que proporcionan, así como las Áreas Destinadas Voluntariamente a

la Conservación (ADVC) instituidas mediante la Ley General de equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en el 2008 (Acevedo *et al.*, 2013).

En este contexto, de la Montaña y Rey-Benayas (2002) mencionan que para establecer Áreas Naturales Protegidas, es importante tener una priorización de lugares con características de biodiversidad relevantes, con zonas que contengan una gran proporción de la diversidad regional y, en particular, de las especies más amenazadas. Sin embargo, Prendergast *et al.* (1999) aluden que los anfibios y reptiles representan grupos taxonómicos muchas veces ignorados en políticas de conservación, aun cuando los anfibios pueden ser empleados como bioindicadores en la calidad del hábitat debido a la sensibilidad que presentan ante los cambios en el ambiente, ya que su piel altamente permeable es vulnerable a varios agentes biológicos y químicos (Wells, 2007).

Así mismo, Santos-Barrera *et al.* (2004) señalan que aunque la mayoría de las reservas naturales en el país fueron decretadas por la biodiversidad que albergan, en muchos casos no cuentan con inventarios actualizados de especies. Estos mismos autores evaluaron la representación de las especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles en las principales reservas de México, la prioridad de conservación de esas Áreas Naturales Protegidas y los sitios que requieren ser protegidos para complementar el Sistema Natural de Áreas Protegidas y consideran que una debilidad en dicho sistema en cuanto a la conservación de anfibios, es que solo 137 especies (38%) tienen poblaciones protegidas, al igual que únicamente 69 de las endémicas al país (29%), aunque refieren que este número podría estar subestimado por la falta de datos de algunas reservas que no fueron incluidas en su estudio.

En el país, Oaxaca forma parte de los centros de mayor riqueza (*hotspot*) de Biodiversidad Mesoamericana, (Márgules y Sarkar, 2009) las cuáles son áreas que ofrecen concentraciones excepcionales de especies endémicas, y experimentan excepcional pérdida de hábitat (Myers *et al.*, 2000). Actualmente posee siete Áreas Naturales Protegidas Decretadas que cubren 520, 880.23 ha de la superficie estatal y 148 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación que comprenden 139,180.37 ha de acuerdo a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2012).

De la misma manera, la entidad cuenta con una propuesta de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio (POERTEO, 2014) que hace hincapié en la falta de estudios técnicos específicos y detallados sobre biodiversidad, que sustenten el reconocimiento de las nuevas áreas propuestas para la conservación de Recursos Naturales. Dicha propuesta resalta la necesidad de realizar monitoreos y estimaciones del tamaño poblacional de las especies, determinar y cuantificar la diversidad biológica dentro de las zonas de conservación y la realización de inventarios regionales de flora y fauna.

Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo principal contribuir en la conservación de anfibios mediante el conocimiento de su riqueza y distribución actual en la entidad. El analizar su presencia dentro de las diferentes Áreas Naturales Protegidas y Destinadas Voluntariamente a la Conservación, permitirá conocer las especies que se encuentran protegidas bajo dicho sistema y puede ser una referencia para establecer, innovar o reforzar los planes y políticas de manejo que éstas presenten, así como para fortalecer la propuesta de nuevas áreas destinadas a la preservación mencionadas en el estudio de Ordenamiento Ecológico del Territorio y para investigaciones futuras sobre el grupo. Además, contribuirá en la identificación de sitios que por la riqueza, endemismos y especies en riesgo que alberguen, sean relevantes para la preservación de estos organismos en el estado.



## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Estudios sobre anfibiafauna en el estado

En México los trabajos publicados sobre las especies de anfibios son pocos y no recientes, o bien, son estudios enfocados en una sola especie (Gual-Díaz y Mayer-Goyenechea, 2014).

Para el estado de Oaxaca, en 1996, Casas-Andreu reunió la información histórica sobre el conocimiento de los anfibios y reptiles en la entidad, Casas-Andreu *et al.* (1996) publicaron la situación taxonómica y distribución regional de este grupo, Flores-Villela y Pérez-Mendoza (2006) también mencionan la información generada sobre herpetofauna para Oaxaca y Casas-Andreu *et al.* (2004) presentaron una lista de anfibios y reptiles, misma que fue actualizada por Mata-Silva *et al.* (2015).

A partir del 2004 hasta la fecha, se descubrieron nuevas especies; Meik *et al.*, 2005, 2006, describieron respectivamente a las especies *Hyla ephemera* (ahora *Plectrohyla*) para la parte este de Oaxaca y *Plectrohyla miahuatlanensis* para la Sierra de Miahuatlán, Parra-Olea *et al.* (2005<sup>a</sup>, b) a las salamandras *Pseudoeurycea máxima* para la región de la Mixteca y *P. papenfussi* junto con *P.obesa* para la Sierra Norte, Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2005) describieron a *P. mixteca* para la región Mixteca y Rovito *et al.* (2012) a *Bolitoglossa chinanteca* para la Sierra Juárez.

Así mismo, se han realizado cambios en la sistemática y taxonomía de este grupo, Mendelson *et al.* (2005) estudiaron la sistemática de *Bufo coccifer* (ahora *Incilius*); Parra-Olea *et al.* (2005a) analizaron lo referente a la salamandras del género *Pseudoeurycea* del grupo *belli*, Rovito *et al.* (2013) estudiaron la filogenia de las salamandras del género *Thorius*, Rovito *et al.* (2015) llevaron a cabo cambios en la sistemática de diversos géneros de Plethodontidos y recientemente Acevedo *et al.*, (2016) y Duellman *et al.* (2016) realizaron un análisis filogenético sobre el género *Rhinella* e hílidos respectivamente.

También se han publicado artículos sobre herpetofauna local (Rendón-Rojas *et al.* 1998, Juárez-López *et al.*, 2006, Martín-Regalado *et al.* 2011, Vega-Trejo *et al.* 2013) ampliaciones en el rango de distribución, nuevos registros y redescubrimientos de algunas especies (Delia *et al.*, 2008, 2013; García-Padilla y Mata-Silva, 2014, Ramírez-González *et al.*, 2014, Canseco-Márquez y Ramírez-González (2015), Cavides-Solis *et al.*, (2015), Köhler *et al.*, (2015) y recientemente Mata-Silva *et al.*, (2015) publicaron un listado de anfibios y reptiles para el estado de Oaxaca mencionando su presencia a nivel regional.

## 2.2 Composición taxonómica de los anfibios de Oaxaca

Frost (2016) refiere a que en el mundo existen hasta el momento 7,513 especies conocidas de anfibios. De éstas, Parra-Olea *et al.* (2014) registran 376 para México (agrupadas en 16 familias y 54 géneros) aludiendo 140 especies para el estado de Oaxaca. Sin embargo, Mata-Silva *et al.* (2015) mencionan la presencia de 149 especies de anfibios (60 de ellas endémicas a la entidad) agrupadas en 12 familias y 34 géneros (Cuadro 1).

Cuadro 1 Número de especies de anfibios y endemismos registrados en el estado de Oaxaca.

TAXON	FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES	ENDEMISMOS
CECILIAS	1	1	2	0
SALAMANDRAS	1	4	41	33
ANUROS	10	29	106	27
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>34</b>	<b>149</b>	<b>60</b>

Fuente: Mata-Silva *et al.* (2015).

## 2.3 Áreas Naturales Protegidas en Oaxaca

De acuerdo con Martínez-Sánchez *et al.* (2009), las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), se definen como “porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, donde el ambiente original no ha sido alterado significativamente y cuya función es la conservación y protección de los recursos naturales y la biodiversidad”

Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), mencionan que la mayoría de las ANP's se ubican dentro de terrenos ejidales, comunales y privados, lo que ocasiona que se encuentren sometidas a diversas presiones tanto en la tenencia de la tierra como del aprovechamiento irracional de los recursos, aunado al crecimiento poblacional dentro de las mismas. Sin embargo, en muchas ocasiones el hecho de que se encuentren dentro de este tipo de terrenos, ocasiona que estas ANP's prevalezcan en el tiempo.

Desde la perspectiva de la conservación, de acuerdo a Martínez-Sánchez *et al.* (2009) el mayor problema es la insuficiente superficie cubierta por estas áreas, además de que los criterios con los que fueron decretadas las áreas existentes son poco científicos, ya que en muchos casos sólo se consideró la belleza estética y el potencial recreativo, obviando su función ecológica. Así mismo, de acuerdo con Santos-Barrera *et al.* (2004), la mayoría de las reservas ecológicas en México no cuentan con inventarios actualizados de especies.

De acuerdo a la CONANP (2012) en Oaxaca existen siete Áreas Naturales Protegidas (una Reserva de la Biósfera, tres parques nacionales, un monumento natural y dos santuarios) y 148 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, las cuales han sido decretadas por el gobierno federal y son administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

En el año 2009, Martínez-Sánchez *et al.*, mencionaron que la superficie estatal sujeta a programas de protección y conservación decretada representaba sólo el 3.5% del total (9.4 millones de ha) ello sin considerar las ADVC's. Afortunadamente, estas áreas de conservación se han ido incrementando en la entidad y en conjunto con las ANP's decretadas, actualmente protegen aproximadamente el 5% del territorio (calculado a partir de los datos obtenidos de CONANP, en línea: <http://www.conanp.gob.mx> ) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie Estatal de Áreas Protegidas Decretadas en Oaxaca.

CATEGORÍA	NOMBRE	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE ESTATAL TERRESTRE (%)
Reserva de la Biosfera	Tehuacán-Cuicatlán	490,186.87 (285, 178 ha en el estado)	3.03
Parque Nacional	Benito Juárez	2,591.51	0.03
Parque Nacional	Huatulco	11, 890.98 (6,374.98 de sup. terrestre)	0.07
Parque Nacional	Lagunas de Chacahua	14,896.07 (2,527 ha de sup. Lagunar)	0.15
Monumento Natural	Yagul	1,076.06	0.01
Santuario	Playa de Escobilla	146.09 (29 ha terrestres)	0.0003
Santuario	Playa de la Bahía de Chacahua	92.65 (6.5 ha terrestres)	0.00006
<b>SUBTOTAL TERRESTRE</b>		<b>310, 152.12</b>	<b>3.29</b>
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación		139,180.37	1.48
<b>TOTAL ESTATAL TERRESTRE</b>		<b>449,332.49</b>	<b>4.78</b>

Es por ello que diversas instituciones han propuesto incrementar las superficies de dichas Áreas, así como el establecimiento de otras. Una de las primeras propuestas fue realizada en cooperación entre el Instituto Estatal de Ecología de Oaxaca y SERBO A.C., los cuales proponen 31 nuevas áreas protegidas con base en el buen estado de conservación de la vegetación y una alta diversidad, además de cubrir zonas del estado que actualmente carecen de áreas protegidas como sucede en la Sierra Norte de Oaxaca o la región del Papaloapan (Martínez-Sánchez *et al.*, 2009).

Por su parte, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), con base en la información recopilada en inventarios y colecciones científicas, aunado al trabajo conjunto de científicos nacionales, ha propuesto la protección de siete zonas, aunque es necesario recalcar que, de acuerdo con la misma institución, su propuesta aún no es concluyente y debe ser actualizada (Martínez-Sánchez *et al.*, 2009).

Otras instituciones educativas también han mostrado interés en la conservación y con base en sus propios estudios han lanzado nuevas propuestas, Martínez-Sánchez *et al.* (2009) señalan que el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-Oaxaca), publicó en 1993 el Estudio para el Establecimiento de un

Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas en Oaxaca, México, donde proponían mantener tres de las áreas protegidas existentes en esa época (Parque Nacional Benito Juárez, Lagunas de Chacahua y Playa Escobilla) y agregar tres más: Chimalapas, Sierra Norte y Cañada.

Actualmente en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca se proponen establecer Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales “son áreas que por su relevancia ecológica, se espera sean declaradas bajo estatus de protección, ya sea por la autoridad competente federal o por la autoridad estatal” y en donde la UGA-54 corresponde a las nuevas Áreas de Protección, las cuales de implementarse cubrirían 1,270,739.07 ha., es decir, 13.51 % del territorio estatal.

### **2.3.1 Las ANP's y la conservación de Anfibios**

De acuerdo con Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), de los herpetozoos, los anfibios son los más frágiles debido a las condiciones tan peculiares que necesitan para subsistir y que a pesar de que son muy abundantes en algunas áreas o regiones, actualmente se encuentran amenazados, esto puede deberse a causas como la modificación y pérdida del hábitat, la introducción e invasión de especies exóticas, la contaminación, el cambio climático, etc.

Urbina-Cardona (2008) menciona que solo el 5% del total los estudios publicados sobre herpetofauna en el mundo hacen referencia a la conservación, aunque De la Montaña y Rey-Benayas (2002) comentan que no han sido pocos los científicos que han detectado la necesidad de priorizar espacios para la conservación. Muestra de ello son las Áreas de Protección que se han establecido en distintas partes de mundo. Sin embargo, desde una perspectiva regional, Mesoamérica (México hasta Panamá), ocupa el segundo lugar en especies amenazadas de anfibios (Young, 2004).

Un ejemplo en la selección de áreas prioritarias para la conservación de anfibios y reptiles en el mundo, es el estudio realizado en el año 2002 por de la Montaña y Rey-Benayas en el área geográfica de España peninsular e Islas Baleares. En el que partiendo de la base que

las áreas protegidas deben cumplir el objetivo principal de contener una gran proporción de la biodiversidad regional y, en especial, de las especies amenazadas, estos autores establecieron cuatro criterios para la selección de las áreas prioritarias: índices de riqueza de especies, rareza de especies, vulnerabilidad (especies en alguna categoría de riesgo) e Índice Combinado de Biodiversidad. De esta manera obtuvieron mapas de distribución de áreas relevantes de diversidad (ARD) de anfibios y reptiles. Dichos mapas obtenidos fueron superpuestos a los Espacios Naturales Protegidos (ENP), examinaron las coincidencias entre ambos y detectaron áreas que carecían de protección para estos organismos. Sus resultados mostraron que el 69 % de las ARD incluían ENP, sin embargo una gran diversidad de anfibios se encontraba poco representada, por lo sugieren establecer nuevas áreas de protección para cubrir el 30% restante de las ARD que albergaban dichos organismos.

En este contexto, Ceballos (1999) menciona que la conservación se debe enfocar en aquellas especies consideradas como prioritarias, las cuales refiere como aquellas que ya están catalogadas en peligro de extinción. Del mismo modo, Santos-Barrera *et al.* (2004) proponen que en este esquema de priorización, la mayor jerarquía se otorgue a las especies endémicas de distribución restringida, seguidas de las endémicas de distribución amplia (cuasiendémicas). Young *et al.* (2004) mencionan además que las especies con rangos de distribución pequeños son mucho más propensas a ser especies amenazadas.

Un ejemplo de la aplicación de dichos criterios es el estudio realizado por Myers *et al.* (2000) quienes utilizaron los criterios de especies endémicas y grado de amenaza, que presentaron plantas, aves, mamíferos, anfibios y reptiles, para definir 25 sitios considerados *hotspots* en el mundo.

Así mismo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (en línea en: <https://iucn.org/> Mayo, 2016) consideran cinco criterios científicos para establecer las categorías de especies amenazadas (Vulnerable, En Peligro y en Peligro Crítico) que evalúan el riesgo de extinción de las especies, basados en: la tasa de regresión, el tamaño de la población, el área de distribución geográfica y el grado de fragmentación de la población y de la distribución.

En México, la NOM-059 utiliza el Método de Evaluación del Riesgo de extinción (MER) para categorizar a las especies dentro de la misma. En dicho método se contemplan 4 criterios, el de amplitud de distribución del taxón en México, el del estado de hábitat con respecto a su desarrollo natural, la vulnerabilidad biológica intrínseca y el impacto de la actividad humana sobre este (Sánchez, 2007). Al respecto, Sánchez-Salas *et al.* (2013) señalan que el criterio de amplitud de distribución es el más fácil de aplicar debido a que no contempla aspectos de los criterios restantes.

En el país Santos-Barrera *et al.* (2004) evaluaron las especies de vertebrados que se encuentran protegidos en reservas, cuales son las prioritarias por su diversidad y que áreas adicionales requieren ser declaradas como zonas de conservación para tener representadas todas las especies de vertebrados. Estos autores analizaron la presencia de anfibios y reptiles en dichas áreas, empleando el método de complementariedad.

Este método de acuerdo con Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), consiste en elegir las áreas que cuenten con la mayor diversidad posible y que cada área incluya especies que no se encuentren en la otra, a manera precisamente, de complementarse. Los resultados obtenidos por Santos-Barrera *et al.* (2004), muestran que solo 137 especies de anfibios (69 endémicas) tiene poblaciones protegidas en el país, aunque señalan que su análisis probablemente subestima el número total de especies debido a que algunas reservas fueron excluidas por la falta de datos.

Otro estudio es el realizado por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006) en el que a partir de bases de datos de colecciones biológicas, identificaron también sitios con alta riqueza herpetofaunística y regiones prioritarias de conservación. Mediante un análisis de discrepancias (que compara la localización de zonas con alta riqueza biológica y las áreas protegidas del país) analizaron la riqueza de anfibios y reptiles por áreas (ocurrencia de especies y tamaño relativo de las zonas de distribución) y taxones (familia, género y especie) de esta manera demostraron que más de un 70% del área total de las ANP's del país, no se sobrepone con sitios de alta riqueza de especies. Del mismo modo, emplearon el método de complementariedad para la elección de áreas prioritarias, en el cual consideraron solo "la presencia-ausencia de las especies, no la viabilidad de poblaciones que

se pretenden preservar a través del tiempo”. A partir de ello, sus resultados refieren que solo el 31% de las ANP’s del país concuerdan con zonas de complementariedad. Sus resultados indican que gran parte de la diversidad de anfibios y reptiles del país no se encuentra representada dentro de áreas de conservación.

En el 2009, Ochoa-Ochoa *et al.* mapearon la distribución real y potencial de las especies de anfibios endémicas al país para: evaluar la eficiencia de las Áreas Protegidas existentes respecto a la inclusión de especies amenazadas y endémicas, establecer el valor de las zonas protegidas mediante el sector social (iniciativas privadas y comunidades), como áreas complementarias para preservar los rangos de distribución de dichas especies y determinar si la pérdida potencial de los rangos de distribución se debe a la pérdida de hábitat. Sus resultados demuestran que un bajo número de especies endémicas se encuentran protegidas dentro de ANP’s, sin embargo 167 (de un total de 176) se encuentran en zonas establecidas bajo el sector social.

Además efectuaron un segundo análisis basándose en los registros históricos de 50 especies micro-endémicas, de las cuales no pudieron obtener modelos de distribución potencial, asumiendo que los registros empleados son poblaciones de especies y son aún viables. En dicho análisis, las especies fueron divididas en tres grupos: el primero correspondió a especies muy reducidas (VR) en donde 30 especies presentan al menos una población dentro de algún Área Natural Protegida, el segundo grupo corresponde a especies severamente reducidas (SR) que de acuerdo a sus mapas, se distribuyen en vegetación secundaria. Sin embargo, no tienen la certeza si éstas fueron colectadas en dicha vegetación o si el disturbio del hábitat ocurrió después del muestreo y el tercer grupo corresponde a las especies posiblemente extintas por modificación de su hábitat (PE).

Urbina-Cardona y Flores-Villela (2010) también priorizaron áreas de conservación. Dichos autores mencionan que el sureste del país (Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero, Puebla y Michoacán) incluye el 80% de la herpetofauna nacional y carece de un sistema de áreas protegidas adecuado. De esta manera, mediante la construcción de modelos de distribución (para todas las especies, para solo las endémicas y para las amenazadas presentes en dicha región) identificaron sitios relevantes para la conservación de anfibios y reptiles. En su



estudio identificaron 136 especies endémicas y a la vez se encuentran amenazadas y refirieron que se requería de un 76% a un 96% más de superficie, de la que se encontraba cubierta por el sistema nacional de áreas naturales protegidas al momento de su estudio.

Urbina-Cardona y Flores-Villela (2010) reconocieron 26 áreas prioritarias para la conservación que representaban el 10% de todas las especies amenazadas y endémicas, de las cuales, 19 estaban localizadas en regiones con altas montañas, 7 en tierras bajas y 12 se presentaron dentro de los límites de al menos un Área Natural Protegida. Para el estado de Oaxaca, los sitios prioritarios identificados fueron la Sierra de Tlaxiaco, el Sur de Huajuapán de León, el Boquerón de Tonalá, la extensión de la Sierra de Tlaxiaco entre Santa María Asunción y Santa María Zaniza, los sitios alrededor de la presa Miguel Alemán, la zona entre Pluma Hidalgo, San Miguel del Puerto y Santa María Huatulco, Huatulco y los Chimalapas.

De la misma manera, Ochoa-Ochoa *et al.* (2011) evaluaron las amenazas que presentan 145 especies micro-endémicas de anfibios en México, para proponer indicadores a amplia escala, de estrategias de conservación que sean factibles para conservar dichas especies, debido a que son especialmente sensibles a los cambios en el ambiente. Considerando como especies micro endémicas aquellas distribuidas en rangos menores a 5000 km<sup>2</sup>. En su análisis consideraron como factores de amenaza la densidad de población humana y la tasa de crecimiento, uso de la tierra y la densidad de caminos. Su estudio identifica que el 50% de los anfibios micro-endémicos requieren acciones urgentes de conservación y que el 25% necesitan urgentemente, verificación en campo sobre su presencia, debido al pequeño porcentaje de vegetación remanente existente.

Un estudio más fue el realizado por Ceballos *et al* (2009) sobre zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. Dichos autores basan su estrategia en la identificación de los sitios cero extinciones y de las áreas naturales protegidas prioritarias para la conservación. Considerando los sitios cero extinciones como “zonas en las que se encuentran especies de distribución restringida, que solo se conocen de una o pocas localidades, en áreas geográficas menores de 10 000km<sup>2</sup> y que además se encuentren en riesgo de extinción.

De esta manera identificaron 415 sitios cero extinciones y 33 áreas naturales protegidas prioritarias. Aunque mencionan que solo evaluaron entre el 20 y 40 por ciento de las ANP's debido a que no todas contaron con inventarios recientes de vertebrados. En este punto, para el grupo de anfibios y reptiles, Ceballos *et al* (2009) mencionan que su distribución no es bien conocida, por lo que no se pudo realizar el análisis adicional para determinar si algunas especies están registradas en otras reservas, por lo tanto consideran que sus resultados seguramente están sub-representando el número de especies en las ANP's. Sin embargo señalan que 121 especies de anfibios endémicas al país son prioritarias en la estrategia nacional de sitios cero extinciones. Todas en riesgo de extinción. Destacan Guerrero, Veracruz y Oaxaca por albergar el mayor número de localidades y especies.

Pese a dichas investigaciones, Baena y Halffter (2008) mencionan que el número de estudios sobre anfibios es escaso. Ochoa-Ochoa *et al.*, (2011) mencionan que un buen porcentaje de los anfibios en México, necesita con urgencia el trabajo de campo para confirmar su persistencia y evaluar su situación actual, antes de que se pueda recomendar una estrategia para su conservación. Así mismo, Gual-Díaz y Mayer-Goyenechea (2014) comentan que a nivel nacional, se tienen aproximaciones del número de especies de anfibios, sin embargo para los estados o municipios no es así, careciendo de listados completos, por lo que su representatividad por región o por ecosistema es casi nula.

Del mismo modo, Gual-Díaz y Mayer-Goyenechea (2014) mencionan que “los listados estatales proporcionan un panorama general de la distribución de las especies; sin embargo, se reconoce que en territorios más reducidos que las entidades federativas, existen zonas que potencialmente albergan un gran número de especies que aún desconocemos” y consideran que el conocimiento de la riqueza de un grupo en particular, en un marco geográfico dado, es un requisito previo y fundamental para evaluar la situación de conservación de sus especies, y proceder entonces a elaborar medidas de protección concretas.

En este contexto, Baena y Halffter (2008) refieren que “cuando se trata de especies de las que tenemos pocos datos (a veces solo la descripción original) y cuyo endemismo puede

deberse justamente a la falta de información, queda la posibilidad de que persistan en algún remanente del bosque mesófilo no revisado”, ya que este tipo de vegetación es “el único en el que de forma consistente se cuenta con evidencia sobre extinciones claramente atribuibles a la alteración o destrucción”. Esto es notable si se considera que de acuerdo a Gual-Díaz y Mayer-Goyenechea (2014) 183 especies de anfibios se distribuyen en los bosques mesófilos del país.

Aunado a ello, se desconocen aún aspectos ecológicos de muchas especies de anfibios que pudieran ser relevantes al momento de categorizarlas. Por ejemplo, Young *et al.* (2004) mencionan que una de cada cinco especies evaluadas por científicos, no podía categorizarse dentro la IUCN con suficiente certeza, debido a dudas taxonómicas, información completa del rango de distribución o por carecer de datos recientes sobre el estado poblacional y abundancia de las especies. Por lo que sugiere que las investigaciones futuras deberían centrarse en llenar los vacíos de información de aquellas especies con datos deficientes dentro de la IUCN.

En Oaxaca, los estudios realizados en la entidad para la determinación de Áreas Naturales Protegidas y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC's), se han basado tanto en la riqueza de especies como en la representatividad de ecosistemas o de acuerdo con Ochoa-Ochoa *et al.* (2011) dependiendo de las características socio-económicas y políticas locales, incluso algunas ADVC's, en la entidad se han establecido incluso por petición de las comunidades por el franco interés de conservar los recursos naturales que poseen.

Sin embargo, el grupo de anfibios muchas veces es ignorado en el establecimiento de políticas de conservación (Prendergast *et al.*, 1999) o bien no son considerados dentro de los planes de manejo de las áreas de conservación. Aunado a ello existen sitios en el estado no muestreados (Casas-Andreu *et al.* 1996) por lo que no se cuenta con una clara imagen de lo que ocurre en este grupo, lo cual debería ser relevante si se considera que en la entidad se han registrado 11 de las 18 especies de anuros supuestamente extintas (Baena y Halffter, 2008).

En este contexto, Margules y Pressey (2000) refieren que las especies que presentan pequeños rangos de distribución (micro-endémicas) son irremplazables y en el estudio Alianza Cero Extinción Lamoreux *et al.* (2015), hacen hincapié en prevenir la potencial extinción de dichas especies. Finalmente cabe mencionar que del total de especies registradas hasta el 2015, de acuerdo a Mata-Silva *et al.* 58 especies de anfibios se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010 y 149 dentro la IUCN, de las cuales 13 se ubican dentro de la categoría de Datos Deficientes.

## **III. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo general**

Contribuir a la conservación de los anfibios de Oaxaca mediante el conocimiento de su riqueza y distribución.

