

**Ubicación de la información del MER de *Chiropterotriton lavae* de acuerdo a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Este documento fue elaborado siguiendo la “Guía para la ubicación de la información en la evaluación del riesgo de extinción de una especie silvestre de acuerdo a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2001, Numeral 5.7” (Sánchez, *et al.* 2007, Recuadro 2, p. 27). Por lo que se presenta la siguiente tabla índice para facilitar la localización de la información requerida de acuerdo al numeral 5.7 de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

<b>Numeral</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página (s)</b>
<b>5.7.1</b> Datos del proponente	Nombre, domicilio, teléfono, fax, correo electrónico e Institución	<b>1</b>
<b>5.7.2.</b> Nombre científico válido	<b>a)</b> Nombre científico válido <b>b)</b> Sinónimos <b>c)</b> Nombres comunes <b>d)</b> Motivos específicos de la propuesta	<b>1-2</b>
<b>5.7.3.</b> Mapa	Dentro de Criterio A, Anexo Normativo I o II	<b>3</b>
<b>5.7.4</b> Justificación técnica científica de la propuesta	<b>a)</b> Análisis diagnóstico del estado actual que presentan la población o especie y su hábitat	<b>4-5</b>
	<b>b)</b> Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, en su caso.	<b>7</b>
	<b>c)</b> Factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población	<b>6</b>
	<b>d)</b> Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población	<b>6</b>
	<b>e)</b> Consecuencias indirectas de la propuesta	<b>7-8</b>
	<b>f)</b> Análisis de costos	<b>8</b>
	<b>g)</b> Análisis de beneficios	<b>8-9</b>
	<b>h)</b> Medidas de seguimiento	<b>7-8</b>
	<b>i)</b> Referencias	<b>10</b>
	<b>j)</b> Ficha resumen	<b>11</b>
<b>5.7.5.</b> Anexo Normativo I ó II	Criterio A	<b>2-4</b>
	Criterio B	<b>4-5</b>
	Criterio C	<b>5-6</b>
	Criterio D	<b>6-7</b>
<b>Especies de la categoría probablemente extinta en el medio silvestre (E)</b>	Numeral 5.7.4	<b>NA</b>
	<b>a)</b> Análisis diagnóstico del estado actual que presentan la población o especie y su hábitat	<b>NA</b>
	<b>b)</b> Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, en su caso.	<b>NA</b>
	<b>h)</b> Medidas de seguimiento	<b>NA</b>
	Documentación del esfuerzo de búsqueda de la especie.	<b>NA</b>

## MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXTINCIÓN DE *Chiropterotriton lavae*

### 1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE (Numeral 5.7.1)

Dr. Eduardo Octavio Pineda Arredondo  
Red de Biología y Conservación de Vertebrados.  
Instituto de Ecología, A.C.  
Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa, Veracruz, 91070, México.  
Tel. (228)8421800 ext. 4110.  
Correo electrónico: [eduardo.pineda@inecol.mx](mailto:eduardo.pineda@inecol.mx)

M. en C José Luis Aguilar López  
Red de Biología y Conservación de Vertebrados.  
Instituto de Ecología, A.C.  
Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa, Veracruz, 91070, México.  
Tel. (228)8421800 ext. 4110.  
Correo electrónico: [jlal.herp@gmail.com](mailto:jlal.herp@gmail.com)

### 2. NOMBRE CIENTÍFICO VÁLIDO CITANDO LA AUTORIDAD TAXONÓMICA (Numeral 5.7.2)

*Chiropterotriton lavae* (Taylor, 1942)

*Bolitoglossa lavae* Taylor, 1942, *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 28: 295. Holotipo: EHT-HMS 28937, por designación original; ahora en FMNH 100118 de acuerdo con Marx, 1976, *Fieldiana, Zool.*, 69: 37. Localidad tipo: "2 millas al oeste de La Joya, Veracruz", México.

#### NOMBRES CIENTÍFICOS SINÓNIMOS (Numeral 5.7.2)

Fuente: Frost D.R. (2013) *Amphibian Species of the World V 5.6* (American Museum of Natural History).

