

**Ubicación de la información del MER de *Craugastor berkenbuschii* 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>1-3</b>
<b>5.7.3.</b> Mapa	Dentro de Criterio A, Anexo Normativo I o II	<b>4</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>5-7</b>
	<b>b)</b> Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, en su caso.	<b>8</b>
	<b>c)</b> Factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población	<b>7-8</b>
	<b>d)</b> Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población	<b>8</b>
	<b>e)</b> Consecuencias indirectas de la propuesta	<b>8-9</b>
	<b>f)</b> Análisis de costos	<b>9</b>
	<b>g)</b> Análisis de beneficios	<b>9-10</b>
	<b>h)</b> Medidas de seguimiento	<b>8-9</b>
	<b>i)</b> Referencias	<b>11</b>
	<b>j)</b> Ficha resumen	<b>12-13</b>
<b>5.7.5.</b> Anexo Normativo I ó II	Criterio A	<b>3-5</b>
	Criterio B	<b>5-6</b>
	Criterio C	<b>6-7</b>
	Criterio D	<b>7-8</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 *Craugastor berkenbuschii*

### 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)

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)

*Craugastor berkenbuschii* (Peters 1870)

*Hylodes berkenbuschii* Peters, 1870 "1869", *Monatsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin*, 1869: 879.

Holotipo: ZMB 6666, de acuerdo con Kellogg, 1932, *Bull. U.S. Natl. Mus.*, 160: 117. Localidad tipo: "wareren Gegenden Mexicos (Matamoros u. a. o.)" = partes cálidas de México (Matamoros y otras áreas); se planteó que sea "probablemente cerca de [Izúcar de] Matamoros", Puebla, México, de acuerdo con Smith y Taylor, 1948, *Bull. U.S. Natl. Mus.*, 194: 65.

Se está de acuerdo con el arreglo taxonómico que aparece en Crawford y Smith, 2005, *Mol. Phylogenet. Evol.*, 35: 551. y por implicación en Frost, Grant, Faivovich, Bain, Haas, Haddad, de Sá, Channing, Wilkinson, Donnellan, Raxworthy, Campbell, Blotto, Moler, Drewes, Nussbaum, Lynch, Green, y Wheeler, 2006, *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 297: 360. Se sigue la recomendación gramatical de Frost (2013).

### 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).

- *Hylodes berkenbuschii* Peters, 1870 "1869", *Monatsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin*, 1869: 879. Holotipo: ZMB 6666, de acuerdo con Kellogg, 1932, *Bull. U.S. Natl. Mus.*, 160: 117. Localidad tipo: "wareren Gegenden Mexicos (Matamoros u. a. o.)" = partes cálidas de México (Matamoros y otras áreas); se planteó que sea "probablemente cerca de [Izúcar de] Matamoros", Puebla, México, de acuerdo con Smith y Taylor, 1948, *Bull. U.S. Natl. Mus.*, 194: 65. Restringido a "Matamoros (Izúcar)", Puebla, México por Smith y Taylor, 1950, *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 33: 341. Campbell y Savage, 2000, *Herpetol. Monogr.*, 14: 202, hacen notar que la especie no está presente en Matamoros, y se le encuentra sólo en la vertiente hacia el Atlántico, en el estado de Puebla.
- *Liohyala berkenbuschi* Günther, 1900, *Biol. Centr. Amer., Rept. Batr.*, Part 164: 225.
- *Eleutherodactylus berkenbuschii* Stejneger, 1904, *Annu. Rep. U.S. Natl. Mus. for 1902*: 582-583. Por implicación; Savage y DeWeese, 1979, *Bull. S. California Acad. Sci.*, 78: 113-114.
- *Eleutherodactylus natator* Taylor, 1939 "1938", *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 25: 394. Holotipo: EHT 6373, por designación original; ahora FMNH 100014 de acuerdo con Marx, 1976, *Fieldiana, Zool.*, 69: 49. Localidad tipo: "Tlilapam [= Cuautlapam], Veracruz", Mexico. Sinonimia (con *Eleutherodactylus rugulosus* sensu lato) por Lynch, 1965, *Herpetologica*, 21: 111. Sinonimia (con *Eleutherodactylus berkenbuschii*) por Savage y DeWeese, 1979, *Bull. S. California Acad. Sci.*, 78: 114.
- *Eleutherodactylus rugulosus natator* Lynch, 1965, *Herpetologica*, 21: 111.
- *Eleutherodactylus (Craugastor) berkenbuschii* Hedges, 1989, en Woods (ed.), *Biogeograph. W. Indies*: 317. Por implicación en Lynch, 1996, en Powell and Henderson (eds.), *Contr. W. Indian Herpetol.*: 154.
- *Craugastor berkenbuschii* Crawford y Smith, 2005, *Mol. Phylogenet. Evol.*, 35: 551. Por implicación en Frost, Grant, Faivovich, Bain, Haas, Haddad, de Sá, Channing, Wilkinson, Donnellan, Raxworthy, Campbell, Blotto, Moler, Drewes, Nussbaum, Lynch, Green y Wheeler, 2006, *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 297: 360.
- *Craugastor (Craugastor) berkenbuschii* Hedges, Duellman, y Heinicke, 2008, *Zootaxa*, 1737: 41.
- *Craugastor berkenbuschii* Liner y Casas-Andreu, 2008, *Herpetol. Circ.*, 38: 9. Ortografía incorrecta.