### **3.2 Objetivos específicos**

- a) Estimar la riqueza de especies de anfibios presentes en la entidad.
- b) Conocer su distribución en las regiones fisiográfico-florísticas y Áreas Naturales Protegidas de Oaxaca.
- c) Proponer especies prioritarias y áreas relevantes para su conservación.

#### IV. JUSTIFICACIÓN

La falta de conocimiento sobre el estado de las poblaciones de anfibios (y otros organismos) es también un problema para su conservación. Este hecho está ligado en ocasiones a la carencia de información sobre su biología, taxonomía y distribución. En este sentido, Calderón-Mandujano (2011), menciona que “Una mala apreciación de la especie o su determinación equivocada, pueden generar problemas en los análisis de los muestreos y, por ende, en los planes posteriores de conservación y manejo”.

El generar información básica sobre riqueza y distribución de las especies, descubrir nuevas poblaciones o individuos en sitios no estudiados, complementan la historia de vida conocida de diversos organismos. Esta acción podría influir en las líneas de acción para la conservación de algún taxón dentro o fuera de Áreas Naturales Protegidas y Destinadas Voluntariamente a la Conservación, incluso en el momento de identificar otros sitios que pudieran ser relevantes para su preservación o en el establecimiento de programas de rescate y/o manejo de algunas especies en particular. Incluso en investigaciones más detalladas, este tipo de datos pueden ser referencia para estudios moleculares, ya que conocer nuevos datos sobre la distribución de alguna especie en particular y mediante la toma de muestras biológicas, se contribuye en esclarecer relaciones filogenéticas y en reforzar o rechazar hipótesis sobre la evolución o divergencia de linajes.

La carencia de información sobre la riqueza de especies de anfibios y su distribución, puede ocasionar que algunas especies incluidas dentro de las diferentes categorías de riesgo de la Norma Oficial Mexicana-059 y la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, se encuentren evaluadas de manera imprecisa, o que posiblemente se estén excluyendo algunas. De la misma manera, el número de anfibios presentes dentro de las Áreas Naturales de Conservación en el estado de Oaxaca pudiera estar subestimado por este hecho.

Este estudio permitió sistematizar la información georreferenciada de los anfibios de Oaxaca para identificar las zonas con carencia de información sobre este grupo de organismos, lo cual es una referencia para implementar estudios futuros sobre este grupo en dichas zonas. Así mismo, se estimó hasta el momento, la riqueza actual de especies para la entidad y mediante el trabajo realizado en campo, se generó información para 3 localidades no muestreadas, aportando nuevas localidades de distribución para algunas especies, el redescubrimiento de *Megastomatohyala mixe* y una nueva especie de salamandra del género *Chiropterotriton*.

Además, se analizó la distribución de los anfibios dentro de Áreas Naturales Protegidas y se observó la presencia de dichas zonas en las regiones fisiográfico-florísticas con mayor riqueza de especies, endemismos y especies amenazadas, con el propósito de identificar las especies que se encuentran protegidas hasta el momento bajo dicho sistema y las regiones que requieren implementar zonas de protección de manera inmediata, así como para reforzar la necesidad de implementar las nuevas áreas de conservación propuestas en el Ordenamiento Territorial del Estado.

Se obtuvo la distribución de las especies de anfibios a nivel de Distrito y se proponen especies prioritarias y áreas relevantes de conservación con la finalidad de contribuir con información que infiera en la toma de decisiones para la conservación de este grupo.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Descripción del Área de estudio

El estado de Oaxaca se ubica en el sureste del país (Figura 1). De acuerdo con INEGI, presenta una extensión territorial de 95,364 kilómetros cuadrados y una longitud costera de 598.7 kilómetros. Su orografía es accidentada y se encuentran tres grandes sierras: La Sierra Madre del Sur (en parte conocida como Sierra de Miahuatlán), la Sierra Madre Oriental (comprende la Sierra Mazateca, la de Cuicatlán, la Chinanteca, la de Juárez y la Mixe) y la Sierra Atravesada. También presenta algunos valles como el de Oaxaca y Nochixtlán; planicies costeras (Istmo) y cavernas o grutas como las de la Cañada, San Sebastián de los Fustes e Ixcuintepéc.

La entidad tiene dos vertientes, según INEGI (2010) el Golfo de México y el Océano Pacífico. Respecto a la hidrología, en la Vertiente del Golfo, el río Papaloapan es el más grande, al cual se le unen los ríos Grande, Tomellín, Santo Domingo y el río Tonto; así como el río Coatzacoalcos-Uxpanapa, mientras que en el pacífico desemboca el río Atoyac que se convierte en el río Verde al atravesar la Sierra Madre del Sur. Otros ríos que recorren la entidad son, el Puxmetacán-Trinidad Cajonos, el Corte, el Mixteco, Valle Nacional-Papaloapan, Aguatenango-Jaltepec, Cuanana-Grande, Tequisistlán, San Antonio, Los Perros, Putla, Sarabia, Espíritu Santo, Petapa, Colotepec, Ostuta, Calapa, Petlapa, Minas, Tenango, Huamelula y Ayutla. En cuanto las lagunas INEGI (2010), menciona la de Chacahua y Manialtepec en la costa y las Superior e Inferior en el Istmo de Tehuantepec.

Referente al clima en la entidad, de acuerdo con Trejo (2004), la gran complejidad del relieve en Oaxaca permite condiciones climáticas muy variadas y temperaturas que van desde los 8°C hasta más de 28°C en el transcurso del año. Existen sitios en donde la altura va desde el nivel del mar, con temperaturas elevadas, hasta sitios con una altitud máxima de 3,750 metros como en Sierra Madre el Sur en donde la temperatura disminuye. Trejo (2004) menciona la presencia de 12 climas, que van desde los cálidos, semicálidos, templados y semifríos hasta los áridos y muy áridos.



Trejo (2004) también menciona sitios que cuentan con una precipitación anual que va desde los 300 mm hasta más de 4,500 mm. En este sentido, la Vertiente del Golfo presenta las zonas con mayor cantidad de lluvia (Distritos de Teotitlán y Tuxtepec), mientras que en la zona interna del estado se presentan las menores lluvias, siendo la fosa de Tehuacán en donde se registran las precipitaciones más bajas. La lluvia es marcadamente estacional, en donde los meses más húmedos son entre mayo y octubre, aunque en la vertiente del golfo, la precipitación se presenta también en los meses fríos (de noviembre hasta abril).

### **5.1.1 Regiones fisiográfico-florísticas de Oaxaca y distritos que las conforman**

En este estudio la distribución de las especies de anfibios se analizó con base en cada una de las 10 regiones fisiográfico-florísticas propuestas por García-Mendoza y Torres-Colín (1999), las cuales fueron delimitadas de acuerdo a la fisiografía, tipos de vegetación y climas de la entidad. Dichas provincias han sido empleadas por Casas *et al.* (1996) y Casas *et al.* (2004) para el estudio de la herpetofauna de Oaxaca.

Así mismo, se analizó la distribución de las especies a nivel de Distrito. Ello con la finalidad de contribuir con información que infiera en la toma de decisiones dentro de posibles estudios como son: Ordenamientos Territoriales, Manifestaciones de Impacto Ambiental, Estudios Técnicos Justificativos u otros, que pudieran implicar aprovechamiento y/o manejo de recursos naturales. De acuerdo al INEGI (2010) la entidad se encuentra dividida en 30 Distritos.

A continuación se describen las 10 regiones fisiográfico-florísticas y en la figura 1 se muestran los distritos que las conforman.

- Planicie Costera del Golfo.- Esta región comprende los Distritos de Tuxtepec y parte de los de Choapan, Mixe y Juchitán. Las vegetación presente la Selva Alta y Mediana Perennifolia. Presenta alturas desde los 50 hasta los 800 m. La temperatura media anual oscila entre los 22 y 26°C y la precipitación anual media es de 2000 mm. Su topografía es compleja.

- Sierra Madre de Oaxaca.- Esta sierra comprende una gran porción de los Distritos de Teotitlán y Cuicatlán, Ixtlán, Villa Alta y el oeste del Distrito Mixe y pequeña porciones de los Distritos de Tlacolula, Yautepec y Tehuantepec. Es una región montañosa y húmeda, la vegetación dominante son los bosques de *Quercus*, *Pinus* y *Abies* y en ciertas partes matorrales. El clima es templado húmedo con una temperatura media anual entre 18 y 20°C. La precipitación media anual varía entre los 1500 y 1600 mm.
  
- Mixteca alta.- Se representa por los Distritos de Coixtlahuaca, Teposcolula, Nochixtlán, Tlaxiaco y la parte montañosa de Juxtlahuaca, Huajuapán y ETLA. Domina la vegetación de *Quercus-Pinus*, los Matorrales esclerófilos y Rosetófilos y una pequeña área con Bosque Mesófilo de montaña. La temperatura media anual varía en esta región entre los 14 y 20°C con una precipitación media anual mayor a 2000mm.
  
- Valle de Tehuacán-Cuicatlán.- Corresponde a las partes bajas de los Distritos de Cuicatlán, Teotitlán y porciones del Distrito de Coixtlahuaca. La vegetación está constituida por Selva Baja Caducifolia y Matorrales. La temperatura media anual oscila entre 19 y 29°C y la precipitación media anual entre los 600 y 900 mm.
  
- Depresión del Balsas.- Esta región forma parte de los Distritos de Huajuapán, Juxtlahuaca y todo el de Silacayoapan. Presenta también Selvas Bajas Caducifolias, Matorrales y algunos encinares.
  
- Valles Centrales.- Esta zona comprende los Distritos de ETLA, Centro, Zaachila, Zimatlán, Ocotlán, Ejutla y parte de los de Miahuatlán y Tlacolula. La vegetación corresponde a cultivos aunque se pueden encontrar Bosques de *Quercus-Pinus* y diferentes tipos de Matorrales. Presenta un clima cálido-húmedo, con lluvias en verano y una precipitación promedio anual entre 800 y 1600 mm.

- Sierra Madre del Sur.- Se refiere a los Distritos de Putla, Sola de Vega, Miahuatlán y partes de Juquila, Pochutla y Yautepec. Dominan los Bosques de *Quercus*, *Pinus*, Mesófilos de Montaña, Selva Mediana Subperennifolia y áreas restringidas de Matorrales y Selvas Bajas Caducifolias. La altitud va desde los 600 hasta los 2000 m. El temperatura media anual varía entre los 12 y 22°C, con una precipitación media anual entre los 400 y más de 3000 mm.
  
- Planicie Costera del Pacífico.- Se encuentra sobre los Distritos de Jamiltepec, Juquila y Pochutla, en donde la vegetación dominante es la Selva Medina Subcaducifolia. Presenta altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 600 m. La temperatura generalmente no excede los 22°C y la precipitación media anual es menor de 1600 mm.
  
- Istmo de Tehuantepec.- Comprende el Distrito de Tehuantepec, la porción sur de Juchitán y oeste de Yautepec. La vegetación corresponde a Selvas Bajas Caducifolias, Espinosas, Sabanas, Matorrales y pequeñas áreas con Bosques de *Quercus*, *Pinus* y Manglares con vegetación acuática en sus Lagunas Costeras. La temperatura media anual oscila entre los 18 y 22°C y la precipitación media anual es de 800 mm.
  
- Sierra Atravesada.- Esta sierra comprende el Distrito de Juchitán y las vegetaciones presentes son las Selvas Altas y Medianas Subperennifolias, Bósques Mesófilos de Montaña y Selvas Bajas Perennifolias. La temperatura media anual varía entre los 18 y más de 22°C y la precipitación media anual se encuentra entre los 1600 y más de 3000 mm.

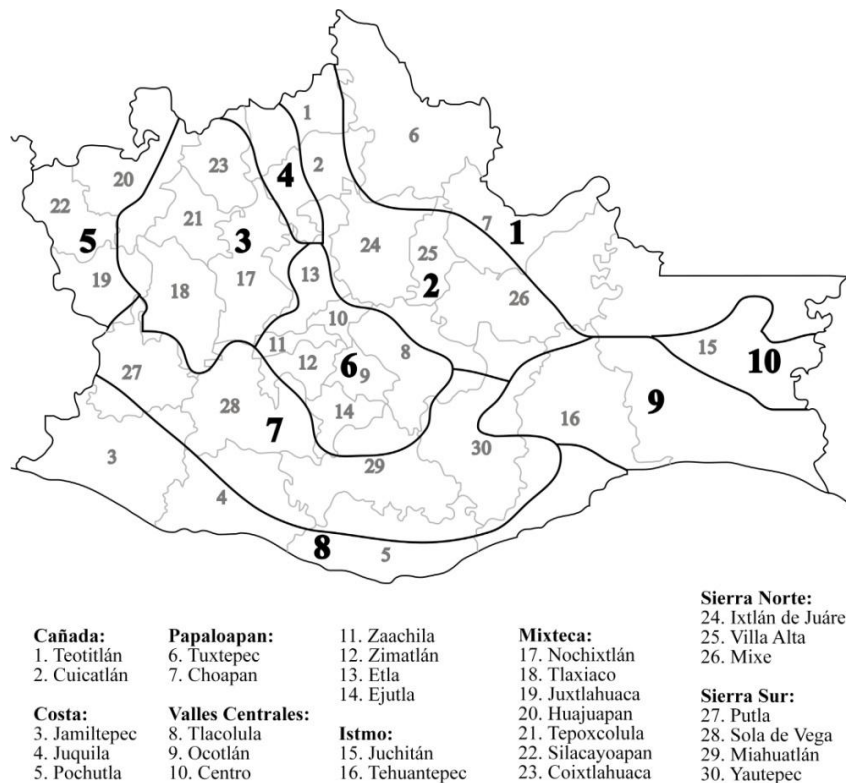


Figura 1. Regiones fisiográfico- florísticas y Distritos que las conforman. Modificado de Casas *et al.* (2004). Número en negritas: 1. Planicie Costera del Golfo, 2. Sierra Madre de Oaxaca, 3. Mixteca Alta, 4. Valle de Tehuacán-Cuicatlán, 5. Depresión del Balsas, 6. Valles Centrales, 7. Sierra Madre del Sur, 8. Planicie Costera del Pacífico, 9. Istmo de Tehuantepec y 10. Sierra Atravesada

## 5.2 Riqueza de especies y diversidad taxonómica

La estimación de la riqueza de especies de anfibios para Oaxaca, se obtuvo con base en lista actualizada de especies para la entidad, para lo cual se realizó una revisión bibliográfica especializada, consulta y depuración de bases de datos y trabajo de campo en tres sitios no colectados anteriormente en la entidad.

La diversidad taxonómica presente en el estado y en cada una de las regiones fisiográfico- florísticas se determinó a partir de la lista actualizada mediante el conteo de órdenes, familias, géneros y especies.

La actualización taxonómica correspondiente se efectuó de acuerdo a Frost (2016), quien menciona los cambios más recientes en este grupo.

### **5.2.1 Lista actualizada de anfibios de Oaxaca**

Se revisó bibliografía especializada referentes a estudios herpetofaunísticos, y categorías de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 059-2010 (NOM-059-SEMARNAT-2010) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (en línea en <http://www.iucnredlist.org>, Abril 2016).

Además se consultó información de bases de datos provenientes de Instituciones nacionales y de Estados Unidos que cuentan con información sobre la herpetofauna mexicana.

A partir de la información consultada se elaboró una lista preliminar de anfibios presentes en Oaxaca, la cual contuvo la siguiente información: taxonomía, grado de endemismo, categorías de riesgo y distribución regional. Esta lista se complementó con información adicional obtenida mediante trabajo de campo.

La lista final cuenta con la siguiente información: taxonomía, autoridad, grado de endemismo, categoría de riesgo, altitud y distribución (Anexo 1).

### **5.3 Trabajo de campo**

#### ➤ Selección de sitios de muestreo

Utilizando el programa Excel, las bases de datos obtenidas fueron depuradas y ordenadas de acuerdo a los registros de anfibios mencionados para el estado, conteniendo los siguientes campos: Número de Catálogo, género, especie, coordenadas y localidad.

Los registros de las bases que no estaban determinados a nivel de especie o que no contenían la localidad, fueron excluidos. Los sitios que no contaban con coordenadas fueron georreferenciados con ayuda de la cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y/o con ayuda del Google Earth 2014.

A partir de esta información y utilizando la versión 10.1 de ArcGis, se creó un mapa de las colectas de anfibios que se han realizado en el estado para observar las zonas que carecen de información y seleccionar los sitios de muestreo (Figura 2).

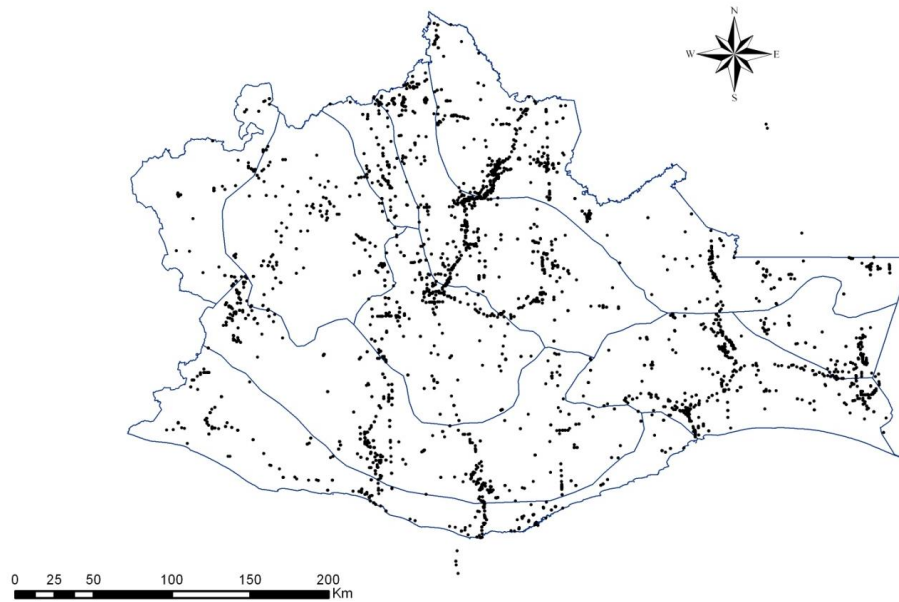


Figura 2. Sitios de colecta de anfibios en el estado. Cada punto representa un registro proveniente de bases de datos personales y de las colecciones biológicas nacionales y extranjeras.

Una vez observados los sitios carentes de información, la elección de las localidades de muestreo dentro de estas zonas se realizó con base en los siguientes criterios:

a) Biología del grupo

Debido a que la mayoría de las especies de este grupo de organismos requieren de grandes masas de vegetación que propicien las condiciones para su desarrollo y actividades fisiológicas, así como la presencia de cuerpos o corrientes de agua, se seleccionaron primero aquellas zonas que tuvieran dichas características.

b) Sitios Terrestres Prioritarios.

Una vez seleccionados dichas áreas, se priorizaron aquellas que se encontraran dentro de alguno de los Sitios Terrestres Prioritarios (STP's) en las categorías de extrema y alta prioridad, propuestos por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO,2007) (Figura 3)

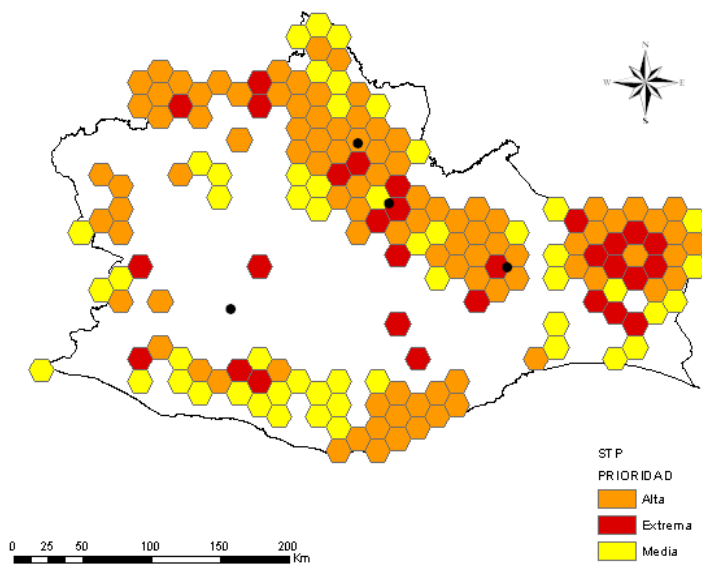


Figura 3. Sitios Terrestres de extrema y alta prioridad en el estado propuestos por CONABIO. Los círculos negros representan los puntos de muestreo. Tomado y modificado de CONABIO, CONANP, TNC- Pronatura (2007).

En este punto es importante mencionar que se eligió una localidad que no se encuentra dentro de algún STP considerado por CONABIO (2007), sin embargo de acuerdo a la reciente propuesta de Ordenamiento Territorial de Oaxaca (2014), la zona montañosa de este sitio se propone como nueva Área para la Conservación en la entidad. Esta localidad corresponde a Buena Vista, Municipio de Santiago Textitlán y fue seleccionada con la finalidad de reforzar la información existente (hasta el momento) para el establecimiento de dicha área de conservación.

### c) Situación social

Existen algunas otras localidades que también se encuentran dentro de algún STP's, sin embargo, se consideró la presencia-ausencia de conflictos sociales en algunas de estas localidades. Cabe señalar que uno de las sitios elegidos no pudo ser muestreado precisamente por este hecho, ya que los pobladores negaron el acceso al sitio, por tal motivo en ese momento se eligió una localidad alterna (San Mateo Yetla), que aunque es un sitio que ya ha tenido colectas de anfibios, presenta un Área Comunitaria Protegida y también se encuentra dentro de un STP. En el Cuadro 3 se muestran las 4 localidades seleccionadas para el muestreo.

Cuadro 3. Localidades seleccionadas para el muestreo de anfibios en sitios no colectados

REGION			DISTRITO	MUNICIPIO	LOCALIDAD
<b>Planicie Golfo</b>	<b>Costera del</b>	<b>del</b>	Tuxtepec	San Juan Bautista Valle Nacional	San Mateo Yetla
<b>Sierra Oaxaca (Sierra Mixe)</b>	<b>Madre de</b>	<b>de</b>	San Idelfonso	Villa Alta	Santo Domingo Roayaga
<b>Istmo de Tehuantepec</b>			Santo Domingo Tehuantepec	Santa María Guienagati	San Isidro Lashigushe
<b>Sierra Madre del Sur</b>			Sola de Vega	Santiago Textitlán	Buena Vista

➤ Muestreo de anfibios

Con la finalidad de abarcar la temporada de secas y lluvias, el trabajo de campo se realizó entre Marzo y Noviembre del 2015.

Se realizaron ocho salidas de campo (dos por cada localidad) cada una con cuatro días de duración, para un total de 24 días efectivos de muestreo y un esfuerzo diario de 36 h/hombre, es decir, 108 h/hombre por sitios, dando un total de 864 h/hombre de trabajo en campo. Estas salidas se efectuaron siempre con dos participantes.

Para la búsqueda de los organismos se llevó a cabo un muestreo por búsqueda libre y sin restricciones propuesto por Rodríguez-Mahecha *et al.*, (2006), el cual permite registrar el mayor número de especies en el menor tiempo, sin más reglas para la búsqueda de organismos que el de examinar sus microhábitats potenciales: debajo de las piedras, entre la hojarasca, debajo y entre troncos podridos, entre huecos de árboles, dentro de bromelias y sitios cercanos a los cuerpos de agua.

En cada sitio se realizaron recorridos al azar entre diferentes tipos de vegetación y pisos altitudinales, así como en los cuerpos y corrientes de agua. Dichos recorridos fueron realizados desde las 7:00 am hasta 19:00 hrs. y posteriormente desde las 21:00 hasta las 03:00 am. El muestreo se dirigió a organismos que pudieran estar presentes desde el cuerpo de agua o a nivel del suelo y hasta una altura de 2 a 3m.

Los recorridos nocturnos se enfatizaron en los sitios con presencia de cuerpos de agua, así como de arroyos, pues en ellos algunos anfibios presentan una mayor actividad en ese periodo.



La colecta de los ejemplares se realizó de forma manual. Todos los organismos fueron fotografiados y georreferenciados. Los organismos que pudieron ser determinados a nivel de especie se liberaron inmediatamente, cuando esto no fue posible, los organismos fueron trasladados al campamento instalado en cada sitio para ser determinados.

Para el traslado de los organismos se utilizaron bolsas tipo ziploc con hojarasca como sustrato para evitar su deshidratación. Para cada ejemplar se tomaron los siguientes datos: fecha, número de colecta (en caso de captura), especie, municipio, localidad, paraje, coordenadas, altitud, tipo de vegetación, microhábitat y hora de colecta.

De acuerdo a lo propuesto por Casas-Andreu *et al.* (1991), los ejemplares colectados fueron sacrificados sumergiéndolos en una solución de Cloretone (Clorabutanol Hidratado), posteriormente fueron etiquetados, fijados con formol al 10% y preservados en alcohol al 70%.

Para su determinación se utilizaron claves especializadas y la consulta con especialistas en el grupo, además de las colecciones biológicas del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (MZFC) y Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR) ambas pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Una vez determinados, los ejemplares fueron catalogados para su inclusión en las colecciones científicas del CIIDIR y la UNAM.

## **5.4 Distribución**

### *Distribución por regiones fisiográfico-florísticas*

Para conocer la distribución de los anfibios en la entidad, las bases de datos fueron depuradas, los organismos no identificados a nivel de especie y los registros no referenciados fueron excluidos. Posteriormente, se elaboraron mapas de distribución actual conocida para cada especie utilizando el software ArcGis 10.1

Es importante aclarar que aunque algunos registros de las colecciones biológicas no son recientes, fueron considerados porque representan registros históricos de la especie, debido a que algunos anuros y caudados en particular, no se han vuelto a observar desde que

fueron descritos, sin embargo dichos registros son una referencia para su búsqueda considerando que algunas se encuentran dentro las 37 especies mencionadas por Ochoa-Ochoa *et al.* (2011) que requieren verificar su presencia en campo.

De esta manera se examinó la distribución de las especies en cada una de las regiones fisiográfico-florísticas, lo que permitió conocer la riqueza y endemismos que alberga cada una de ellas, incluyendo los nuevos registros obtenidos a partir del trabajo de campo.

Así mismo se analizó la diversidad taxonómica de cada región, ya que de acuerdo con Izco (2004) dos áreas que poseen igual número de especies son equivalentes desde el punto de vista de la riqueza específica, pero pueden ser diferentes a nivel de género e inclusive familias.

#### *Distribución altitudinal*

La información para obtener la distribución altitudinal para cada especie derivó de las bases de datos y revisión de literatura especializada. Esta se analizó en un gradiente de 0 a 3720 m.s.n.m. registrando la altitud mínima y máxima.