- *Bolitoglossa lavae* Taylor, 1942, *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 28: 295. Holotipo: EHT-HMS 28937, por designación original; ahora en FMNH 100118 de acuerdo con Marx, 1976, *Fieldiana, Zool.*, 69: 37. Localidad tipo: "2 millas al oeste de La Joya, Veracruz", México.
- *Chiropterotriton lavae* Cochran, 1961, *Bull. U.S. Natl. Mus.*, 220: 10.

#### NOMBRES COMUNES (Numeral 5.7.2)

- Salamandra pigmea de patas planas. Nombre común indicado por Liner y Casas-Andreu (2008).
- Pigmy Splayfoot Salamander. Inglés. Nombre común oficial en ese idioma (Liner, 1994).



Ejemplar de *Chiropterotriton lavae* registrado en las inmediaciones de La Joya, Veracruz.

### **3. MOTIVO DE LA PROPUESTA (Numeral 5.7.2)**

Este taxón aparece en la lista de especies silvestres de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como *Sujeta a protección especial* y el resultado de la evaluación del MER la asigna como *En peligro de extinción*. El puntaje total obtenido fue de 13 puntos, derivado de la suma 4 + 2 + 3 + 4, correspondiente a los criterios A, B, C y D, respectivamente.

### **4. MER**

#### **CRITERIO A. AMPLITUD DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TAXÓN EN MÉXICO**

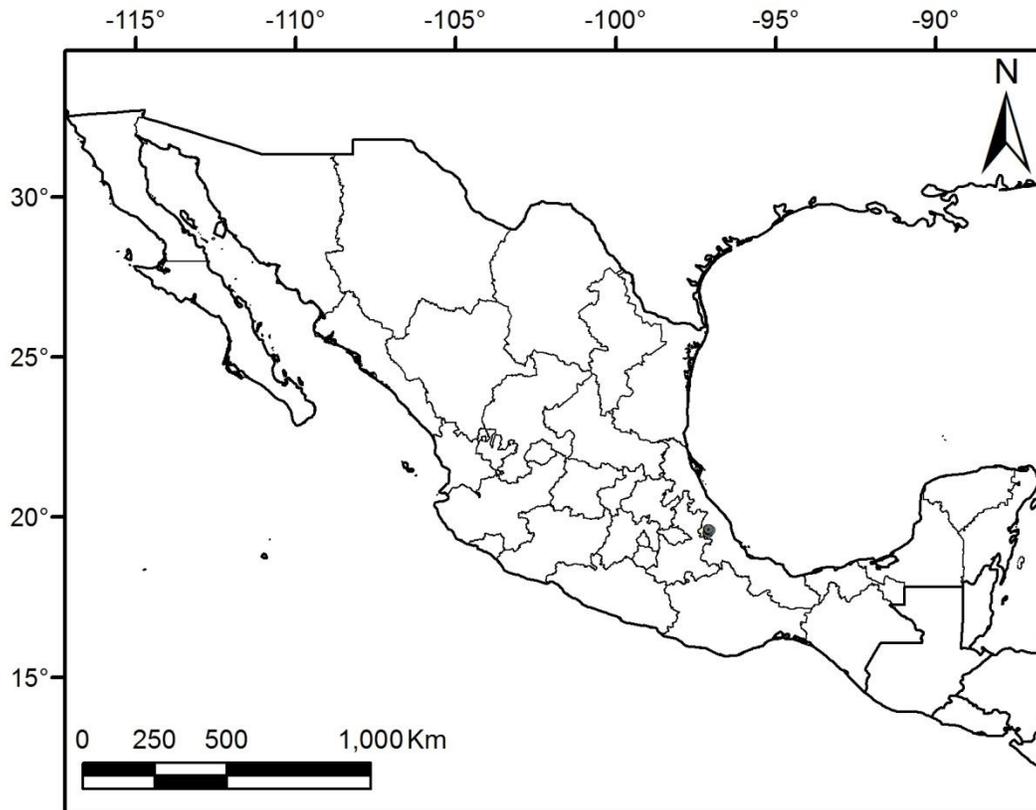
##### **DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN**

El ámbito de distribución de esta especie, endémica de México, se circunscribe a los alrededores de la región del Cofre de Perote, en la zona montañosa del centro del estado de Veracruz, pero fuera del Parque Nacional. La presente descripción se hace con base en los registros históricos depositados en colecciones, la literatura especializada y los registros generados en el proyecto HK006. Todos los registros se ubican sobre las vertientes Este y Norte del Cofre, en un intervalo altitudinal que va de los 2000 a los 2800 msnm, principalmente en los alrededores de poblaciones como La Joya, Las Vigas de Ramírez y al norte de Xico. Su distribución espacial puede considerarse muy restringida.

