



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

---

---

**ESTUDIO TAXONÓMICO DE LAS LAGARTIJAS DEL  
GÉNERO *Xenosaurus* (Xenosauridae) DE LA SIERRA  
NORTE DE PUEBLA**

Tesis que para obtener el título de:

**BIÓLOGO**

PRESENTA:

**Helder Sánchez Vega**

Tutor: Dr. Adrián Nieto Montes de Oca

Abril 2016



## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	2
La Sistemática y la Taxonomía .....	3
El género <i>Xenosaurus</i> .....	5
Historia taxonómica del género <i>Xenosaurus</i> Peters .....	6
Distribución geográfica del género <i>Xenosaurus</i> .....	12
OBJETIVOS .....	15
General .....	15
Particulares .....	15
HIPÓTESIS .....	15
MÉTODOS .....	16
Zona de Estudio .....	16
Examen de ejemplares .....	16
Caracteres examinados .....	18
Caracteres cualitativos (coloración) .....	18
Caracteres cualitativos (escutelación).....	20
Caracteres merísticos .....	21
Morfométricos .....	22
RESULTADOS .....	22
CARACTERIZACIÓN DE LA NUEVA ESPECIE .....	23
Diagnosis .....	24
Descripción .....	27
Color .....	31
Variación .....	33
Color (en preservación).....	36
Distribución y hábitat.....	37
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	38

Bibliografía y Literatura citada .....	44
Anexo .....	53
Material examinado.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA ACTUAL DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>XENOSAURUS</i> EN MÉXICO. ....	14
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS POBLACIONES CONTEMPLADAS EN ESTE TRABAJO.....	17
FIGURA 3. VARIACIÓN EN LAS FRANJAS POSTOCULARES, TAMBIÉN SE OBSERVA LA PRESENCIA DE UNA BANDA CLARA POSTERIOR AL COLLAR NUCAL EN A), MIENTRAS QUE EN B) Y C) ÉSTA SE ENCUENTRA AUSENTE. TOMADA DE DURÁN-FUENTES (2005)....	19
FIGURA 4. BANDA CLARA TRANSVERSAL EN LOS MUSLOS: A) AUSENTE; B) PRESENTE. TOMADO DE DURÁN-FUENTES (2005).....	19
FIGURA 5. PATRÓN DE COLORACIÓN DORSAL. A) BANDAS TRANSVERSALES, B) MANCHAS Y/O VERMICULACIONES. TOMADO DE DURÁN-FUENTES (2005).....	20
FIGURA 6. VISTA LATERAL DE LA CABEZA DE <i>XENOSAURUS</i> MOSTRANDO ALGUNOS CARACTERES DE ESCAMACIÓN CONTEMPLADOS EN ESTE ESTUDIO. TOMADO DE DURÁN-FUENTES (2005). ....	20
FIGURA 7. VISTA VENTRAL DE LA CABEZA DE <i>XENOSAURUS</i> MOSTRANDO LOS ESCUDOS GENIALES. MODIFICADO DE DURÁN-FUENTES (2005). ....	21
FIGURA 8. <i>XENOSAURUS SP. NOV.</i> FOTO DE LUIS CANSECO-MÁRQUEZ .....	23
FIGURA 9. EJEMPLAR EPR 1375 DE <i>XENOSAURUS SP. NOV.</i> .....	31
FIGURA 10. CLADOGRAMA DE CONSENSO ESTRICTO QUE REPRESENTA LAS RELACIONES FILOGENÉTICAS DEL GÉNERO <i>XENOSAURUS</i> . TOMADO DE ZAMORA-ÁBREGO, (2009). .....	41

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. VARIACIÓN EN LOS CARACTERES SELECCIONADOS EN EL GÉNERO <i>XENOSAURUS</i> .....	25
CUADRO 2. MEDIDAS EN LA SERIE TIPO DE <i>XENOSAURUS SP. NOV.</i> HUEHUETLA .....	34
CUADRO 3. INTERVALOS Y PROMEDIOS DE LAMINILLAS SUBDIGITALES EN TODAS LAS ESPECIES DESCRITAS DE <i>XENOSAURUS</i> .....	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 MATERIAL EXAMINADO .....	53
----------------------------------	----

## RESUMEN

### Estudio taxonómico de las lagartijas del género *Xenosaurus* (Xenosauridae) de la Sierra Norte de Puebla

<sup>1</sup>Sánchez-Vega, Helder y <sup>2</sup>Nieto-Montes de Oca, Adrián

<sup>1</sup> Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. San Claudio, Edificio 112-A, Ciudad Universitaria, Col. Jardines de San Manuel, Puebla, 72750, México. Correspondencia: helder\_3005@hotmail.com

<sup>2</sup> Laboratorio de Herpetología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, México. Correspondencia: anietomontesdeoca@me.com

Las especies y subespecies del género *Xenosaurus* son un grupo de lagartijas vivíparas que presentan una distribución alopátrica entre sí y están en su mayoría restringidas a las regiones montañosas de México y Guatemala. Se llevó a cabo un estudio taxonómico de las poblaciones de lagartijas del género *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla con el fin de evaluar su estado taxonómico. Se realizó una revisión de literatura sobre el género para determinar qué caracteres presentan variación geográfica o interespecífica significativas; asimismo, se realizó una comparación morfológica preliminar entre muestras pequeñas de ejemplares de distintas poblaciones y se examinaron caracteres morfológicos, tanto de escutelación como del patrón de coloración, potencialmente informativos, se revisaron ejemplares de todas las especies y subespecies descritas del género, así como todos los ejemplares disponibles de *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla. Se encontró que las poblaciones de *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla se diferencian del resto de las especies de *Xenosaurus* por una combinación de varios caracteres por lo que considero justificada su descripción como una especie nueva.

**Palabras clave:** lagartijas, *Xenosaurus*, Sierra Norte, morfología, nueva especie.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se reconoce que 17 países son megadiversos, ya que su diversidad biológica conjunta representa alrededor del 70 % de las especies conocidas en el planeta. Entre estos países se encuentran: México, Australia, Brasil, China, Colombia, Congo, Ecuador, y otros (CONABIO, 2011). En el caso particular de nuestro país, es sorprendente que a pesar de que su superficie representa tan solo el 1.5 % del área terrestre del mundo, contiene entre el 10 y 12 % de las especies conocidas (CONABIO, 2011). Esto se debe a la accidentada topografía, enorme variedad climática y compleja historia geológica del país, que incluye entre sus fronteras la zona de contacto entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Craw, 1988; Flores-Villela, 1991).

En cuanto a los reptiles, México ocupa el segundo lugar en diversidad después de Australia (CONABIO, 2012). Se estima que, hasta octubre de 2013, en México existen 864 especies de reptiles, descritas en 159 géneros y 40 familias que representan el 8.7% de los reptiles del mundo. Los cinco estados en México con un mayor número de especies son: Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero y Puebla, en ese orden (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014).

Puebla se encuentra ubicado en la zona centro-este del país, y se distingue por presentar una accidentada topografía debido a que en el estado se encuentran cuatro regiones fisiográficas: La Sierra Madre Oriental que penetra por el noreste y llega hasta las inmediaciones de Teziutlán; la Llanura Costera del Golfo en los extremos norte y noreste; el Eje Neovolcánico en el centro de oeste a este, y la Sierra Madre del Sur en la porción sur (INEGI, 1987). La parte correspondiente a la Sierra Madre Oriental es llamada Sierra Norte de Puebla o simplemente Sierra Norte. Se caracteriza por su escabrosidad, sus profundas depresiones y numerosos saltos y cascadas (Ruíz, 1987). Esta fisiografía da como resultado la presencia de diferentes tipos de vegetación, que van desde bosques templados como los de pino-encino y el bosque mesófilo de montaña, hasta el bosque



tropical subcaducifolio (Gutiérrez-Mayén, 2000). La variedad de ambientes presentes en la Sierra Norte propicia en la región una gran riqueza herpetofaunística, que recientemente ha empezado a ser registrada.