#### *Distribución por Áreas Naturales protegidas*

Para conocer la riqueza y diversidad taxonómica de anfibios que se encuentran en áreas protegidas de Oaxaca, se cuantificaron aquellas especies que presentan registros dentro de las ANP's y ADVC's decretadas, así como aquellas distribuidas en las nuevas áreas prioritarias para la conservación en Oaxaca mencionadas en el Ordenamiento Ecológico del Territorio.

Del mismo modo se evaluó la coincidencia de dichas áreas dentro de las regiones fisiográfico-florísticas con mayor riqueza de especies, endemismos, especies amenazadas y diversidad taxonómica, con el propósito de identificar las regiones que requieren implementar zonas de protección de manera inmediata, debido a presencia de especies con dichas características, así como para reforzar la necesidad de implementar las nuevas áreas de conservación propuestas en el Ordenamiento Territorial del Estado.

## 5.5 Similitud entre regiones fisiográfico-florísticas

Para estimar la similitud entre regiones fisiográfico-florísticas en este trabajo, se elaboró una matriz de presencia-ausencia de anfibios en cada una de estas regiones. En dicha matriz, las filas correspondieron a las especies de anfibios y las columnas a las regiones fisiográfico-florísticas.

La similitud entre las anfibiafaunas de las regiones, fue evaluada con el Índice de Sorensen (Czekanovsky-Dice-Sorensen), el cual solo refleja la similitud entre regiones independientemente de la abundancia que presente las poblaciones de las especies presentes en ellas (Badii *et al.* 2008). El índice de Sorensen está dado por la siguiente fórmula (Moreno, 2011).

$$\beta = \frac{2C}{S_1 + S_2}$$

En donde **S1** es el número de especies de la región 1, **S2** es el número de especies de la región 2, y **C** el número de especies comunes a ambas regiones. Este índice de acuerdo a Moreno (2001) oscila entre 0, cuando no existen especies comunes, y 1 cuando ambas regiones son idénticas en su anfibiafauna.

En este estudio, el Índice fue utilizado para evaluar la similitud de especies que se comparten entre las regiones fisiográfico-florísticas y en el contexto de la conservación, saber si existe la presencia de ANP`s y ADVC`s en las regiones con menor similitud.

Finalmente, a partir de los valores de obtenidos, se realizó un fenograma de similitud como representación gráfica de este análisis.

## **5.6 Anfibios y Áreas relevantes para su conservación**

### *Anfibios prioritarios para su conservación*

A partir de la lista actualizada de anfibios para Oaxaca, utilizando los criterios de a) especies micro-endémicas y b) especies dentro de alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN), se obtuvo la lista de especies prioritarias para su conservación. Posteriormente se analizó su distribución dentro de las Áreas Naturales Protegidas del estado.

### *Áreas relevantes para la conservación de anfibios*

Estas áreas se propusieron con base en la riqueza de especies que presentan, así como el número de endemismos a la entidad y las especies dentro de alguna categoría de riesgo. La propuesta de dichos sitios se realizó a nivel de Distrito, debido a que las políticas de conservación y/o acciones que implican el manejo o aprovechamiento de los recursos naturales se realizan principalmente a nivel geopolítico. Este análisis se realizó de manera independiente a la elección de especies prioritarias para su conservación.

### *Nuevas áreas de conservación propuestas para el estado (UGA-54)*

Aunque estas áreas se encuentran en espera de implementarse, se analizó la distribución de los anfibios prioritarios para su conservación dentro de dichas zonas. Ello con la finalidad de aportar información que pueda ser de utilidad para su establecimiento.

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Riqueza de especies y diversidad taxonómica

La anfibiofauna de Oaxaca aquí reportada está constituida por 152 especies, agrupada en 3 órdenes, 13 familias y 38 géneros (Cuadro 4).

Cuadro 4. Composición taxonómica de anfibios de Oaxaca.

ORDEN	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
ANUROS	11	31	106
CAUDADOS	1	6	44
GYMNOPHIONA	1	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>38</b>	<b>152</b>

El Orden más representativo es Anura con 11 familias y 106 especies, mientras que Caudata cuenta con 1 familia y 44 especies. Gymnophiona presenta 1 familia y 2 especies.

La familia más diversa de anuros es Hylidae con 59 especies, seguida por Craugastoridae y Bufonidae con 12 cada una, mientras que Ranidae cuenta con 7 especies (Figura 4).

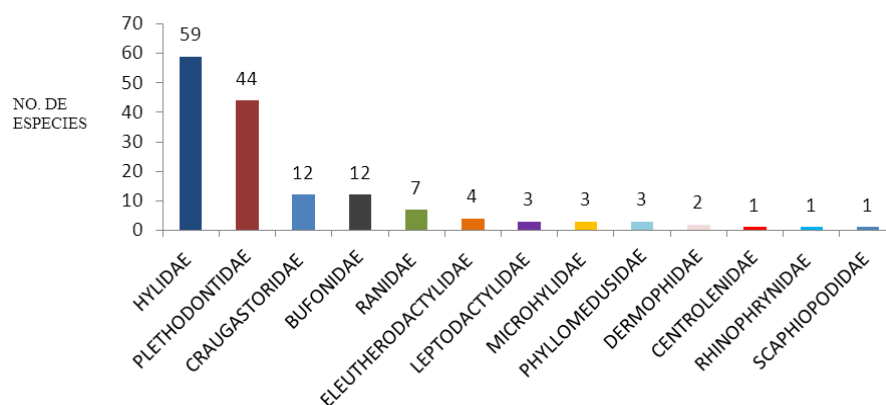


Figura 4. Número de especies de anfibios por familia presentes en Oaxaca.

A nivel de género, dentro de los anuros *Sarcohyala* es el más diverso con 18 del total de especies para este orden, seguido por *Craugastor* e *Incilius* con 12. Del grupo de las salamandras el género más representativo es *Pseudoeurycea* con 18 especies, seguida por *Thorius* con 12 y *Bolitoglossa* con 10.

➤ Endemismos

Respecto a las especies endémicas, 118 son endémicas a México, de las cuales 61 lo son al estado de Oaxaca (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de anfibios endémicos al país y el estado

<b>ORDEN</b>	<b>A MÉXICO</b>	<b>A OAXACA</b>
Anuros	73	27
Caudados	44	34
Gymnophiona	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>118</b>	<b>61</b>

➤ Especies en riesgo

De las 152 especies de anfibios para Oaxaca, 61 se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (15 Amenazadas y 46 Bajo Protección especial) (Figura 5).

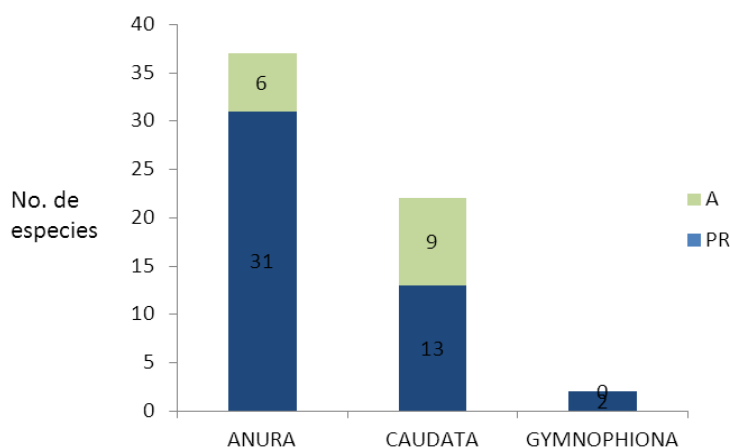


Figura 5. Número de especies dentro las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (A= amenazadas, Pr = Protección especial)

Así mismo, 145 especies de anfibios (95% del total estatal), se encuentran dentro de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) de las especies evaluadas para México. Diecisiete anfibios son consideradas como vulnerables, 32 en estado crítico, 9 cercanas a la amenaza, 26 en peligro, 47 bajo preocupación y 14 con datos deficientes (Figura 6).

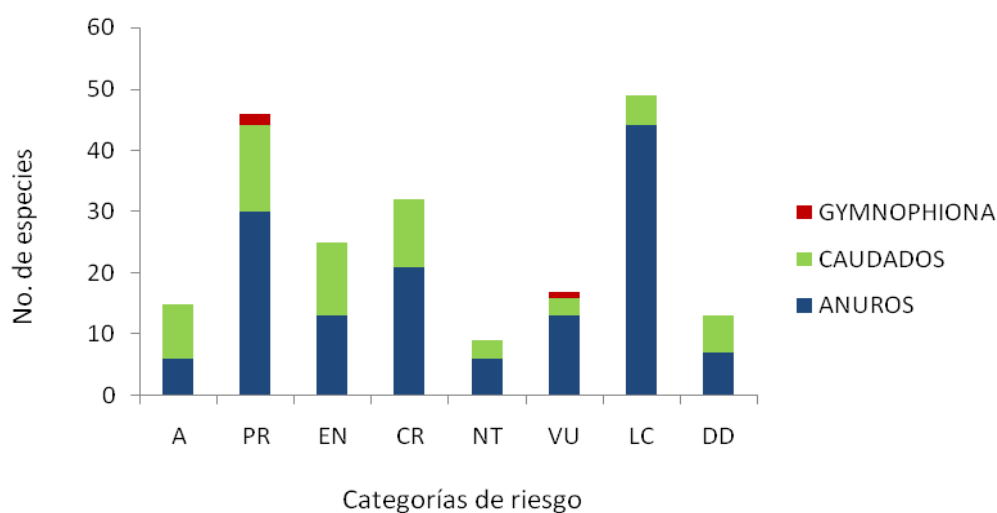


Figura 6. Número de especies dentro las categorías de riesgo de la IUCN (DD= datos deficientes, LC= bajo preocupación, VU= vulnerable, NT= cercano a la amenaza, EN= en peligro, CR= en peligro crítico).

### 6.1.1 Lista actualizada de anfibios de Oaxaca

La lista actualizada de los anfibios registrados hasta el momento para la entidad se encuentra en el Anexo 1.

La base de datos formada para este estudio incluyó un total de 19,688 registros de anfibios depositados en 27 colecciones nacionales y extranjeras (Cuadro 6).

Cuadro 6. Base de datos, colecciones consultadas y número de ejemplares de anfibios depositados.

<b>SIGLAS</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>PAÍS</b>	<b>NO. DE EJEMPLARES DEPOSITADOS (Especies de Oaxaca)</b>
<b>SNIB*</b>	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).	MÉXICO	18348
<b>KU</b>	Museum Natural History, University of Kansas.	USA	3424
<b>UIMNH</b>	University of Illinois, Museum of Natural History.	USA	3306
<b>MVZ</b>	University of California at Berkeley Museum of Vertebrate Zoology.	USA	2811
<b>AMNH</b>	American Museum of Natural History, New York.	USA	2350
<b>MZFC</b>	Museo de Zoología, Alfonso L. Herrera, Facultad de Ciencias, UNAM.	MÉXICO	1987
<b>UTA</b>	University of Texas at Arlington.	USA	1255
<b>CNAR</b>	Colección Nacional de Anfibios y Reptiles, Instituto de Biología, UNAM.	MÉXICO	842
<b>USNM</b>	Smithsonian Institute, National Museum of Natural History.	USA	574
<b>FMNH</b>	Field Museum of Natural History, Chicago.	USA	564
<b>UMMZ</b>	University of Michigan, Museum of Zoology.	USA	420
<b>TNHC</b>	Texas Natural History Collection.	USA	321
<b>CAS</b>	California Academy of Sciences Collection, San Francisco.	USA	291
<b>CIIDIR</b>	Centro Interdisciplinario de Investigación Para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca.	MÉXICO	242
<b>LACM</b>	Los Angeles County Museum of Natural History.	USA	202
<b>UCM</b>	University of Colorado Museum.	USA	171
<b>TCWC</b>	Texas Cooperative Wildlife Collection, Texas A&M University.	USA	152
<b>MCZ</b>	Museum of Comparative Zoology, Harvard University.	USA	124
<b>FLMNH</b>	Florida Museum of Natural History.	USA	115
<b>JAC</b>	Jonathan A. Campbell	USA	113
<b>UTEP</b>	University of Texas at el Paso.	USA	102
<b>JFBM</b>	University of Minnesota James Ford Bell.	USA	101
<b>UAZ</b>	University of Arizona	USA	77
<b>SMU</b>	Michigan State University	USA	72
<b>SDSNH</b>	San Diego Society of Natural History.	USA	23
<b>MPM</b>	Milwaukee Public Museum	USA	20
<b>LSUM</b>	Museum of Zoology, Louisiana State University.	USA	18
<b>SMBU</b>	Strecker Museum, Baylor University.	USA	11

\*Base de datos



Así mismo, se realizaron modificaciones de acuerdo con la sistemática y taxonomía propuesta por Frost (2016), para lo cual se efectuaron los siguientes cambios a nivel de familia, género y especie (Cuadros 7, 8 y 9).

Cuadro 7. Cambios taxonómicos a nivel de familia

<b>FAMILIA ANTERIOR</b>	<b>FAMILIA ACTUAL</b>
Caeciliidae	Dermophidae
Eleutherodactylidae (en parte)	Craugastoridae
Eleutherodactylidae (en parte)	Eleutherodactylidae
Pelobatidae	Scaphiopodidae
Hylidae (en parte)	Phyllomedusidae

Cuadro 8. Cambios taxonómicos a nivel de género.

<b>GENERO ANTERIOR</b>	<b>GENERO ACTUAL</b>	<b>GENERO ANTERIOR</b>	<b>GENERO ACTUAL</b>
<i>Bufo</i>	<i>Incilius</i>	<i>Plectrohyla</i> (en parte)	<i>Sarcohyla</i>
<i>Eleutherodactylus</i> (en parte)	<i>Craugastor</i>	<i>Pachymedusa</i>	<i>Agalychnis</i>
<i>Ecnomiohyla</i> (en parte)	<i>Rheohyla</i>	<i>Physalaemus</i>	<i>Engystomops</i>
<i>Gastrophryne</i> (en parte)	<i>Hypopachus</i>	<i>Rana</i> (en parte)	<i>Lithobates</i>
<i>Hyla</i> (en parte)	<i>Bromeliahyla</i>	<i>Syrrophus</i>	<i>Eleutherodactylus</i>
<i>Hyla</i> (en parte)	<i>Charadrahyla</i>	<i>Tomodactylus</i>	<i>Eleutherodactylus</i>
<i>Hyla</i> (en parte)	<i>Dendrosophus</i>	<i>Trachycephalus</i>	<i>Phrynohyas</i>
<i>Hyla</i> (en parte)	<i>Exerodonta</i>	<i>Tripriion</i> (en parte)	<i>Diaglena</i>
<i>Hyla</i> (en parte)	<i>Ecnomiohyla</i>	<i>Cryptotriton</i> (en parte)	<i>Thorius</i>
<i>Hyla</i> (en parte)	<i>Megastomatohyla</i>	<i>Lineatitron</i>	<i>Pseudoeurycea</i>
<i>Hyla</i> (en parte)	<i>Plectrohyla</i>	<i>Pseudoeurycea</i> (en parte)	<i>Isthmura</i>
<i>Hyla</i> (en parte)	<i>Tlalocohyla</i>	<i>Pseudoeurycea</i> (en parte)	<i>Ixalotriton</i>
<i>Hyla</i> (en parte)	<i>Dryophytes</i>		

Cuadro 9. Cambios taxonómicos a nivel de especie.

NOMBRE ANTERIOR	NOMBRE ACTUAL
<i>Craugastor rhodopis</i> (en parte)	<i>Craugastor loki</i>
<i>Hyla arenicolor</i>	<i>Dryophytes arenicolor</i>
<i>Hyla euphorbiacea</i>	<i>Dryophytes euphorbiaceus</i>
<i>Phrynohyas venulosa</i>	<i>Trachycephalus typhonius</i>
<i>Rhinella marina</i>	<i>Rhinella horribilis</i>
<i>Pseudoeurycea boneti</i>	<i>Isthmura boneti</i>
<i>Pseudoeurycea maxima</i>	<i>Isthmura maxima</i>
<i>Pseudoeurycea parva</i>	<i>Ixalotriton parvus</i>

➤ Adición y exclusión de especies

En este estudio se reportan como nuevos registros para la anfibiofauna de Oaxaca 7 especies que no habían sido mencionadas para el estado por Parra-Olea *et al.* (2014) y Mata-Silva *et al.* (2015): *Craugastor laticeps*, *Charadrayla* sp., *Duellmanohyla chamulae*, *Ptychohyla* sp. *Chiropterotriton* sp., *Pseudoeurycea amuzga* y *Pseudoeurycea* sp.

De la misma manera se excluyen a los anuros *Craugastor decoratus* (Canseco-Márquez com. Pers.), *C. rhodopis* (Streicher *et al.*, 2014) y *Lithobates berlandieri* (Zaldivar-Riverón *et al.*, 2004).

## 6.2 Registros obtenidos en campo

Durante el trabajo de campo se registraron 34 especies de anfibios, pertenecientes a 2 órdenes, 9 familias y 18 géneros (Cuadro 10).

Cuadro 10. Lista de especies registradas en campo.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	CATEGORIAS DE RIESGO	LOCALIDADES*		
ANURA	BUFONIDAE	<i>Incilius</i>	<i>occidentalis</i> **	LC	BV		
		<i>Incilius</i>	<i>spiculatus</i> *	EN	SIL		
		<i>Incilius</i>	<i>valliceps</i>	LC	SMY,SIL		
		<i>Rhinella</i>	<i>horribilis</i>	LC	SMY, SIL,BV		
		CENTROLENIDAE	<i>Hyalinobatrachium</i>	<i>fleishmanni</i>	LC	SMY,SIL	
		CRAUGASTORIDAE	<i>Craugastor</i>	<i>alfredi</i>	VU	SMY	
			<i>Craugastor</i>	<i>lineatus</i> **	Pr, CR	SMY	
			<i>Craugastor</i>	<i>loki</i>	LC	SMY, SIL	
			<i>Craugastor</i>	<i>mexicanus</i> **	LC	SDR	
			<i>Craugastor</i>	<i>pygmaeus</i>	VU	SMY,SDR.SI L.BV	
			ELEUTHERODACTYLIDAE	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>leprus</i> **	VU	SMY,SIL
				<i>Eleutherodactylus</i>	<i>nitidus</i> **	LC	SDR, BV
				<i>Eleutherodactylus</i>	<i>pipilans</i>	LC	BV
		LEPTODACTYLIDAE	<i>Leptodactylus</i>	<i>melanonotus</i>	LC	SMY	
		HYLIDAE	<i>Anotheca</i>	<i>spinosa</i>	LC	SMY	
			<i>Charadrahyla</i>	<i>nephila</i> **	VU	SDR	
			<i>Megastomatohyla</i>	<i>mixe</i> *	Pr, CR	SDR	
			<i>Ptychohyla</i>	<i>acrochorda</i> *	DD	SMY	
			<i>Ptychohyla</i>	<i>leonhardschultzei</i> **	Pr, EN	SIL	
			<i>Ptychohyla</i>	<i>zophodes</i> **	DD	SDR	
			<i>Sarcohyla</i>	<i>cyclada</i> *	EN	SDR	
			<i>Smilisca</i>	<i>baudinni</i>	LC	SMY,SIL	
			<i>Smilisca</i>	<i>cyanosticta</i>	NT	SIL	
			<i>Tlalocohyla</i>	<i>smithi</i> **	LC	BV	
			PHYLLOMEDUSIDAE	<i>Agalychnis</i>	<i>callidryas</i>	LC	SIL
			RANIDAE	<i>Lithobates</i>	<i>brownorum</i> **	Pr	SMY
				<i>Lithobates</i>	<i>maculatus</i> **	LC	SIL
	<i>Lithobates</i>			<i>vaillanti</i>	LC	SIL	
	<i>Lithobates</i>	<i>sierramadrensis</i> **		VU	BV		
	<i>Lithobates</i>	<i>sierramadrensis</i> **		VU	BV		
CAUDA TA	PLETHODONTIDAE	<i>Bolitoglossa</i>	<i>platidactyla</i> **	Pr, NT	SIL		
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>rufescens</i> **	Pr, LC	SIL		
		<i>Chiropterotriton</i>	sp *		SDR		
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>mystax</i> *	A, EN	SDR		
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>werleri</i> **	Pr,EN	SDR		

Categorías de riesgo: NOM-ECOL-059 A= Amenazada, Pr= Protección especial, IUCN DD= datos deficientes, LC= bajo preocupación, VU= vulnerable, NT= cercano a la amenaza, EN= en peligro, CR= en peligro crítico. Localidades: BV= Buena Vista, SMY= San Mateo Yetla, SDR= Santo Domingo Roayaga, SIL= San Isidro Lashigushé. \*Endémico a Oaxaca, \*\* Endémico a México

De las especies registradas, el orden Anura es el más diverso con 29 especies del total. La familia que más especies contiene es Hylidae con 10, mientras que el género más representativo fue *Craugastor* con 5 especies. Todas las especies registradas se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo. Veintium especies son endémicos, mientras que otros 6 lo son a Oaxaca.

La localidad en que se registró la mayor riqueza de especies fue San Isidro Lashigushe con la presencia de 15 anfibios, seguida de San Mateo Yetla con 11, Santo Domingo Roayaga con 10 y finalmente Buena Vista con 7. La mayor parte de las especies endémicas se registraron en Santo Domingo Roayaga (9), seguida por San Isidro Lashigushe (5), San Mateo Yetla (4) y Buena Vista (3).

A nivel de familia San Isidro Lashigushe y San Mateo Yetla presentan la mayor diversidad con 7, seguidas de Buena Vista con 5 y Santo Domingo Roayaga con 4. En cuanto la diversidad de géneros nuevamente San Isidro Lashigushe y San Mateo Yetla ocupan el primer lugar con 10 de los 18 registrados, mientras que Santo Domingo Roayaga alberga ocho y Buena Vista seis.

#### ➤ Nuevos registros y ampliaciones de distribución

A través de la identificación de sitios no colectados anteriormente en la entidad y al trabajo de campo realizado en este estudio, se obtuvieron 10 registros que representan nuevas localidades y ampliaciones de distribución a nivel de región fisiográfico-florística y de Distrito. Entre estos registros destacan la presencia de *Pseudoeurycea mystax* y *P. werleri*, el redescubrimiento de *Megastomatohyala mixe* (no colectada desde 1965) y una nueva especie de salamandra del género *Chiropterotriton*, lo que incrementa la anfibiofauna estatal. Estos se mencionan a continuación:

- *Agalychnis callidryas* (Cope,1862)

La distribución conocida de esta especie de anuro se había reportado en las regiones Planicie Costera del Golfo y Sierra Madre de Oaxaca, en los Distritos de Tuxtepec y Juchitán respectivamente (Solís *et al.* ,2008). En este estudio se registró un ejemplar en la región del Istmo de Tehuantepec, en San Isidro Lashigushe, Distrito de Santo Domingo Tehuantepec (Figura 7).

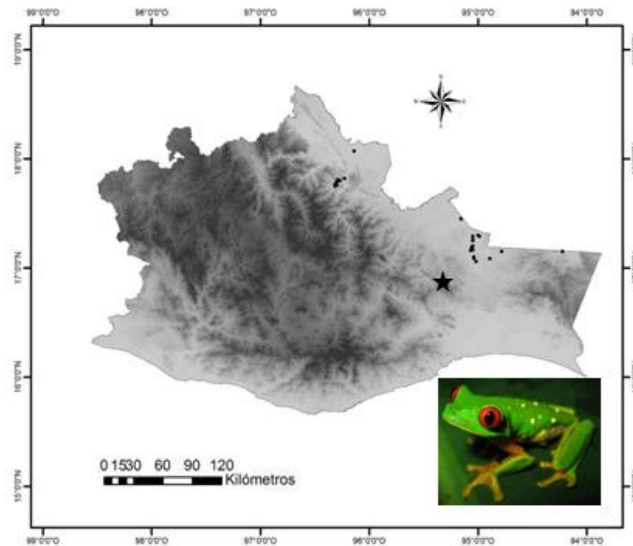


Figura 7. Distribución conocida de *Agalychnis callidryas*. Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- *Craugastor lineatus* (Brochi,1879)

En la localidad de San Mateo Yetla (Distrito Tuxtepec, región Planicie Costera del Golfo) se observó un ejemplar del anuro *Craugastor lineatus* en un bosque de encino perturbado (Figura 8). Este registro aporta una nueva localidad para la especie, antes solo conocida del Norte del estado en los alrededores de Vista Hermosa (Distrito de Ixtlán, región Sierra Norte) (Savage, 1987).

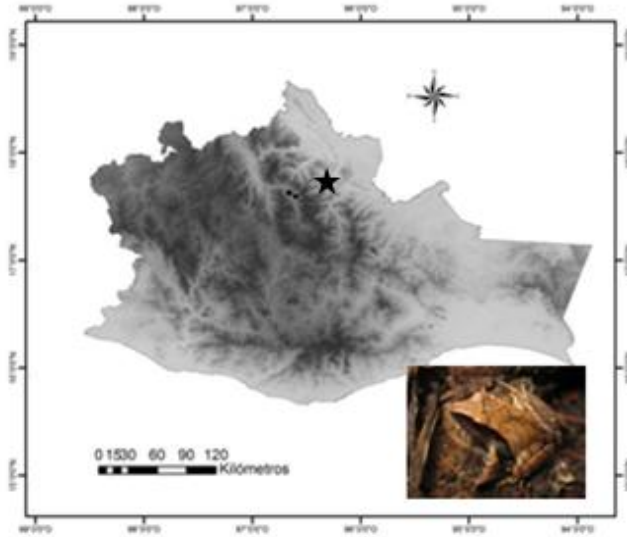


Figura 8. Distribución conocida de *Craugastor lineatus*. Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- *Eleutherodactylus leprus* (Cope,1879)

Este anuro fue reportado por Rendón-Rojas *et al.* (1998) para el norte de Oaxaca, en la localidad de Santiago Jalahui (Distrito Choapam), Ramírez-González *et al.* (2014) lo registraron para los Distritos Choapam y Tuxtepec, mientras que Lynch (1970) lo mencionó para la Sierra Atravesada) en las localidades de La Gloria y Matías Romero, Casas *et al.* (2004) también lo menciona para la misma región (Figura 9).

En este estudio, se observaron dos ejemplares de la especie en San Isidro Lashigushe, perteneciente al Istmo de Tehuantepec, municipio de Tehuantepec, lo que amplía su distribución a nivel de región y Distrito.

