

Informe final* del Proyecto G015
Límites de especies dentro del género *Gerrhonotus* (Sauria: Anguidae)

Responsable: M en C. Fernando Mendoza Quijano
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología
Museo de Zoología "Alfonso L Herrera"
Dirección: Av Universidad # 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, DF,
04510 , México
Correo electrónico: Finado
Teléfono/Fax: (789) 6 0648
Fecha de inicio: Junio 15, 1995
Fecha de término: Noviembre 17, 1997
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Mendoza Quijano, F. 1998. Límites de especies dentro del género *Gerrhonotus* (Sauria: Anguidae). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. G015.** México, D.F.

Resumen:

La investigación se realizó en tres partes consistentes en: Trabajo de campo en donde se recolectó ejemplares de poblaciones en una zona de contacto entre *Gerrhonotus infernalis* y *G. ophiurus*, y de poblaciones de una zona de contacto entre *G. ophiurus* y *G. liocephalus*. De cada ejemplar se extrajeron muestras de órganos para realizar la segunda parte que consistió en realizar estudios moleculares (técnicas bioquímicas y electroforesis de aloenzimas) con el objeto de determinar los límites entre las especies y las posibles relaciones entre los taxa de estudio. Con los resultados de dichos análisis se produjeron una serie de publicaciones sobre la distribución geográfica, límites de especies y evolución de los taxa en el género *Gerrhonotus*. La tercera parte del proyecto se desarrollo simultáneamente con las dos anteriores y consistió en la compilación de todos los registros de distribución de *G. infernalis*, *G. ophiurus*, *G. liocephalus* y *G. lugoi* existentes en la literatura a estos registros se le añadieron los colectados en campo y los que se consultaron en catálogos de colecciones herpetológicas tanto de México como de Estados Unidos de Norteamérica. El resultado de esta fase es la base de datos. Los especímenes se encuentran depositados en el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. El estudio se realizó en Puebla, Veracruz y San Luis Potosí.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

LIMITES DE ESPECIES DENTRO DEL GENERO *GERRHONOTUS*
(SAURIA: ANGUIDAE)

INFORME FINAL

5 de Noviembre de 1997

INTRODUCCION

La diversidad orgánica es un atributo fundamental del mundo vivo. El conocimiento de esta diversidad implica, como paso necesario y preliminar, el recuento de especies. En ese sentido, la descripción de especies nuevas contribuye a la conservación en el nivel más elemental, ya que aunque parece muy sencillo, conviene recordar que ninguna especie puede ser protegida en tanto no se le identifique y denomine adecuadamente.

Asimismo, la descripción de especies nuevas establece la condición preliminar para investigar sus relaciones con otras especies y para organizar el conocimiento taxonómico en mejores sistemas de clasificación. Conviene recordar que aún en los grupos mejor conocidos se siguen descubriendo nuevas especies. Entre 1934 y 1984 se describieron 9 géneros y 134 especies de aves, el grupo de vertebrados que se considera como el mejor estudiado (Diamond, 1985).

Pero el recuento correcto de especies no sólo involucra la descripción de especies nuevas. También implica la correcta delimitación de especies en cualquier grupo taxonómico (y especialmente aquellos de taxonomía problemática), pues resulta obvio que una mala taxonomía puede llevar a la subestimación o la sobre-estimación de la diversidad del mismo. El descubrimiento y correcta delimitación de los componentes básicos de la biodiversidad, es decir, de las especies, permanece en gran medida como una labor inconclusa, a pesar del gran esfuerzo realizado por taxónomos anteriores. Este conocimiento básico incluye también el determinar tanto la distribución geográfica como temporal de las especies.

La taxonomía del género de lagartijas *Gerrhonotus* (Anguidae) ha resultado particularmente difícil debido a su amplia distribución geográfica y gran variabilidad morfológica. La historia taxonómica de este género es compleja (ver abajo), y a lo largo de la misma numerosas formas han sido descritas, cuyo status taxonómico (es decir, validez y rango taxonómico) ha sido objeto de controversia por muchos años.

En este proyecto se propuso llevar a cabo un estudio usando datos morfológicos y moleculares para determinar los límites entre algunas de las especies del género *Gerrhonotus* en México. Aunque sería ideal que el estudio incluyera a poblaciones de toda la distribución geográfica del género y/o de todas sus formas reconocidas o de status incierto, tal estudio requeriría tiempo y dinero considerables, dada la dificultad que representa la recolecta de estas lagartijas. Por otra parte, un estudio comprensivo del género a nivel morfológico ha sido efectuado recientemente (Good, 1994), y el status de *G. lugoi* como una especie válida parece estar fuera de duda, dada su distintividad morfológica y su distribución geográfica limitada.