#### **NOMBRES COMUNES (Numeral 5.7.2)**

- Rana de arroyo de Berkenbusch. Nombre común indicado por Liner y Casas-Andreu (2008).
- Berkenbusch's Robber Frog. Inglés. Nombre común oficial en ese idioma (Liner, 1994).



Ejemplar de *Craugastor berkenbuschii* registrado en la región de Uxpanapa, 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 *Amenazada*. El puntaje total obtenido fue de 11 puntos, derivado de la suma 4 + 2 + 2 + 3 correspondiente a los criterios A, B, C y D, respectivamente.

### **4. MER**

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

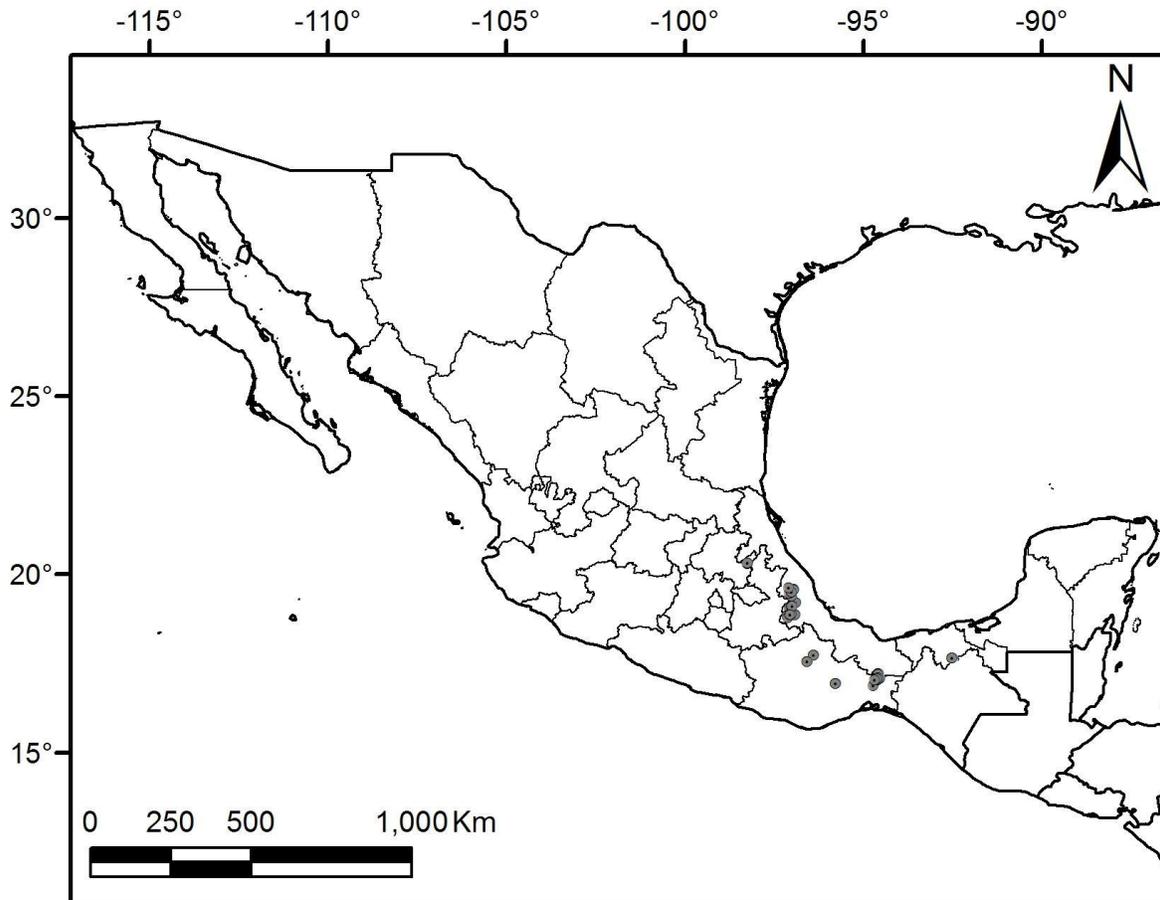
##### **DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN**