### **La Sistemática y la Taxonomía**

La Sistemática, frecuentemente llamada “Taxonomía” es la ciencia de la clasificación biológica, comprende el estudio de la diversidad orgánica así como las relaciones jerárquicas entre los taxones y provee las herramientas para el estudio de los aspectos históricos de la evolución. Las actividades esenciales de la sistemática son de tres tipos básicos: 1) reconocimiento de las unidades básicas de la naturaleza, llamadas especies; 2) la clasificación de las especies en un esquema jerárquico y 3) la colocación de información sobre las especies y su clasificación en un contexto más amplio (Schuh, 2000).

Taxonomía y Sistemática son términos que incorporan las actividades de los sistemáticos, pero los significados han variado ampliamente (Schuh, 2000). Para algunos autores hay diferencias entre una disciplina y otra como en el caso de Simpson (1961), que define ambas disciplinas de la siguiente manera: La taxonomía es el estudio teórico de la clasificación, incluyendo sus bases, principios, procedimientos y reglas; y la Sistemática es el estudio científico de la diversidad de organismos y de cualquier relación entre ellos.

Esto implica que la sistemática es más amplia que la taxonomía y la incluye (Simpson, 1961). Ya que sistemática a menudo se utiliza como el término más inclusivo, la taxonomía y la clasificación están incluidas dentro de ella (Schuh, 2000).

Como se mencionó anteriormente, una de las principales tareas dentro del campo de la sistemática es el descubrimiento y descripción de especies, las cuales son las unidades fundamentales tanto en esta disciplina como en los estudios ecológicos y evolutivos (Wiens y Servedio, 2000). Al describir nuevas especies se enriquece el acervo de conocimiento de la biodiversidad. Esto se



vuelve una labor ética, ya que somos los únicos seres en la Tierra capaces de hacerlo y quizás estas sean las últimas generaciones que pueden hacerlo de manera relativamente completa debido a la crisis ambiental (Wiens y Servedio, 2000).

El reconocimiento de especies forma parte de las tareas fundamentales del sistemata e incluyen la práctica de describir, nombrar y ordenar grupos de organismos (Wiley y Lieberman, 2011). Si consideramos que la Sistemática debe ser un conjunto de hipótesis sobre las relaciones entre los seres vivos, entonces esta debe ser lógicamente consistente con la historia evolutiva de los mismos (Frost y Hillis, 1990). En consecuencia, resulta necesario que las decisiones taxonómicas que se tomen se realicen bajo un concepto de especie que sea acorde a la historia evolutiva de los grupos (García-Vázquez, 2012).

El debate sobre el concepto de especie aún sigue (Wheeler y Meier, 2000). A pesar de que se han propuesto varios conceptos, todavía no se ha llegado a un consenso sobre la existencia de un concepto universal. Mayden (1997) enlistó 24 conceptos de especie diferentes y de Queiroz (2007) propone la unificación de los diferentes conceptos. De Queiroz (2007) menciona que varios conceptos de especie adoptan un criterio o propiedad diferente de las especies como una definición; esta es la razón por la que los diferentes conceptos de especie, a pesar de compartir un elemento común, pueden dar lugar a diferentes conclusiones acerca de cuáles linajes merecen ser reconocidos como especie. Así, las diferencias entre distintos conceptos radican en las propiedades secundarias que cada concepto enfatiza y que las especies pueden o no presentar. Es por ello que este autor pretende unificar todos los conceptos de especie, rescatando la idea básica en que concuerdan todos ellos: “la única propiedad inherente a una especie es que es un linaje de metapoblaciones que evolucionan independientemente”.

En este estudio se trabajará con base en el concepto unificado de especie propuesto por De Queiroz (2007) y se toman en cuenta algunos criterios o líneas de evidencia para reconocer la independencia evolutiva del taxón en estudio.





## El género *Xenosaurus*

El género *Xenosaurus* es un grupo de lagartijas vivíparas endémico de México y Guatemala. Sus poblaciones se distribuyen desde el sur del estado de Tamaulipas en México hacia el sur y el este hasta la Alta Verapaz en Guatemala por la vertiente del Golfo de México, y desde Guerrero hasta Oaxaca en México por la vertiente del Pacífico (King and Thompson, 1968; Smith e Iverson, 1993; Pérez-Ramos *et al.*, 2000; Nieto-Montes de Oca *et al.*, 2001; Canseco-Márquez, 2005; Zamora-Abrego, 2009).

Las especies de *Xenosaurus* son de tamaño mediano (Longitud Hocico-Cloaca [LHC] máxima de 130 mm), cabeza relativamente aplanada y triangular, cuerpo aplanado, y cola más corta a ligeramente más larga que la LHC, no autotómica. Poseen extremidades bien desarrolladas. Las escamas de la cabeza generalmente son medianas a moderadamente grandes, yuxtapuestas, tuberculares, generalmente cónicas en la región temporal; la mayoría (excepto en *X. platyceps* y *X. mendozai*) presenta una hilera de escamas supraoculares agrandadas y aplanadas. Presentan escamas dorsales heteromórficas, no imbricadas, cónicas o en forma de tubérculos agrandados, separadas por escamas granulares pequeñas y yuxtapuestas. Las escamas ventrales son aplanadas, cuadrangulares y arregladas en hileras transversales. Las escamas preanales son agrandadas y están separadas de las ventrales por escamas pequeñas. El color del dorso es pardo o negro, con o sin bandas transversales más claras o manchas oscuras irregulares. Presentan una banda nugal oscura en forma de letra V, W, o transversalmente recta, delimitada por una banda postocular clara que se extiende posteriormente sobre cada lado del cuello y después de un lado a otro del mismo. La coloración de la cola consiste en anillos claros y oscuros que pueden o no estar completos ventralmente (Ballinger *et al.*, 2000a; Pough *et al.*, 2001; Zug *et al.*, 2001).



Las distribución de las especies del género *Xenosaurus* está asociada con cadenas montañosas en altitudes que van de 300 hasta 2600 metros sobre el nivel del mar (msnm) en diversos ambientes como selvas altas y medianas, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical perennifolio, huizachales, matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña, chaparral, bosque de encino, bosque de pino-encino y bosque de pino (Pérez-Ramos *et al.*, 2000; Nieto-Montes de Oca *et al.*, 2001; Canseco-Márquez, 2005; Canseco-Márquez y Nolasco-Vélez, 2008).

Las especies de *Xenosaurus* ocupan una variedad de microhábitats, que incluyen grietas y hoyos en rocas calizas, grietas o espacios debajo de rocas volcánicas, cárcavas de roca caliza y troncos huecos, entre otros (King y Thompson, 1968; Ballinger *et al.*, 2000a). Una de las características más notables de las especies que conforman a este género es un cuerpo aplanado dorso-ventralmente (King y Thompson, 1968), característica que se presume adaptativa, y que sugiere una alta especialización en el uso del microhábitat, ya que la mayoría de las especies conocidas tienden a ser habitantes estrictos de grietas (Lemos-Espinal *et al.*, 2003; Zamora-Abrego *et al.*, 2007; Zamora-Abrego, 2009). Sin embargo, Lynch y Smith (1965) registraron para *X. arboreus* el uso de huecos que se forman en los árboles; Zamora-Abrego *et al.* (2007) reportaron un segundo caso del uso de microhábitat arbóreo y el primero del uso de oquedades en el suelo para *X. tzacualtipantecus* en el sureste de Hidalgo.