##### **MÉTODO DE ELABORACIÓN DEL MAPA**

En el mapa se ilustran aquellas localidades con registros de *Chiropterotriton lavae* depositados en colecciones científicas, de literatura especializada y los generados en el proyecto HK006 "Situación actual de ocho especies de anfibios en categoría de riesgo en Veracruz". Se incluyen registros tanto históricos como actuales para mostrar la distribución conocida de la especie. Todos los

registros con coordenadas geográficas están depositados en la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, en la CONABIO.

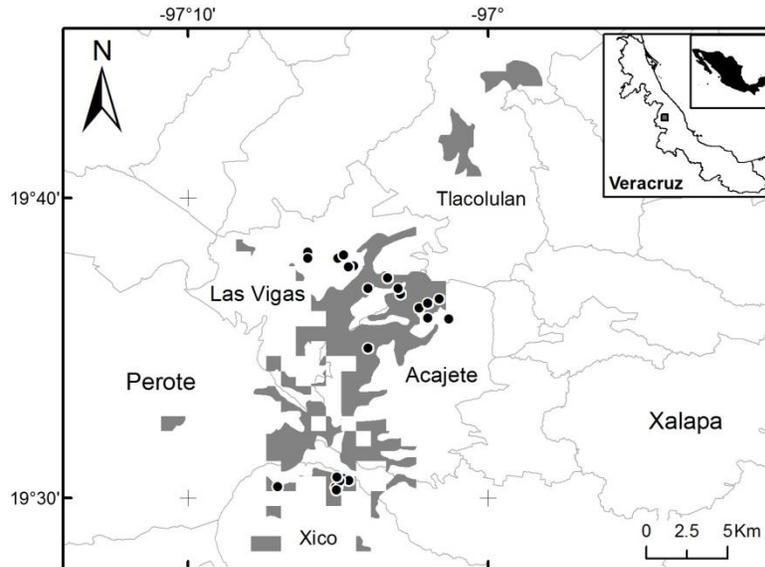


Ámbito general de distribución de *Chiropterotriton lavae*. Los círculos grises ilustran las localidades con registros. (Numeral 5.7.3)

#### EVALUACIÓN DEL TAMAÑO RELATIVO DE LA DISTRIBUCIÓN

El conocimiento sobre la ubicación de las localidades donde se ha registrado a la especie permitió elaborar un polígono aproximado del área de extensión de la presencia, aunque es pertinente señalar que la especie no necesariamente ocupa toda el área estimada. Para generar dicho polígono, inicialmente se elaboró un modelo de distribución potencial actual, con base en la aproximación teórica-metodológica de idoneidad de hábitat o modelo de nicho, en el cual se usaron todas las localidades de colecta conocidas y se relacionaron con las variables bioclimáticas de WorldClim (Hijmans et al. 2010). El modelo fue generado con el programa MAXENT versión 3.3.3a (Phillips et al. 2009) seleccionando el valor mínimo de presencia sugerido por el programa. Posteriormente, el modelo inicial se recortó usando mapas de vegetación de la región (Castillo-Campos et al. 2011) dejando sólo aquellos espacios donde el modelo indicaba un hábitat bioclimáticamente apto y que además tuviese tipos de vegetación o usos de suelo en los que se ha registrado a la especie. Esta última fase se hizo con el programa ArcView 3.2 (ESRI 1998).

Finalmente, el área de distribución potencial actual de *C. lavae* se estimó en aproximadamente 73 km<sup>2</sup>, lo que representa alrededor del 0.004 % del territorio de México. Por lo tanto, atendiendo el criterio A del MER se le consideró una especie con distribución muy restringida, lo cual corresponde a 4 puntos.



Detalle del ámbito general de distribución de *Chiropterotriton lavae*. Se ilustran las localidades con registros (círculos negros) y la distribución potencial actual (área gris).