De esta manera, se propuso aquí el restringir el estudio a los taxa actualmente reconocidos en el género *Gerrhonotus* excluyendo a *G. lugoi*, tomando como base la revisión del género realizada por Good (1994) sobre bases morfológicas. Tres taxa están involucrados: *G. infernalis*, *G. ophiurus*, y *G. liocephalus*. Se propuso así la recolecta de ejemplares y tejidos en áreas donde estos taxa pudieran estar en estrecha proximidad geográfica o en contacto, para evaluar la posible existencia de interacciones (intergradación, hibridación, etc.) entre ellos y a partir de esta evidencia, los límites entre las especies. Además, se consideró el recolectar tejidos y ejemplares de cada taxón en localidades lejanas a las zonas de contacto potencial, para tener un marco de referencia al comparar las muestras procedentes de las mismas.

Adicionalmente, se propuso realizar una revisión exhaustiva de todos los registros conocidos para el género, y construir con ellos una base de datos georreferenciada.

ANTECEDENTES

El género *Gerrhonotus* tiene una amplia distribución en el país, y su extrema variación ha llevado a una taxonomía muy inestable, como se describe a continuación.

Wiegmann (1828) describió a *Gerrhonotus liocephalus* sin dar una localidad tipo, aunque el holotipo procedía claramente de México, como sugiere la inclusión de la especie por Wiegmann (1834) en su Herpetología Mexicana.

Poco después de la aparición del trabajo de Wiegmann, Peale y Green (1830) describieron a *Scincus ventralis* de los "distritos mineros de México." Peale y Green aparentemente no sabían de la descripción de *G. liocephalus* de Wiegmann y no compararon los dos taxa. Wiegmann (1834) reconoció que su *G. liocephalus* era idéntico a *S. ventralis*; sin embargo, decidió que el nombre "*liocephalus*" (cabeza lisa) era apropiado para el juvenil que él había descrito originalmente pero no para ejemplares adultos como los examinados por Peale y Green, y cambió el nombre de la especie a *G. tessellatus*. Este último nombre fue de uso común (v. gr., Gray, 1838, 1845; Duméril y Bibron, 1839; Duméril y Duméril, 1851; Cope, 1866, 1878; O'Shaughnessy, 1873) hasta que Bocourt (1878) resucitó a *G. liocephalus*.

El primer ejemplar texano de *Gerrhonotus*, proveniente del Cañón del Devil's River, fue descrito por Baird (1858) como *G. infernales*. Baird no comparó su nueva especie con *G. liocephalus*/*G. tessellatus* ni con *Scincus ventralis*.

Cope (1866) describió a *Gerrhonotus ophiurus* de Orizaba, Veracruz, como una especie diferente de *G. tessellatus*.

Bocourt (1871) describió a *Gerrhonotus lemniscatus* de Veracruz. Sin embargo, Bocourt comparó *G. lemniscatus* únicamente con *G. multifasciatus* (un sinónimo de *Fulgaria kingii*) y no con alguna de las otras formas de *Gerrhonotus*.

O'Shaughnessy (1873) y Cope (1878) aceptaban a *Gerrhonotus tessellatus*, *G. ophiurus*, *G. infernales*, y *G. lemniscatus* como especies distintas. Cope también aceptaba a *G. ventralis*, aunque O'Shaughnessy lo consideraba un sinónimo de *G. tessellatus*. Debido a su similitud, todos estos taxa fueron combinados en una sola especie, *G. liocephalus*, por Bocourt (1878), y generalmente han sido considerados sinónimos desde ese tiempo, aunque algunos autores (v. gr., Strecker, 1926; Burt, 1935; Murray, 1939;

Stejneger y Barbour, 1939) continuaban aceptando *G. infernales* para las poblaciones de Texas, hasta que Smith (1946) las sinonimizó con *G. liocephalus*.

Cope (1900) dió el status de subespecie a algunos de estos taxa (*Gerrhonotus liocephalus*, *G. ventralis*, *G. ophiurus* y *G. infernales*), aunque él sugirió que todas, excepto *G. infernales*, eran "subespecies bien definidas, que aún podrían llegar a ser consideradas especies reales." El sistema de subespecies de Cope fue aceptado por la mayoría de los autores subsecuentes, con la sola excepción de que *ventralis* fue considerada generalmente como un sinónimo de *liocephalus*. *Gerrhonotus lemniscatus* fue enlistado como un sinónimo de *G. l. liocephalus* por Cope (1900), y como un sinónimo de *G. l. ophiurus* por Smith y Taylor (1950).