### **Historia taxonómica del género *Xenosaurus* Peters**

Hasta principios de la década de los 1980s, la familia Xenosauridae estaba representada por dos géneros vivientes, *Xenosaurus* y *Shinisaurus*; éste último género habitante endémico de una pequeña área en el sur de China. Sin embargo, Quixiong *et al.* (1984) mencionaron que las relaciones entre *Xenosaurus* y *Shinisaurus* eran discutibles. Estos autores realizaron un estudio osteológico y encontraron que *Shinisaurus* posee características más primitivas que *Xenosaurus*, por lo que sugirieron que debería ser ubicado en una familia aparte denominada Shinisauridae. Fueron Macey *et al.* (1999) y Townsend *et al.* (2004)



quienes comprobaron con base en estudios moleculares que la familia Xenosauridae no es monofilética, por lo que ubicaron al género *Shinisaurus* en su propia familia; asimismo, la familia Xenosauridae está representada actualmente por un género viviente: *Xenosaurus*.

Gray (1856) describió el género *Cubina* a partir de una sola especie, *Cubina grandis*, de Córdoba, Veracruz. La transferencia de esta especie al género *Xenosaurus* es un tanto controversial y confusa. En su catálogo de las lagartijas del British Museum, Gray (1845) creó el género *Cubina* para un grupo de especies de geckos previamente ubicados en el género *Gymnophthalmus*, pero éste no fue reconocido y se regresó a la sinonimia de *Gymnodactylus*. Gray (1856) aparentemente olvidó que ya había propuesto el nombre *Cubina* en 1845 para los geckos y lo propuso nuevamente para la especie *Cubina grandis* (ver Canseco-Márquez, 2005). Posteriormente, Peters (1861) describió *Xenosaurus fasciatus* a partir de ejemplares de Huatusco, Veracruz. Cinco años más tarde, Cope (1866) sinonimizó a *X. fasciatus* con *C. grandis* pero transfirió a ésta última al género *Xenosaurus*, produciendo la nueva combinación *Xenosaurus grandis*.

Stuart (1941) describió a *X. rackhami* de la región de Alta Verapaz, Guatemala; ocho años después Taylor (1949), con base en ejemplares recolectados en San Luis Potosí, describió a *X. newmanorum* de la región de Xilitla.

Werler y Shanon (1961) reconocieron una nueva subespecie de *Xenosaurus rackhami* (*X. r. sanmartinensis*) del Volcán de San Martín en los Tuxtlas, Veracruz. Sin embargo, dichos autores mencionaron que con base en varias similitudes, las formas de *X. rackhami* podrían ser subespecies de *X. grandis*.

Posteriormente, Lynch y Smith (1965) describieron una nueva especie, *X. arboreus*, y consideraron, con base en dos ejemplares de *X. r. rackhami* y 32 de *X. grandis* y las descripciones de *X. r. sanmartinensis* y *X. newmanorum*, que estos cuatro taxones eran conespecíficos. Ya que *X. grandis* era el más antiguo de los



cuatro, dichos taxones pasaron a ser subespecies de *X. grandis*. De esta manera, estos autores reconocieron dos especies dentro del género: *X. arboreus* y *X. grandis*, esta última con cuatro subespecies: *X. g. grandis*, *X. g. newmanorum*, *X. g. rackhami* y *X. g. sanmartinensis*.

La mayor parte de estas formas (i. e., especies y subespecies) fueron descritas en trabajos breves y aislados. En estos trabajos, no se realizaron comparaciones detalladas con formas previamente descritas, debido principalmente al pequeño número de ejemplares en museos y colecciones disponibles en el momento (King y Thompson, 1968). Como consecuencia de lo anterior, la variación morfológica intraespecífica y las relaciones entre las especies del género permanecieron pobremente entendidas, hasta que se acumularon ejemplares suficientes en las colecciones científicas que permitieron la elaboración de una revisión taxonómica del género por King y Thompson (1968).

En dicha revisión, King y Thompson (1968) reconocieron dos formas más de *Xenosaurus*: *X. platyceps* de Tamaulipas (de la región entre Ciudad Victoria y Jaumave) y *X. grandis agrenon*, de la Sierra Madre del Sur en Oaxaca. Además, consideraron a *X. arboreus* como una subespecie más de *X. grandis*. De esta forma, reconocieron tres especies en el género: *X. newmanorum*, *X. platyceps*, y *X. grandis*; ésta última con cinco subespecies: *X. g. agrenon*, *X. g. arboreus*, *X. g. grandis*, *X. g. rackhami* y *X. g. sanmartinensis*. Además reportan algunas poblaciones de *status* taxonómico incierto en Oaxaca: El Tejocote, asignada a *X. g. agrenon*, Campamento Vista Hermosa (Sierra de Juárez) y San Lucas Camotlán (Sierra Mixe) consideradas como intergrados de *X. g. grandis* y *X. g. rackhami*.

Más tarde, Smith e Iverson (1993) describieron una nueva especie, *X. rectocollaris*, de la región de Chapulco en el sureste de Puebla. En este trabajo, siguieron a King y Thompson (1968) y consideraron que las poblaciones de *Xenosaurus* en las Sierras de Juárez y Sierra Mixe en Oaxaca representan intergrados entre *X. grandis* y *X. rackhami*. También sugirieron que otra población



de *Xenosaurus* en Acaltepec, Oaxaca, representaba una nueva especie, pero no la describieron formalmente.

Nieto-Montes de Oca (1999), en un reporte final no publicado, realizó un análisis de caracteres morfológicos y moleculares, y encontró caracteres únicos para cada una de las formas reconocidas en el género *Xenosaurus*. De esta forma, concluyó que todos los taxones reconocidos a nivel de especie son válidos. Además, confirmó que todas las formas propuestas como subespecies de *X. grandis* están diferenciadas morfológicamente, y que sus distribuciones geográficas son alopátricas. Por ello, deben reconocerse a nivel de especie, y no de subespecie.

Pérez-Ramos *et al.* (2000) reconocieron una nueva forma, *X. penai*, para la Sierra de Malinaltepec en el sureste de Guerrero y parte central de la Sierra Madre del Sur; y Nieto-Montes de Oca *et al.* (2001), describieron formalmente como *X. phalaroanthereon* a la población de San Juan Acaltepec, en el sureste de Oaxaca.

Canseco-Márquez (2005) realizó un análisis filogenético del género *Xenosaurus* basado en morfología externa, y encontró evidencia que sugiere que la especie politípica *X. grandis* no es monofilética, y que varias de sus subespecies se encuentran más relacionadas con otras especies del género que entre sí; asimismo, consideró que las diferencias entre estas subespecies son obvias y suficientemente grandes y constantes como para reconocerlas como especies. En este trabajo el autor considera a *Xenosaurus grandis sanmartinensis* como subespecie de *X. rackhami* ya que no encuentra evidencia suficiente para considerarla como especie. También se mencionan poblaciones de *Xenosaurus* en las tierras altas del Valle de Cuicatlán en el norte de Oaxaca (Durán-Fuentes, 2005).

Durán-Fuentes (2005) reporta poblaciones de *Xenosaurus* de Huehuetla y Xochitlán en la Sierra Norte de Puebla; y Zoquitlán, en la Sierra Negra en el sureste de Puebla. Además, encuentra que las poblaciones de la Sierra Norte se



diferencian morfológicamente de todas las especies descritas de *Xenosaurus* y considera que representan una nueva especie, pero no la describe formalmente.

Recientemente, Zamora-Abrego (2009), con base en secuencias de DNA mitocondrial, sugirió que tres de las subespecies de *Xenosaurus grandis* (*X. g. agrenon*, *X. g. arboreus* y *X. g. grandis*) son diferentes entre sí y con respecto a las demás especies, por lo que deben considerarse como especies. Además, mencionó que las poblaciones de *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla (Huehuetla y Xochitlán) y La Mojonera en la Sierra Madre Oriental no corresponden a ninguna de las especies descritas en el género y sugiere que estas especies podrían ser una sola; sin embargo, los haplotipos de las dos especies formaron clados mutuamente exclusivos y, aunque cercanas, se encuentran aisladas geográficamente una de la otra, y son claramente diferentes en sus patrones de escamación y coloración (Durán-Fuentes, 2005).