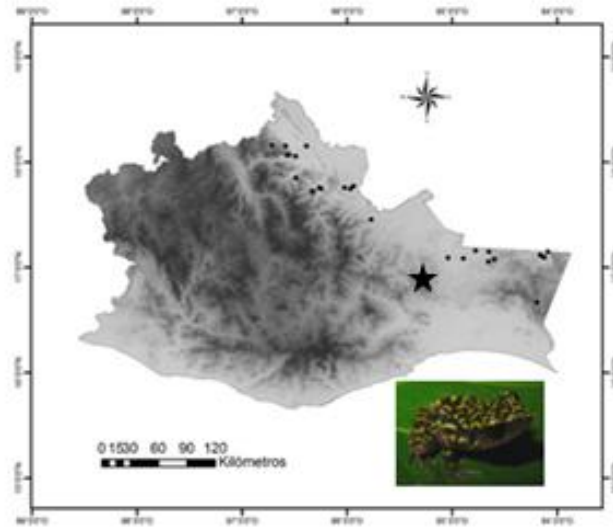


Figura 9. Distribución conocida de *Eleutherodactylus leprus*. Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- *Incilius spiculatus* (Mendelson,1997)

Mendelson (1997) describió esta especie a partir de ejemplares provenientes de la Sierra de Juárez (Sierra Madre de Oaxaca), también existen registros para la Planicie Costera del Golfo (Figura 10). Este sapo se observó en la localidad de San Isidro Lashigushe, región del Istmo de Tehuantepec, municipio de Tehuantepec, Distrito del mismo nombre. Este registro amplía su distribución conocida a nivel de región y de Distrito.

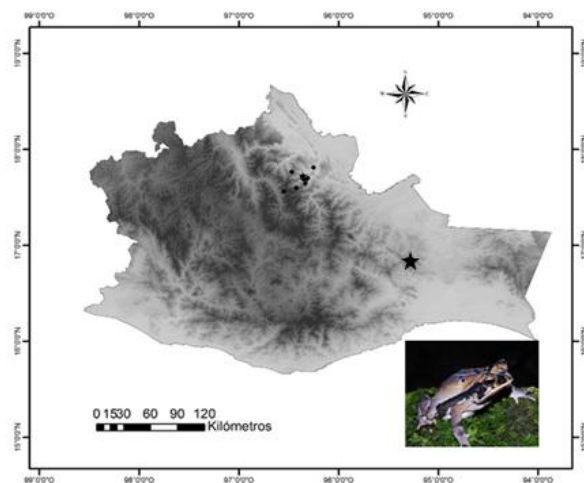


Figura 10. Distribución conocida de *Incilius spiculatus*. Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- *Megastomatohyla mixe* (Duellman, 1965)

Esta especie fue descrita por Duellman (1965) a partir de un ejemplar colectado en la localidad de Vista Hermosa, Distrito de Ixtlán, Sierra Madre de Oaxaca. Duellman (2001) menciona otro registro al sur de Valle Nacional, aunque no proporciona el sitio preciso. Esta especie no se había vuelto a colectar desde que fue descrita. Durante el trabajo en campo, se observó un ejemplar en Santo Domingo Roayaga, Distrito San Idelfonso Villa por lo que su registro significa una nueva localidad y un redescubrimiento para la especie (Figura 11)

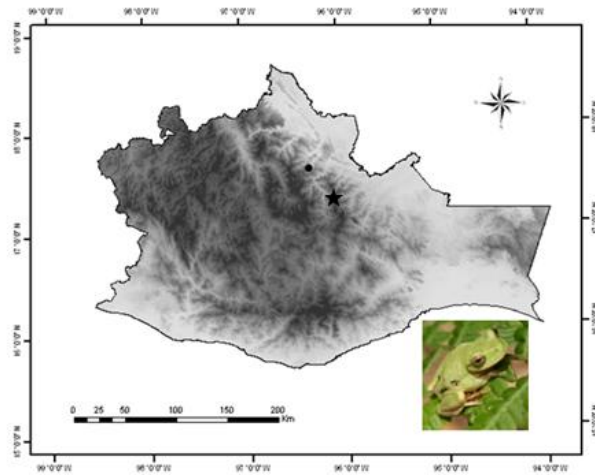


Figura 11. Distribución conocida de *Megastomatohyla mixe*. Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- *Smilisca cyanosticta* (Smith.1953)

Esta especie de anuro se conocía para la Planicie Costera del Golfo (Distritos Teotitlán, Tuxtepec, Choapam e Ixtlán) y Sierra Madre de Oaxaca (Distrito Juchitán) (Duellman, 2001) (Figura 12). Durante el trabajo de campo, se observó un ejemplar en San Isidro Lashigushe, región Istmo de Tehuantepec, ampliando su distribución conocida a nivel de región y Distrito.



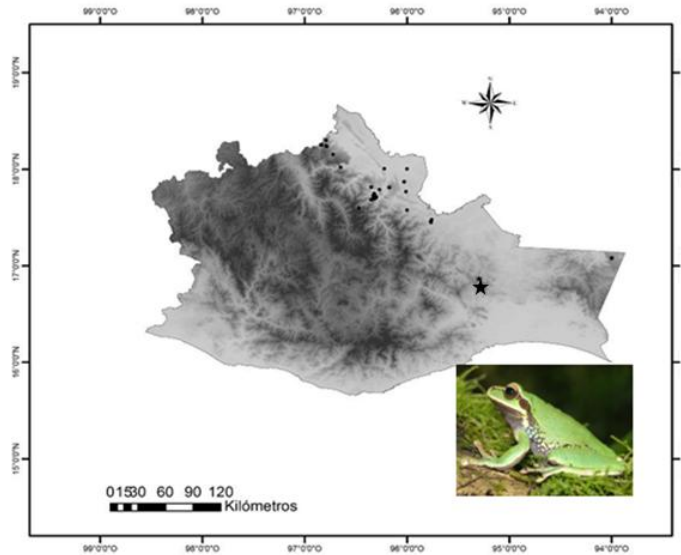


Figura 12. Distribución conocida de *Smilisca cyanosticta*. Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- *Bolitoglossa platydactyla* (Gray, 1831)

Esta especie de salamandra previamente se conocía para las regiones Planicie Costera del Golfo, Sierra Madre Oriental e Istmo de Tehuantepec. En este estudio se registró un ejemplar adulto en San Isidro Lashigushe, lo que amplía su distribución conocida a un nuevo Distrito en la región del Istmo (Figura 13).

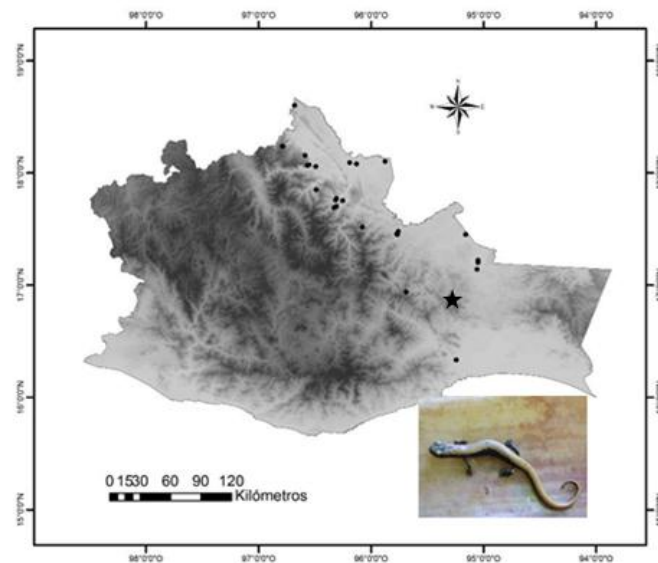


Figura 13. Distribución conocida de *Bolitoglossa platydactyla*. Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- *Bolitoglossa rufescens* (Cope, 1869)

Esta especie de salamandra se distribuye en el norte de Oaxaca (Planicie Costera del Golfo) e Istmo de Tehuantepec Parra-Olea *et al.* (2008a). En este estudio se encontró un ejemplar de esta especie en San Isidro Lashigushe, Distrito de Tehuantepec, lo que aporta una nueva localidad de distribución conocida para la especie (Figura 14).

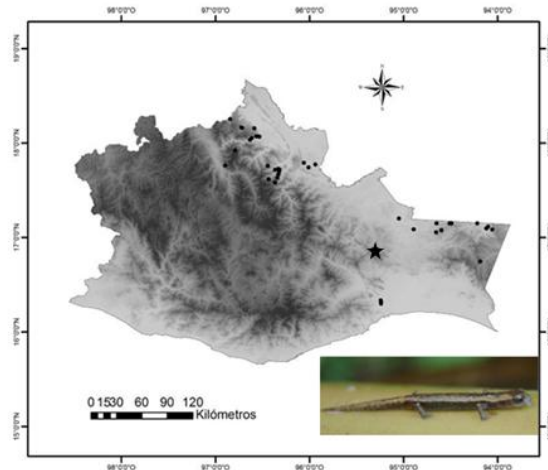


Figura 14. Distribución conocida de *Bolitoglossa rufescens*. Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- *Pseudoeurycea mystax* Bogert, 1967

Aquí se reporta el segundo registro y nueva localidad para la salamandra *Pseudoeurycea mystax*, el cual proviene de Santo Domingo Roayaga (Distrito San Idelfonso Villa Alta, región Sierra Norte) en un bosque de encino conservado; previamente la especie solo se conocía de la localidad tipo en Ayutla, Distrito Mixe (Bogert, 1967) (Figura 15).

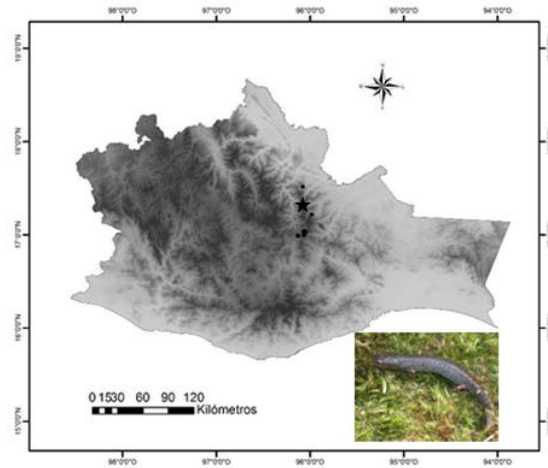


Figura 15. Distribución conocida de *Pseudoeurycea mystax*. Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- *Pseudoeurycea werleri* Darlig y Smith, 1954

Esta salamandra tiene una distribución disyunta, con poblaciones conocidas en la región de los Tuxtlas, Veracruz y en el norte de Oaxaca, en los alrededores de Vista Hermosa, Distrito Ixtlàn (Parra-Olea *et al.*, 2008b). Durante este trabajo fueron observados tres ejemplares de esta especie en de Santo Domingo Roayaga, Distrito San Idelfonso Villa Alta, lo cual representa la ampliación de su distribución a nivel de Distrito (Figura 16).

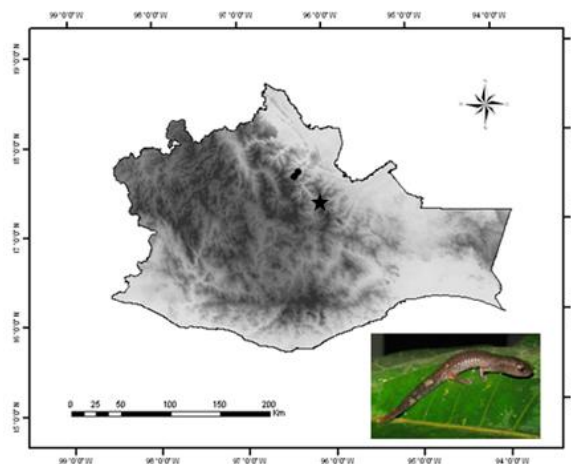


Figura 16. Distribución conocida de *Pseudoeurycea werleri* Los círculos corresponden a registros previos, la estrella representa el obtenido en este estudio.

- Especie no descrita de salamandra

Durante el trabajo de campo realizado en un bosque de encino de Santo Domingo Roayaga (Distrito Mixe), se encontró un ejemplar de salamandra del género *Chiropterotriton* como habitante del phytotelma de una bromelia.

La presencia de este género en Oaxaca, ya ha sido mencionada por Parra-Olea (2003) (Figura 17). Sin embargo, después de comparar el ejemplar colectado en Roayaga se encontró que no corresponde a ninguna de las especies de *Chiropterotriton* conocidas para el estado; por otro lado, análisis de secuencias del ADN realizados en el Laboratorio de Sistemática Molecular del Instituto de Biología (UNAM) con apoyo de la M. en C. Mirna García Castillo para evaluar las relaciones de este género, indican que el ejemplar de Roayaga corresponde a una nueva especie, la cual se encuentra en proceso de descripción.

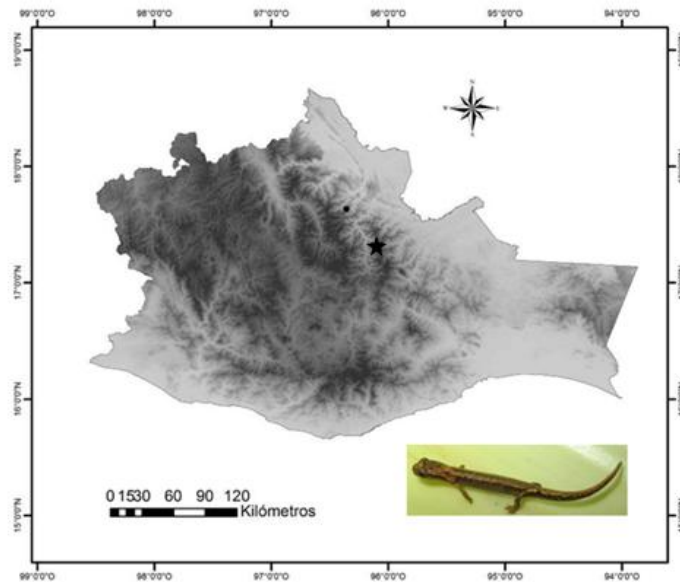


Figura 17. Distribución conocida de *Chiropterotriton* sp. El círculo corresponde al registro de Parra-Olea (2003) y la estrella representa el obtenido en este estudio.

### 6.3 Distribución

#### *Distribución por regiones fisiográfico-florísticas*

Con base en las 10 regiones fisiográfico-florísticas de Oaxaca, la región que más anfibios alberga es la Sierra Madre de Oaxaca con 79 especies, seguida de la Planicie Costera del Golfo (60) y Sierra Madre del Sur (55). Las regiones con menor riqueza de especies son Depresión del Balsas (15), el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (16) y Mixteca Alta (20) (Cuadro 11). El mayor número de anfibios endémicos de Oaxaca se encuentra distribuido en la Sierra Madre de Oaxaca (40 especies), seguido por la Sierra Madre del Sur (18) y la Planicie Costera del Golfo (11).

La Planicie Costera del Golfo y del Pacífico son las que albergan representantes de un mayor número de familias taxonómicas con 12 de un total de 13, mientras que la Depresión del Balsas albergó el menor número de familias (5). A nivel de género, la Planicie Costera del Golfo presenta el mayor número para esta categoría taxonómica (30 especies), seguida por la Sierra Madre de Oaxaca (28), mientras que la Depresión del balsas y Mixteca Alta albergan el menor número (9 y 12 respectivamente). (Figura 7).

Cuadro 11. Riqueza de especies, diversidad taxonómica y endemismos presentes en las regiones fisiográfico-florísticas del estado.

REGIÓN	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	ENDÉMICAS A OAXACA
Planicie Costera del Golfo	12	30	60	12
Sierra Madre de Oaxaca	10	28	79	40
Mixteca Alta	7	12	20	4
Valle de Tehuacan-Cuicatlán	7	14	16	4
Depresión del Balsas	5	9	15	2
Valle Centrales	7	14	23	10
Sierra Madre del Sur	11	25	55	18
Planicie Costera del Pacífico	12	20	33	2
Istmo de Tehuantepec	11	25	51	5
Sierra Atravesada	9	21	41	3

➤ Especies exclusivas para cada región fisiográfico-florística

En cuanto a la distribución de especies únicas por región, la Sierra Madre de Oaxaca alberga el mayor número con 25, en su mayoría pertenecen a salamandras del género *Pseudoeurycea* y *Thorius*. Destaca la presencia de dos nuevas especies: *Charadrahyla* sp. y *Chiropterotriton* sp. (ésta última registrada en el presente estudio). Le siguen la Sierra Madre del Sur (16 especies) y la Planicie Costera del Golfo (8), ambas con la presencia también de una nueva especie (*Pseudoeurycea* sp. y *Ptychohyla* sp. respectivamente). A nivel de familia y género la Sierra Madre del Sur ocupa el primer lugar con el mayor número de especies exclusivas.

A continuación se muestran las especies únicas para cada región.

- Planicie Costera del Pacífico

BUFONIDAE	<i>Incilius</i>	<i>gemmifer</i>
-----------	-----------------	-----------------

- Istmo de Tehuantepec

HYLIDAE	<i>Sarcohyla</i>	<i>ephemera</i>
---------	------------------	-----------------

- Depresión del Balsas

Solo alberga 2 familias con 1 género y 1 especie dentro de cada una.

BUFONIDAE	<i>Incilius</i>	<i>perplexus</i>
PLETHODONTIDAE	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>amuzga</i>

- Sierra Atravesada

Presenta 3 familias y 6 géneros con una especie cada uno.

BUFONIDAE	<i>Incilius</i>	<i>tutelarius</i>
HYLIDAE	<i>Duellmanohyla</i>	<i>schmidtorum</i>
	<i>Plectrohyla</i>	<i>hartwegi</i>
	<i>Ptychohyla</i>	<i>euthysanota</i>
PLETHODONTIDAE	<i>Bolitoglossa</i>	<i>occidentalis</i>
	<i>Ixalotriton</i>	<i>parvus</i>

- Planicie Costera del Golfo

Esta región alberga 4 familias, 7 géneros y 8 especies.

DERMOPHIDAE	<i>Dermophis</i>	<i>mexicanus</i>
HYLIDAE	<i>Dendropsophus</i>	<i>ebraccatus</i>
	<i>Ptychohyla</i>	<i>acrochorda</i>
	<i>Ptychohyla</i>	sp.
	<i>Tlalocohyla</i>	<i>picta</i>
MICROHYLIDAE	<i>Gastrophryne</i>	<i>elegans</i>
PLETHODONTIDAE	<i>Bolitoglossa</i>	<i>alberchi</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>orchileucus</i>

- Sierra Madre de Oaxaca

Se encuentran presentes 3 familias, 7 géneros y 25 especies.

CRAUGASTORIDAE	<i>Craugastor</i>	<i>polymniae</i>
HYLIDAE	<i>Charadrahyla</i>	sp.
	<i>Megastomatohyla</i>	<i>mixe</i>
	<i>Sarcohyla</i>	<i>calthula</i>
	<i>Sarcohyla</i>	<i>calvicollina</i>
	<i>Sarcohyla</i>	<i>cyanomma</i>
	<i>Sarcohyla</i>	<i>psarosema</i>
PLETHODONTIDAE	<i>Sarcohyla</i>	<i>siopela</i>
	<i>Chiropterotriton</i>	sp.
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>aquatica</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>aurantia</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>juarezi</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>obesa</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>papenffusi</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>ruficauda</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>saltator</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>werleri</i>
	<i>Thorius</i>	<i>adelos</i>
	<i>Thorius</i>	<i>aureus</i>
	<i>Thorius</i>	<i>boreas</i>
	<i>Thorius</i>	<i>insperatus</i>
	<i>Thorius</i>	<i>macdougalli</i>
<i>Thorius</i>	<i>maxillabrochus</i>	
<i>Thorius</i>	<i>narisovalis</i>	
<i>Thorius</i>	<i>Smithi</i>	

- Sierra Madre del Sur

Esta región posee 4 familias, 10 géneros y 16 especies.

---

BUFONIDAE	<i>Incilius</i>	<i>cycladen</i>
CRAUGASTORIDAE	<i>Craugastor</i>	<i>uno</i>
HYLIDAE	<i>Charadrahyla</i>	<i>altipotens</i>
	<i>Exerodonta</i>	<i>pinorum</i>
	<i>Megastomatohyla</i>	<i>pellita</i>
	<i>Sarcohyla</i>	<i>labedactyla</i>
	<i>Sarcohyla</i>	<i>miahuatlanensis</i>
	<i>Sarcohyla</i>	<i>pentheter</i>
PLETHODONTIDAE	<i>Sarcohyla</i>	<i>thorectes</i>
	<i>Bolitoglossa</i>	<i>macrinii</i>
	<i>Bolitoglossa</i>	<i>oaxacensis</i>
	<i>Bolitoglossa</i>	<i>riletii</i>
	<i>Isthmura</i>	<i>maxima</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>conanti</i>
	<i>Pseudoeurycea</i>	sp.
	<i>Thorius</i>	<i>minutissimus</i>

---

#### *Distribución altitudinal*

De acuerdo a los datos obtenidos, el orden Gymnophiona, se distribuyen en intervalos de 80 a 800 m elev. Sin embargo, a partir de los 400 solo se localiza *Dermophis oaxacae*.

El orden Anura se encuentra principalmente distribuido desde los 0 hasta los 1900 m elev., y la presencia de un mayor número de especies ocurre a los 700 m., mientras que en intervalos que van desde los 2800 a los 3300 m elev., la riqueza de especies disminuye. El anuro *Craugastor mexicanus* es la única especie que alcanza altitudes hasta los 3000 m.

Por otra parte, el orden Caudata se distribuye mayormente entre 1300 y 2500 m elev. Sin embargo, entre los 0 y 600 m presenta un menor número de especies, al igual que entre los 3100 y 3300 m. En este orden, *Isthmura boneti* es la especie que presenta la máxima elevación de distribución a los 3300 m. En la figura 18 se observa la distribución altitudinal para cada grupo.



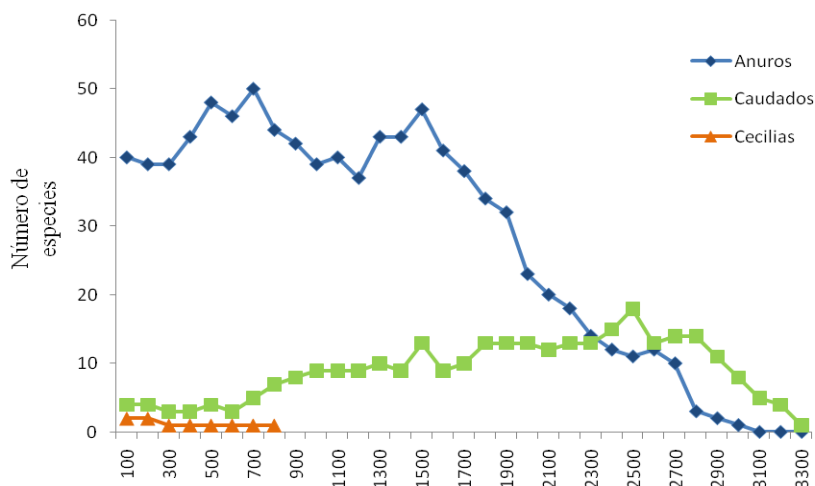


Figura 18. Distribución altitudinal de anfibios

### *Distribución por Áreas Naturales Protegidas*

Las ANP's de Oaxaca, resguardan poblaciones de 23 especies de anfibios, es decir, 15 % de la riqueza del estado. De ellas, 17 especies (37% de la riqueza estatal), se registran también en las ADVC's de la entidad. Por otro lado, estas ADVC's albergan de manera global 56 especies de anfibios.

En conjunto, en las ANP's y ADVC's se encuentran un total de 62 anfibios (Cuadro 12) que representan 10 familias y 24 géneros (83% y 67% respectivamente del total que estas categorías registran en el estado), 15 de estas especies son endemismos restringidos a los límites políticos del estado.

Del total de anfibios presentes en áreas bajo estatus de protección, 23 especies se encuentran dentro de la NOM-ECOL-059 y otras 60 en la lista roja de la IUCN, representando el 37% y 40%, respectivamente, de los anfibios de Oaxaca incluidos en dichas clasificaciones.

De la misma manera, dentro de las nuevas áreas de conservación propuestas para Oaxaca en el POERTEO (2014), ocurren 120 de las 152 especies de anfibios registradas hasta el momento (Anexo 2), 8 de ellas representan endemismos del estado y 46 se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo por las leyes mexicanas o 116 incluidas dentro de la IUCN.

Las regiones que albergan el mayor número de especies distribuidas dentro de un ANP son la Mixteca Alta (15 especies), Sierra Madre de Oaxaca (14) y Valle de Tehuacan-Cuicatlán (13), mientras que la Sierra Madre de Oaxaca e Istmo de Tehuantepec resguardan el mayor número dentro de ADVC's (33 y 31 respectivamente).

Cabe mencionar que de las 10 regiones fisiográfico-florísticas de la entidad, la Planicie Costera del Golfo, Sierra Madre del Sur, Istmo de Tehuantepec y Sierra Atravesada no cuentan con un Área Natural Protegida (ANP), mientras que la Mixteca Alta y el Valle de Tehuacán Cuicatlán no presentan Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC's) (Figura 19).