Hartweg y Tihen (1946) describieron la subespecie *Gerrhonotus liocephalus austrinus* de Cerro Malé, Chiapas. Ellos consideraron esta forma (de la cual tenían sólo un ejemplar juvenil) más cercanamente relacionada a *G. liocephalus* que al "complejo *G. infernales/ophiurus*," debido a varias similitudes de escamación y del patrón de coloración. Tihen (1954) y Smith y Alvarez del Toro (1963) describieron, respectivamente, el segundo y tercer ejemplares conocidos de *G. liocephalus* para Chiapas. Ambos ejemplares eran de la vecindad de Tuxtla Gutiérrez y concordaban con *liocephalus*, más que con *austrinus*, en todos los caracteres diagnósticos enumerados por Hartweg y Tihen (1946). Tihen (1954) sugirió que las subespecies de *liocephalus* "son de hecho un complejo de dos diferentes razas" pero no fué más allá.

Tihen (1948) sugirió que algunos caracteres varían clinalmente dentro de la subespecie *Gerrhonotus liocephalus infernales* desde su límite norte en Texas hasta su límite sur en San Luis Potosí, y vió a la subespecie *G. l. ophiurus* de Veracruz como una continuación de esta clina. Tihen (1948) describió una nueva subespecie, *G. l. loweryi*, como intermedia entre su complejo *infernalis/ophiurus* y *liocephalus*, e hipotetizó una morfoclina de *G. l. infernalis/ophiurus* a *G. l. loweryi* a al *liocephalus*. Debido a esta morfoclina hipotética, Tihen decidió que estas formas debían ser reconocidas como subespecies de una sola especie. Sin embargo, señaló que *G. l. loweryi* ocurre

geográficamente entre *G. I. infernalis* y *G. I. ophiurus* antes que entre *G. I. infernalis/ophiurus* y *G. I. liocephalus*, y así sugirió tácitamente que su hipótesis de una sola especie pudiera ser demasiado simple.

Tihen (1954) describió a *Gerrhonotus liocephalus taylori* de la vecindad de Santa Bárbara, Chihuahua, y consideró a esta forma como más estrechamente emparentada con *G. I. infernalis*.

McCoy (1970) describió a *Gerrhonotus lugoi*, una forma diminuta de las montañas cercanas a Cuatro Ciénegas, Coahuila, como una especie diferente de *G. liocephalus*.

Smith (1984) publicó la clave más reciente para las subespecies de *G. liocephalus*, y sugirió que otra subespecie debía ser erigida para las poblaciones de Sinaloa y Durango, aunque no propuso un nombre para ellas.

Contreras Arquieta (1989) sugirió que las poblaciones de la vecindad de Cuatro Ciénegas, Coahuila, debían ser consideradas como una subespecie nueva (*Gerrhonotus liocephalus aguayoi*). Su breve descripción apareció en un resumen de una reunión científica, sin que haya designado un ejemplar tipo.

Así pues, para 1989 *Gerrhonotus* consistía de sólo dos especies reconocidas: la escasamente conocida *G. lugoi* de Coahuila y la especie politípica de amplia distribución, *G. liocephalus*, la cual ocurre desde Texas hasta Chiapas. Se ha pensado que ésta última especie contenía por lo menos siete subespecies (*aguayoi*, *austrinus*, *infernalis*, *liocephalus*, *loweryi*, *ophiurus* y *taylori*), con una octava sugerida pero no descrita formalmente. Good (1994) reanalizó los patrones de variación morfológica dentro y entre éstas especies y subespecies y determinó que existen probablemente cuatro especies de *Gerrhonotus*. Good consideró que *G. aguayoi* y *G. taylori* no se distinguen de *G. infernalis*, *G. loweryi* no se distingue de *G. ophiurus* y *G. austrinus* no se distingue de *G. liocephalus*, pero que *G. infernalis*, *G. liocephalus*, *G. lugoi* y *G. ophiurus* pueden distinguirse unas de otras.