## **CRITERIO B. ESTADO DEL HÁBITAT CON RESPECTO AL DESARROLLO NATURAL DEL TAXÓN**

### **ANTECEDENTES (TIPO DE HÁBITAT QUE LA ESPECIE OCUPA) (Numeral 5.7.4, a)**

Los climas con los que se asocia la presencia de *C. lavae* son templado húmedo con lluvias todo el año y semifrío húmedo con lluvias en verano. Esta información se deriva de la relación entre las localidades donde se ha registrado a la especie y la carta climática de México, basada en el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (García y CONABIO 1998). Los tipos de vegetación donde se ha registrado al taxón son bosque de pino y bosque de pino-encino, algunos de ellos con disturbio intermedio, principalmente con señales de tala y minería a cielo abierto.

*C. lavae* puede encontrarse preferentemente en plantas epífitas, particularmente en bromelias, aunque también se han observado algunos individuos en troncos de árboles en pie e incluso a nivel de suelo, entre rocas o troncos caídos con musgo.

### **ANÁLISIS DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL HÁBITAT (Numeral 5.7.4, a)**

La mayor parte de los bosques de la región del Cofre de Perote y sus alrededores han enfrentado una severa transformación hacia campos de cultivo, para extracción de madera (Castillo-Campos

et al. 2011) o por actividad minera. Dado que *C. lavae* es una especie que tiende a habitar en bromelias epífitas y por lo tanto se le encuentra en el interior del bosque, la pérdida de masas forestales implica una reducción del tamaño de su hábitat. Actualmente, los pocos fragmentos de bosque en la región persisten en cañadas de difícil acceso y en un par de reservas naturales, una de carácter estatal y otra ejidal, espacios donde recientemente fueron detectadas algunas poblaciones. Sin embargo, en algunos sitios donde históricamente se han registrado poblaciones de la especie, no se encontraron individuos pese a reiteradas búsquedas entre 2010 y 2012. Un factor estocástico que pudiese afectar a la especie son las prolongadas sequías y los incendios que se asocian con estos fenómenos.

#### **EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL HÁBITAT CON RESPECTO A LAS NECESIDADES NATURALES DEL TAXÓN (Numeral 5.7.4, a)**

Aunque aún persisten bosques en la región donde la especie se distribuye, muchos de estos muestran claras señales de disturbio. No obstante, es posible detectar algunos individuos del taxón en dichos bosques, lo cual sugiere que hay cierta resiliencia por parte de la especie ante el disturbio. Asimismo, persisten bosques en cañadas de difícil acceso y en un par de reservas naturales, los cuales parecen servir de refugio para algunas poblaciones. En ese sentido, el estado actual del hábitat de este caudado con relación a sus requerimientos podría considerarse como limitante. Por lo tanto, la calificación asignada en el criterio B del MER fue de 2 puntos.

#### **CRITERIO C. VULNERABILIDAD BIOLÓGICA INTRÍNSECA DEL TAXÓN**

##### **ANTECEDENTES DE LA ESPECIE (HISTORIA DE VIDA) (Numeral 5.7.4, a)**

*Chiropterotriton lavae* es una salamandra de talla pequeña que comúnmente se le encuentra en plantas epífitas en bosques de pino y pino-encino (Raffaelli 2007), aunque en ocasiones también en la corteza de los árboles y a nivel del suelo, entre rocas con musgo y troncos caídos. La especie pertenece a un grupo de caudados que carecen de pulmones, por lo que su respiración es cutánea y bucofaríngea, lo cual implica que la piel debe estar lo suficientemente húmeda para permitir el intercambio gaseoso (Wake y Lynch 1976; Wake 1987). Asimismo, su modo reproductivo es mediante desarrollo directo, donde la etapa larvaria no pasa por una fase acuática de vida libre y los juveniles eclosionan con apariencia semejante a los adultos. La gran mayoría de los ejemplares registrados han sido detectados durante el verano, la época húmeda y cálida de la región. Durante el desarrollo del proyecto HK006 se observó que los ejemplares detectados mostraban cierta variación morfológica de tal manera que podía agrupárseles en al menos dos morfos.