Cuadro 12. Anfibios presentes en Áreas Naturales Protegidas (ANP's) y Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC's). \*\* Endémicas a Oaxaca

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ANP	ADVC
BUFONIDAE	<i>Incilius</i>	<i>macrocristatus</i>		x
	<i>Incilius</i>	<i>marmoreus</i>	x	x
	<i>Incilius</i>	<i>occidentalis</i>	x	
	<i>Incilius</i>	<i>spiculatus</i> **		x
	<i>Incilius</i>	<i>tutelarius</i>		x
	<i>Incilius</i>	<i>valliceps</i>		x
	<i>Rhinella</i>	<i>marina</i>	x	x
CRAUGASTORIDAE	<i>Craugastor</i>	<i>alfredi</i>		x
	<i>Craugastor</i>	<i>augusti</i>	x	
	<i>Craugastor</i>	<i>lineatus</i>		x
	<i>Craugastor</i>	<i>loki</i>		x
	<i>Craugastor</i>	<i>mexicanus</i>	x	x
	<i>Craugastor</i>	<i>pygmaeus</i>		x
ELEUTHERODACTYLIDAE	<i>Craugastor</i>	<i>rugulosus</i>		x
	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>leprus</i>		x
	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>pipilans</i>	x	x
PHYLLOMEDUSIDAE	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>syristes</i> **		x
	<i>Agalychnis</i>	<i>dacnicolor</i>	x	x

HYLIDAE	<i>Agalychnis</i>	<i>moreletti</i>	x	x
	<i>Charadrahyla</i>	<i>sp.**</i>	x	
	<i>Duellmanohyla</i>	<i>ignicolor**</i>		x
	<i>Rheohyla</i>	<i>miotympanum</i>	x	x
	<i>Exerodonta</i>	<i>chimalapa**</i>		x
	<i>Exerodonta</i>	<i>sumichrasti</i>		x
	<i>Exerodonta</i>	<i>xera</i>	x	x
	<i>Dryophytes</i>	<i>arenicolor</i>	x	
	<i>Dryophytes</i>	<i>euphorbiaceus</i>	x	x
	<i>Sarcohyla</i>	<i>bistincta</i>	x	x
	<i>Sarcohyla</i>	<i>crassa**</i>		x
	<i>Sarcohyla</i>	<i>ephemera**</i>		x
	<i>Sarcohyla</i>	<i>hazeale**</i>		x
	<i>Plectrohyla</i>	<i>matudai</i>		x
	<i>Ptychohyla</i>	<i>euthysanota</i>		x
	<i>Ptychohyla</i>	<i>leonhardschultzei</i>	x	x
	<i>Ptychohyla</i>	<i>zophodes</i>		x
	<i>Smilisca</i>	<i>baudinii</i>	x	x
	<i>Smilisca</i>	<i>cyanosticta</i>		x
	LEPTODACTYLIDAE	<i>Tlalocohyla</i>	<i>smithi</i>	x
<i>Leptodactylus</i>		<i>fragilis</i>		x
<i>Leptodactylus</i>		<i>melanonotus</i>		x
MICROHYLIDAE	<i>Hypopachus</i>	<i>ustus</i>		x
RANIDAE	<i>Lithobates</i>	<i>brownorum</i>		x
	<i>Lithobates</i>	<i>forreri</i>		x
	<i>Lithobates</i>	<i>maculatus</i>		x
	<i>Lithobates</i>	<i>sierramadrensis</i>		x
	<i>Lithobates</i>	<i>spectabilis</i>	x	x
	<i>Lithobates</i>	<i>vaillanti</i>		x
	<i>Lithobates</i>	<i>zweifeli</i>	x	x
	<i>Rhinophrynus</i>	<i>dorsalis</i>		x
SCAPHIOPODIDAE	<i>Spea</i>	<i>multiplicata</i>	x	x
PLETHODONTIDAE	<i>Bolitoglossa</i>	<i>occidentalis</i>		x
	<i>Bolitoglossa</i>	<i>platydactyla</i>		x
	<i>Bolitoglossa</i>	<i>rufescens</i>		x
	<i>Bolitoglossa</i>	<i>veraecrucis</i>		x
	<i>Isthmura</i>	<i>boneti**</i>	x	
	<i>Ixalotriton</i>	<i>parvus**</i>		x
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>cochranae**</i>	x	x
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>juarezi**</i>		x
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>mixteca</i>	x	
	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>smithi**</i>		x
<i>Pseudoeurycea</i>	<i>unguidentis**</i>		x	
	<i>Thorius</i>	<i>pulmonaris**</i>		x

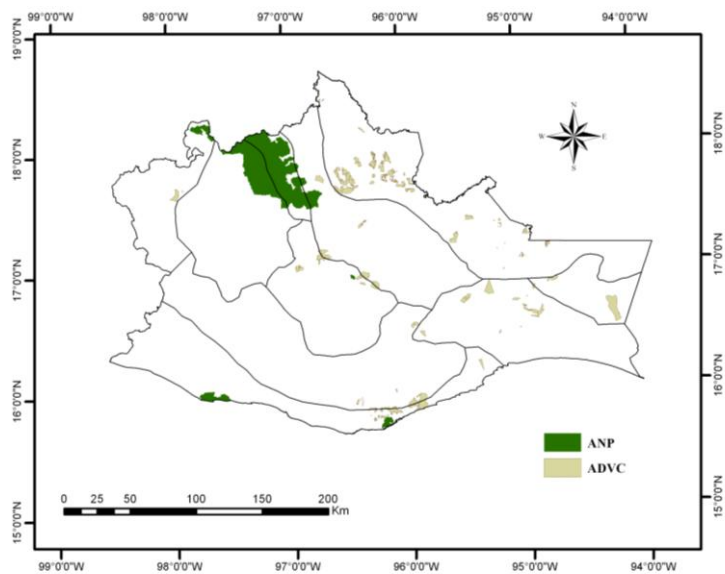


Figura 19. Zonas de conservación en las regiones fisiográfico-florísticas del estado.

#### 6.4 Similitud entre regiones fisiográfico-florísticas

De acuerdo a la similitud obtenida entre regiones (Cuadro 13), se observa la formación de dos grupos (Figura 20). El primero de ellos se conforma por las regiones Mixteca Alta, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Depresión del Balsas y Valles Centrales, mientras que el segundo alberga al Istmo de Tehuantepec, Sierra Atravesada, Planicie Costera del Golfo, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y Planicie Costera del Pacífico. Cada conjunto de regiones podría estar relacionada de acuerdo a las características ambientales que presentan, como son vegetación, temperatura, precipitación y humedad entre otras.

Las regiones más similares en el primer grupo corresponden a Mixteca Alta y Valle de Tehuacán-Cuicatlán y a su vez la Depresión del Balsas es más similar a estas, en tanto que la región más disímil a todas estas son los Valles Centrales.

En el segundo conjunto, las regiones con mayor similitud son el Istmo de Tehuantepec y Sierra Atravesada y a su vez la Sierra madre de Oaxaca junto con la Planicie Costera del Golfo son más similares a estas, en cambio la Sierra Madre del Sur y la Planicie Costera del Pacífico, son las menos similares respecto al resto de las regiones que conforman este grupo.

Cuadro 13. Matriz de comparación obtenida a partir del Índice de Sorensen. Valores subrayados y en negritas: indican el número de especies presentes en cada región, Valores a la derecha de la matriz: Índice de Sorensen; Valores a la izquierda: número de especies compartidas entre dos regiones \*1. Planicie Costera del Golfo, 2. Sierra Madre de Oaxaca, 3. Mixteca Alta, 4. Valle de Tehuacán-Cuicatlán, 5. Depresión del Balsas, 6. Valles Centrales, 7. Sierra Madre del Sur, 8. Planicie Costera del Pacífico, 9. Istmo de Tehuantepec y 10. Sierra Atravesada

REGIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1</b>	<b>60</b>	0,561	0,175	0,131	0,133	0,168	0,313	0,344	0,594	0,534
<b>2</b>	39	<b>79</b>	0,262	0,231	0,191	0,372	0,268	0,196	0,446	0,3
<b>3</b>	7	13	<b>20</b>	0,777	0,685	0,604	0,293	0,188	0,197	0,098
<b>4</b>	5	11	14	<b>16</b>	0,551	0,540	0,173	0,081	0,153	0,070
<b>5</b>	5	9	12	8	<b>15</b>	0,526	0,228	0,125	0,181	0,107
<b>6</b>	7	19	13	20	10	<b>23</b>	0,384	0,285	0,189	0,125
<b>7</b>	18	18	11	6	8	15	<b>55</b>	0,636	0,433	0,312
<b>8</b>	16	11	5	2	3	8	28	<b>33</b>	0,541	0,405
<b>9</b>	33	29	7	5	6	7	23	23	<b>51</b>	0,673
<b>10</b>	27	18	3	2	3	4	15	15	31	<b>41</b>

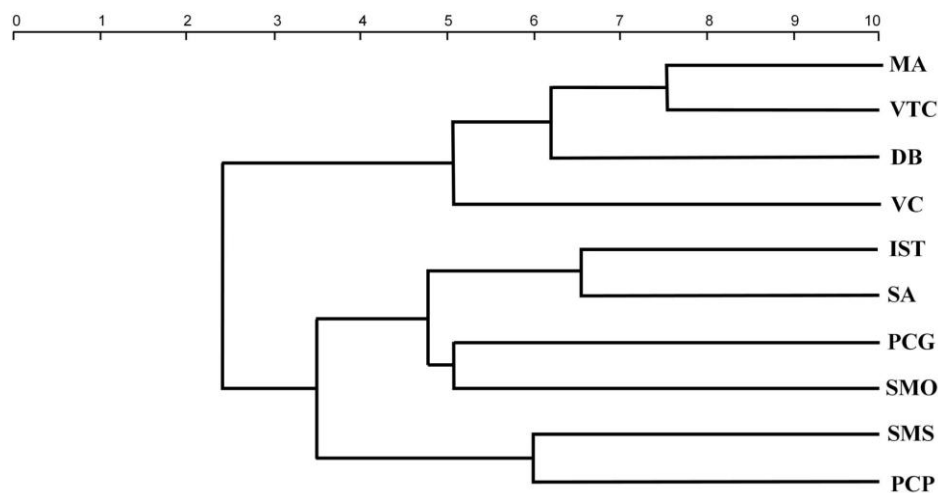


Figura 20. Fenograma de similitud entre regiones Fisiográfico-Florísticas. MA= Mixteca Alta, VTC= Valle de Tehuacán-Cuicatlán, DB= Depresión del Balsas, VC= Valles Centrales, IST= Istmo de Tehuantepec, SA= Sierra Atravesada, PCG= Planicie Costera del Golfo, SMO= Sierra Madre de Oaxaca, SMS= Sierra Madre del Sur, PCP= Planicie Costera del Pacífico.

## 6.5 Anfibios y áreas relevantes para su conservación

### *Anfibios prioritarios para su conservación*

Debido a su micro-endemicidad e inclusión dentro de alguna categoría de riesgo, en este estudio se proponen 18 especies prioritarias de conservación. Estas corresponden a 2

órdenes, 2 familias y 5 géneros, de las cuales en proporción, los caudados son los más representativos (Cuadro 14).

A nivel de región fisiográfica y distritos, en la Sierra Madre de Oaxaca se distribuyen 12 especies en los distritos Teotitlán, Cuicatlán, Ixtlán de Juárez y Mixe. En la Sierra Madre del Sur se encuentran 4 especies en los distritos Putla, Sola de Vega, Miahuatlán y Yautepec, mientras que en el Istmo de Tehuantepec y Sierra Atravesada se distribuye solo una especie en cada región, en los distritos Tehuantepec y Juchitán respectivamente.

En cuanto a su presencia dentro de alguna zona de conservación, 16 especies se encuentran fuera de dichas zonas. Solo *Sarcohyla ephemera* e *Ixalotriton parvus*, se distribuyen en zonas destinadas voluntariamente a la conservación (Figura 21).

Cuadro 14. Anfibios prioritarios para su conservación.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059/IUCN
ANURA	HYLIDAE	<i>Sarcohyla</i>	<i>calvicollina</i>	CR
		<i>Sarcohyla</i>	<i>ephemera</i>	CR
		<i>Sarcohyla</i>	<i>labedactyla</i>	DD
		<i>Sarcohyla</i>	<i>miahuatlanensis</i>	DD
		<i>Sarcohyla</i>	<i>psarosema</i>	CR
CAUDATA	PLETHODONTIDAE	<i>Bolitoglossa</i>	<i>rileii</i>	Pr, EN
		<i>Ixalotriton</i>	<i>parvus</i>	A, CR
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>aquatica</i>	CR
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>aurantia</i>	VU
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>obesa</i>	DD
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>ruficauda</i>	DD
		<i>Thorius</i>	<i>aureus</i>	CR
		<i>Thorius</i>	<i>boreas</i>	EN
		<i>Thorius</i>	<i>insperatus</i>	DD
		<i>Thorius</i>	<i>macdougalli</i>	Pr, VU
		<i>Thorius</i>	<i>minutissimus</i>	Pr, CR
		<i>Thorius</i>	<i>narisovalis</i>	Pr, CR
		<i>Thorius</i>	<i>smithi</i>	CR

Categorías de riesgo: NOM-ECOL-059 A= Amenazada, Pr= Protección especial, IUCN DD= datos deficientes, LC= bajo preocupación, VU= vulnerable, NT= cercano a la amenaza, EN= en peligro, CR= en peligro crítico.

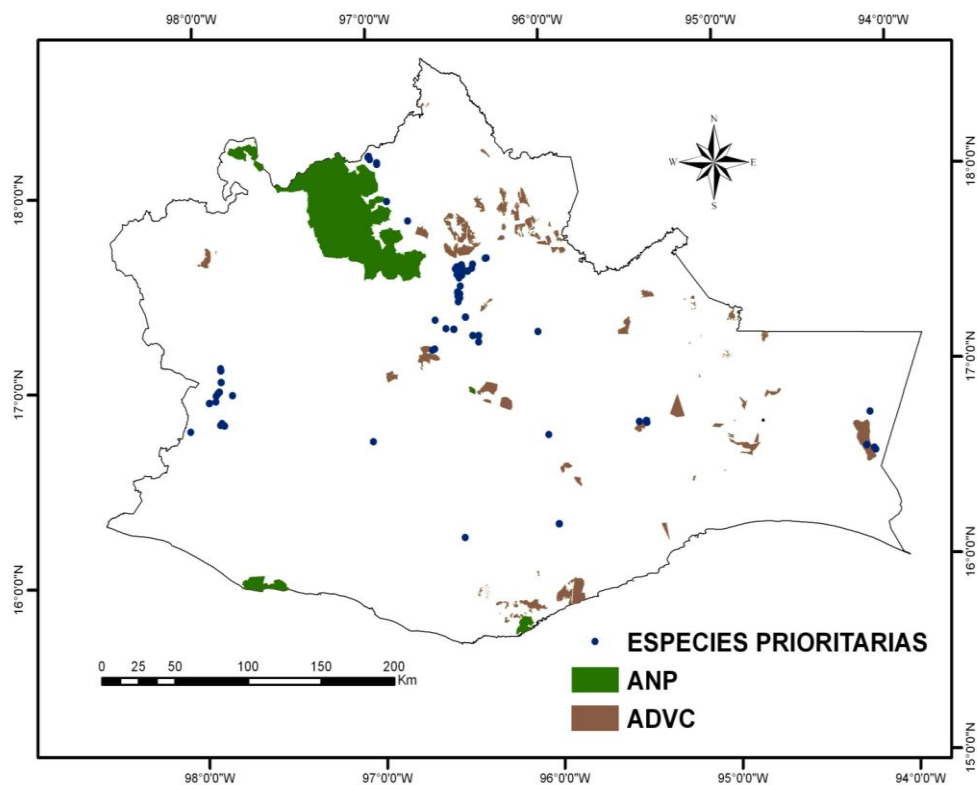


Fig. 21 Distribución de anfibios prioritarios para su conservación y Áreas Naturales Protegidas de Oaxaca.

### *Áreas relevantes para la conservación de anfibios*

Con base en la mayor riqueza de especies, endemismos y anfibios dentro de categorías de riesgo (NOM-059-SEMARNAT e IUCN) que presenta, el sitio más relevante para la conservación de este grupo en la entidad, corresponde al Distrito Ixtlán y posteriormente el Distrito Mixe, quienes se encuentran dentro de la Sierra Madre de Oaxaca (Cuadro 15).

El Distrito Mixe alberga una menor riqueza de especies que Juchitán y Tuxtepec, pero presenta un mayor número de endemismos y todas las especies presentes en el, se encuentran dentro de categorías de riesgo, incluyendo además especies prioritarias para su conservación.

Cuadro 15. Riqueza de especies, número de endemismos y número de especies en riesgo presentes en los Distritos geográficos de Oaxaca.

<b>DISTRITO</b>	<b>RIQUEZA DE ESPECIES</b>	<b>NÚMERO DE ENDEMISMOS A OAXACA</b>	<b>NÚMERO DE ESPECIES EN RIESGO (NOM-059, IUCN)</b>
Teotitlán	37	8	37
Cuicatlán	28	9	28
Jamiltepec	14	0	14
Juquila	38	7	38
Pochutla	38	5	38
Tuxtepec	41	6	40
Choapam	27	3	27
Tlacolula	10	2	10
Ocotlán	6	1	6
Centro	16	7	16
Zaachila	7	3	7
Zimatlán	5	2	5
Etla	14	5	13
Ejutla	6	1	6
Juchitán	57	3	56
Tehuantepec	38	2	38
Nochix	9	1	9
Tlaxiaco	10	2	10
Juxtlahuaca	6	1	6
Huajuapán	10	1	10
Teposcolula	6	0	6
Silacayoapam	3	0	3
Coixtlahuaca	3	1	3
<b>Ixtlán</b>	<b>56</b>	<b>29</b>	<b>55</b>
Villa Alta	17	6	16
<b>Mixe</b>	<b>36</b>	<b>11</b>	<b>36</b>
Putla	21	4	21
Sola De Vega	23	10	23
Míahuatlán	24	9	24
Yautepec	23	4	23



*Nuevas áreas de conservación propuestas para el estado (UGA-54)*

De un total de 18 especies que se proponen con prioridad de conservación, 13 de ellas se distribuyen dentro de las nuevas áreas de conservación propuestas mediante el POERTEO y 4 correspondientes a *Sarcohya ephemera*, *S. labedactyla*, *Bolitoglossa riletti*, *Pseudoeurycea obesa* y *Thorius minutissimus*, no se encuentran presentes.

En cuanto a las áreas relevantes para la conservación de anfibios, si se implementara la UGA-54 una gran proporción territorial de los Distritos Ixtlán y Mixe sería protegida (Figura 22).

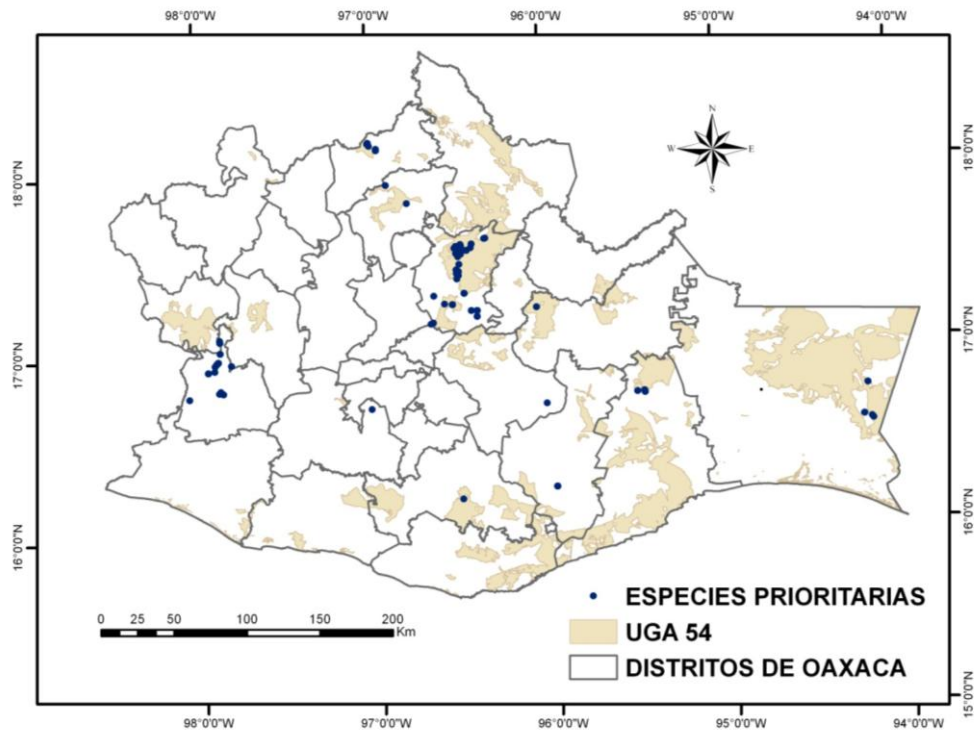


Figura 22. Distribución de anfibios prioritarios para su conservación, UGA-54 y Distritos Geopolíticos de Oaxaca.

## VII. DISCUSIÓN

### *Riqueza de especies y diversidad taxonómica*

En esta investigación, mediante la recopilación y análisis de literatura especializada, así como la depuración de las bases de datos y trabajo de campo en sitios no muestreados anteriormente para este grupo, se incrementa la riqueza de especies de anfibios y diversidad taxonómica para el estado respecto lo mencionado por Mata-Silva *et al.* (2015).

Con base en la información consultada, algunas especies fueron excluidas, de las cuales *Craugastor decoratus* puede confundirse con *C. alfredi*, debido a que pertenecen al mismo grupo taxonómico (grupo *alfredi*), sin embargo *C. decoratus* se distribuye desde el centro de Veracruz hacia el norte a través de la Sierra Madre Oriental hasta Tamaulipas (Com. Pers. Canseco-Márquez, 2016). Por otra parte, las poblaciones de *C. rhodopis*, se restringen hacia el centro y norte del país, y las presentes en Oaxaca, se agrupan dentro la especie *C. loki*, esto de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio filogenético realizado por Streicher *et al.* (2014). *Lithobates berlandieri* se distribuye por la vertiente del golfo hacia Tamaulipas en el norte del país (Zaldivar-Riverón *et al.*, 2004.)

En cuanto a la presencia de especies endémicas, mediante el trabajo de campo realizado en este estudio, se agrega un endemismo, este corresponde a *Chiropterotriton sp.*, registrando un total de 61 anfibios endémicos a la entidad, con respecto a lo mencionado por Mata-Silva *et al.* (2015). De la misma manera, con base en la literatura analizada, *Charadrahyla nephila*, *Ptychohyla zophodes* y *Pseudoeurycea máxima*, no representan endemismos para Oaxaca como lo mencionan dichos autores. Al respecto, Duellman (2001) registra un ejemplar de *C. nephila* para la región de los Tuxtlas en Veracruz, García-Vázquez y Durán Fuentes (2012), mencionan la presencia de *Pseudoeurycea maxima* para una localidad de la Sierra Madre del Sur de Guerrero, y García-Vázquez *et al.* (2009), registraron la presencia de *Ptychohyla zophodes* para la Sierra Negra de Puebla. En tanto que *Exerodonta chimalapa* solo se distribuye en Oaxaca (Duellman, 2001).

### *Lista actualizada de anfibios*

A pesar de que la información proveniente de las bases de datos representa un número significativo de registros, no todos fueron empleados, debido a que algunos solo se encontraban identificados a nivel de familia y/o género o en su caso no presentaron datos sobre la localidad de colecta. Este hecho representa una gran pérdida de información que hubiera podido emplearse para registrar especies en alguna otra región fisiográfica.

De la misma manera, algunos registros carecían de datos como fecha, tipo de vegetación, altitud, etc., que hubieran permitido realizar un análisis sobre el incremento en el número de colectas por especie a través del tiempo o la distribución por tipo de vegetación. Esto demuestra la importancia de tomar todos los datos necesarios en campo, así como una correcta captura de los mismos en las bases de datos.

Al respecto, Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), mencionan que la deficiencia de información de algunas colecciones se debe tener en cuenta al trabajar con bases de datos, porque existe un número relativamente importante de ejemplares mal determinados o con localidades incorrectas. En este sentido es importante resaltar el rol que juegan las personas dedicadas a la taxonomía, lo cual puede implicar una mala determinación de la especie y esto, en el contexto de la conservación, es fundamental para saber lo que se quiere conservar. Cabe recordar que el grupo de anfibios es poco estudiado respecto a otros grupos de vertebrados y son pocos los herpetólogos en el país dedicados a la taxonomía del grupo, lo que implica incluso que algunas especies colectadas no se encuentren aún determinadas.

Por otra parte, aunque Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006) mencionan que muchas incongruencias se pueden eliminar al depurar las bases de datos, los errores persisten. Sin embargo señalan que no se puede esperar a que se revisen los datos en todas y cada una de las colecciones para poder utilizarse. En este punto cabe señalar que la información empleada para obtener la lista actualizada de anfibios, consideró algunos registros históricos y únicos, como el de *Pseudoeuryea aquatica*, que aunque muy probablemente por el cambio de uso de suelo actual, la vegetación original del sitio referenciado ya no sea la misma, representa una referencia importante para su búsqueda en sitios aledaños, ya que

no se han vuelto a coleccionar u observar desde que fue descrita de tres ejemplares capturados en un arroyo en un Bosque Mesófilo de Montaña (Wake y Campbell, 2001). Sin embargo, a partir de dicho registro, Lamoreux *et al.* (2015) realizaron la búsqueda de esta especie entre el 2007 y 2009, aunque desafortunadamente no tuvieron éxito. Esta salamandra fue se encuentra considerada en peligro crítico dentro de la IUCN.

A pesar de lo mencionado, es importante resaltar que mediante las bases de datos utilizadas en este estudio, se pudieron identificar las zonas que carecen de información sobre este grupo (Ver Fig.2) y que requieren de muestreos en campo para seguir documentando la diversidad en el estado, lo cual no se había presentado por otros autores hasta el momento (Casas-Andreu *et al.*, 1996, Casas-Andreu *et al.*, 2004 y Mata-Silva *et al.*, 2015). Esto permitió seleccionar los sitios de muestreo para realizar el trabajo de campo durante esta investigación y así, se aportó información para las localidades muestreadas, al igual que ampliaciones de distribución y nuevos registros, incluso el redescubrimiento de un anuro y el descubrimiento de una nueva especie de salamandra para Oaxaca.

Toda esta información en conjunto, fue analizada para la elaboración de la lista actualizada, así como para conocer su distribución no solo a nivel de regiones fisiográficas, sino también a nivel de Distrito, lo cual tampoco se había mencionado en trabajos anteriores para la entidad (Casas-Andreu *et al.*, 1996, Casas-Andreu *et al.*, 2004 y Mata-Silva *et al.*, 2015). Esto es relévate porque la toma de decisiones sobre manejo y/o aprovechamiento de recursos naturales en la entidad, ocurre principalmente en un sentido geopolítico. Esto se puede ejemplificar cuando se realizan estudios o proyectos sobre Ordenamientos Territoriales, Manifestaciones de impacto ambiental, Estudios Técnicos Justificativos, Proyectos de Ecoturismo, Planes de Manejo Forestal e incluso el establecimiento de Áreas Certificadas para la Conservación, entre otros. Por lo tanto, proporcionar la presencia de especies a nivel de Distrito en este trabajo, puede inferir en una mejor toma de decisiones sobre actividades que representen un riesgo potencial para la conservación de este grupo.

### *Registros obtenidos en campo*

En este estudio, el trabajo de campo realizado en sitios no muestreados anteriormente para este grupo en Oaxaca, permitió el registro de una nueva localidad para *Pseudoeurycea mystax* y *P. werleri*. Estos organismos fueron encontrados en un bosque mesófilo en buen estado de conservación y es un registro notable considerando que su presencia requería de verificación en campo debido al bajo porcentaje de vegetación conservada en el país, según lo mencionado por Ochoa-Ochoa *et al.* (2011). Del mismo modo, en estos bosques se redescubrió a *Megastomatohyla mixe*, la cual no se había vuelto a coleccionar desde 1965 e incluso su registro significa una ampliación de distribución, al igual que el registro de *Incilius spiculatus*. Este sapo es una especie naturalmente rara, endémica y que requiere de sitios en buen estado de conservación para subsistir. Anteriormente solo se conocía para la Sierra Madre de Oaxaca, en altitudes de 1700 m elev. Sin embargo, en este estudio se registró a una altitud de 501 m. elev. dentro de una Selva Alta Perennifolia en el Istmo de Tehuantepec, lo que aporta también conocimiento sobre su biología.