El análisis de Good (1994) demostró rupturas concordantes en las distribuciones de caracteres morfológicos entre *Gerrhonotus infernales* y *G. ophiurus* en la vecindad de San Luis Potosí e Hidalgo y *G. ophiurus* y *G. liocephalus* en la vecindad de Veracruz y Puebla. Sin embargo, la determinación absoluta de unidades genéticamente independientes (especies) no puede lograrse sin llevar a cabo pruebas de simpatria o al menos un análisis detallado de las zonas de contacto. *Gerrhonotus lugoi* y *G. infernalis* son simpátricos en Coahuila, pero no se ha demostrado simpatria entre las otras tres especies, aunque llegan a ocurrir en localidades muy próximas y probablemente lleguen a estar en contacto.

OBJETIVOS

Se planteó como objetivo principal en el proyecto la determinación de la ausencia o presencia de flujo génico entre *Gerrhonotus infernales* y *G. ophiurus*, por una parte, y entre *G. ophiurus* y *G. liocephalus*, por otra, a fin de evaluar los límites de especies en el género y modificar su taxonomía si procediese.

Además, se planteó también como objetivo el establecimiento de las áreas de distribución de los taxa mencionados (o los que resultasen válidos) a partir de registros de campo y de literatura, que se compilarían en una base de datos georreferenciada.

HIPOTESIS

Usando los datos derivados del análisis de caracteres morfológicos y bioquímicos, se determinaría la relación entre los taxa *Gerrhonotus infernales*, *G. ophiurus*, y *G. liocephalus*, reconocidas por Good (1994) sobre bases morfológicas. Uno de cuatro patrones es posible:

1. Se encontrará una zona de intergradación en la cual hay un libre intercambio genético. Tal patrón sugeriría que las conclusiones de Good (1994) son erróneas y que sus "especies" no deberían ser consideradas como tales.

2. Se encontrará una zona de hibridización en la cual el flujo genético está limitado de alguna manera. En este caso, las especies se entrecruzan pero no hay una influencia genética total de una especie a otra, y las especies serían válidas.

3. Se encontrará la ocurrencia de simpatria. En este caso las especies son claramente válidas.

4. Existe una zona de parapatría, tal, que las distribuciones de las diferentes especies llegan a estar en contacto pero no se superponen. Otra vez, esto sería una clara indicación de que las especies son válidas.

METODOS

La investigación a realizar se dividió en tres partes. La primera consistió en trabajo de campo para recolectar ejemplares de zonas de posible contacto entre *Gerrhonotus infernales* y *G. ophiurus*, por un lado, y entre *G. ophiurus* y *G. liocephalus*, por el otro.

Dicho trabajo se realizó principalmente en Querétaro e Hidalgo (parte de la área de distribución de *G. ophiurus* próxima a la área de distribución de *G. infernales*; Good, 1994) y en el este de Puebla (área de contacto potencial entre *G. ophiurus* y *G. liocephalus*; Good, 1994). También se obtuvieron muestras de algunos ejemplares de *G. infernales* de Tamaulipas y Nuevo León, y de un ejemplar de *G. liocephalus* de Oaxaca y otro más de Jalisco.

En estas áreas, se delinearon transectos tanto por tipo de vegetación como por altitud con el objeto de localizar poblaciones de *Gerrhonotus* y obtener muestras de 5 a 10 especímenes por localidad, dependiendo de la abundancia de los organismos y estatus de cada población. De cada ejemplar recolectado se extrajeron muestras de tejidos (corazón, hígado, músculo esquelético, etc.). Posteriormente, los ejemplares fueron etiquetados y fijados con formol buffer al 10%, y finalmente transferidos y almacenados en alcohol al 70%. Todos los especímenes fueron depositados en el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

La segunda parte de la investigación consistió en trabajo de laboratorio. En esta parte se compararon los patrones morfológicos de los ejemplares recolectados con los patrones descritos por Good (1994), y se realizó un análisis de aloenzimas con los tejidos de dichos ejemplares en el Instituto de Ecología de la UNAM.

Las razones para el uso combinado de información proveniente de la morfología de los organismos y del análisis de aloenzimas son las siguientes: aunque los datos morfológicos puedan proveer información sobre patrones de diferenciación a gran escala, son de utilidad limitada en un análisis de zonas de contacto. Esto se debe a que el grado de intercambio genético no puede ser cuantificado usando unos pocos caracteres morfológicos cuyos patrones de herencia son desconocidos. Si dos especies difieren en unos cuantos caracteres de escamación, la mezcla de tales caracteres en individuos de una zona de contacto puede sugerir que hay cierto intercambio genético, pero el grado y dirección de ese intercambio no es medible. Usando caracteres bioquímicos tal medida es más simple, debido a que se pueden obtener más marcadores genéticos. En un análisis de hibridación usando aloenzimas, cada locus marcador produce una banda única distintiva y observable en el caso de cada tipo parental, y ambas bandas son observables en los híbridos para un locus dado.