Woolrich-Piña y Smith (2012) describieron *X. tzacualtipantecus* a partir de ejemplares colectados en la localidad de La Mojonera en Zacualtipán, Hidalgo, y La Selva Huayacocotla, Veracruz, ambas localidades ubicadas en la Sierra Madre Oriental. Estas poblaciones fueron previamente reportadas como *X. g. grandis* y *X. newmanorum*, respectivamente (Camarillo-Rangel, 1990 y Camarillo-Rangel, 1998).

Nieto-Montes de Oca *et al.* (2013) describieron una nueva especie, *X. mendozai*, para la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro, y mencionan que esta especie es más similar a *X. platyceps* de Tamaulipas pero no es su taxón hermano.

Al ser éste el último trabajo que se ha publicado acerca del género, es importante rescatar la taxonomía que siguieron estos autores para realizarlo, la cual se basó en varios trabajos: el de Nieto-Montes de Oca (1999), quien eleva a todas las subespecies de *Xenosaurus grandis* al nivel de especie; el de Canseco-Márquez (2005), quien eleva *X. g. agrenon*, *X. g. arboreus*, *X. g. grandis* y *X. g.*



*rackhami* a nivel de especie, y considera a *X. g. sanmartinensis* como sinónimo junior de *X. rackhami*; el de Zamora-Abrego (2009), quien, con base en evidencia molecular, apoya los cambios propuestos por Canseco-Márquez (2005) excepto para *X. g. sanmartinensis* y *X. g. rackhami* ya que no encuentra evidencia suficiente; y por último el trabajo filogenético realizado con fósiles del género *Xenosaurus* por Buhllar (2011), quien sigue los cambios propuestos por Canseco-Márquez (2005) para las especies consideradas en su trabajo. Cabe señalar que Woolrich-Piña y Smith (2012) reconocen a *X. agrenon* y *X. rackhami* como especies distintas pero tratan a *X. grandis* como una especie politípica con tres subespecies (*X. g. arboreus*, *X. g. grandis* y *X. g. sanmartinensis*) sin ninguna justificación. Por todo lo anterior, Nieto-Montes de Oca *et al.* (2013) consideraron convincente la evidencia que hay para tratar a los siguientes taxones al nivel de especie y no de subespecie: *X. agrenon*, *X. arboreus*, *X. grandis* y *X. rackhami*, mientras que a *X. sanmartinensis* la trataron provisionalmente como subespecie de *X. rackhami*. Para este trabajo se utiliza esta taxonomía, de manera que se considera que el género *Xenosaurus* actualmente contiene 11 especies: *X. agrenon*, *X. arboreus*, *X. grandis*, *X. mendozai*, *X. newmanorum*, *X. penai*, *X. phalaroanthereon*, *X. platyceps*, *X. rectocollaris*, *X. tzacualtipantecus* y *X. rackhami*; ésta última provisionalmente con dos subespecies *X. r. rackhami* y *X. r. sanmartinensis*.

En este estudio se trabajó con las poblaciones de la Sierra Norte de Puebla. Durán-Fuentes (2005) registró poblaciones en Huehuetla y Xochitlán, y encuentra evidencia morfológica que indica que estas poblaciones tienen caracteres únicos que los diferencian de las demás especies descritas en el género y sugirió que representan una nueva especie pero no la describe formalmente, por lo que es necesario realizar comparaciones con las demás especies ya descritas para corroborar su *status* como una nueva especie, y en su caso describirla formalmente.



Las poblaciones bajo estudio se distribuyen en la Sierra Norte de Puebla (parte de la Sierra Madre Oriental), en los municipios de Huehuetla y Zacapoaxtla. Los ejemplares depositados en la colección herpetológica del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (MZFC) fueron recolectados en grietas en las rocas, en un afloramiento que se encuentra entre cafetales y bosque mesófilo de montaña, en la comunidad de Chilcoyo del Carmen, municipio de Huehuetla, Puebla a 1000 msnm (Durán-Fuentes, 2005); y en Xocoyolo, en el municipio de Zacapoaxtla.

### **Distribución geográfica del género *Xenosaurus***

Las especies y subespecies del género son alopátricas entre sí y están en su mayoría restringidas a las regiones montañosas de México y Guatemala.

De norte a sur, aproximadamente, estas especies y subespecies se distribuyen como sigue (Fig. 1): *Xenosaurus platyceps* es endémica de la Sierra Madre Oriental y sus poblaciones se distribuyen en varias localidades en el suroeste de Tamaulipas (King y Thompson 1968, Lemos-Espinal *et al.* 1997, Rojas-González *et al.* 2008); *X. newmanorum* también es endémica de la Sierra Madre Oriental y su distribución se restringe a la región de la Huasteca en el extremo sureste de San Luis Potosí y áreas cercanas en Hidalgo (King y Thompson 1968, Lemos-Espinal *et al.* 1997); *X. mendozai* se distribuye en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda en el noreste de Querétaro en los límites con la porción norte de Hidalgo y en la localidad de el Pinalito, municipio de Jacala, en el estado de Hidalgo (Dixon y Lemos-Espinal, 2010; Nieto-Montes de Oca *et al.*, 2013; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014); *X. tzacualtipantecus* se distribuye en la Sierra Madre Oriental y se conocen dos poblaciones: una en La Mojonera, cerca de Zacualtipán, Hidalgo, y otra en La Selva Huayacocotla, Veracruz (Woolrich-Piña y Smith, 2012).

Las especies antes mencionadas se encuentran al norte del Eje Neovolcánico; las que se encuentran al sur de dicha barrera geográfica son las





siguientes: *Xenosaurus rectocollaris*, que se distribuye en varias localidades en el valle de Tehuacán-Zapotitlán en Puebla y en una localidad en La Unión Tepelmeme, Oaxaca (Smith e Iverson 1993, Canseco-Márquez *et al.* 2002; Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010); *X. grandis*, que se distribuye desde el centro de Veracruz hacia el sur en los estados de Puebla (en la porción sureste) y norte de Oaxaca (King y Thompson 1968, Ballinger *et al.* 2000; Lemos-Espinal *et al.*, 2012); *X. penai*, que es endémica del estado de Guerrero, y se conoce sólo de la Sierra de Malinaltepec en la porción central de la Sierra Madre del Sur (Pérez-Ramos *et al.* 2000); *X. rackhami rackhami*, que se distribuye desde la región de Los Chimalapas en el este de Oaxaca hasta la Sierra de los Cuchumatanes y las montañas de Alta Verapaz en Guatemala (King y Thompson 1968, Álvarez del Toro 1982, Ballinger *et al.* 2000, Canseco-Márquez 2005); *X. rackhami sanmartinensis*, que es endémica de la Sierra de Los Tuxtlas en el sureste de Veracruz (King y Thompson 1968); *X. phalaroanthereon*, que es endémica del estado de Oaxaca, y se distribuye en la región de San Juan Acaltepec en el municipio de Santa María Ecatepec de la Sierra Madre del Sur, en la región centro-sur del estado (Nieto-Montes de Oca *et al.* 2001); *X. agrenon*, que se distribuye en los valles centrales y varias localidades de la Sierra Madre del Sur en el sur de Oaxaca (King y Thompson 1968, Lemos-Espinal *et al.* 2003), y por último *X. arboreus*, que se conoce únicamente de la cumbre de la Sierra Madre en el extremo oriental de Oaxaca al este del Istmo de Tehuantepec (Lynch y Smith 1965, King y Thompson 1968).