Así mismo, se agrega una especie a la anfibiafauna oaxaqueña, pues además se descubrió una especie de salamandra aún no descrita del género *Chiropterotriton*, que de acuerdo a los análisis moleculares, la población registrada corresponde a una especie distinta respecto a la mencionada por Parra-Olea (2003) para la Esperanza en el Distrito de Ixtlán. Este género no se menciona en el listado propuesto por Mata-Silva *et al.* (2015).

El trabajo de campo en zonas carentes de información es necesario para continuar documentando la biodiversidad del estado. Estas zonas conforme se vayan estudiando seguramente también continuarán aportando registros que incrementarán la riqueza de especies o bien se redescubran algunas otras, de las cuales hasta el momento, no se tienen más datos que su registro histórico. Otro ejemplo de la importancia de realizar trabajo de campo en estas zonas en Oaxaca, son los estudios realizados por Cavides-Solis *et al.* (2015), quienes redescubrieron tres poblaciones de hílidos que no se observaban desde hacía 10 años, incluyendo a *Exerodonta juanita*, la cual se creía probablemente extinta en el medio silvestre o *Sarcohyala thorectes* quien no se había vuelto a registrar desde 1985 (Delia *et al.*, 2013), Heimes y Aguilar (2011), también mencionan a *Sarcohyala hazelae* que

tampoco se registraba desde 1975 y Kölher *et. al.*, (2015) describieron los renacuajos de *Megastomatohyla pellita* que no se había visto desde su descubrimiento en 1966 (Canseco-Márquez 2016, com. pers.)

### *Distribución*

En cuanto a la distribución de la riqueza de especies, este estudio registra que la Sierra Madre de Oaxaca (SMO) alberga el mayor número de anfibios al igual que endemismos. El registro del mayor número de especies en esta región, probablemente se deba a que presenta una topografía muy accidentada y por lo tanto un amplio intervalo de categorías altitudinales, como lo menciona Ortiz-Pérez *et al.* (2004). Además posee grandes masas de vegetación que, aunado a las condiciones de humedad, cuerpos de agua y precipitación, favorecen la presencia de anfibios, sobre todo aquellos que presentan un desarrollo indirecto como los hílidos. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Mata-Silva *et al.* (2015).

Por otra parte, la Sierra Madre de Oaxaca (SMO) y la Planicie Costera del Golfo (PCG), han sido objeto de una gran cantidad de colectas (Figura 3) y esto también ha permitido conocer un mayor número de especies en comparación con otras regiones, y aunque al respecto Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006) mencionan que Oaxaca es el estado con más registros de herpetofauna, existen zonas en la entidad que aún carecen de información para este grupo. Por ejemplo, en la SMO el Distrito Villa Alta y la parte este del Distrito Mixe albergan bosques mesófilos que aún no han sido explorados y posiblemente posean una mayor riqueza de endemismos.

La Sierra Madre del Sur (SMS) también presenta zonas con bosques mesófilos, aunque en menor superficie que los bosques de coníferas. Esta región ocupa el tercer lugar en riqueza de especies, pero el segundo en endemismos, los cuales a su vez se encuentran asociados a sitios en donde la precipitación es mayor, es decir, la riqueza de especies y sobre todo endemismos siguen el mismo patrón de distribución hacia las altas montañas al igual que en la SMO. A pesar de ello, en esta región existe un vacío de colectas entre los Distritos de

Putla y Sola de Vega y las zonas montañosas de Miahuatlán, que de explorarse seguramente incrementaría el número de especies registradas hasta el momento.

Al contrario de lo que ocurre en la SMO, la Depresión del Balsas (DB) alberga el menor número de especies al igual que lo menciona Mata-Silva *et al.* (2015), pero posiblemente se deba a que es una región poco colectada en anfibios, aunado a que presenta una marcada estacionalidad y pocas lluvias ocasionales durante la época de estío, en comparación con la SMO, SMS y Planicie Costera del Golfo (PCG). Estas condiciones ambientales posiblemente influyen en la presencia de anfibios, sobre todo en las zonas con baja altitud.

Al respecto cabe mencionar que a menores altitudes se encuentran asociadas mayores temperaturas, menor precipitación y tipos de vegetación áridos como los matorrales xerófilos en algunas zonas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Depresión del Balsas, Mixteca Alta, Valles Centrales, Istmo de Tehuantepec y a lo largo de la Planicie Costera del Pacífico (en las que estas dos últimas presentan además selvas caducifolias). En este tipo de ambientes, se distribuyen un menor número de anfibios, destacando mayormente la presencia de anuros, sobre todo aquellos de ambientes generalistas como algunas especies de *Incilius*, *Lithobates*, *Rhinella*, *Eleutherodactylus*, *Cragastor* y *Smilisca*, entre otras.

En este contexto, los bosques templados de la SMO y SMS presentan una mayor precipitación, que va desde los 1500 a los 2000 mm durante el año (Trejo, 2004) en comparación con los de la Mixteca Alta, Depresión del Balsas y Valles Centrales, en donde ésta fluctúa entre los 500 y 1500 mm anuales. Probablemente esto ha ocasionado que en estas últimas regiones, se distribuyan un menor número de especies, aunado al cambio de uso de suelo (sobre todo en la Mixteca Alta), que además ha ocasionado una menor cobertura forestal.

En este sentido, una mayor cobertura forestal, impide mayor radiación solar, la cual en exceso podría afectar los procesos fisiológicos de los anfibios, ya que estos respiran y obtienen la humedad a través de la piel. Por ejemplo, los hílidos y los caudados poseen una piel delgada en comparación con especies adaptadas a ambientes secos (propios de bajas altitudes) como son algunas pertenecientes a los géneros *Incilius*, *Rhinella* y *Spea*. Por este

motivo, la presencia de hálidos y caudados podría ser menor en zonas con bajas altitudes y limitarse así a los bosques templados, pues una temperatura mayor ocasionaría pérdida de agua en el organismo, generando estrés e incluso la muerte. Matton (2000), menciona que la piel de las salamandras debe permanecer húmeda en todo momento para facilitar el intercambio de gases o se sofocarían. Por lo que son sumamente sensibles a los cambios de temperatura y humedad “incluso las talas selectivas reducen sus poblaciones, porque abren el dosel y se seca el suelo” provocando su muerte.

La distribución de los anfibios se encuentra asociada a factores como la temperatura y precipitación. La accidentada topografía de la entidad permite la presencia de rangos altitudinales que van desde los 0 hasta los 3700 msnm en donde se presentan diversos tipos de vegetación y climas. Estas características en cada una de las regiones fisiográficas, están ligadas también a procesos geológicos que han ocurrido en la entidad, los que como lo menciona Sánchez (2013), son responsables de la enorme riqueza de especies que se hallan en países con topografía y climatología compleja como México.

De acuerdo a Centeno-García (2004), durante el Terciario ocurrió la formación de la Sierra de Juárez y la Sierra Madre del Sur (incluyendo las sierras Cuicateca y Mazateca), elevándose al menos 2100 metros con respecto a los Valles Centrales. Este hecho ocasionó que las condiciones climáticas del estado cambiaran drásticamente, debido a que la cantidad de humedad fue disminuyendo gradualmente. Estas zonas montañosas son húmedas en sus vertientes costeras, pero áridas en la zona central, lo que podría explicar, porque regiones como los Valles Centrales, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, parte de la Mixteca Alta y Depresión del Balsas a pesar de poseer bosques templados, presenten menor humedad y precipitación, así como sitios áridos en sus zonas bajas. Esto podría ser ocasionado por el efecto de sombra orográfica que la SMO y SMS generan sobre dichas regiones. Por lo que el tipo de especies que se distribuyen en la parte noroeste de la entidad posiblemente este influenciada por estas condiciones ambientales, en comparación con las que se pueden encontrar en la SMO y la SMS, pues un gran número de anfibios se distribuyen en intervalos de 1300 y 2500 msnm, en donde la temperatura y precipitación determinan la concentración de una mayor número de endemismos en los bosques mesófilos de montaña (BMM), principalmente en la SMO.



Las condiciones ambientales que presentan estos BMM, favorecen la presencia de especies que presentan un ciclo de vida bifásico, es decir, un desarrollo indirecto. Estos organismos requieren de la presencia de cuerpos de agua y mayores concentraciones de humedad para su reproducción y desarrollo.

En este estudio, durante la temporada de lluvias, se escucharon algunos machos de anuros vocalizando y de esta manera se localizó y observó a un individuo de *Charadrahyla nephila*, en un arroyo de un BMM en esta región. Otras especies como *Hyalinobatrachium fleischmanni* y algunos hílidos del género *Agalychnis*, colocan sus huevos en el envés de las hojas de árboles que crecen a las orillas de corrientes de agua, para que posteriormente los renacuajos caigan en ella, en donde se alimentarán y desarrollarán hasta completar su metamorfosis. Los bosques mesófilos de montaña siempre presentan frecuentes lloviznas asociadas con neblina, sin embargo durante la temporada de secas, algunos anfibios como las salamandras se resguardan entre las raíces de orquídeas o las hojas de bromelias, las cuales les proporcionan humedad y alimento.

En cuanto a la presencia de especies que se distribuyen de manera exclusiva en alguna región, para la SMO se excluyeron *Craugastor decoratus*, la cual no se distribuye en la entidad, además de *Bromeliohyala dendroscarta*, *Charadrahyla nephila*, *Duellmanohyla ignicolor*, *Ecnomiohyala echinata*, *Incilius spiculatus*, *Sarcohyala celata*, *S. cyclada*, *S. ephemera*, *S. Sabrina*, *Ptychohyala acrochorda*, *P. zophodes*, *Bolitoglossa chinanteca*, *Pseudoeurycea mystax*, *P. orchileucus*, *P. unguidentis* y *T. arboreus* quienes se distribuyen en otras regiones (Ver Anexo 1). Esto en comparación con lo mencionado por Mata-Silva *et al.* (2015).

En contraparte, el Istmo de Tehuantepec (IST), solo presenta a *Sarcohyala ephemera* como especie exclusiva de la región, al igual que *Incilius perplexus* y *Pseudoeurycea amuzga* para la Depresión del Balsas, al respecto Mata-Silva *et al.* (2015) no mencionan la presencia de ninguna especie exclusiva para dichas regiones.

Es importante recalcar que en el país, Oaxaca, es de los estados más afectados por deforestación y cabe mencionar que, las zonas forestales de la entidad, se encuentran asociadas a los bosques templados, lo cual puede tener grandes efectos negativos para la conservación de los anfibios, ya que esto ocasiona la extinción de poblaciones de especies y un riesgo en la funcionalidad de los ecosistemas (Ochoa-Ochoa *et al.*, 2009).

#### *Similitud entre regiones fisiográfico-florísticas*

Como se puede observar en el fenograma (Ver Figura 24), las regiones más similares corresponden a las que se distribuyen de manera adyacente, las cuales presentan características de vegetación, precipitación, temperatura y humedad similares.

La similitud de especies que se presenta entre las diferentes regiones y la disimilitud entre éstas, puede estar ligada a procesos geológicos que han ocurrido en la entidad. Por ejemplo, la formación de la Sierra de Juárez en la Sierra Madre de Oaxaca (SMO) y la Sierra Madre del Sur (SMS), aisló la Planicie Costera del Golfo (PCG) y del Pacífico (PCP) respectivamente, del resto de las regiones. Al igual que el surgimiento de barreras geográficas en la zona del Istmo de Tehuantepec (IST) durante el Mioceno tardío (Centeno-García, 2004) que aisló la Sierra Atravesada (SA) de la SMS y PCP, implicando cambios climáticos que terminaron definiendo la vegetación presente en las diferentes regiones.

Cabe señalar que el IST y la SA son las regiones más similares entre sí debido al número de especies que comparten, lo cual probablemente se debe a que no presentan barreras geográficas entre ellas. A su vez, éstas presentan mayor similitud con la PCG, compartiendo especies que se encuentran principalmente distribuidas en las montañas con orientación hacia la vertiente del Golfo dentro del IST y SA, como son algunas de las registradas en este estudio (*Agalychnis callidryas*, *Eleutherodactylus leprus*, *Incilius spiculatus*, *Smilisca cyanosticta*, *Bolitoglossa rufescens* y *B. platydactyla*). Estas montañas reciben los vientos del Golfo, generando una mayor humedad, lo que permite la presencia de Bosques Templados y Selvas Medianas Perennifolias, en contraste con las partes bajas y de orientación hacia el pacifico que presentan selvas caducifolias y matorrales xerófilos.

Este hecho probablemente es lo que hace posible el recambio de especies entre dichas regiones. Así mismo, debido a la topografía y la distancia entre regiones, la Sierra Atravesada es la que presenta la mayor disimilitud respecto al Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Analizar a detalle la similitud entre regiones con base en el recambio de especies entre las mismas, adicionando otras variables bióticas y abióticas, podrían aportar ideas de cómo las especies han ido presentando patrones de distribución a través del tiempo, aunados a eventos geológicos y evolutivos que han definido los sistemas montañosos que se conocen actualmente en el estado y la diversidad que albergan.

El establecimiento de áreas protegidas en áreas aun con mayor similitud, es indispensable para proteger las poblaciones de las especies que ahí se encuentren, esto debido a que el valor del Índice de Sorensen, solo refleja la similitud entre regiones, independientemente de la cantidad de individuos por especie que se encuentren presentes en ellas (Badii *et al.*, 2008).

#### *Anfibios y Áreas Naturales Protegidas*

Hasta el momento, las áreas de conservación establecidas en la entidad, ocurren en las siguientes regiones: los Valles Centrales, que alberga el ANP de Yagul, la Planicie Costera del Pacífico que contiene el Parque Nacional Huatulco y Lagunas de Chacahua y la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán la cuál es la que presenta mayor superficie en el estado, abarcando parte de cuatro regiones distintas: Mixteca Alta, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Depresión del Balsas y Sierra Madre de Oaxaca; sin embargo, ésta última, solo alberga una pequeña superficie en la parte norte del Distrito de ETLA.

Respecto a la presencia de ADVC's en el estado, éstas se encuentran mayormente distribuidas a lo largo de ocho regiones, exceptuando la región de la Mixteca Alta (Ver Figura 19).

A pesar de las ANP's y ADVC's establecidas en la entidad, 62 especies de anfibios se encuentran distribuidas dentro de este sistema. Estas cifras son poco alentadoras si se considera el número total de especies (152). Cabe mencionar que a pesar que las ADVC's representan superficies pequeñas en comparación con las ANP's, estas podrían estar representando un papel importante en la conservación de anfibios en la entidad, aunque no todas las ADVC's establecidas en Oaxaca, cuentan con el Certificado de Área Natural Protegida, el cual es otorgado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Sin embargo, el Artículo 46 Fracción XI, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, menciona que estas zonas son consideradas como Áreas Naturales Protegidas competencia de la Federación a lo cual CONANP (2012) refiere que las ADVC's "adquieren todos los derechos y obligaciones que marca la Ley, con sus excepciones por tener una naturaleza jurídica distinta a las áreas naturales protegidas declaradas por Decreto".

Así mismo, de acuerdo a CONANP (2012), el establecimiento de ADVC's, es un proceso voluntario, en el cual, personas físicas o morales manifiestan la intención de conservar parte de su territorio, por un plazo mínimo de 15 años y máximo de 99 años. Desafortunadamente, de acuerdo a los datos obtenidos a través de la CONANP (2012) con fecha al 22 de enero del presente año, a partir del 2014, se han dado de baja un total de 700.51 ha de ADVC's (0.007 % de la superficie estatal) en diferentes regiones como Depresión del Balsas, Istmo de Tehuantepec, Planicie Costera del Pacífico y Sierra Atravesada. La mayoría con una perpetuidad de 10 hasta 15 años. Según lo mencionado por CONANP estas fueron dadas de baja debido a que no se obtuvo respuesta del propietario, así como por defunción del solicitante en el caso de 2 ADVC's, una de ellas considerada hasta por 50 años.

Entre la pérdida de dichas ADVC's, destacan la perteneciente a la región del Istmo de Tehuantepec, en donde una de ellas corresponde a una de las localidades muestreadas, en las que destaca *Incilius spiculatus*, una especie endémica a la entidad, considerada en peligro por la IUCN. La segunda corresponde a la localizada en la Depresión del Balsas que alberga 10 endemismos al país.

A pesar de ello, es sobresaliente que las ADVC's alberguen un mayor número de especies en comparación con las ANP's. Esto refleja que las ADVC's establecidas en las comunidades representan una herramienta muy importante en la conservación de especies, incluso aunque posean superficies más pequeñas en comparación con las ANP's. Probablemente el éxito en su implementación se debe a que su manejo y protección, se efectúa en un contexto social comunitario, en donde los pobladores de las localidades en que se encuentran dichas áreas, son los principales tomadores de decisiones. Ochoa-Ochoa *et al.* (2009), encontraron la misma tendencia a nivel nacional, ya que aunque las áreas asignadas como ADVC's, son relativamente pequeñas, el 73% de las especies endémicas al país, estaban representadas en dichas áreas, por lo que mencionan que la conservación a nivel local tiene que ser reconocida como un componente esencial en la preservación de la biodiversidad.

La implementación de ADVC's en las diferentes localidades del estado, ha permitido que en algunas de éstas zonas, se obtengan Pagos por Servicios Ambientales, Planes de Manejo Forestal o bien Áreas Certificadas por la CONANP, todo ello con la participación activa de los pobladores, quienes incluso reciben capacitación sobre monitoreo de especies, observación de aves, ecoturismo, incendios forestales, entre otros.

Estas acciones motivan a los pobladores hacia la conservación de los recursos naturales al seguirse sintiendo poseedores del recurso, y participado activamente en la toma de decisiones en conjunto de instancias como CONANP, ante la implementación de estrategias de conservación en su territorio. De acuerdo a la LEEGEPa, las ANP's decretadas competen a la federación y las decisiones se toman a nivel de gobierno. Este hecho es contrastante si se considera que en el estado las zonas naturales se distribuyen en localidades regidas en su mayoría por usos y costumbres. En este contexto, Martin *et al.* (2010), consideran que las comunidades y ejidos se oponen a los modos de conservación que les privan de derechos y responsabilidades para la gestión de sus recursos.

Por otra parte, existe conectividad entre ANP's y ADVC's del estado, en las zonas del Distrito de Tlacolula y el Monumento Natural de Yagul, así como en el Distrito de Pochutla y el Parque Nacional Huatulco. Sin embargo, el resto de ADVC's de Oaxaca, se encuentran alejadas de las ANP's establecidas, aun cuando Ochoa-Ochoa *et al.* (2009), mencionan que las ADVC's permiten la conectividad con las ANP's en el país.

Por fortuna, el establecimiento de nuevas áreas de conservación se continúa proponiendo como lo menciona el Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio (POERTEO, 2014), pero desafortunadamente, también existen aún muchos sitios que carecen de información biológica y en muchos casos incluso las zonas de conservación en el estado, requieren de inventarios actualizados. Así mismo, habrá que esperar que las nuevas áreas de conservación propuestas sean implementadas ya sea por iniciativa de las propias comunidades y ejidos o bien por decreto del Gobierno del Estado. Ochoa-Ochoa *et al.* (2009), mencionan además que éstas Áreas han sido establecidas por razones ajenas a la protección de la biodiversidad y que la representación de algunos ecosistemas importantes tales como los bosques templados y bosques tropicales lluviosos, aun no es adecuada. Además de que no protegen a todas las especies consideradas amenazadas por la IUCN.

Cabe mencionar que con la finalidad de contribuir en la conservación de este grupo, se otorgaron pláticas de educación ambiental sobre la biología e importancia ecológica que presentan estos organismos. Estas pláticas fueron dirigidas los pobladores, en cada una de las localidades visitadas. Del mismo modo, se les compartió un catálogo fotográfico y un listado de las especies registradas en campo y se conversó con las autoridades comunales sobre la importancia de preservar las zonas de conservación de su territorio, no solo para la protección de anfibios, sino para la toda la biodiversidad del sitio. Así mismo, se reportaron algunos incidentes observados en dichas áreas durante el trabajo de campo como son: incendios, contaminación de cuerpos y corrientes de agua y actividades de cacería.

Finalmente, considero que las estrategias de conservación en la entidad, deben abarcar dos escenarios: el biológico y el social. Dichas estrategias, no solo deben basarse en resultados científicos sobre alguna especie o grupo en particular, sino que tienen que considerar en conjunto las necesidades y condiciones sociales en que han de implementarse, pues el éxito

o fracaso de las mismas depende en gran medida de la participación conjunta de las instancias correspondientes y los dueños de los recursos naturales, solo de esta manera las posibilidades de conservar la riqueza de nuestro estado podría verse favorecida.

#### *Anfibios prioritarios de su conservación*

Actualmente, los esfuerzos de conservación se enfocan en aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059, la lista roja de la IUCN o los apéndices de la CITES que regulan el comercio de especies.

De las especies identificadas en este estudio como prioritarias, *Sarcohyla calvicollina*, *S. psarosema*, y *P. aquatica*, se encuentran consideradas dentro del segundo grupo (SR) propuesto por Ochoa-Ochoa *et al* (2009), de las cuales dichos autores comentan que son especies raras y usualmente tienen una tolerancia limitada a los cambios ambientales. Es por ello que mencionan que *Pseudoeurycea aquatica*, fue declarada en el 2001 como potencialmente extinta. También *Sarcohyla labedactyla* es considerada probablemente extinta por dichos autores, debido a que las áreas que presentan poblaciones de estas especies han sido transformadas en el país. En el estado, no se ha vuelto a coleccionar desde su descripción (Canseco-Márquez com. pers, 2016).

Estas especies prioritarias de conservación, se distribuyen en zonas templadas y su presencia representa una oportunidad para proteger sus poblaciones; sin embargo, aún no se han implementado zonas de conservación que incluyan su área de distribución. Por ejemplo, *Sarcohyla calvicollia*, *S. labedactyla*, *Bolitoglossa riletti*, *Pseudoeurycea orchileucus* y *Thorius insperatus*, no se encuentran protegidas dentro de ninguna ANP en el país, pero se encuentran dentro de algunas ADVCS (Ochoa-Ochoa *et al.*, 2009). Sin embargo, las poblaciones de Oaxaca se encuentran fuera de ambas zonas, por lo que la protección de sus poblaciones a nivel estatal es prioritaria para conservar la diversidad genética de estas especies.

La falta de Áreas Naturales Protegidas en las zonas de distribución de estas especies, es preocupante si se considera que todas las especies aquí propuestas como prioritarias, a excepción de *Thorius narisovalis*, se encuentran presentes en los sitios de extrema prioridad

de conservación propuestos a nivel nacional por Ochoa-Ochoa *et al.* (2011). Además, esta priorización incluye géneros como *Sarcohyla*, *Pseudoeurycea* y *Thorius* que de acuerdo a estos mismos autores, si se protegen sus áreas de distribución podrían protegerse entre 20 y 52 especies más de anfibios.

Así mismo, *Sarcohyla calvicollina*, *S. ephemera*, *S. psarosema*, *Pseudoeurycea aquatica*, *P. aurantia*, *P. obesa*, *P. ruficauda*, *Thorius aureas*, *T. boreas*, *T. insperatus*, *T. macdougalli*, *T. narisovalis* y *T. smithi*, son especies consideradas por Lamoreux *et al.* (2015), para proponer áreas cero extinción (AZE) en la Sierra Madre de Oaxaca, al igual que *Sarcohyla labedactyla*, *S. miahuatlanensis* y *Thorius minutissimus* para AZE's en la Sierra Madre del Sur, e *Ixalotriton parvus* para la Sierra Atravesada.

Esta priorización, no debe restar importancia en la conservación de otras especies, pues algunos endemismos para el estado aunque que presenten un rango de distribución en dos regiones fisiográficas como *Craugastor silvicola*, *Exerodonta chimalapa*, *Bolitoglossa zapoteca* y *Thorius arboreus*, también han sido consideradas por Lamoreux *et al.* (2015) para la identificación de AZE's.

#### *Áreas relevantes para la conservación de anfibios y nuevas zonas propuestas de conservación en el estado*

Las áreas relevantes identificadas en este estudio, no presentan Áreas Naturales Protegidas, pero en cambio presentan al menos un área Destinada Voluntariamente a la Conservación. El Distrito de Ixtlán por ejemplo, posee un ADVC en Santo Domingo Cacalotepec, que si bien protege algunas especies, ninguna de las mencionadas aquí como prioritarias de conservación, se encuentra presente en dicha zona de protección. Por otra parte, el Distrito Mixe posee dos ADVC's pertenecientes al municipio de San Juan Cotzocon, aunque la situación de estas áreas es similar a lo que ocurre en Ixtlán.



Ahora bien, considerando únicamente la riqueza y especies dentro de alguna categoría de riesgo, otras zonas podrían ser relevantes para su conservación, estas ocurren en los Distritos Juchitán (en la Sierra Atravesada) y Tuxtepec (en la Planicie Costera del Golfo). Estos distritos solo presentan ADVC's, aunque cabe mencionar que la parte noroeste de Tuxtepec se encuentra desprotegida, al igual que la parte central de Juchitán.

Por otra parte, considerando solo el número de especies endémicas, otras áreas relevantes podrían ser los Distritos Sola de Vega, Miahuatlán y Cuicatlán, de los cuales solo este último posee una parte de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán.

Las zonas relevantes de conservación aquí identificadas, coinciden en su mayor parte con los propuestos en otros estudios realizados a nivel nacional por Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006), Ochoa-Ochoa *et al.* (2011) y Lamoreux *et al.* (2015). Sin embargo, es importante mencionar que existen aún algunos Distritos en Oaxaca, que han sido poco muestreados y que probablemente cuando se realice trabajo de campo en dichos lugares, se registren algunas especies que impliquen considerar nuevas áreas relevantes de conservación.

Estos Distritos corresponden a Juxtlahuaca, Huajuapán y Silacayoapam en la Depresión del Balsas. Nochixtlán y Tlaxiaco en la Mixteca Alta (sobre todo en la parte sur), al igual que Coixtlahuaca (en su porción norte) y algunas zonas de Teposcolula. Otros sitios que requieren de muestreos, se encuentran en la región de los Valles Centrales, principalmente en los Distritos Tlacolula, Ocotlán, Ejutla y Zimatlán, así como el Distrito Sola de Vega y la parte norte de Miahuatlán en la Sierra Madre del Sur, junto con la porción norte de Juquila y Pochutla en la Planicie Costera del Pacífico y toda la parte noreste del Distrito de Choapam y Mixe dentro de la Planicie Costera del Golfo (Ver figura 2).