El ámbito de distribución de este taxón, endémico a México, es en el oriente y sur-sureste del país. Los autores Campbell y Savage (2000) hacen una descripción de la distribución de *C. berkenbuschii* después de reconsiderar taxonómicamente a las ranas del grupo *Eleutherodactylus rugulosus*. En ella señalan que la especie se distribuye a lo largo de la cordillera del Atlántico, desde el sur de San Luis Potosí y norte de Veracruz, pasando por el norte de Oaxaca, hasta el Istmo de Tehuantepec. El intervalo altitudinal en el que se distribuye la especie, según los mismos autores, va de los 400 a los 1900 msnm. Asimismo, Aguilar-López y Canseco-Márquez (2006), así como Torrez-Pérez y Barragán-Vázquez (2009) reportan a la especie a una altitud aproximada 80 msnm, los primeros en el municipio de Las Choapas, Veracruz y los segundos en el Parque Estatal Agua Blanca, en Tabasco, lo cual implica una ampliación en la distribución conocida de la especie, tanto altitudinal como longitudinalmente.

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

En el mapa se ilustran aquellas localidades con registros de *Craugastor berkenbuschii* 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.

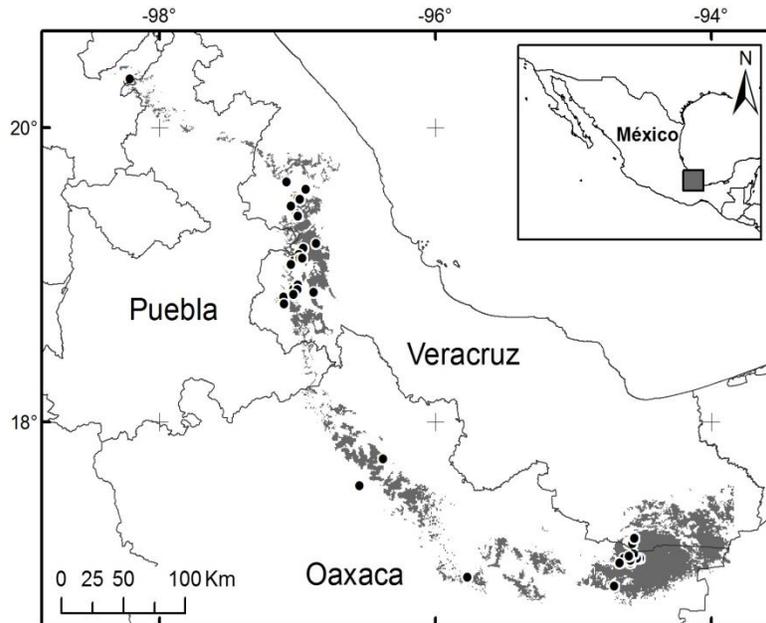


Ámbito general de distribución de *Craugastor berkenbuschii*. Los círculos grises ilustran las localidades con registros. **(Numeral 5.7.3)**