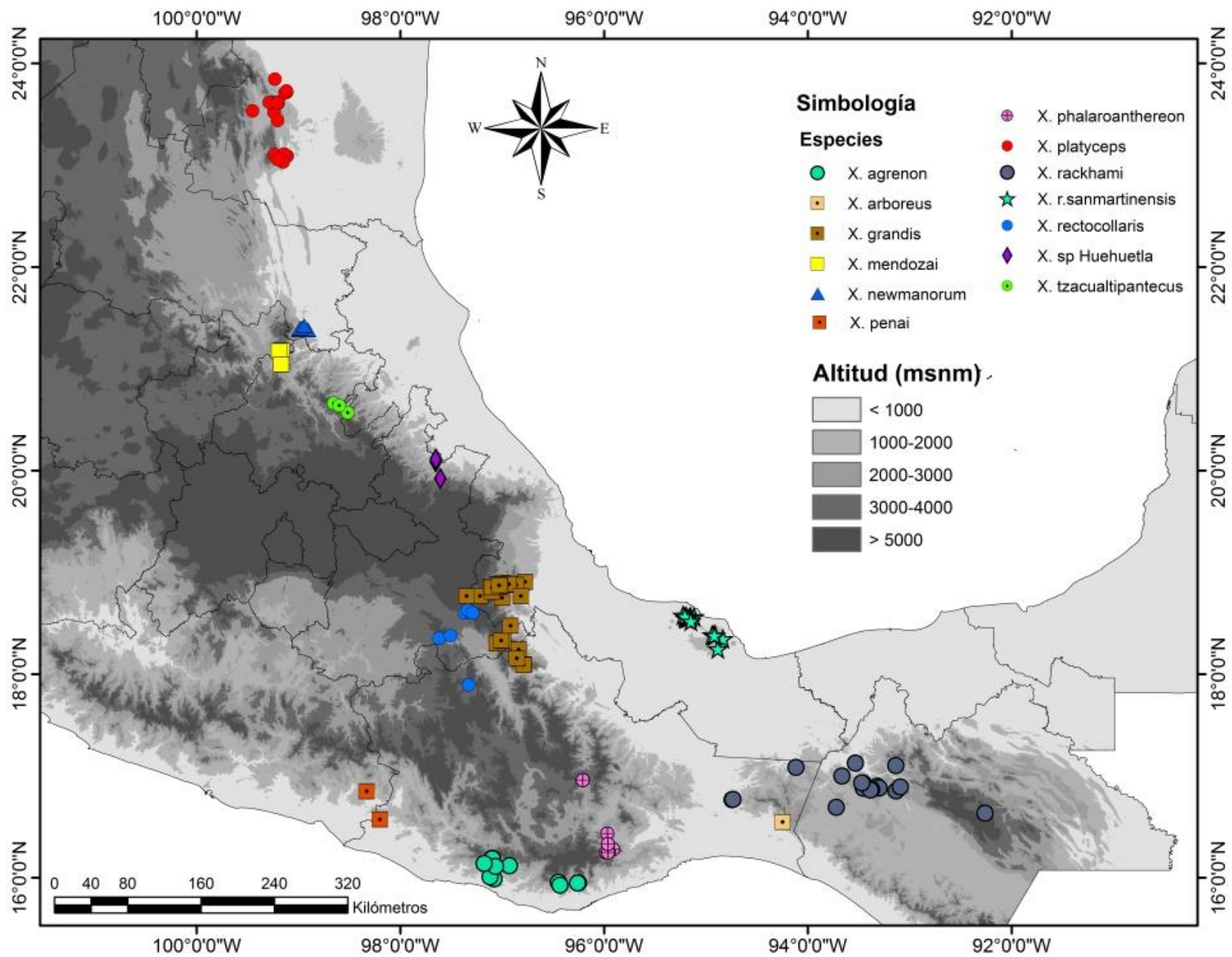


Figura 1. Distribución geográfica actual de las especies del género *Xenosaurus* en México.



## OBJETIVOS

### General

- Evaluar el estado taxonómico de las poblaciones de *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla.

### Particulares

- Comparar la morfología de las poblaciones de *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla con la de todas las especies y subespecies descritas de *Xenosaurus*.
- Asignar las poblaciones de la Sierra Norte de Puebla a alguna especie descrita de *Xenosaurus* o de ser una nueva especie identificar sus caracteres diagnósticos.
- Describir la variación dentro de la población y ampliar la información sobre su distribución.

## HIPÓTESIS

Con base en la información recopilada en la literatura y en su distribución geográfica, la población de Huehuetla representa una especie no descrita de *Xenosaurus*.



## MÉTODOS

### Zona de Estudio

La Sierra Norte de Puebla forma parte de la Sierra Madre Oriental. Se caracteriza por su escabrosidad, profundas depresiones y numerosos saltos y cascadas (Ruiz, 1987). La vegetación dominante es bosque de pino en las elevaciones altas y bosque de encino a menor altitud. La región es muy favorecida por las lluvias que traen los llamados “nortes” y los ciclones provenientes del Golfo de México, lo cual ocasiona una alta humedad constante y por lo tanto la presencia de neblina en la zona montañosa (SEP, 1992). El municipio de Huehuetla, Puebla se ubica en la Sierra Madre Oriental entre los paralelos 20° 02´ y 20° 10´ de latitud norte y los meridianos 97° 35´ y 97° 40´ de longitud oeste; y entre 200 y 1100 msnm. Cuenta con un clima semicálido húmedo con lluvias todo el año y un rango de precipitación de 2 900 – 3 600 mm y temperaturas que van de los 18°C hasta los 34°C (ver Figura 2).

### Examen de ejemplares

Se examinaron caracteres morfológicos, tanto de escutelación como del patrón de coloración, potencialmente informativos. Para la selección de caracteres se consideraron aquellos usados por King y Thompson (1968), Smith e Iverson (1993), Nieto-Montes de Oca *et al.* (2001), Durán-Fuentes (2005), Canseco-Márquez (2005) y Nieto-Montes de Oca *et al.* (2013). Se revisaron ejemplares de todas las especies y subespecies descritas del género, así como todos los ejemplares disponibles de *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla. Los ejemplares revisados fueron obtenidos a partir del trabajo de campo que se ha llevado a cabo en el Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias, UNAM desde hace varios años. La revisión de la escutelación se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico y las mediciones de los caracteres morfométricos se realizaron con ayuda de un calibrador o vernier.