La distribución de las especies prioritarias y las áreas relevantes para su conservación, reflejan el estado actual de protección de estas especies en la entidad, bajo el Sistema de Áreas Naturales Protegidas y es un hecho que el Sistema de Áreas Naturales Protegidas no es suficiente incluso para representar la anfibiafauna estatal.

Sin embargo, una opción de contrarrestar esta deficiencia, podría ser el establecimiento de las nuevas áreas de conservación propuestas por el POERTEO (UGA-54), las cuales, de llegar a implementarse en la entidad, se protegerían algunas áreas relevantes para la conservación de estos organismos, en donde se cubriría una buena superficie del territorio del Distrito Ixtlán y la parte del norte y noroeste del Distrito Mixe (Ver Figura 23), protegiendo los Bosques Mesófilos de Montaña. Así como parte de la Sierra Madre del Sur en los Distritos Miahuatlán y Sola de Vega.

La ejecución de la UGA-54, permitiría además que se resguarden 120 especies de anfibios, de las cuales 97 son endémicas al país y 48 lo son a Oaxaca, incluyendo sobre todo aquellas que se distribuyen en la Sierra Madre de Oaxaca (SMO). Así mismo, las 13 familias registradas para la entidad se encontrarían representadas al igual que 34 de los 38 géneros respecto a las protegidas mediante las Áreas Naturales Protegidas establecidas actualmente. Además, se protegerían 46 y 116 especies que actualmente se encuentran dentro de la NOM-ECOL-059 y la IUCN respectivamente.

Sin embargo, a pesar de que la UGA-54 protegería casi el 80% de la anfibiafauna estatal (Ver Anexo 2), es necesario continuar con muestreos dentro de dichas zonas. En el caso particular de los anfibios, se puede observar que las colectas existentes para este grupo no coinciden en su mayor parte con la superficie total de dicha UGA (Ver Anexo 3), por lo que seguramente pueden encontrarse aún nuevos registros o especies aun no descritas.

## VIII. CONCLUSIONES

La entidad sigue albergando la mayor riqueza de anfibios en el país, entre las que destacan un gran número de especies y endemismos concentrados en las altas montañas de la Sierra Madre de Oaxaca y Sierra Madre del Sur, en intervalos que van desde los 1300 hasta los 2500 msnm. Sin embargo, aún existen sitios que no han sido colectados y requieren estudiarse, por lo que la riqueza de especies podría aun incrementarse.

La distribución de los anfibios en el estado, demuestra que la implementación de Áreas Naturales Protegidas en las regiones con mayor riqueza y diversidad taxonómica es necesaria. Aproximadamente el 60% de la anfibiofauna estatal se encuentra fuera de las zonas de conservación establecidas hasta el momento y el 95% se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo. Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación se encuentran resguardando un mayor número de especies en comparación con las Áreas Naturales Protegidas decretadas.

Las especies prioritarias de conservación, así como zonas que albergan de manera conjunta la mayor riqueza de especies, endemismos y especies en riesgo, identifican áreas relevantes para la preservación de este grupo. La implementación de la UGA-54 propuesta a través del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio, es necesaria, pues protegería una gran riqueza de anfibios, incluyendo algunas especies prioritarias y sitios relevantes.

Las estrategias de conservación deben abarcar los escenarios biológico y social, y deben continuar involucrando la participación activa de las comunidades y ejidos, poseedores de los recursos naturales, en la toma de decisiones y acciones en pro de la conservación no solo de los anfibios, sino de toda la biodiversidad que posee el estado de Oaxaca.

## LITERATURA CITADA

Acevedo, M., Ortiz-Ávila, T. y García-Frapolli, E. (2013). *Hacia una nueva estrategia de conservación: el aporte de las Áreas Voluntarias*. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 35pp.

Acevedo, A. A., Lampo, M., y Cipriani, R. (2016). The cane or marine toad, *Rhinella marina* (Anura, Bufonidae): two genetically and morphologically distinct species. *Zootaxa*, 4103(6), 574-586.

Badii, M. H., Landeros, J., y Cerna, E. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad (Species association patterns and sustainability). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 3, 632-660.

Baena, M. L. y Halffter, G. (2008). *Extinción de especies* (pp.263-282). En: Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México.

Bogert, C. M. 1967. New salamanders of the plethodontid genus *Pseudoeurycea* from the Sierra Madre del Sur of Mexico. *American Museum Novitates*. (2314): 1-27.

Calderon-Mandujano, R.R. 2011. Estrategia para el manejo de anfibios sujetos a uso en México. En: Sánchez, S. H., Zamorano, P., Peters, E., y Moya, H. (Eds.). *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México* (pp 71-82). Instituto Nacional de Ecología.

Canseco-Márquez, L. y Parra-Olea, G. (2003). A new species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from northern Oaxaca, Mexico. *Herpetological Journal*, (13), 21-26.

Canseco-Márquez, L. y Gutiérrez-Mayén, G. (2005). A new species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from the mountains of the Mixteca region of Oaxaca, México. *Journal of Herpetology*, (39), 181-185.

Canseco-Márquez, L. y Ramírez-González, C.G. (2015). New Herpetofaunal records for the state of Oaxaca, México. *Mesoamerican Herpetology* 2(3), 363-367.

Casas Andreu, G., López, V., y Bautista, G. R. (1991). *Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles* (No. C/598.1 C3).

Casas-Andreu, G. (1996). Notas para la historia de los estudios herpetofaunísticos en Oaxaca. *Boletín Sociedad Herpetológica Mexicana*, 7 (1), 21-26.

Casas-Andreu, G., Méndez de la Cruz. E.R. y Camarillo, J.L. (1996). Anfibios y Reptiles de Oaxaca: Lista, Distribución y Conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (69), 1-35.

Casas-Andreu, G., Méndez-De la Cruz, F.R. y Aguilar-Miguel, X. (2004). Anfibios y Reptiles. En: García-Mendoza, A.J., Ordoñez, J. y Briones-Salas, M. (Eds.). *Biodiversidad de Oaxaca* (pp.375-390). México, D. F.: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Foundation.

Caviedes-Solis, I. W., L. F. Vázquez-Vega, I. Solano-Zavaleta, E. Pérez-Ramos, S. M. Rovito, T. J. Devitt, P. Heimes, O. A. Flores-Villela, J. A. Campbell, and A. Nieto Montes de Oca. 2015. Everything is not lost: recent records, rediscoveries, and range extensions of Mexican hylid frogs. *Mesoamerican Herpetology* (2) 230–241

Ceballos, G. (1999). Áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México. *Biodiversitas*, (27)1-8.

Centeno-García, E. (2004). Configuración geológica del estado. En: García-Mendoza, A.J., Ordoñez, J. y Briones-Salas, M. (Eds.). *Biodiversidad de Oaxaca* (pp.29-42). México, D. F.: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Foundation.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2012. En línea en: <http://www.conanp.gob.mx/index.php>. Consulta Abril 2016.

CONABIO, CONANP, TNC- Pronatura (2007). Sitios Terrestres Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. En línea en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/spt1mgw.png>. Consulta Enero 2016.

Delia, J.R., Whitney, J.L. y Parra-Olea, G. (2008). Amphibia, Plethodontidae, *Pseudoeurycea maxima*: Distribution extensión. *Check List*, 4(1), 65–68

Delia, J.R., Whitney, J.L. y Burkhardt, T. (2013). Rediscovery of ‘lost’ treefrogs from the Oaxacan highlands of Mexico. *Biodiversity and Conservation*, (22), 6–7.

De la Montaña, E. y Rey Benayas, J.M. (2002). ¿Coinciden los espacios naturales protegidos con las áreas relevantes de diversidad de herpetofauna en España peninsular y Baleares? *Ecosistemas*. Año XI. N°2

Duellman, W. E. (1965). A new species of treefrog from from Oaxaca, México. *Herpetologica* (21), 32–34.

Duellman, E.W. y Trueb, L. 1994. Biology of amphibians. The Johns Hopkins University Press.

Duellman, E. W. 2001. The Hylid Frogs of Middle America. 2da edición. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.

Duellman, E.W., Marion A.B. y Hedges B. 2016. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). *Zootaxa* 4104 (1) 001-109

Flores-Villela, O. y Pérez-Mendoza, H. 2006. Herpetofaunas Estatales de México. En Ramírez-Bautista A., Canseco-Márquez, L. y Mendoza-Quijano F. (Eds.). *Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad* (pp.327-345). Sociedad Herpetológica Mexicana/ Vicerrectoría de Extensión y Difusión de la Cultura, BUAP.

Frost, D. R. 2016. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 Consulta 25 de Abril 2016. Electronic Database accessible at [http:// research.amnh. org/ herpetology/amphibia/index.html](http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html). American Museum of Natural History, New York, USA.

García-Mendoza A. y Torres C. R. 1999. Estado actual del conocimiento sobre la flora de Oaxaca. En: Vásquez-Dávila M.A. Ed. *Flora y Vegetación*, pp. 49–86, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, Oaxaca.

García-Vázquez, U.O., Canseco-Márquez, L., Aguilar-López, J.L, Solano-Zavaleta, I. y Maceda-Cruz, R.J. 2009. Noteworthy Records of Amphibians and Reptiles From Puebla, México. *Herpetological Review*. 40(4):467-470.

García-Vázquez, U.O. y Durán-Fuentes, I. 2012. Geographic Distribution. *Pseudoeurycea maxima*. *Herpetological Review*, 43(3), 438.

García-Padilla, E. y Mata-Silva, V. 2014. Noteworthy Distributional Records for the Herpetofauna of Oaxaca, México. *Herpetological Review*, 45(3), 468–469.

Gual-Díaz, M. y Mayer-Goyenechea, I. 2014. Anfibios en el Bosque Mesófilo de Montaña en México. En: Gual-Díaz, M., y Rendón-Correa, A. (Eds.). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo* (pp.249-262). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Guzmán-Guzmán, S., Morales-Mávil, J.E. y Pineda-Arredondo, E.O. (2011). Anfibios. En: *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado* (pp.517-529). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas.México

Heimes, P., y Aguilar, R. 2011. *Plectrohyla hazelae* (Taylor, 1940) Notextinct. *Herpetological Review*, 42(1), 41.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. En línea en <http://www.inegi.org.mx> Consulta Diciembre 2015.

Izco, J. (2004). Biodiversidad y Conservación. En: Sevillano, J.I., Brugués-Domenech, M., Devesa-Alcaráz, J.A., Gallardo-García, T., Padra-Moral, C., Valdés-Castrillón, B., Barreno-Rodríguez, E., Costa-Talens, M., Fernández-González, F., Llimosa-Pagés, X. y Talavera-Lozano, S. (Eds). *Botánica* (pp 663-713). McGraw-Hill. Interamericana de España.

Juárez-López, J. C., González-Hernández, A.J., Cabrera-Espinosa, M.L. y Garza-Castro, J.M. (2006). Anfibios y reptiles de una zona perturbada en el municipio de Tuxtepec, Oaxaca, México. En: Ramírez-Bautista, A., Canseco-Márquez, L. y Mendoza-Quijano, F. (Eds.). *Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad* (pp.283-292). Sociedad Herpetológica Mexicana/ Vicerrectoría de Extensión y Difusión de la Cultura, BUAP.

Köhler, G., R. G. Trejo Pérez, L. Canseco-Márquez, F. Méndez de la Cruz, and A. Schulze. 2015. The tadpole of *Megastomatohyla pellita* (Duellman, 1968) (Amphibia: Anura: Hylidae). *Mesoamerican Herpetology* (2), 146–152.

Koleff, P. (2005). Conceptos y medidas de la diversidad beta. En: Halffter, G., Soberón J.K y Melic. A. (Eds.). *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (pp. 19-40). GORFI.

Lamoreux, F.J., Mcknigh, W.M y Cabrera, H.R. 2015. Amphibian Alliance for Zero Extinction Sites in Chiapas and Oaxaca. *Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission*, 53.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 1988. Diario Oficial de la Federación, México.

Lynch, D.J. 1970. A taxonomic Revision of the Leptodactylid Frog Genus *Syrhophus* Cope. University of Kansas. Museum of Natural History. 20(1), 1-45.

Margules, C. R. y Sarkar, S. (2009). *Planeación Sistemática de la Conservación*. Cambridge University Press, New York.



Margules, C.R., Pressey, R.L., 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405, 242–253.

Martin, G. J., Camacho Benavides, C. I., Del Campo García, C. A., Anta Fonseca, S., Chapela Mendoza, F., y González Ortíz, M. A. 2011. Indigenous and community Conserved Areas in Oaxaca, México. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 22(2), 250-266.

Martín-Regalado, C. N., Gómez-Ugalde, R. M., y Cisneros-Palacios, M. (2011). Herpetofauna del Cerro Guiengola, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. *Acta zoológica mexicana*. 27(2), 359-376.

Martínez, L., Meyer, E. M., Navarro, A., Ochoa, L., Salazar, I., y Barrera, G. S. 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. En: CONABIO. *Capital Natural de México, Vol. II: Estados de conservación y tendencias de cambio* (575-600).

Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J.E. y Álvarez, F. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (85), 51-59

Martínez-Sánchez, N., Pérez- Crespo, V. A. y Vázquez- Mendoza, S. (2009). La problemática de las Áreas Naturales Protegidas en Oaxaca. *Ciencias*, (96), 24-27.

Mata-Silva, V., Johnson, J. D., Wilson, L. D., & García-Padilla, E. (2015). The herpetofauna of Oaxaca, Mexico: composition, physiographic distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 2(1), 6-62.

Matton, A. 2000. El Declive de los Anfibios. *Worldwatch Institute*, (23), 11-21.

Meik, J. E., Canseco-Márquez, L., Smith, E.N. y Campbell, J.A. (2005). A New Species of *Hyla* (Anura: Hylidae) from Cerro Las Flores, Oaxaca. *Zootaxa*, (1046), 17-27.

Meik, J. M., Smith, E. N., Canseco-Márquez, L. y Campbell, J.A. (2006). New species of the *Plectrohyla bistincta* Group (Hylidae: Hylinae: Hylini) from Oaxaca, México. *Journal of Herpetology*, (40), 305-309.

Mendelson, R. 1997. A new species of toad (Anura: Bufonida) from Oaxaca, Mexico with comments on the status of *Bufo cavifrons* and *Bufo cristatus*. *Herpetologica* 53:268-286.

Mendelson, R. M., Williams, B.L., Sheil, C.A. y Mulcahy, D.G. (2005). Systematics of the *Bufo coccifer* Complex (Anura: Bufonidae) of Mesoamerica. *Scientific Papers*, Natural History Museum. The University of Kansas. (38), 1-27

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Morrone, J.J. y Escalante, T. (2009). Diccionario de Biogeografía. Universidad Nacional Autónoma de México, 230 pp.

Muñoz- Alonso, L.A., López León, N., Hórvath, A. y Luna-Reyes, R. (2013). Los anfibios. En: *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado* (pp. 305-318). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.

Ochoa-Ochoa, L. M. y Flores-Villela, O. (2006). *Áreas de Diversidad y endemismo de la Herpetofauna mexicana*. UNAM-CONABIO, México, D.F:

Ochoa-Ochoa, L., Urbina-Cardona, J. N., Vázquez, L. B., Flores-Villela, O., y Bezaury-Creel, J. 2009. The Effects of Governmental Protected Areas and Social Initiatives for Land Protection on the Conservation of Mexican Amphibians. *PLoS One*, 4(9), e6878.

Ochoa-Ochoa, L. M., Bezaury-Creel, J. E., Vázquez, L. B., y Flores-Villela, O. (2011). Choosing the survivors? A GIS-based triage support tool for micro-endemics: application to data for Mexican amphibians. *Biological Conservation*, 144(11), 2710-2718.

Ortiz-Pérez, M. A., Hernández-Santana, J. R., Y Figueroa-Mah-Eng, J. M. 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. En: García-Mendoza, A.J., Ordoñez, J. y Briones-Salas, M. (Eds.). *Biodiversidad de Oaxaca* (pp.43-54). México, D. F.: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Foundation

Parra-Olea, G., M. García-Paris, T., Papenfuss, J. y Wake, D.B. (2005 A). Systematics of the *Pseudoeurycea bellii* (Caudata: Plethodontidae) species complex. *Herpetologica*, (61), 145-158.

Parra-Olea, G., García-Paris, M., Hanken, J. y Wake, D. B. (2005 B). Two new species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from Mountains of Northern Oaxaca, México. *Copeia*, (2005), 161-169.

Parra-Olea, G. & Wake, D. 2008. *Bolitoglossa platydactyla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: En línea en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T59196A11885995>.en Consulta Febrero 2016.

Parra-Olea, G., Wake, D., Lee, J., Acevedo, M., Cruz, G., Papenfuss, T., Rovito, S., Castañeda, F. & Vasquez, C. (2008 A). *Bolitoglossa rufescens*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: En línea en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T59202A11894912>.en. Consulta Febrero 2016.

Parra-Olea, G., Wake, D. & Hanken J. (2008 B). *Pseudoeurycea werleri*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: En línea en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T59402A11927121.en>. Consulta Abril 2016.

Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (85), S860-S866.

Prendergast, J.R., Quinn, R.M. y Lawton, J.H. (1999). The Gaps between theory and practice in selecting nature reserves. *Conservation Biology*, (13), 484-492.

Propuesta para consulta pública del Programa De Ordenamiento Ecológico Regional Del Territorio Del Estado De Oaxaca. 2014. Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca .Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca

Ramírez-González, C.G., Lara-Brenis, A.E., y Mijangos-Arrazola, T. (2014). New Distributional Records of Amphibians and Reptiles from Northern Oaxaca, México. *Check List* 10 (3), 679–681.

Rendón-Rojas, A., T. Alvarez y O. Flores-Villela. 1998. Herpetofauna de Santiago Jalahui, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 75: 17–45.

Rodríguez-Mahecha, J. V., Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., y La Marca, E. (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservación Internacional.

Rohlf, F.J. 1998. NTSYS-pc. Numerical Taxonomy and multivariate analysis system. Ver.2 Exeter Software, New York.

Rovito, S. M., Parra-Olea, G., Lee, D. y Wake, D. B. (2012). A new species of *Bolitoglossa* (Amphibia, Caudata) from the Sierra de Juárez, Oaxaca, Mexico. *ZooKeys*, (185), 55-71.

Rovito, S. M., Parra-Olea, G., Hanken, J., Bonett, D. R. M. y Wake, D. B. (2013). Adaptive radiation in miniature: the minute salamanders of the Mexican highlands (Amphibia: Plethodontidae: *Thorius*). *Biological Journal of the Linnean Society*.

Rovito, S.M. Parra-Olea, G., Recuero, E. y Wake D.B. 2015. Diversification and biogeographical history of Neotropical plethodontid salamanders. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 167–188.

Sánchez, O. 2013. La importancia de las escalas de espacio y de tiempo en la conservación de vida silvestre. En: Sánchez, S. H., Zamorano, P., Peters, E., y Moya, H. (Eds.). *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México* (pp 71-82). Instituto Nacional de Ecología.

Santos-Barrera, G., Pacheco, J. y Ceballos, G. (2004). La conservación de los reptiles y anfibios de México. CONABIO. *Biodiversitas*, (57), 1-6.

Santos-Barrera, G. y Camseco-Márquez, L. 2004. *Megastomatohyala mixe*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: En línea en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T55567A11332899.en> Consulta Abril 2016.

Salas, G.H. y Ortega M. C. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En: Halffter, G., Soberón J.K y Melic. A. (Eds.). *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (pp. 5-18). GORFI.

Sánchez, O. 2007. Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER). Instituto Nacional de Ecología.

Sánchez-Salas, J., Muro, G., Estrada-Castillón, E., y Alba-Ávila, J. A. El MER: un instrumento para evaluar el riesgo de extinción de especies en México. 2013. En L+inea en [http:// www.chapingo.mx/revistas](http://www.chapingo.mx/revistas). doi: 10.5154/r.rchsza.2012.06.037

Savage, J. M. (1987). Systematics and distribution of the Mexican and Central American rainfrogs of the *Eleutherodactylus gollmeri* group (Amphibia: Leptodactylidae). *Fieldiana. Zoology. New Series.* 33, 1-57.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-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, segunda sección. Jueves 30 de diciembre de 2010.

Sodhi, N. S., Bickford, D., Diesmos, A. C., Tien-Ming, L., Lian, P.K., Brook, B.W., Sekercioglu, C.H. y Bradshaw, C.J.A. (2008). Measuring the melt down: drivers of global amphibian extinction and decline. *PLoS ONE* (3), e1636

Solís, F., Ibáñez, R., Santos-Barrera, G., Jungfer, K., Renjifo, J. & Bolaños, F. 2008. *Agalychnis callidryas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: en línea en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T55290A11274916.en>. Consulta Febrero 2016.

Streicher, J.W., García-Vásquez, U.O, Ponce-campos, P., Flores-Villela, O., Campbell, J.A. y Smith, E.N. 2014. Evolutionary relationships amongst polymorphic direct-developing frogs in the *Craugastor rhodopsis* Species Group (Anura: Craugastoridae). *Systematics and Biodiversity* 12(1): 1-22.

The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015-4. Consulta Abril del 2016 en: [http:// www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).

Trejo, I. 2004. Clima. En: García-Mendoza, A.J., Ordoñez, J. y Briones-Salas, M. (Eds.). *Biodiversidad de Oaxaca* (pp.67-85). México, D. F.: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Foundation

Torres Colín, R. 2004. Tipos de Vegetación. En: García-Mendoza, A.J., Ordoñez, J. y Briones-Salas, M. (Eds.). *Biodiversidad de Oaxaca* (pp.105-117). México, D. F.: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Foundation

Urbina-Cardona, J. N. (2008). Conservation of Neotropical herpetofauna: research trends and challenges. *Tropical Conservation Science*, 1(4), 359-375.

Urbina-Cardona, J. N y Flores-Villea, O. 2010. Ecological-niche modeling and prioritization of conservation-area networks for Mexican herpetofauna. *Conservation Biology*, 24(4), 1031-1041.

Vega-Trejo, R., Trejo, I., Flores-Villela, O. A., y Reynoso, V. H. (2013). Amphibian and Reptile Community Structure in Pristine Coniferous Forests: Baseline Data for Conservation Studies. *Herpetological Conservation and Biology*, 8(3), 622-640.

Voyles, J., Young, S., Berger, L., Campbell, C., Voyles, F.W., Dinudom, A., Cook, D., Webb, R., Alford, A. R., Skerratt, F. y Speare, R. (2009). Pathogenesis of Chytridiomycosis, a Cause of Catastrophic Amphibian Declines. *Science*, (326),582. DOI: 10.1126/science.1176765

Wake, D. B., and J. A. Campbell. 2001. An aquatic plathodontid salamander from Oaxaca, Mexico. *Herpetológica* 57: 509–514.

Wells, K. D. (2007). *The Ecology and Behavior of amphibians*. The University of Chicago Press.

Young, B.E., Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A. y Boucher, T.M. 2004. *Disappearing Jewels: The Status of New World Amphibians*. Nature Serve, Arlington.

Zaldivar-Riveron, A., Leon-Regagnon, V. y Nieto-Montes de Oca, A. 2004. Phylogeny of the Mexican coastal leopard frogs of the *Rana berlandieri* group based on mtDNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. (30),38-49.