La técnica de electroforesis se realizó en geles de acetato de celulosa. La técnica general es descrita en Hillis y Moritz (1990). Se realizaron pruebas de variación preliminares para un total de 19 enzimas: PGM, PGI, IDH, ME, 6PGDH, 6GPDH, GOT, MDH, GPDH, PEP, LAP, LDH, XDH, HEX, ADH, AK, G3PDH, SOD y Trehalase. Dichas pruebas se realizaron para detectar las enzimas informativas; es decir, aquellas que mostraran variación entre las muestras (en este estudio el interés principal es la variación entre las muestras, más que dentro de las muestras). Se escogieron ejemplares de localidades lejanas (Querétaro, Puebla y Oaxaca) y se realizó una electroforesis con los tejidos de estos ejemplares para cada enzima. Posteriormente, se realizó una electroforesis con los tejidos de todos los ejemplares para aquellas enzimas que mostraron variación entre las muestras. Se asume que es muy improbable que las enzimas que no mostraron

variación en las pruebas preliminares mostraran variación significativa al considerar todos los ejemplares.

Finalmente, la tercera parte de la investigación fue realizada simultáneamente con las partes anteriores, y consistió en la compilación de todos los registros de distribución de *G. infernales*, *G. ophiurus*, *G. liocephalus*, y *G. lugoi* existentes en la literatura; a estos registros se añadieron aquellos derivados del trabajo de campo y la consulta de catálogos de colecciones herpetológicas, tanto de México como de los Estados Unidos, y se creó con ellos una base de datos en computadora.

RESULTADOS Y ANÁLISIS PRELIMINAR

Se recolectó un total de 20 ejemplares; provenientes de los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Querétaro, Hidalgo, México, Puebla, Oaxaca, y Jalisco. En general, la recolecta de estos organismos resultó mucho más ardua de lo pensado. Sólo en una localidad se pudo coleccionar una muestra relativamente grande (7 ejemplares), y esto se logró sólo con varias visitas al lugar. En otras localidades, sólo se consiguió coleccionar uno o dos ejemplares.

Se realizaron pruebas preliminares de variación en un total de 19 enzimas: PGM, PGI, IDH, ME, 6PGDH, 6GPDH, GOT, MDH, GPDH, PEP, LAP, LDH, XDH, HEX, ADH, AK, G3PDH, SOD y Trehalase. En dichas pruebas se determinó que cinco enzimas variaron entre los ejemplares examinados: GOT-2, 6PGDH, ME, PGM- 1, y MDH. Los resultados de las electroforesis realizadas (con todos los ejemplares) para estas enzimas se muestran en la tabla adjunta.

Análisis preliminar.

Todos los individuos examinados fueron homocigotos para todas las enzimas. De esta manera, los datos no sugieren la presencia de ninguna zona de hibridación ni de flujo

Núm.	Localidad	LOCI				
		GOT-2	6PGDH	ME	PGM-1	MDH
JJW 393	Nuevo León, 5.3 mi S de La Poza sobre carretera 61 a Dr. Arroyo	3-3	1-1	1-1	1-1	1-1
XMSA 19	Tamaulipas, aprox. 7 km por carretera de La Peña a Joya Pelona	3-3	1-1	1-1	2-2	1-1
PLM 203	Tamaulipas,	3-3	1-1	1-1	2-2	1-1
FMQ 3044	Querétaro, 4 km NE por tercería al Rancho "El Arbolito," Mesa de León	3-3	1-1	1-1	2-2	1-1
FMQ 3045	Querétaro, 4 km NE por tercería al Rancho "El Arbolito," Mesa de León	3-3	1-1	1-1	2-2	1-1
FMQ 3046	Querétaro, 4 km NE por tercería al Rancho "El Arbolito," Mesa de León	2-2	1-1	1-1	2-2	1-1
FMQ 3098	Querétaro, 4 km NE por tercería al Rancho "El Arbolito," Mesa de León	3-3	1-1	1-1	2-2	1-1
LCN 001	Querétaro, 4 km NE por tercería al Rancho "El Arbolito," Mesa de León	2-2	1-1	1-1	2-2	1-1
WSB 751	Querétaro, 4 km NE por tercería al Rancho "El Arbolito," Mesa de León	2-2	1-1	1-1	2-2	1-1
UPGH 212	Querétaro, 4 km NE por tercería al Rancho "El Arbolito," Mesa de León	1-1	1-1	1-1	2-2	1-1
WSB 662	Querétaro, 3 km O Ahuacatlán	2-2	1-1	1-1	1-1	1-1
FMQ 3041	Hidalgo, 1 km N Zoquizoquipan	4-4	1-1	1-1	1-1	1-1
FMQ 3052	Hidalgo, 1 km NE Zoquizoquipan, camino a Agua Bendita	4-4	1-1	1-1	1-1	1-1
FMQ 1920	México, Rancho "El Tejocote"	2-2	1-1	1-1	2-2	1-1
FMQ 3071	Puebla, aprox. 4 km N San Juan Tepanco	2-2	1-1	1-1	2-2	1-1
FMQ 3074	Puebla, aprox. 4 km N San Juan Tepanco	2-2	1-1	1-1	2-2	1-1
FMQ 3333	Puebla, Flor del Bosque	2-2	1-1	1-1	2-2	1-1
LCM 683	Puebla, Municipio Tehuacán, aprox. 1 km de Santa Ana Teloxtoc	2-2	1-1	1-1	2-2	1-1
FMQ 2925	Oaxaca, 16 km N El Jícara por camino hacia Colonia Rodolfo Figueroa	2-2	1-1	2-2	1-1	1-1
FJLS 001	Jalisco, Puerto Los Mazos, Manantlán	2-2	2-2	1-1	2-2	1-1