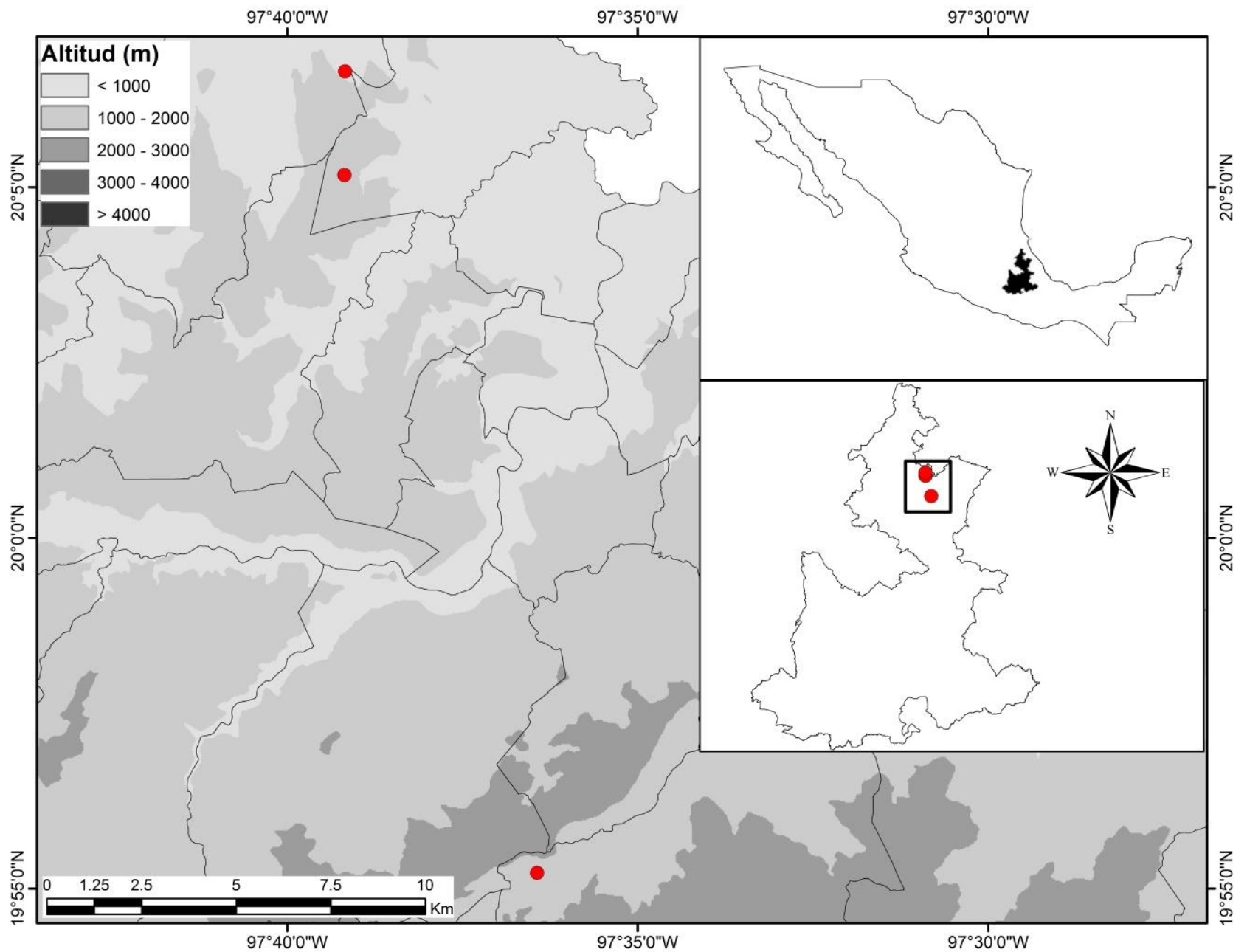


Figura 2. Distribución geográfica de las poblaciones contempladas en este trabajo.



## **Caracteres examinados**

Se realizó una revisión de literatura sobre el género *Xenosaurus* para determinar qué caracteres presentan variación geográfica o interespecífica significativas; asimismo, se realizó una comparación morfológica preliminar entre muestras pequeñas de ejemplares de distintas poblaciones. Dicha revisión de literatura y los resultados de las comparaciones preliminares de morfología externa permitieron encontrar 12 caracteres potencialmente informativos, en los que se pudo observar una mayor variación, estos caracteres se describen brevemente a continuación.

### **Caracteres cualitativos (coloración)**

1.- Franjas postoculares. Se registró si las franjas postoculares se encuentran medialmente, formando el margen anterior del collar nual, o se extienden posteriormente a lo largo del cuello.

Se registraron tres estados de carácter:

- a) Franjas postoculares que se curvan hacia la línea media por detrás de la cabeza y se encuentran formando una banda trasnversal clara que forma el borde anterior de un collar nual (collar nual presente).
- b) franjas postoculares paralelas que se extienden posteriormente desde la parte posterior de la órbita sobre los dos primeros tercios del cuello (ausencia de collar nual).
- c) franjas postoculares paralelas que se extienden posteriormente a lo largo de todo el cuello (ausencia de collar nual).



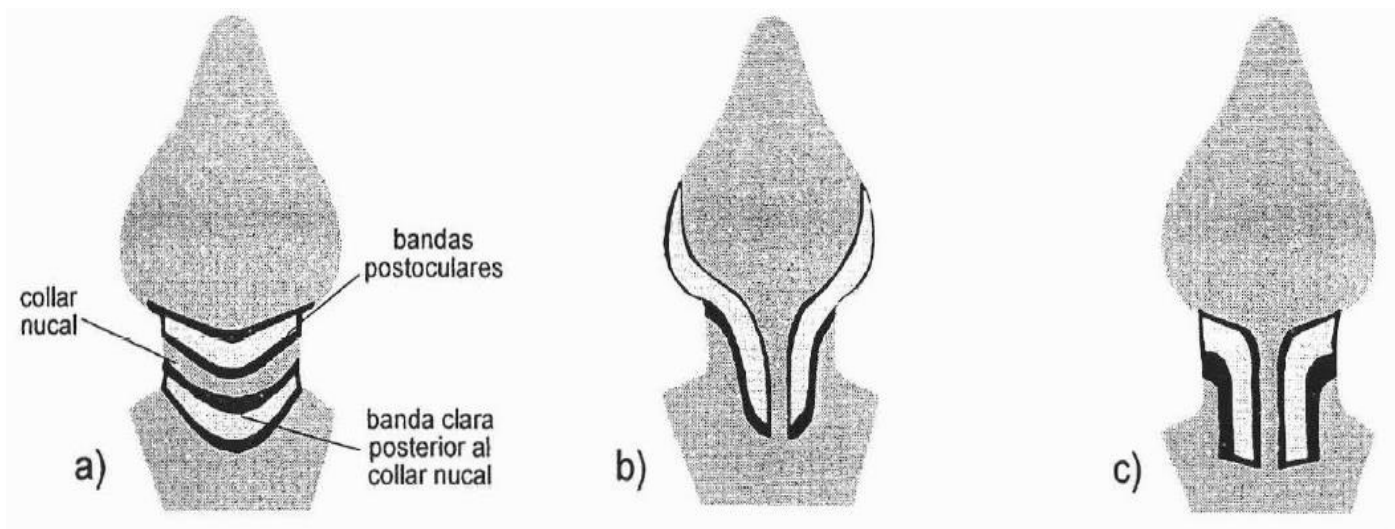


Figura 3. Variación en las franjas postoculares, también se observa la presencia de una banda clara posterior al collar nuchal en a), mientras que en b) y c) ésta se encuentra ausente. Tomada de Durán-Fuentes (2005).

2.- Bandas claras transversales en los muslos. Se registró la presencia o ausencia de una banda clara transversal limitada por bordes oscuros en la región media de cada muslo.

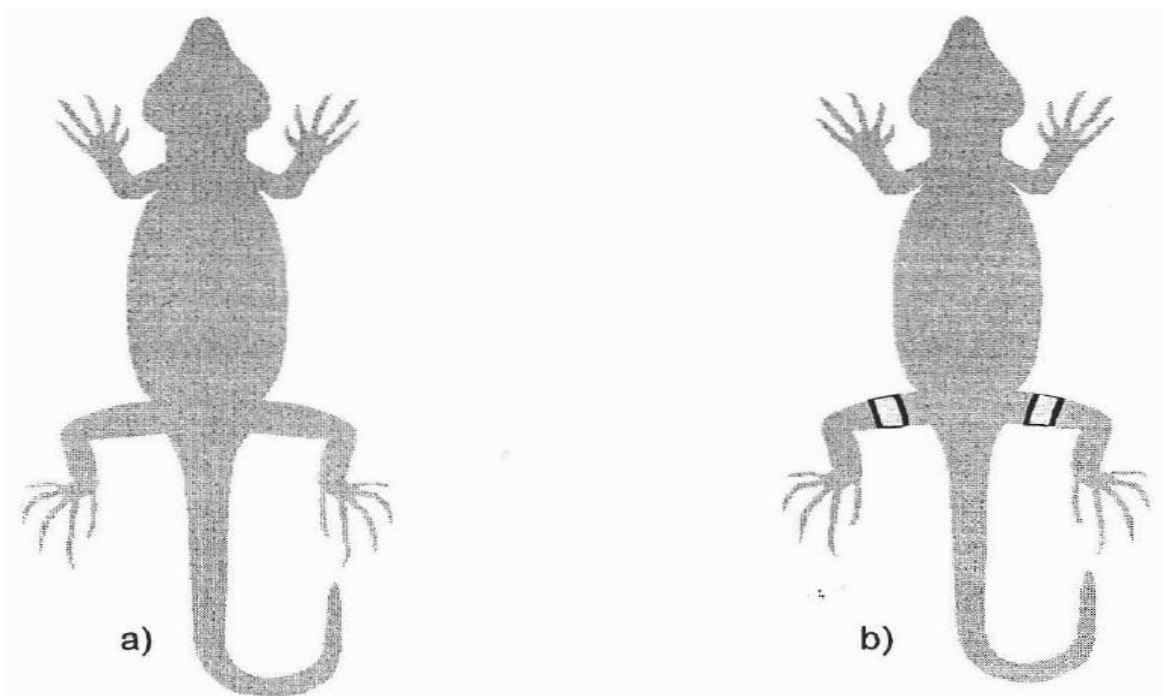


Figura 4. Banda clara transversal en los muslos: a) ausente; b) presente. Tomado de Durán-Fuentes (2005).