## ANEXO 1. LISTA ACTUALIZADA DE ANFIBIOS DE OAXACA

END= \*\* endémico a México, \* endémico a Oaxaca, NOM-059 A= Amenazada, Pr= Protección especial, IUCN DD= datos deficientes, LC= bajo preocupación, VU= vulnerable, NT= cercano a la amenaza, EN= en peligro, CR= críticamente en peligro.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	AUTORIDAD	END	NOM - 059	IUCN	ASN	REGIONES	DISTRITOS
GYMNO PHIONA	DERMOPHIDAE	<i>Dermophis</i>	<i>mexicanus</i>	(Duméril y Bibron, 1841)		Pr	VU	83-230	1	15
		<i>Dermophis</i>	<i>oaxacae</i>	(Mertens, 1930)	**	Pr	DD	0-730	7,8	5,27
ANURA	BUFONIDAE	<i>Incilius</i>	<i>canaliferus</i>	(Cope, 1877)	**		LC	670-720	8,9,10	5,15,16,30
		<i>Incilius</i>	<i>coccifer</i>	(Cope, 1866)		Pr	LC	0-826	8,9	15,16
		<i>Incilius</i>	<i>cycladen</i>	(Lynch y Smith, 1966)	**		VU	755	7	27
		<i>Incilius</i>	<i>gemmifer</i>	(Taylor, 1940)	**	Pr	EN	0-500	8	3,4
		<i>Incilius</i>	<i>macrocristatus</i>	(Firschein y Smith, 1957)			VU	105-650	1, 9,10	15
		<i>Incilius</i>	<i>marmoreus</i>	(Wiegmann, 1833)	**		LC	0-1100	7, 8, 9,10	3,4,5,15,16,27, 29,30
		<i>Incilius</i>	<i>occidentalis</i>	(Camerano, 1879)	**		LC	810-2700	2,3,4,5,6,7,9	1,2,4,5,8,9,13,18,19,20,21,23, 24,27,26,28,29,30
		<i>Incilius</i>	<i>perplexus</i>	(Taylor, 1943)	**		EN	1650	5	20
		<i>Incilius</i>	<i>spiculatus</i>	(Mendelson, 1997)	*		EN	501-1700	1,2,9	2,6,16,24
		<i>Incilius</i>	<i>tutelarius</i>	(Mendelson, 1998)			EN	1370	10	15
		<i>Incilius</i>	<i>valliceps</i>	(Wiegmann, 1833)			LC	71-1430	1,2,7,9,10	1,2,6,7,15,16,24,25,26,30
		<i>Rhinella</i>	<i>horribilis</i>	(Wiegmann, 1833)			LC	0-1430	1,2,3, 4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14,15,16, 21,25,26,27,30
	CENTROLENID AE	<i>Hyalinobatrachium</i>	<i>fleischmanni</i>	(Boettger, 1893)			LC	71-1427	1,2,7,8, 9,10	1,4,5,6,7,15,16,27,
	CRAUGASTORI DAE	<i>Craugastor</i>	<i>alfredi</i>	(Boulenger, 1898)			VU	83-1613	1,2,9,10	1,6,7,15,16,24,26,30
		<i>Craugastor</i>	<i>augusti</i>	(Dugés, 1879)			LC	1600-1900	2,3,4,9	1,15,16,21,24
		<i>Craugastor</i>	<i>berkenbuschii</i>	(Peters, 1870)	**	Pr	NT	71-1900	1,2,9,10	1,6,7,15,16,24,25,26

		<i>Craugastor</i>	<i>laticeps</i>	(Duméril, 1853)	**	Pr	NT	665-875	1,10	15
		<i>Craugastor</i>	<i>lineatus</i>	(Brocchi, 1879)	**	Pr	CR	1041	1,2,9,10	6,7,15,24
		<i>Craugastor</i>	<i>loki</i>	(Shannon y Werler, 1955)			LC	84-2154	1,2,9,10	1,6,7,15,16,24,25,26
		<i>Craugastor</i>	<i>mexicanus</i>	(Brocchi, 1877)	**		LC	900-3000	1,2,3,6,7,8	1,2,4,5,6,7,8,10,11,12,13,17,18,21,24,25,26,27,28,29,30
		<i>Craugastor</i>	<i>polymniae</i>	(Campbell, Lamar y Hillis, 1989)	*	Pr	CR	1420	2	1,24
		<i>Craugastor</i>	<i>pygmaeus</i>	(Taylor, 1937)			VU	93-2465	1,2,3,6,7,8,9,10	1,2,4,5,6,12,15,24,26,27,29,30
		<i>Craugastor</i>	<i>rugulosus</i>	(Cope, 1870)	**		LC	250-1530	7,8,9	3,4,5,15,16,27,28,29,30
		<i>Craugastor</i>	<i>silvicola</i>	(Lynch, 1967)	*	Pr	EN	1493	1,10	15
		<i>Craugastor</i>	<i>uno</i>	(Savage, 1984)	**	Pr	EN	1333-1900	7	4,5,30
	<b>ELEUTHERO DACTYLIDAE</b>	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>leprus</i>	(Cope, 1879)	**		VU	79-699	1,2,9,10	1,6,7,15,16,26
		<i>Eleutherodactylus</i>	<i>nitidus</i>	(Peters, 1870)	**		LC	500-2376	1,2,3,4,5,6,7,9	1,2,5,8,10,13,14,28,29,17,20,21,24,30
		<i>Eleutherodactylus</i>	<i>pipilans</i>	(Taylor, 1940)			LC	140-1601	7,8,9,10	3,4,5,8,27,15,16,28,29,30
		<i>Eleutherodactylus</i>	<i>syristes</i>	(Hoyt, 1965)	*	Pr	EN	659-1783	3,6,7,8	4,5,21,27,29
	<b>HYLIDAE</b>	<i>Anotheca</i>	<i>spinosa</i>	(Steindachner, 864)			LC	237-2100	1,2,9	1,6,7,16,24,25
		<i>Bromeliophyla</i>	<i>dendroscarta</i>	(Taylor, 1940)	**	Pr	CR	1349-1900	1,2	1,6,24
		<i>Charadrahyla</i>	<i>altipotens</i>	(Duellman, 1968)	*	Pr	CR	1100-1900	7	4,5,28
		<i>Charadrahyla</i>	<i>chaneque</i>	(Duellman, 1961)	**	Pr	EN	396-1524	1,10	15
		<i>Charadrahyla</i>	<i>nephila</i>	(Mendelson y Campbell, 1999)	**		VU	680-2256	1,2	1,6,7,24,26
		<i>Charadrahyla</i>	sp.nov.		*			2214-2419	2	13
		<i>Dendropsophus</i>	<i>ebraccatus</i>	(Cope, 1874)			LC	75-100	1	6,15
		<i>Dendropsophus</i>	<i>microcephalus</i>	(Cop, 1886)			LC	62-1155	1,7,8,9	5,6,15
		<i>Dendropsophus</i>	<i>robertmertensi</i>	(Taylor, 1937)			LC	75-150	9,10	15,16

		<i>Dendropsophus</i>	<i>sartori</i>	(Smith, 1951)	**	A	LC	50-500	7,8	3,4,5
		<i>Diaglena</i>	<i>spatulata</i>	(Günther, 1882)	**		LC	50-200	9,10	15,16
		<i>Duellmanohyla</i>	<i>chamulae</i>	(Stuart, 1954)	**	Pr	EN	530-731	1,2,9,10	2,7,15,16,26
		<i>Duellmanohyla</i>	<i>ignicolor</i>	(Duellman, 1961)	*	Pr	EN	680-1280	1,2	1,2,6,24
		<i>Duellmanohyla</i>	<i>schmidtorum</i>	(Duellman, 1961)		Pr	VU	1300	10	15
		<i>Dryophytes</i>	<i>arenicolor</i>	(Cope, 1866)			LC	1662-2101	3,4,5	2,18,20,21
		<i>Dryophytes</i>	<i>euphorbiaceus</i>	(Günther, 1859)	**		NT	1843-2575	2,3,5,6	8,9,10,11,12,13,17,18,19,21,24,25,28
		<i>Ecnomiophyla</i>	<i>echinata</i>	(Duellman, 1961)	*	Pr	CR	1500	1,2	24,25
		<i>Exerodonta</i>	<i>abdivita</i>	(Campbell y Duellman, 2000)	*		DD	89-405	1,2	1,6,7,24
		<i>Exerodonta</i>	<i>chimalapa</i>	(Mendelson y Campbell, 1994)	*		EN	853-1543	9,10	15
		<i>Exerodonta</i>	<i>juanitae</i>	(Snyder, 1972)	**	A	VU	750-1134	7,8	4,5
		<i>Exerodonta</i>	<i>melanomma</i>	(Taylor, 1940)	**	Pr	VU	668-1876	7,8	4,5,27,29,30
		<i>Exerodonta</i>	<i>pinorum</i>	(Taylor, 1937)	**	Pr	VU	700-1070	7	27
		<i>Exerodonta</i>	<i>sumichrasti</i>	(Brocchi, 1879)	**		LC	295-1872	1,2,5,6,7,8,9,10	4,5,8,13,14,15,16,18,25,26,27,28,29,30
		<i>Exerodonta</i>	<i>xera</i>	(Mendelson y Campbell, 1994)	**		VU	1400-2000	3,4,5	2,20
		<i>Megastomatohyla</i>	<i>mixe</i>	(Duellman, 1965)	*	Pr	CR	1590-1950	2	24,25
		<i>Megastomatohyla</i>	<i>pellita</i>	(Duellman, 1968)	*		CR	1500-1700	7	4,5
		<i>Plectrohyla</i>	<i>hartwegi</i>	Duellman, 1968	**	Pr	CR	160	10	15
		<i>Plectrohyla</i>	<i>matudai</i>	Haetweg, 1941	**		VU	1500	9,10	15
		<i>Sarcohyla</i>	<i>ameibothalame</i>	(Canseco-Márquez, Mendelson y Gutiérrez-Mayén, 2003)	*		DD	2455-2670	3,4,5	1,17,20,21,23
		<i>Sarcohyla</i>	<i>bistincta</i>	(Cope, 1877)	**	Pr	LC	1400-2441	2,3,5,6,7,9	2,4,10,11,17,18,20,24,26,28,30
		<i>Sarcohyla</i>	<i>calthula</i>	(Ustach, Mendelson, McDiarmid y Campbell,	*		CR	1360- 1810	2	25,26

				2000)						
		<i>Sarcohyla</i>	<i>calvicollina</i>	(Toal, 1994)	*		CR	2518-2712	2	24
		<i>Sarcohyla</i>	<i>celata</i>	(Toal y Mendelson, 1995)	*		CR	2640-2670	1,2	24,26
		<i>Sarcohyla</i>	<i>cembra</i>	(Caldwell, 1974)	*	A	CR	2160-2850	3,7	18,29
		<i>Sarcohyla</i>	<i>crassa</i>	(Brocchi, 1877)	*	Pr	CR	1500-2300	2,6,7	8,9,10,24,26,28,29
		<i>Sarcohyla</i>	<i>cyanomma</i>	(Caldwell, 1974)	*	A	CR	2650-2670	2	24,26
		<i>Sarcohyla</i>	<i>cyclada</i>	(Campbell y Duellman, 2000)	*		EN	1600-2680	1,2,6,7	1,10,12,24,25,26,29
		<i>Sarcohyla</i>	<i>ephemera</i>	(Meik, Canseco-Márquez, Smith y Campbell, 2005)	*		CR	1100-1220	9	16
		<i>Sarcohyla</i>	<i>hazeale</i>	(Taylor, 1940)	*	Pr	CR	2400-2685	2,6,7	4,10,24,27,28
		<i>Sarcohyla</i>	<i>labedactyla</i>	(Mendelson y Toal, 1996)	*		DD	2200	7	28
		<i>Sarcohyla</i>	<i>miahuatlanensis</i>	(Meik, Smith, Canseco-Márquez y Campbell, 2005)	*		DD	2550	7	29
		<i>Sarcohyla</i>	<i>pentheter</i>	(Adler, 1965)	**		EN	1300-2000	7	4,5,27,28
		<i>Sarcohyla</i>	<i>psarosema</i>	(Campbell y Duellman, 2000)	*		CR	2103	2	26
		<i>Sarcohyla</i>	<i>sabrina</i>	(Caldwell, 1974)	*	A	CR	1650-2020	1,2	24,26
		<i>Sarcohyla</i>	<i>siopela</i>	(Duellman, 1968)	**		CR	2640-2670	2	24,26
		<i>Sarcohyla</i>	<i>thorectes</i>	(Adler, 1965)	**	Pr	CR	1530-1900	7	4,5,28,29
		<i>Ptychohyla</i>	<i>acrochorda</i>	Campbell y Duellman, 2000	*		DD	400-900	1	6,7
		<i>Ptychohyla</i>	<i>euthysanota</i>	(Kellogg, 1928)		A	NT	1500	10	15
		<i>Ptychohyla</i>	<i>leonhardschultzei</i>	(Ahl, 1934)	**	Pr	EN	516-2200	7,8,9	4,5,15,16,27,28,29,30
		<i>Ptychohyla</i>	<i>zophodes</i>	Campbell y Duellman, 2000	**		DD	400-1500	1,2	1,2,6,7,24,25,26
		<i>Ptychohyla</i>	sp.nov		**			450	1	15
		<i>Rheohyla</i>	<i>miotympanu</i>	(Cope, 1863)	**		NT	757-2035	1,2,3,4	1,2,6,7,10,17,24,26

			<i>m</i>							
		<i>Scinax</i>	<i>staufferi</i>	(Cope, 1865)			LC	62-500	1,2,7,8,9,10	4,5,6,7,15,16,26,29
		<i>Smilisca</i>	<i>baudinii</i>	(Duméril y Bibron, 1841)			LC	12-1635	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,13,15,16,17,21,22,24,26,27,28,29,30
		<i>Smilisca</i>	<i>cyanosticta</i>	(Smith, 1953)			NT	396-1349	1,2,9	1,6,7,15,16,24,26
		<i>Tlalocohyla</i>	<i>loquax</i>	(Gauge y Stuart, 1934)			LC	60-500	1,9	15,16
		<i>Tlalocohyla</i>	<i>picta</i>	(Boulenger, 1902)	**		LC	150-270	1	6,15,24
		<i>Tlalocohyla</i>	<i>smithi</i>	(Günther, 1901)	**		LC	100-1635	6,7,8	3,4,5,14,19,27
		<i>Trachycephalus</i>	<i>typhonius</i>	(Linnaeus, 1758)			LC	50-100	1,7,8,9,10	4,5,6,15,25,26
	<b>LEPTODACTYLIDAE</b>	<i>Engystomops</i>	<i>pustulosus</i>	(Cope, 1864)			LC	0-782	1,7,8,9,10	4,5,6,15,16
		<i>Leptodactylus</i>	<i>fragilis</i>	(Brocchi, 1877)			LC	5-261	1,2,8,9	3,4,5,6,7,15,16,24,26
		<i>Leptodactylus</i>	<i>melanonotus</i>	(Hallowel, 1861)			LC	0-1635	1,2,7,8,9,10	3,4,5,6,7,15,16,26,27,29
	<b>MICROHYLIDAE</b>	<i>Gastrophryne</i>	<i>elegans</i>	(Boulenger, 1882)		Pr	LC	82	1	7
		<i>Hypopachus</i>	<i>ustus</i>	(Cope, 1866)		Pr	LC	50-723	1,2,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,15,16,26,27
		<i>Hypopachus</i>	<i>variolosus</i>	(Cope, 1866)			LC	10-723	1,7,8,9,10	4,5,6,15,16,27
	<b>PHYLLOMEDUSIDAE</b>	<i>Agalychnis</i>	<i>callidryas</i>	(Cope, 1862)			LC	71-493	1,2,9	6,15,16
		<i>Agalychnis</i>	<i>dacnicolor</i>	(Cope, 1864)	**		LC	100-710	7,8,9	3,4,5,16,29
		<i>Agalychnis</i>	<i>moreletii</i>	(Duméril, 1853)			CR	250-2200	1,2,7,8	1,4,5,6,24
	<b>RANIDAE</b>	<i>Lithobates</i>	<i>brownorum</i>	(Sanders, 1973)	**	Pr		71-908	1,2,9,10	1,2,6,7,15,26
		<i>Lithobates</i>	<i>ferrerii</i>	(Boulenger, 1883)	**		LC	404-2133	7,8,9,10	4,5,15,16,29,30
		<i>Lithobates</i>	<i>maculatus</i>	(Brocchi, 1977)	**		LC	83-500	1,9,10	15,16
		<i>Lithobates</i>	<i>sierramadrensis</i>	(Taylor, 1939)	**	Pr	VU	404-1940	7,8	3,4,5,27,28,29,30
		<i>Lithobates</i>	<i>spectabilis</i>	(Hillis y Frost, 1985)	**		LC	460-2250	2,3,4,5,6	1,2,8,9,10,11,13,14,17,19,20,22,24,25,26,30
		<i>Lithobates</i>	<i>vaillanti</i>	(Brocchi, 1877)			LC	62-501	1,2,9,10	1,6,7,15,16,24,26
		<i>Lithobates</i>	<i>zweifeli</i>	(Hillis, Frost y Webb, 1984)	**		LC	585-2424	1,3,4,5,6,7	1,2,6,10,13,17,18,20,22,28

	<b>RHINOPHYRNI DAE</b>	<i>Rhinophrynus</i>	<i>dorsalis</i>	Duméril y Bibron, 1841		Pr	LC	0-700	1,8,9	3,6,15,16
	<b>SCAPHIOPODI DAE</b>	<i>Spea</i>	<i>multiplicata</i>	(Cope, 1863)	**		LC	560-2432	2,3,4,6	1,8,9,10,17,20
<b>CAUDATA</b>	<b>PLETHODONTI DAE</b>	<i>Bolitoglossa</i>	<i>alberchi</i>	García-París, Parra-Olea, Brame y Wake, 2002	**		LC	83-731	1	15
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>chinanteca</i>	Rovito, Parra-Olea, Lee y Wake, 2012	*			676-1500	1,2	6,24
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>macrinii</i>	(Lafrentz, 1930)	*	Pr	NT	836-2500	7	4,5,27,28,29,30
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>oaxacensis</i>	Parra-Olea, García-París y Wake, 2002	*		DD	1800	7	4,28
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>occidentalis</i>	Taylor, 1941	**	Pr	LC	1000-1500	10	15
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>platyductyla</i>	(Gray, 1831)	**	Pr	NT	95-1345	1,2,9	1,6,7,15,16,24,26
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>riletii</i>	Holman, 1964	*	Pr	EN	700-2000	7	27
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>rufescens</i>	(Cope, 1869)	**	Pr	LC	110-479	1,2,9,10	1,2,6,7,15,16,24,26
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>veraecrucis</i>	Taylor, 1951	**	Pr	EN	83-112	1,10	15
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>zapoteca</i>	Parra-Olea, García-París y Wake, 2002	*		DD	1800-1980	7,9	30
		<i>Chiropetrotriton</i>	sp. nov.		*			1933-1940	2	25
		<i>Isthmura</i>	<i>boneti</i>	(Alvarez y Martín, 1967)	*		VU	2000-3300	2,4,6	2,11,25
		<i>Isthmura</i>	<i>maxima</i>	(Parra-Olea, García-París, Papenfuss y Wake, 2005)	**		DD	730-1265	7	4,27
		<i>Ixalotriton</i>	<i>parvus</i>	(Lynch y Wake, 1989)	*	A	CR	1600-2000	10	15
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>amuzga</i>	Pérez-Ramos y Saldaña de la Riva, 2003	**		DD	1820-1823	5	19
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>anitae</i>	Bogert, 1967	*	A	CR	2100-2300	6,7,8	4,14,28,29
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>aquatica</i>	Wede y Campbell, 2001	*		CR	2103	2	26
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>aurantia</i>	Canseco-Márquez y Parra-Olea, 2003	*		VU	2310-2805	2	2
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>cochranae</i>	(Taylor, 1943)	*	A	EN	1500-2930	2,3,4,5,6,7	2,8,10,11,12,13,17,18,19,24,25,26,27,28,29
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>conanti</i>	Bogert, 1967	*	A	EN	900-2500	7	5,27,28,29
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>juarezi</i>	Regal, 1966	*	A	CR	2400-3200	2	2,24,26

		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>mixteca</i>	Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2005	**		LC	2315-2420	3,4	2,18,23
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>mystax</i>	Bogert, 1967	*	A	EN	1500-2500	2,9	7,25,26,30
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>obesa</i>	Parra-Olea, García-París, Hanken y Wake, 2005	*		DD	2150-2155	2	1
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>orchileucos</i>	(Brodie, Mendelson y Campbell, 2002)	*		EN	800-1390	1	6,24
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>papenffusi</i>	Parra-Olea, García-París, Hanken y Wake, 2005	*		NT	2650-2900	2	2,24
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>ruficauda</i>	Parra-Olea, García-París, Hanken y Wake, 2004	*		DD	2200-2500	2	1
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>saltator</i>	Lynch y Wake, 1989	*	A	CR	1500-2000	2	24,26
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>smithi</i>	(Taylor, 1939)	*	A	CR	2500-3050	2,6	10,24
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>unguidentis</i>	(Taylor, 1940)	*	A	CR	2400-3000	2,6	10,13,24
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>werleri</i>	Darling y Smith, 1954	**	Pr	EN	1300-1950	2	24,25
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>sp. nov.</i>		*			2561	7	27
		<i>Thorius</i>	<i>adelos</i>	(Papenfus y Wake, 1987)	*	Pr	EN	1530-2805	2	1,2,24
		<i>Thorius</i>	<i>aureus</i>	Hanken y Wake, 1994	*		CR	2475-3000	2	24
		<i>Thorius</i>	<i>arboreus</i>	Hanken y Wake, 1994	*		EN	2170-2755	1,2	24
		<i>Thorius</i>	<i>boreas</i>	Hanken y Wake, 1994	*		EN	2760-3000	2	24
		<i>Thorius</i>	<i>insperatus</i>	Hanken y Wake, 1994	*		DD	1500	2	24
		<i>Thorius</i>	<i>macdougalli</i>	Taylor, 1949	*	Pr	VU	2200-3160	2	24
		<i>Thorius</i>	<i>maxillabrochus</i>	Gehlbach, 1959	**	Pr		2200	2	1
		<i>Thorius</i>	<i>minutissimus</i>	Taylor, 1949	*	Pr	CR	2500	7	30
		<i>Thorius</i>	<i>narisovalis</i>	Taylor, 1940	*	Pr	CR	2590-3185	2	24
		<i>Thorius</i>	<i>papaloae</i>	Hanken y Wake, 2001	*		EN	2090-2850	2,4,6	2,13
		<i>Thorius</i>	<i>pulmonaris</i>	Taylor, 1940	*	Pr	EN	1500-2100	2,6	10,11,13,24
		<i>Thorius</i>	<i>smithi</i>	Hanken y Wake, 1994	*		CR	800-1500	2	24

## ANEXO 2

### LISTA DE ESPECIES DISTRIBUIDAS EN LAS NUEVAS ÁREAS DE CONSERVACIÓN PROPUESTAS (UGA-54)

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
GYMNOPHIONA	DERMOPHIDAE	<i>Dermophis</i>	<i>oaxacae</i>
ANURA	BUFONIDAE	<i>Incilius</i>	<i>canaliferus</i>
		<i>Incilius</i>	<i>cycladen</i>
		<i>Incilius</i>	<i>macrocristatus</i>
		<i>Incilius</i>	<i>marmoreus</i>
		<i>Incilius</i>	<i>occidentalis</i>
		<i>Incilius</i>	<i>tutelarius</i>
		<i>Incilius</i>	<i>valliceps</i>
		<i>Rhinella</i>	<i>marina</i>
	CENTROLENIDAE	<i>Hyalinobatrachium</i>	<i>fleischmanni</i>
	CRAUGASTORIDAE	<i>Craugastor</i>	<i>alfredi</i>
		<i>Craugastor</i>	<i>augusti</i>
		<i>Craugastor</i>	<i>berkenbuschii</i>
		<i>Craugastor</i>	<i>laticeps</i>
		<i>Craugastor</i>	<i>lineatus</i>
		<i>Craugastor</i>	<i>loki</i>
		<i>Craugastor</i>	<i>mexicanus</i>
		<i>Craugastor</i>	<i>pygmaeus</i>
		<i>Craugastor</i>	<i>rugulosus</i>
		<i>Craugastor</i>	<i>silvicola</i>
	ELEUTHERODACTYLIDAE	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>leprus</i>
		<i>Eleutherodactylus</i>	<i>pipilans</i>
		<i>Eleutherodactylus</i>	<i>syristes</i>
	PHYLLOMEDUSIDAE	<i>Agalychnis</i>	<i>callidryas</i>
		<i>Agalychnis</i>	<i>dacnicolor</i>
		<i>Agalychnis</i>	<i>moreletti</i>
	HYLIDAE	<i>Charadrahyla</i>	<i>chaneque</i>
		<i>Charadrahyla</i>	<i>nephila</i>
		<i>Dendropsophus</i>	<i>ebraccatus</i>
		<i>Dendropsophus</i>	<i>microcephalus</i>
		<i>Dendropsophus</i>	<i>robertmertensi</i>
		<i>Diaglena</i>	<i>spatulata</i>
		<i>Duellmanohyla</i>	<i>chamulae</i>
		<i>Duellmanohyla</i>	<i>ignicolor</i>
		<i>Ecnomiohyla</i>	<i>echinata</i>
		<i>Rheohyla</i>	<i>miotympanum</i>
		<i>Exerodonta</i>	<i>abdivita</i>



<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>GENERO</b>	<b>ESPECIE</b>	
ANURA	HYLIDAE	<i>Exerodonta</i>	<i>chimalapa</i>	
		<i>Exerodonta</i>	<i>juanitae</i>	
		<i>Exerodonta</i>	<i>melanomma</i>	
		<i>Exerodonta</i>	<i>sumichrasti</i>	
		<i>Exerodonta</i>	<i>xera</i>	
		<i>Dryophytes</i>	<i>euphorbiaceus</i>	
		<i>Megastomatohyla</i>	<i>mixe</i>	
		<i>Megastomatohyla</i>	<i>pellita</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>bistincta</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>calthula</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>calvicollina</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>celata</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>cembra</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>crassa</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>cyanomma</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>cyclada</i>	
		<i>Plectrohyla</i>	<i>hartwegi</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>hazeale</i>	
		<i>Plectrohyla</i>	<i>matudai</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>miahuatlanensis</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>psarosema</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>sabrina</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>siopela</i>	
		<i>Sarcohyla</i>	<i>thorectes</i>	
		<i>Ptychohyla</i>	<i>acrochorda</i>	
		<i>Ptychohyla</i>	<i>euthysanota</i>	
		<i>Ptychohyla</i>	<i>leonhardschultzei</i>	
		<i>Ptychohyla</i>	<i>zophodes</i>	
		<i>Ptychohyla</i>	<i>sp.</i>	
		<i>Scinax</i>	<i>staufferi</i>	
		<i>Smilisca</i>	<i>baudinii</i>	
		<i>Smilisca</i>	<i>cyanosticta</i>	
		<i>Tlalocohyla</i>	<i>picta</i>	
		<i>Tlalocohyla</i>	<i>smithi</i>	
		<i>Trachycephalus</i>	<i>typhonius</i>	
		LEPTODACTYLIDAE	<i>Engystomops</i>	<i>pustulosus</i>
			<i>Leptodactylus</i>	<i>fragilis</i>
			<i>Leptodactylus</i>	<i>melanonotus</i>
		MICROHYLIDAE	<i>Hypopachus</i>	<i>ustus</i>
		RANIDAE	<i>Lithobates</i>	<i>brownorum</i>
			<i>Lithobates</i>	<i>forreri</i>
			<i>Lithobates</i>	<i>maculatus</i>
	<i>Lithobates</i>	<i>sierramadrensis</i>		
	<i>Lithobates</i>	<i>spectabilis</i>		
	<i>Lithobates</i>	<i>vallanti</i>		

<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>GENERO</b>	<b>ESPECIE</b>
ANURA	RANIDAE	<i>Lithobates</i>	<i>zweifeli</i>
	RHINOPHRYNIDAE	<i>Rhinophrynus</i>	<i>dorsalis</i>
CAUDATA	SCAPHIOPODIDAE	<i>Spea</i>	<i>multiplicata</i>
	PLETHODONTIDAE	<i>Bolitoglossa</i>	<i>alberchi</i>
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>chinanteca</i>
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>macrinii</i>
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>oaxacensis</i>
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>occidentalis</i>
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>platydactyla</i>
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>rufescens</i>
		<i>Bolitoglossa</i>	<i>zapoteca</i>
		<i>Isthmura</i>	<i>boneti</i>
		<i>Ixalotriton</i>	<i>parvus</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>amuzga</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>aquatica</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>aurantia</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>cochranae</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>conanti</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>juarezi</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>mystax</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>orchileucus</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>papenffusi</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>ruficauda</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>saltator</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>smithi</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>unguidentis</i>
		<i>Pseudoeurycea</i>	<i>werleri</i>
		<i>Thorius</i>	<i>adelos</i>
		<i>Thorius</i>	<i>aureus</i>
<i>Thorius</i>		<i>arboreus</i>	
<i>Thorius</i>	<i>boreas</i>		
<i>Thorius</i>	<i>insperatus</i>		
<i>Thorius</i>	<i>macdougalli</i>		
<i>Thorius</i>	<i>maxillabrochus</i>		
<i>Thorius</i>	<i>narisovalis</i>		
<i>Thorius</i>	<i>papaloae</i>		
<i>Thorius</i>	<i>pulmonaris</i>		
<i>Thorius</i>	<i>smithi</i>		

### ANEXO 3

#### COLECTAS DE ANFIBIOS EN EL ESTADO Y NUEVAS ÁREAS PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN (UGA-54)