Variación en cinco loci enzimáticos entre muestras de *Gerrhonotus*. Muestras arregladas de norte a sur, excepto por la de Jalisco.

genético en las localidades de recolecta. Sin embargo, esto no necesariamente implica que estas zonas no existan en alguna otra parte de la distribución del género, ya que las localidades de recolecta son muy pocas considerando la amplísima distribución del mismo, y dichas zonas suelen ser, cuando existen, muy estrechas.

MDH.---No se encontró variación alguna entre todos los ejemplares examinados para esta enzima. Esto contradice los resultados de la prueba preliminar correspondiente, en la que se determinó que el ejemplar de Puebla tenía un alelo diferente a aquél presente en los ejemplares de Querétaro y Oaxaca. La electroforesis con todos los ejemplares se realizó dos veces para esta enzima, y en ningún caso se encontró variación, por lo que debió ser la prueba preliminar la errónea.

GOT-2.---Se encontraron cuatro alelos diferentes para este locus (1–4). Tres de estos alelos se hallaron presentes en la muestra de Querétaro (1–3); de ellos, los alelos 2 y 3 fueron los más frecuentes y se encontraron en frecuencias similares (50% y 37.5%, respectivamente). El alelo 1 fue el más raro (frecuencia = 12.5%), y no se presentó en ninguna otra muestra.

De manera interesante, sólo el alelo 3 (frecuencia = 100%) se presentó en los tres ejemplares de *Gerrhonotus infernalis* de Texas y Tamaulipas, mientras que sólo el alelo 2 se presentó en los ejemplares asignados a *G. liocephalus* (ejemplares de México, Puebla, Oaxaca y Jalisco). Además, los dos ejemplares de Hidalgo presentaron un alelo diferente (4; frecuencia = 100%) a todos los demás individuos.

Esto es extremadamente interesante pues las poblaciones del sur de San Luis Potosí (región de Xilitla), así como las del norte de Hidalgo y Querétaro, fueron asignadas a *G. liocephalus loweryi* hasta que Good (1994) sinonimizó a este taxón con *G. ophiurus* sobre bases morfológicas. Los resultados obtenidos sugieren que, si la población de Hidalgo corresponde a *G. ophiurus*, entonces *G. loweryi* puede ser una especie válida después de todo.

PGM- 1 .---Sólo dos alelos (1–2) fueron observados para este locus. La diferenciación de la muestra de Hidalgo con respecto a la de Querétaro observada en el

locus GOT-2 es también apoyada por la presencia exclusiva en la primera del alelo 1 (frecuencia = 100%), mientras que en la muestra de Querétaro el alelo 2 es el más frecuente (frecuencia = 87.5%). Además de encontrarse en los ejemplares de Hidalgo y en un ejemplar de Querétaro, el alelo 1 se encontró solamente en los ejemplares de Texas y de Oaxaca, en localidades considerablemente lejanas de Querétaro e Hidalgo.