3.- Patrón de coloración dorsal. Se registró si el patrón de coloración dorsal estaba formado por a) bandas transversales (claras y oscuras), o b) manchas irregulares y/o vermiculaciones.

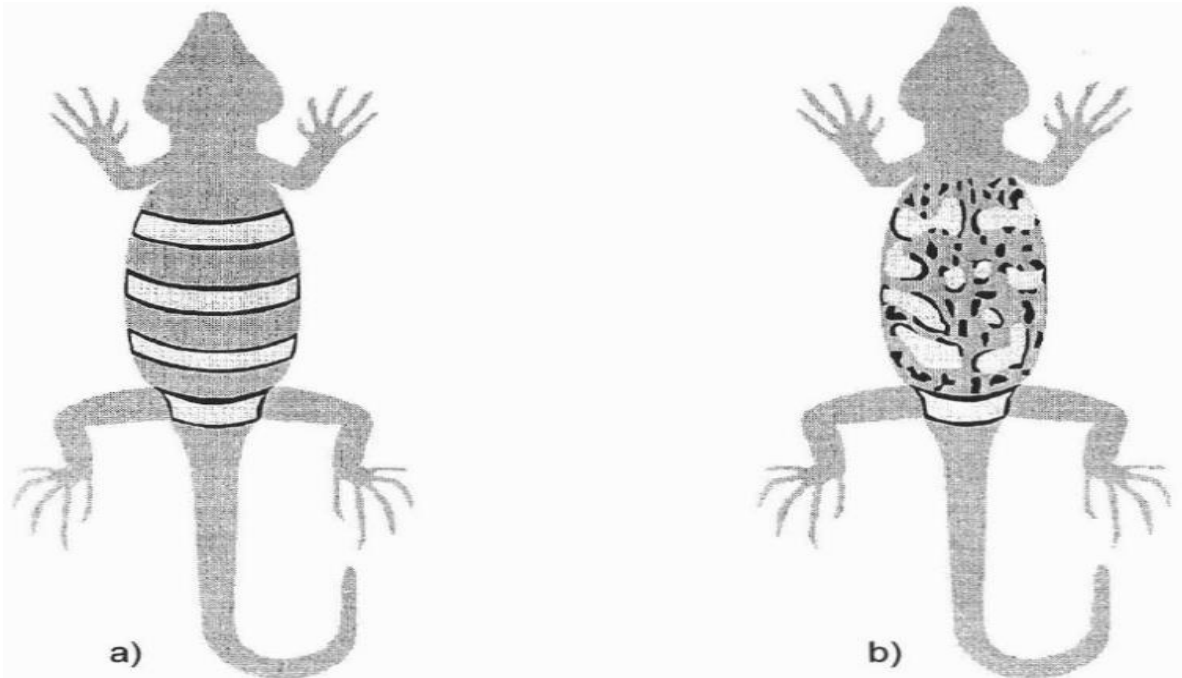


Figura 5. Patrón de coloración dorsal. a) Bandas transversales, b) Manchas y/o vermiculaciones. Tomado de Durán-Fuentes (2005).

### Caracteres cualitativos (escutelación)

4.- Arcos cigomático y postorbital. Se registró si los arcos cigomático y postorbital están en contacto o separados por una hilera de escamas.

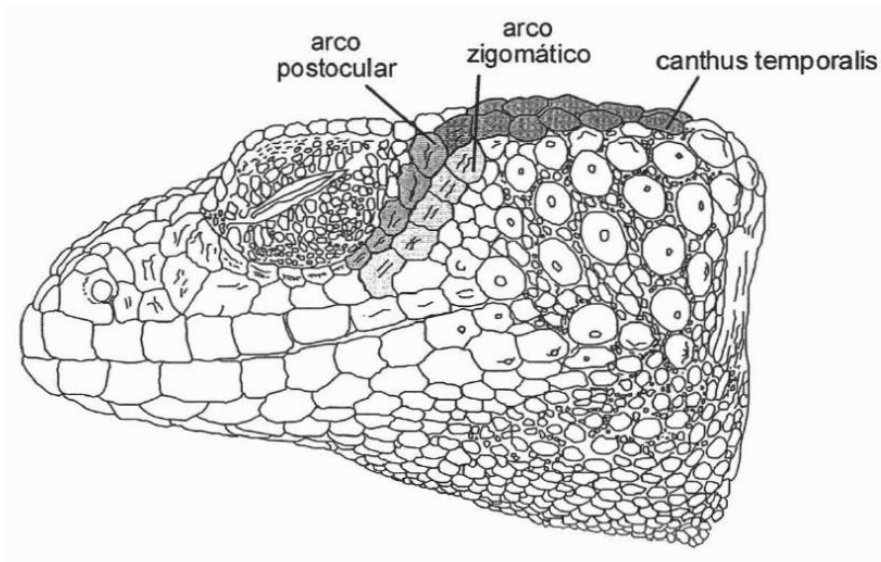


Figura 6. Vista lateral de la cabeza de *Xenosaurus* mostrando algunos caracteres de escamación contemplados en este estudio. Tomado de Durán-Fuentes (2005).



5.- Segundo par de escudos geniales. Se registró si los escudos geniales del segundo par están en contacto o separados.

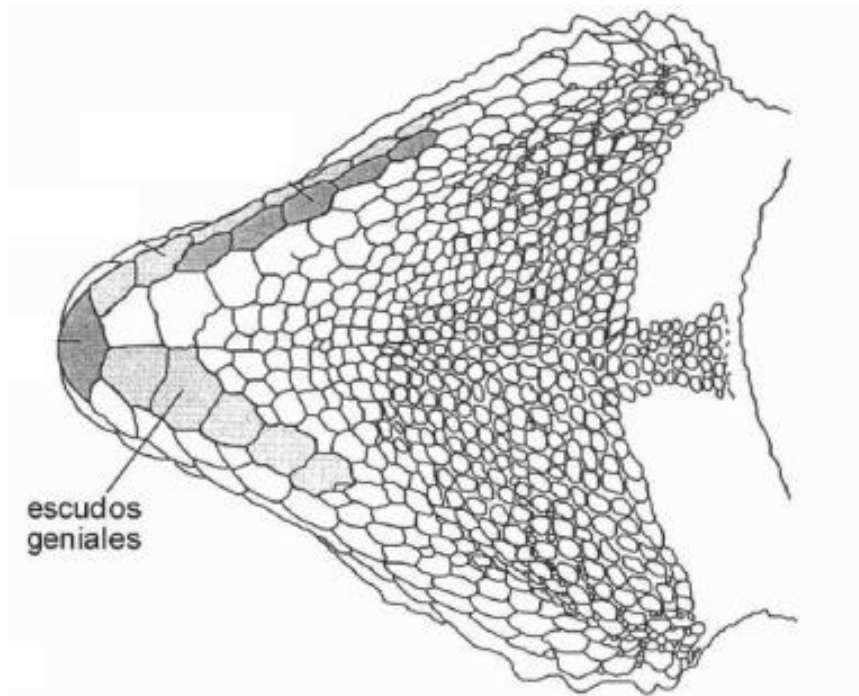


Figura 7. Vista ventral de la cabeza de *Xenosaurus* mostrando los escudos geniales. Modificado de Durán-Fuentes (2005).