##### **ANÁLISIS DIAGNÓSTICO DE LA ESPECIE Y DESCRIPCIÓN DE CÓMO SE OBTUVO DICHA DIAGNOSIS (Numeral 5.7.4, a)**

Hace poco más de una década se alertaba ya sobre la tendencia decreciente de las poblaciones de esta y otras especies de salamandras de la región (Parra-Olea et al. 1999; Stuart et al. 2008). La diagnosis del estado del taxón que aquí se presenta considera la información de los autores antes mencionados y se complementa con la revisión de la descripción original de la especie, el análisis

de los registros históricos, la visita a algunos sitios históricos de colecta, la verificación de su presencia o ausencia actual en dichos sitios, y en algunas nuevas localidades, así como en la evaluación en campo de las condiciones del hábitat.

#### **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD (Numeral 5.7.4, c)**

Las salamandras de esta especie habitan en bosques templados. La transformación antropogénica de tales bosques implica cambios en las condiciones que regulan o están asociadas con el desarrollo, sobrevivencia y posiblemente la reproducción de los individuos de la especie. Debido a que los caudados plethodóntidos son organismos exotérmicos, a que tienen respiración cutánea y bucofaríngea (Wake 1987) y que su modo reproductivo es por desarrollo es directo (los huevos no están inmersos en el agua), incrementos en la temperatura atmosférica y reducciones en la humedad relativa del ambiente podrían inducir a los individuos a estrés fisiológico, disminuyendo algún proceso como la termorregulación, el intercambio gaseosos o desecar las puestas. Asimismo, la reducida vagilidad de este grupo biológico implica una capacidad notablemente limitada para moverse a lo largo del paisaje en busca de espacios o ambientes apropiados, cuando su hábitat está siendo transformado severamente.

Por lo tanto, con base en todos los elementos anteriores, la vulnerabilidad intrínseca de esta especie se consideró alta, lo cual implica una asignación de 3 puntos en el criterio C del MER.

#### **CRITERIO D. IMPACTO DE LA ACTIVIDAD HUMANA SOBRE EL TAXÓN**

##### **FACTORES DE RIESGO REALES Y POTENCIALES CON IMPORTANCIA RELATIVA DE CADA UNO DE ELLOS (Numeral 5.7.4, c)**

La principal amenaza para *C. lavae* es la transformación de su hábitat, ya sea para campos de cultivo, como resultado de la extracción de madera o para la minería, lo cual implica un cambio total del bosque. Las altas tasas de transformación del bosque en la región implica, además de una reducción en el tamaño efectivo del bosque y las alteraciones en las condiciones internas del mismo, una interrupción del continuo, dificultando el intercambio biótico a lo largo de la región. La extracción de epífitas con fines comerciales, de ornato o religioso, actividad común en la zona, podría también representar un amenaza para la especie, ya que son plantas ocupadas por *C. lavae*. Una amenaza potencial es el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis* u hongo quitridio, cuya presencia se ha confirmado ya en el país e incluso en el estado de Veracruz (Cheng et al. 2011; Van Rooij et al. 2011) aunque aún no existen reportes que confirmen la infección sobre *C. lavae*.

##### **ANÁLISIS PRONÓSTICO DE LA TENDENCIA ACTUALIZADA DE LA ESPECIE (Numeral 5.7.4, d)**

La región donde *C. lavae* se distribuye ha sido notablemente transformada y continua siendo transformada. Si los factores que ponen en riesgo a la especie continúan con la tendencia actual, las poblaciones que aún persisten en la región disminuirán su tamaño o incluso podrían desaparecer, como aparentemente ya ocurrió en algunas localidades donde históricamente se

registró a la especie. Además, es posible que se pierda conectividad entre poblaciones que aún persisten (si no es que ya se perdió) con una consecuente reducción de la variabilidad genética. Por otro lado, la alteración de las condiciones ambientales originales de los bosques podría inducir o elevar el estrés fisiológico de los organismos y con ello aumentar la susceptibilidad a ser afectado por algún patógeno.

Con base en todos los elementos anteriores, la abundancia moderadamente baja encontrada durante el desarrollo del proyecto HK006 en bosques no muy perturbados y en otros perturbados, así como el no encontrar individuos en localidades históricas y los riesgos potenciales afrontados por la especie, el impacto puede considerarse como alto, por lo que de acuerdo al MER corresponde asignarle 4 puntos en el criterio D.