#### 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; INEGI 2005) 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. berkenbuschii* se estimó en aproximadamente 8433 km<sup>2</sup>, lo que representa alrededor del 0.428 % 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 *Craugastor berkenbuschii* (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 principales climas con los que se asocia la presencia de *C. berkenbuschii* son semicálido húmedo con lluvias en verano, semicálido húmedo con lluvias entre verano e invierno, templado húmedo con lluvias en verano y cálido húmedo con lluvias entre verano e invierno. 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 - CONABIO 1998). Los tipos de vegetación donde se ha registrado al taxón son bosque de niebla, selva mediana y selva alta perennifolia (primarios y secundarios), así como en cafetales con sombra (Campbell y Savage 2000; Pineda y Halffter 2004; Murrieta 2007; Aguilar-López 2010).

*C. berkenbuschii* se encuentra generalmente cerca de ríos o arroyos, aparentemente limpios o sin contaminación evidente dentro de fragmentos de bosque. No es común ver individuos de esta

especie fuera de los fragmentos de bosque o de las parcelas de cafetales con sombra, a pesar de que se les ha buscado en hábitats transformados dentro del mismo paisaje (Pineda y Halffter 2004; Aguilar-López 2010).

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

Dado que es una especie que se le encuentra próxima a cuerpos de agua lóticos, los factores estocásticos que pudiesen afectarla son huracanes y prolongadas sequías. Los huracanes son comunes en la zona donde se distribuye el taxón y pueden afectar el comportamiento de los ríos o arroyos, sobre todo aquellos de respuesta rápida (crecientes repentinas), ubicados en las montañas a mediana altitud. Las sequías prolongadas pudiesen afectar a la especie ya que, aunque no necesita de un cuerpo de agua para cumplir con su ciclo de vida, sí parece que necesita de la alta humedad relativa próxima a los cuerpos de agua. La desaparición prolongada de un arroyo o río podría influir en la sobrevivencia de los individuos que componen la población.

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

Las condiciones ambientales generadas al interior de los bosques de niebla, de selva mediana o de selva alta perennifolia, así como las condiciones predominantes en cafetales con sombra de la región, parecen ser las preferidas por el taxón. En el estado de Veracruz aproximadamente el 95% de la vegetación original ha sido transformada (Castillo-Campos et al. 2011) incluyendo el bosque de niebla (Toledo-Aceves et al. 2011) y probablemente suceda algo similar en las demás zonas donde se distribuye la especie, lo cual implicaría una amenaza para el taxón. Sin embargo, una porción importante de esos ambientes transformados, al menos en altitudes intermedias, está dominada por cafetales con sombra, lo cual podría disminuir la amenaza para el taxón. En ese sentido, el estado actual del hábitat de este anuro con relación a sus requerimientos podría considerarse como intermedio, ya que si bien se le encuentra preferentemente en fragmentos de bosque, estos pueden ser de distintos tipos de vegetación e incluso, es capaz de habitar en sistemas agrícolas moderadamente transformados como los cafetales con sombra. 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)**

La rana de arroyo de Berkenbusch es una especie de hábitos terrestres, su modo reproductivo es mediante desarrollo directo, esto es, la larva no pasa por una fase acuática de vida libre, los individuos juveniles eclosionan con una apariencia semejante al adulto. Aunque no es una especie que requiera de un cuerpo de agua para completar su desarrollo (en fase larvaria), es común observarla muy cercana a los arroyos dentro de las masas boscosas. Las fechas de los registros históricos indican que es posible detectar individuos en distintos momentos del año, aunque es notable una mayor abundancia durante el verano, el periodo cálido-húmedo en la región. Se desconoce el tamaño de la puesta, pero por ser una especie de desarrollo directo, es posible que

oscile entre 20 y 40 huevos. No encontramos reportes sobre la alimentación de la especie, pero posiblemente esté basada en larvas de lepidópteros, ortópteros, hormigas, escarabajos e incluso en oligoquetos, entre otros.