ME.---Se encontraron sólo dos alelos (1 y 2) para este locus. El alelo 2 se presentó sólo en el ejemplar de Oaxaca (de la Sierra Madre al norte de Zanatepec), mientras que el alelo 1 se presentó en todos los ejemplares restantes. Las poblaciones de Oaxaca, así como las de Puebla, han sido asignadas a *G. liocephalus* con base en su morfología (Good, 1994). De esta manera, los datos electroforéticos sugieren cierta diferenciación geográfica entre las poblaciones asignadas a *G. liocephalus*.

6PGDH.---Como en el caso anterior, se encontraron sólo dos alelos (1 y 2) para este locus. El alelo 2 sólo se presentó en el ejemplar de Jalisco, mientras que el alelo 1 estuvo presente en todos los ejemplares restantes. Smith (1984) sugirió que las poblaciones de *Gerrhonotus* del occidente de México deberían ser consideradas como una subespecie distinta de *G. liocephalus*; sin embargo, no describió formalmente esta subespecie. Good (1994) consideró también que dichas poblaciones podrían representar una especie distinta de *Gerrhonotus* aún por describir, aunque provisionalmente las asignó a *G. liocephalus*. La presencia de un alelo diferente en el ejemplar de Jalisco al de aquél presente en las demás poblaciones examinadas para esta enzima sugiere cierta diferenciación geográfica entre las poblaciones asignadas a *G. liocephalus* por Good (1994) y concretamente, que la población de Jalisco es diferente de las poblaciones de *G. liocephalus* sensu stricto, aunque los números de ejemplares muestreados y de enzimas ensayadas no permiten obtener conclusiones definitivas.

Implicaciones taxonómicas

Considerando las restricciones derivadas del pequeño número de ejemplares y poblaciones muestreadas, así como el pequeño número de enzimas que mostraron variación, los resultados sugieren lo siguiente:

1. Las poblaciones de *G. infernalis* y las asignadas a *G. liocephalus* muestran diferencias en el locus GOT-2. Esta diferencia apoya diferencias importantes entre la morfología de estas dos especies, incluyendo diferencias en el número de cantales (2 vs. 1), en el número de hileras transversales de escamas dorsales (46-49 vs. 50-55), en el número de hileras longitudinales de escamas dorsales (16 vs. 14), y en el patrón de coloración (7-8 bandas transversales vs. bandas transversales ausentes; vientre moteado vs. vientre inmaculado; barras en el pliegue lateral ausentes vs. presentes).
2. Las poblaciones de Querétaro, asignadas a *G. ophiurus* y geográficamente intermedias entre aquellas de *G. infernalis* y *G. liocephalus*, no se encuentran diferenciadas de ninguno de estos dos taxa en ninguna de las enzimas examinadas, y no proveen evidencia de su separación a este nivel. Morfológicamente, *G. ophiurus* presenta características tanto de *G. infernalis* (16 hileras longitudinales de escamas dorsales, extremidades relativamente largas) como de *G. liocephalus* (1 cantal, 50-55 hileras transversales de escamas dorsales, y barras en el pliegue lateral), y podría considerarse como una forma intermedia entre estos dos taxa. Sin embargo, presenta también algunas características propias, como un mayor número de bandas transversales dorsales (10-11), vientre con barras que parecen extensiones del patrón dorsal, etc.
3. La población de Hidalgo, también asignada provisionalmente a *G. ophiurus* y geográficamente intermedia entre aquellas de *G. infernalis* y *G. liocephalus*, muestra diferencias con respecto a estos dos taxa en dos loci, GOT-2 y PGM-1, si bien la diferencia en este último locus no es absoluta. Si esta población representa en realidad a *G. ophiurus*, el status de la población de Querétaro sería problemático, pues de no ser asignada a *G. ophiurus* tendría que ser asignada a *G. infernalis* (en contra de la evidencia morfológica) o a *G. loweryi*, en cuyo caso tendría que aceptarse a este taxón como válido y rescatarlo de la sinonimia de *G. ophiurus*, también en contra de la

evidencia morfológica, ya que según Good (1994) estos dos taxa son indistinguibles morfológicamente. Por otro lado, si la población de Querétaro representa en realidad *G. ophiurus*, la identidad de la población de Hidalgo sería problemática, pues tampoco es similar a *G. liocephalus*. Este es un problema que requiere estudio adicional.

4. La evidencia morfológica de que las poblaciones del occidente de México podrían representar una especie no descrita tiene algún apoyo en la diferenciación mostrada por el ejemplar de Jalisco en el locus ME. Desafortunadamente, sólo se contó con un ejemplar de esa región.