#### **VALOR ASIGNADO TOTAL DEL MER**

Con base en la suma de los valores asignados en cada criterio: A=4, B=2, C=3 y D=4, el resultado total es de **13 puntos**, lo cual corresponde a la categoría "**En peligro de extinción**" de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **5. RELEVANCIA DE LA ESPECIE (Numeral 5.7.4, b)**

Desde el punto de vista ecológico, la especie podría tener relevancia en la red trófica donde habita, particularmente en las interacciones a nivel del dosel. No obstante su abundancia moderadamente baja y poca biomasa, este grupo biológico podría consumir insectos y otros artrópodos del dosel, y por otro lado, puede ser fuente de alimento para una fauna diversa como aves, mamíferos, reptiles e incluso insectos y arácnidos. Desde un punto de vista evolutivo, es una especie con distribución sumamente restringida y forma parte de uno de los grupos biológicos donde aún se siguen describiendo especies. La percepción de *C. lavae* por parte de las personas y en general la percepción sobre las salamandras en la región es negativa. Existe la falsa creencia de que dichos animales pueden introducirse en los órganos sexuales femeninos, lo cual genera que tales anfibios sean exterminados de manera inmediata.

#### **6. CONSECUENCIAS DE LA PROPUESTA Y MEDIDAS DE SEGUIMIENTO (RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE) (Numeral 5.7.4, e, h)**

Aunque la especie se encuentra en la región del Cofre de Perote, las poblaciones del taxón se ubican fuera del Parque Nacional, por debajo de los 3000 msnm. Sin embargo, su presencia se ha confirmado en dos reservas, una de carácter estatal, San Juan del Monte, y otra de carácter ejidal, Ingenio El Rosario (Xico). Las acciones regulatorias vigentes directamente relacionadas con la problemática identificada de la especie (disminuir o evitar la pérdida o degradación del hábitat debido a la extracción de madera) no se llevan a cabo de manera eficiente en dos áreas protegidas (Cofre de Perote y San Juan del Monte). Es imprescindible apoyar el buen funcionamiento de dichas reservas y es necesario proteger de manera efectiva el conjunto de fragmentos de bosque que aún persisten en la región y en lo posible, conectarlos con áreas restauradas. Así, se favorecería la permanencia de las poblaciones en los fragmentos de bosque que persisten en la

región y se facilitaría la conectividad entre poblaciones. Además, sería pertinente evaluar si hay ejemplares de la especie infectados por el hongo quitridio en las poblaciones conocidas y de ser posible, evaluar su impacto sobre las propias poblaciones de esta salamandra. La divulgación sobre la fauna de anfibios existente en la región, su problemática actual y su singularidad a nivel nacional y mundial, podría ayudar a que los habitantes de la zona conozcan y valoren la riqueza de anfibios con la que cohabitan. Asimismo, es necesario hacer un seguimiento temporal del tamaño y ubicación de las poblaciones conocidas en su ámbito de distribución, así como buscar otras poblaciones en sitios con ambientes similares (distribución potencial actual) que aun no han sido explorados o no suficientemente, lo cual redundaría en un mejor conocimiento sobre el taxón y en mayores oportunidades para su conservación.

#### **F. Análisis de costos (Numeral 5.7.4, f)**

1) **Costos directos: \$57,500.00 pesos**

2) **Costos indirectos:** costos derivados de acciones regulatorias relacionadas con la norma pero que se establecen en otros ordenamientos.

a) Para conocer los costos indirectos de incluir a una especie en la NOM un investigador se toma aproximadamente 20 minutos. Si el sueldo promedio mensual de un investigador es de 20,000 pesos, el costo de cumplir con este requisito está dado por:  $20,000/20 \text{ días}/8 \text{ horas}/60 \text{ minutos} \times 20 \text{ minutos} = \mathbf{41.66 \text{ pesos}}$

b) Para conocer los beneficios derivados de incluir a una especie en la NOM un investigador se toma aproximadamente 30 minutos. Si el sueldo promedio mensual de un investigador es de 20,000 pesos, el costo de cumplir con este requisito está dado por:  $20,000/20 \text{ días}/8 \text{ horas}/60 \text{ minutos} \times 30 \text{ minutos} = \mathbf{62.50 \text{ pesos}}$

3) **Costo total: \$57,604.16 pesos**

#### **G. Análisis de beneficios (Numeral 5.7.4, g)**

**Aunque es difícil calcular el valor de una especie, enlistamos aquí la importancia, y por lo tanto el valor, que la misma juega en el ecosistema y para el hombre.**

##### **a) Valores de uso indirecto**

Es probable que la salamandra pigmea de patas planas sea parte importante de la cadena trófica, y como tal forma parte significativa de la estructura de las comunidades en donde habita.