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

La diagnosis del estado de la especie se hizo con base en la revisión de literatura, en el análisis de los registros históricos, en visitas a sitios históricos de colecta, la verificación de su presencia actual en dichos sitios y en algunas nuevas localidades, en la evaluación de las condiciones del hábitat donde aún se encuentra, así como en la experiencia en campo del grupo de trabajo.

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

*Craugastor berkenbuschii* tiene aparentemente una marcada preferencia por ambientes boscosos. La transformación antropogénica de los bosques y selvas que habita implicaría 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 anuros son organismos exotérmicos y a que respiran parcialmente por la piel (Duellman y Trueb 1994), temperaturas más altas y reducciones en la humedad relativa del ambiente podrían inducir a los individuos a estrés fisiológico, disminuyendo o incluso impidiendo algún proceso como la termorregulación o el intercambio gaseosos. Asimismo, la poca vagilidad o capacidad de desplazamiento de este grupo biológico implica una aptitud limitada para moverse a lo largo del paisaje en busca de espacios o de ambientes apropiados, cuando el hábitat original está siendo transformado severamente. Sin embargo, también es evidente que la especie es relativamente resiliente, pues es capaz de habituarse a ambientes transformados moderadamente, como los cafetales con sombra o a bosques secundarios (Pineda y Halffter 2004, Murrieta 2007; Aguilar-López 2010)

Por lo tanto, con base en todos los elementos anteriores, la vulnerabilidad intrínseca de esta especie se consideró media, lo cual implica una asignación de 2 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 la especie puede considerarse la transformación de su hábitat original, ya sea el bosque de niebla o la selva alta perennifolia. Las altas tasas de transformación del bosque en la región conlleva, además de una reducción en el tamaño efectivo del bosque y la alteración en las condiciones internas del mismo, una interrupción del continuo, dificultando el intercambio biótico a lo largo de la región. Sin embargo, los cafetales con sombra que existen en la zona podrían servir como conectores entre algunos fragmentos. Por otro lado, aunque con el taxón no se ha evaluado el impacto de sustancias químicas usadas en los campos agrícolas aledaños a los

fragmentos de bosque o selva, es posible que algún efecto negativo cause sobre las poblaciones del taxón que viven al interior de los bosques. Asimismo, la desecación o bien la contaminación de los ríos o arroyos que cruzan por los fragmentos boscosos pudiesen tener un impacto negativo directo o indirecto sobre la especie (p. ej. sobre fauna asociada, como las presas). Otra amenaza potencial es el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis* u hongo quitridio, cuya presencia se ha confirmado ya en varias especies de anfibios de la región (Cheng et al. 2011; Van Rooij et al. 2011) aunque no particularmente en *C. berkenbuschii*.

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

Si los factores que ponen en riesgo a la especie continúan con la misma tendencia actual, diversas poblaciones que habitan en la región y particularmente en fragmentos de bosque de niebla o de selva, podrían disminuir su tamaño o incluso extirparse. Asimismo, es posible que se pierda conectividad entre poblaciones (si no es que ya la hay) con una consecuente pérdida de la variabilidad genética. Por otro lado, la susceptibilidad a ser impactados por diversos patógenos podría incrementarse dado el estrés fisiológico que provoca la interacción con contaminantes químicos, así como por la alteración de las condiciones ambientales originales de un bosque.

Con base en todos los elementos anteriores, los riesgos reales y potenciales afrontados por la especie pueden considerarse de impacto medio, por lo que de acuerdo al MER corresponde asignarle 3 puntos en ese criterio.