LITERATURACITADA

- Baird, S. F. 1858. Description of new genera and species of North American lizards in the museum of the Smithsonian Institution. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 10:253-256.
- Bocourt, M. F. 1871. Description de quelques Gerrhonotes nouveaux provenant de Mexique et de l'Amérique Centrale. Bull. Nouv. Arch. Mus., 7:101-108.
- Bocourt, M. F. 1878. In Duméril, A. M. C., G. Bibron, and M. F. Mocquard. Etudes sur les Reptiles, Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale Recherches Zoologiques, vol. 5. Imprimerie Impériale, Paris.
- Burt, C. E. 1935. A key to the lizards of the United States and Canada. Trans. Kansas Acad. Sci., 38:225-305.
- Contreras Arqueta, A. 1989. Una nueva subespecie de *Gerrhonotus* (Reptilia: Anguinae) del Bolsón de Cuatrociénegas, Coahuila, México. X Congr. Nac. Zool., Progr. Resum.: resumen 75.
- Cope, E. D. 1866. Fifth contribution to the herpetology of tropical America. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 18:317-323.
- Cope, E. D. 1878. Tenth contribution to the herpetology of tropical America. Proc. Amer. Philos. Soc. (1877) 17:85-98.

- Cope, E. D. 1900. The crocodilians, lizards, and snakes of North America. *Ann. Rept. U. S. Natl. Mus.*, (1898):155-1294.
- Diamond, J. 1985. How many unknown species are yet to be discovered? *Nature* 315: 538-539.
- Duméril, A. M. C. y G. Bibron. 1839. *Erpétologie générale*, vol. 5. Roret, Paris.
- Duméril, A. M. C. y A. H. A. 1851. *Catalogue méthodique de la collection des reptiles du Muséum d'Histoire Naturelle*. Gide & Boudry, Paris.
- Good, D. A. 1994. Species limits in the genus *Gerrhonotus* (Squamata: Anguinae). *Herp. Monogr.* 8:180-202.
- Gray, J. E. 1838. Catalogue of the slender-tongued saurians, with descriptions of many new genera and species, part 2, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 1,1:388-394.
- Gray, J. E. 1845. *Catalogue of the specimens of lizards in the collection of the British Museum*. Edward Newman, London.
- Hartweg, N. and J. A. Tihen. 1946. Lizards of the genus *Gerrhonotus* from Chiapas, Mexico. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan*, (497):1-16.
- Hillis, D. M. and C. Moritz. 1990. *Molecular Systematics*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- McCoy, C. J. 1970. A new alligator lizard (genus *Gerrhonotus*) from the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, México. *Southwest. Nat.* 15:37-44.
- Murray, L. T. 1939. Annotated list of amphibians and reptiles from the Chisos Mountains. *Contr. Baylor Univ. Mus.*, 24:4-16.
- O'Shaughnessy, A. W. E. 1873. Herpetological notes. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, 12:44-8.
- Peale, T. R., and J. Green. 1830. Description of two new species of the Linnaean genus *Lacerta*. *J. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 6:231-234.
- Smith, H. M. 1946. *Handbook of lizards*. Comstock Publ. Co., Ithaca, NY.

- Smith, H. M. 1984. Notes on the enigmatic *Barisia imbricata* of the British Museum, and on its collection of reptiles from Amula, Guerrero, México. *Bull. Maryland Herp. Soc.*, 20:152-158.
- Smith, H. M. and E. H. Taylor. 1950. Type localities of Mexican reptiles and amphibians. *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 33:313-379.
- Smith, H. M., and M. Alvarez del Toro. 1963. *Notulae Herpetologicae Chiapasiae IV*. *Herpetologica*, 19:100-105.
- Stejneger, L., and T. Barbour. 1939. A check list of North American amphibians and reptiles. 4th ed. Cambridge, Harvard Univ. Press. 207 pp.
- Strecker, J. K. 1926. A list of reptiles and amphibians collected by Louis Garni in the vicinity of Boerne, Texas. *Contr. Baylor Univ. Mus.* 6:3-9.
- Tihen, J. A. 1948. A new *Gerrhonotus* from San Luis Potosí. *Trans. Kansas Acad. Sci.*, 51:302-305.
- Tihen, J. A. 1954. *Gerrhonotinae* lizards recently added to the American Museum collection, with further revisions of the genus *Abronia*. *Am. Mus. Novitates*, (1687): 1-26.
- Wiegmann, A. F. 1828. Beitrge zur Amphibienkunde. *Isis von Oken* 21:364-383.
- Wiegmann, A. F. 1834. *Herpetología Mexicana*, pt. 1, saurorum species. Luderlitz, Berlin.