##### **b) Valores de no uso**

La especie tiene un valor importante desde el punto de vista evolutivo por ser parte de un grupo ampliamente diverso y en gran riesgo.

### **c) Evidencia del valor de la especie**

Christle et al. (2006) analizaron el valor de cada componente de la biodiversidad y encontraron que la sociedad valora más la protección de especies raras o amenazadas que aquellas familiares o carismáticas. En el caso de México, y de manera especial a las especies que se encuentran o ingresan a la NOM-059-SEMARNAT-2010, este valor añadido está respaldado por la aplicación del Método de Evaluación de Riesgo.

A partir de un análisis de transferencia de beneficios de los resultados publicados por Christle et al. (2006), se deriva que la sociedad mexicana en su conjunto le asignaría un valor de entre 2151 y 3974 millones de pesos por año a la protección de las especies que se daría mediante el buen funcionamiento de la NOM, con su listado y su mecanismo de actualización, así como la aplicación de la regulación asociada.

Por otro lado, un metaanálisis publicado por Nunes y van den Bergh encontró en Estados Unidos que el valor de las especies individuales va desde los \$5 a los \$126 dólares por hogar por año y la de múltiples especies va de los \$5 y \$194 dólares. Esto implica que el beneficio estimado de la protección de cada especie de la NOM, con su listado y su mecanismo de actualización, así como la aplicación de la regulación asociada, tienen un valor esperado de 1239 millones de pesos por año por especie, con un mínimo de 86 y un máximo de 4615 después de realizar un análisis de transferencia.

En resumen, además de los beneficios de uso indirecto que se mencionaron, la protección de la salamandra pigmea de pata plana tiene un beneficio en promedio de 1230 millones de pesos por año, más un valor social percibido de entre 2151 y 3974 millones de pesos.

## **7. RECONOCIMIENTOS**

El proyecto HK006 fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Se agradece la colaboración de Ruth Reyna Calderón en la fase inicial del estudio. Asimismo, se reconoce la colaboración de Adriana Sandoval para estimar el ámbito de distribución de la especie

## 8. BIBLIOGRAFÍA (Numeral 5.7.4, i)

- Castillo-Campos G., S. Avendaño y M.E. Medina. 2011. Flora y vegetación. En: La Biodiversidad den Veracruz, estudio de estado vol.1. (ed. Cruz-Angón et al.). CONABIO, Gobierno de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. Pp: 163-180.
- Cheng T.L., Rovito S.M., Wake D.B. & Vredenburg V.T. 2011. Coincident mass extirpation of neotropical amphibians with the emergence of the infectious fungal pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis*. Proceedings of the National Academy of Science of the USA, 108: 9502-9507.
- Christie, M., N. Hanley, et al. 2006. Valuing the diversity of biodiversity. Ecological economics, 58: 304-317.
- ESRI. 1998. ArcView GIS Version 3.2 Environmental Systems Research Institute, New York, USA.
- Frost, D.R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Ver. 5.6 (09/Ene/2013). Base de datos disponible en <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, Nueva York, EEUU.
- García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL Worldclim Available: <http://biogeو.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>, Version 1.4. Consultado en agosto 2010.
- INEGI. 2005. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación, Escala 1:250,000, Serie III, Continuo Nacional.
- Liner, E. A. 1994. Scientific and common names for the amphibians and reptiles of Mexico in English and Spanish. Herpetological Circular 23: v + 113.
- Liner, E. A. y G. Casas-Andreu. 2008. Standard Spanish, English and scientific names of the amphibians and reptiles of Mexico. Herpetological Circular 38: 1-162.
- Nunes, P. A. and J. C. van den Bergh. 2001. Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? Ecological economics, 39: 203-222.
- Parra-Olea, G., García-París, M. y Wake, D.B. 1999. Status of some populations of Mexican salamanders. Revista de Biología Tropical, 47: 217-223.
- Phillips, S.J., Dudík, M. y Schapire, R.E. 2009. Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions version 3.3.3a Disponible en <http://www.cs.princeton.edu/schapire/maxent/>
- Raffaëlli, J. 2007. Les Urodèles du monde. France: Penclen édition. 377 p.
- Stuart, S.N., Hoffmann, M., Chanson, J.S., Cox, N.A., Berridge, R.J., Ramani, P., y Young, B.E. 2008. Threatened Amphibians of the World. Lynx Edicions, with IUCN - The World Conservation Union, Conservation International and NatureServe, Barcelona. 758pp.
- Van Rooij, P. et. al. 2011. Detection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Mexican Bolitoglossine Salamanders Using an Optimal Sampling Protocol. EcoHealth 8, 237-243.
- Wake D.B. 1987. Adaptive Radiation of Salamanders in Middle American Cloud Forests. Annals of the Missouri Botanical Garden, 74: 242-264.
- Wake D.B. y Lynch J.F. 1976. The distribution, ecology, and evolutionary history of plethodontid salamanders in tropical America. Bull Amer Mus Nat Hist LA, 25: 1-65.