#### VALOR ASIGNADO TOTAL DEL MER

Con base en la suma de los valores asignados en cada criterio: A=4, B=2, C=2 y D=3 el resultado total es de 11 puntos, lo que corresponde a la categoría "Amenazada" de acuerdo a 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, ya que su abundancia es moderada y la biomasa intermedia, lo que implicaría, por un lado, el consumo de una cantidad importante de presas, y por otro, ser fuente potencial de alimento para una fauna diversa como aves, mamíferos, reptiles e incluso insectos y arácnidos. Desde un punto de vista evolutivo, es una especie que forma parte de uno de los grupos biológicos más diversos en nuestro país y que muestra una notable variación morfológica. Con respecto a la percepción de *C. berkenbuschii* por parte de la gente, no existe información al respecto pero parece ser muy limitada, aparentemente no es usada como alimento y tampoco resulta ser apreciada.

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

La especie no se ha registrado en algún área natural protegida de carácter federal y hasta donde sabemos, no existen acciones regulatorias vigentes directamente relacionadas con la problemática

identificada para ella. Es recomendable proteger mediante alguna figura legal, ya sea a nivel federal o estatal, el conjunto de fragmentos de bosque o selva que aún persisten en la región y en la medida de lo posible, conectarlos mediante cafetales con sombra, corredores ribereños o ambos tipos de ambiente. Dado que algunas poblaciones existen en fragmentos de bosque privados o en algunos casos son propiedades comunales, es recomendable impulsar o apoyar a los propietarios para que sigan manteniendo dichos fragmentos. De esta manera, además de favorecer la permanencia de las poblaciones en los fragmentos de bosque que aún persisten en la región, podría promoverse la conectividad entre ellas. Por otro lado, 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 este anuro. En general, la divulgación en las localidades de la región sobre la fauna de anfibios ahí existente, su problemática actual y su singularidad a nivel mundial, podría ayudar a que los habitantes de la zona conozcan y aprecien la diversidad de anfibios con la que cohabitan. Asimismo, es necesario hacer un seguimiento temporal del tamaño y distribución 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 aumentaría el conocimiento sobre el taxón y las 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:  $20,000/20 \text{ días}/8 \text{ horas}/60 \text{ minutos} \times 20 \text{ minutos} = 41.66 \text{ pesos}$

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:  $20,000/20 \text{ días}/8 \text{ horas}/60 \text{ minutos} \times 30 \text{ minutos} = 62.50 \text{ pesos}$

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 por lo tanto para el hombre.**

a) **Valores de uso indirecto**

La rana de arroyo de Berkenbusch es 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 tratarse de un grupo ampliamente diverso y que está 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 (2001) 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 rana de arroyo de Berkenbusch 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**

La elaboración de la presente ficha contó con la colaboración de Adriana Sandoval Comte. El proyecto HK006 fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

## 8. BIBLIOGRAFÍA (Numeral 5.7.4, i)

- Aguilar-López J.L. 2010. Transformación del hábitat y diversidad de anfibios en un paisaje tropical de México. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología, A.C.
- Aguilar-López J.L. y Canseco-Márquez L. 2006. Bol. Soc. Herpetol. Mex. 14:20–37.
- Campbell, J. y J. Savage. 2000. Taxonomic Reconsideration of Middle American Frogs of the *Eleutherodactylus rugulosus* Group (Anura: Leptodactylidae): A Reconnaissance of Subtle Nuances among Frogs. Herpetological Monographs, 14: 186-292.
- 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.
- Duellman, W.E. y L. Trueb. 1994. Biology of amphibians. The Johns Hopkins University Press.
- 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://biogeoberkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>, Versión 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.
- Murrieta G.R. 2007. Diversidad de anfibios en cafetales en la zona centro del estado de Veracruz, México. Maestría en Ciencias, Instituto de Ecología, A.C.
- Nunes, P. A. and J. C. van den Bergh. 2001. Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? Ecological economics, 39: 203-222.
- 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/>
- Pineda E. y G. Halffter. 2004. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. Biological Conservation 117:499-508.
- Torrez-Pérez M.A. y M.R. Barragán-Vázquez. 2009. *Craugastor berkenbuschii*. Distribution note. Herpetological Review, 40 (4): 445.
- Van Rooij, P. et. al. 2011. Detection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Mexican Bolitoglossine Salamanders Using an Optimal Sampling Protocol. EcoHealth 8, 237–243.