## 9. RESUMEN (Numeral 5.7.4, j)

La evaluación de *Chiropterotriton lavae* mediante el MER y con la evidencia disponible, le otorga un valor de **13 puntos**. Esto implica que la especie confronta riesgo de extinción y que la categoría que le corresponde es *En peligro de extinción*. En este sentido, se sugiere cambiarla de la categoría *Sujeta a protección especial*, que es en la que actualmente se encuentra, a la que aquí se menciona. La situación actual de este caudado parece ser más crítica que la inicialmente estimada.

**Criterio A=4.** Distribuida de manera muy restringida. El área de distribución potencial actual de *Chiropterotriton lavae*, de acuerdo con los métodos usados, es de aproximadamente 73 km<sup>2</sup>, lo que representa alrededor del 0.004 % del territorio de México.

**Criterio B= 2.** Estado del hábitat intermedio o limitante. La mayor parte de los bosques de la región del Cofre de Perote y sus alrededores han enfrentado una severa transformación hacia campos de cultivo, para extracción de madera o por actividad minera. Dado que *C. lavae* es una especie que tiende a habitar en bromelias epífitas y por lo tanto se le encuentra en el interior del bosque, la pérdida de masas forestales implica una reducción del tamaño de su hábitat. Actualmente, los pocos fragmentos de bosque en la región persisten en cañadas de difícil acceso y en un par de reservas naturales, una de carácter estatal y otra ejidal, espacios donde recientemente fueron detectadas algunas poblaciones. Sin embargo, en algunos sitios donde históricamente se han registrado poblaciones de la especie, no se encontraron individuos pese a reiteradas búsquedas entre 2010 y 2012. Aunque aún persisten bosques en la región donde la especie se distribuye, muchos de estos muestran señales de disturbio. En algunos de esos bosques fue posible detectar algunos individuos del taxón, lo cual sugiere que hay cierta resiliencia por parte de la especie ante el disturbio.

**Criterio C= 3.** Vulnerabilidad alta. La transformación de los bosques donde la especie habita implica cambios en las condiciones que regulan o están asociadas con el desarrollo, sobrevivencia y posiblemente la reproducción de los individuos de la especie. Incrementos en la temperatura atmosférica, reducciones en la humedad relativa y cambios en otros atributos del entorno, podrían afectar funciones biológicas de los organismos. Asimismo, la reducida vagilidad de este grupo biológico implica una capacidad muy limitada para moverse a lo largo del paisaje en busca de espacios o ambientes apropiados, cuando su hábitat está siendo transformado severamente.

**Criterio D= 4.** Impacto alto. Si los factores que ponen en riesgo a la especie continúan con la tendencia actual, las poblaciones que aún persisten en la región disminuirán su tamaño o incluso podrían desaparecer, como aparentemente ya ocurrió en algunas localidades. Asimismo, es posible que se pierda conectividad entre poblaciones que aún persisten (si no es que ya se perdió) con una consecuente reducción de la variabilidad genética.

Es recomendable proteger el conjunto de fragmentos de bosque que aún persisten y en la medida de lo posible conectarlos. Asimismo, es necesario hacer un seguimiento temporal del tamaño y distribución de las poblaciones conocidas, así como buscar otras poblaciones en sitios con ambientes similares que aún no han sido explorados.