## 9. RESUMEN (Numeral 5.7.4, j)

La evaluación de *Craugastor berkenbuschii* mediante el MER y con la evidencia disponible, le otorga un valor de **11 puntos**. Esto implica que la especie confronta riesgo de extinción y que la categoría que le corresponde es *Amenazada*. En este sentido, se sugiere cambiarla de categoría, de Sujeta a protección especial, que es en la que actualmente se encuentra, a la de Amenazada, ya que su situación actual parece ser más crítica que la inicialmente estimada.

**Criterio A=4.** Distribuida de manera muy restringida. El área de distribución potencial actual de *Craugastor berkenbuschii*, de acuerdo con los métodos usados, es de aproximadamente 8433 km<sup>2</sup>, lo que representa alrededor del 0.428 % del territorio de México.

**Criterio B=2.** Estado del hábitat intermedio. Si bien es más común encontrar individuos de *C. berkenbuschii* en fragmentos de bosque, estos pueden ser de distintos tipos de vegetación e incluso, es posible encontrarlos en sistemas agrícolas moderadamente transformados, como los cafetales con sombra.

**Criterio C=2.** Vulnerabilidad media. La especie al parecer tiene una marcada preferencia por ambientes boscosos. La transformación antropogénica de los bosques y selvas que habita implica cambios en las condiciones que regulan o están asociadas con el desarrollo, la sobrevivencia y posiblemente con la reproducción de los individuos de la especie. Asimismo, la poca vagilidad o capacidad de desplazamiento de este grupo biológico implica una aptitud limitada para moverse a lo largo del paisaje, en busca de espacios o de ambientes apropiados, cuando el hábitat original está siendo transformado severamente. Sin embargo, también es evidente que la especie es relativamente resiliente, pues es capaz de habituarse a ambientes transformados moderadamente, como los cafetales con sombra o a bosques secundarios.

**Criterio D=3.** Impacto medio. La principal amenaza para la especie es la transformación de su hábitat original, ya sea el bosque de niebla o la selva alta perennifolia. La transformación del bosque en la región conlleva una reducción en el tamaño efectivo del bosque, las alteraciones en las condiciones internas del mismo y una interrupción del continuo, dificultando el intercambio biótico a lo largo de la región. Sin embargo, es posible observar individuos de este anuro en ambientes moderadamente modificados. Por otro lado, aunque con el taxón no se ha evaluado el impacto de sustancias químicas usadas en los campos agrícolas aledaños a los fragmentos de bosque o selva, es posible que algún efecto negativo cause sobre las poblaciones del taxón que viven al interior de los bosques. Asimismo, la desecación o bien las contaminación de los ríos o arroyos que cruzan por los fragmentos boscosos pudiesen tener un impacto negativo directo o indirecto sobre la especie (p. ej. sobre fauna asociada, como las presas). Otro amenaza potencial es el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis* u hongo quitridio, cuya presencia se ha

confirmado ya en varias especies de anfibios de la región, aunque no particularmente en *C. berkenbuschii*.

La especie podría tener relevancia en la red trófica donde habita, ya que su abundancia generalmente es moderada y la biomasa es intermedia. Con respecto a la percepción de *C. berkenbuschii* por parte de la gente, no existe información al respecto pero parece ser muy limitada, aparentemente no es usada como alimento y tampoco resulta ser apreciada. Es recomendable proteger mediante alguna figura legal, ya sea a nivel federal o estatal, el conjunto de fragmentos de bosque o selva que aún persisten en la región, así como divulgar la importancia de esta y otras especies anfibias de la región, e informar sobre la problemática que enfrentan actualmente a nivel mundial. Además, es recomendable 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 que aun no han sido exploradas o no suficientemente.