6.- *Canthus temporalis*. Se registró si el *canthus temporalis* estaba ausente o bien desarrollado (Figura 6).

### Caracteres merísticos

7.- Laminillas subdigitales. Se contó el número de laminillas subdigitales del cuarto dedo de la extremidad posterior.

8.- Escama postrostral. Se registró la ausencia o presencia de la escama postrostral media.

9.- Número de escamas entre la postrostral media y la nasal.



10.- Número de escamas postrostrales dispuestas a cada lado de la línea media (sólo si la escama medial estaba ausente).

11.- Número de hileras transversales de escamas ventrales. Se registró el número de hileras transversales de escamas ventrales entre los niveles de la axila y la ingle.

### **Morfométricos**

12.- Longitud relativa de la cola. Se midió la longitud hocico-cloaca y la longitud de la cola y se calculó la proporción entre ellas.

## **RESULTADOS**

Se encontró que las poblaciones de *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla se diferencian del resto de las especies de *Xenosaurus* por una combinación de varios caracteres (Cuadro 1, ver abajo), por lo que se justifica su descripción como una especie nueva. De acuerdo con el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica en este trabajo no se da una descripción formal por no satisfacer los criterios por lo que la nueva especie de *Xenosaurus* será tratada como un *nomen nudum*. La descripción formal será publicada posteriormente.



## CARACTERIZACIÓN DE LA NUEVA ESPECIE

De acuerdo con el concepto de especie usado en este trabajo, se puede nombrar y describir a las poblaciones de *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla como una nueva especie:

*Xenosaurus sp. nov.*

(Fig. 8)

Todos los ejemplares revisados provienen de la región de la Sierra Norte de Puebla, México: ocho del municipio de Huehuetla, 1.5–2.0 kms NE de Chilocoyo del Carmen, 20° 05' 10.4" N, 97° 39' 10.9" W (EPR 1375 [holotipo], EPR 1376–77, AMH 231, WSB 814, IDF 20–22) y dos del municipio de Zacapoaxtla, ribera del Río Apulco (ANMO 959, 969).



Figura 8. *Xenosaurus sp. nov.* Foto de Luis Canseco-Márquez



**Diagnosis** (Cuadro 1). *Xenosaurus sp. nov.* se puede distinguir de todas las demás especies del género por una combinación única de caracteres: difiere de todas las otras especies de *Xenosaurus*, con excepción de *X. tzacualtipantecus*, por la ausencia de un collar nucal y la presencia de dos franjas postoculares claras que se extienden desde la parte posterior de la órbita hasta más allá de los dos tercios anteriores del cuello (collar nucal obscuro en forma de “V”, “W” o transversalmente recto, delimitado anteriormente por las extensiones de las bandas postoculares claras en las demás especies), y de *X. tzacualtipantecus* por presentar una banda transversal clara con bordes oscuros en la parte media de los muslos (banda transversal clara en los muslos ausente en *X. tzacualtipantecus*). Adicionalmente, *Xenosaurus sp. nov.* se diferencia de *X. agrenon*, *X. arboreus*, *X. mendozai*, *X. penai*, *X. platyceps*, *X. phalaroanthereon* y *X. rectocollaris*, por poseer usualmente más laminillas subdigitales en el cuarto dedo de la extremidad posterior (28–33,  $x = 29.5$ ;  $\geq 28$ ,  $x \leq 26.0$ , en las otras especies; Cuadro 2); y de *X. agrenon*, *X. arboreus*, *X. grandis*, *X. mendozai*, *X. newmanorum*, *X. penai* y *X. platyceps* por tener usualmente los arcos cigomático y postorbital en contacto (arcos separados por una hilera intermedia de escamas en las demás especies), y de *X. agrenon* y *X. phalaroanthereon* por presentar los escudos geniales del segundo par separados (escudos geniales del segundo par en contacto en las otras especies).



Cuadro 1. Variación en los caracteres seleccionados en el género *Xenosaurus*

Carácter / Taxón	X. agrenon (n=14)	X. arboreus (n=9)	X. grandis (n=14)	X. mendozai (n=26)	X. newmanorum (n=11)	X. penai (n=7)
<b>Franjas suboculares</b>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>Banda clara transversal en el muslo</b>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ocasionalmente	Ausente
<b>Laminillas subdigitales del cuarto dedo de la extremidad posterior</b>	x= 25.5 (23-28)	x= 24.4 (23-26)	x=27.5 (24-29)	x=24.3 (23-26)	x=30.3 (29-32)	X=25.0 (24-27)
<b>Patrón de coloración ventral</b>	Barras oscuras transversales	Gris pálido uniforme	Barras oscuras transversales	Pocas manchas oscuras dispersas en los lados	Inmaculado, o con pocas manchas oscuras en los lados	Manchas oscuras transversales
<b>Arcos cigomatico y postorbital</b>	Separados	Separados	Separados	Separados	Separados	Separados
<b>Escamas entre la postrostral media y la nasal</b>	0-1	1	1	2	2-3	0-1
<b>Escama postrostral medial</b>	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Presente
<b>Segundo par de escudos geniales</b>	En contacto	Separados	Separados	Separados	Separados	Separados
<b>Longitud relativa de la cola</b>	0.78-0.97	0.81-0.88	0.86-1.10	0.82-1.21	0.93-1.03	0.84-1.04
<b>Canthus temporalis</b>	Débil o poco desarrollado	Débil o poco desarrollado	Débil o poco desarrollado	Ausente	Ausente	Bien desarrollado
<b>Número de hileras transversales de escamas ventrales</b>	32-38	34-37	32-38	31-37	33-37	33-37



Cuadro 1. (Continuación) Variación en los caracteres seleccionados en el género *Xenosaurus*.

<b>X. phalaroanthereon (n=16)</b>	<b>X. platyceps (n=13)</b>	<b>X. rectocollaris (n=16)</b>	<b>X. tzacualtipantecus (n=16)</b>	<b>X. rackhami (n=14)</b>	<b>X. rackhami sanmartinensis (n=16)</b>	<b>X.sp (n=10)</b>
Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Presente
Variable	Ausente	Variable	Ausente	Ocasionalmente	Ausente	Presente
x=19.4 (19-22)	x=26.0 (23-28)	x=20.5 (20-22)	x=27.5 (31-34)	x=28.2 (25-31)	x=28.4 (27-30)	x=29.5 (28-33)
Inmaculado o con pocas manchas oscuras a los lados	Inmaculado o con pocas manchas oscuras a los lados	Inmaculado	Barras y manchas oscuras	Barras oscuras transversales	Barras oscuras transversales	Escamas, barras y/o manchas oscuras
En contacto	Separados	En contacto	En contacto	En contacto	En contacto	En contacto
0-1	2-3	0-1	1-2	1	0-1	1
Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Presente	Presente
En contacto	Separados	Separados	Separados	Separados	Separados	Separados
0.73-0.79	0.92-1.13	0.89-1.06	0.89-1.12	0.87-1.09	0.88-1.03	0.89-1.12
Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Bien desarrollado	Ausente	Ausente o débilmente desarrollado
34-38	39-42	25-29	32-35	31-37	33-38	33-37



**Descripción:** A continuación se describe el ejemplar EPR 1375 (Fig. 9) por considerarlo un ejemplar adecuadamente preservado de la nueva especie. Macho adulto de 118.56 milímetros de longitud hocico-cloaca (LHC), cuerpo moderadamente robusto, extremidades largas (longitud = 17.1 mm, 14.4% LHC), cola de 101.3 mm (85.4% LHC), cabeza de tamaño intermedio, triangular en vista dorsal; longitud = 31.18 mm (26.2% LHC), anchura máxima = 23.59 mm (19.86% LHC), altura máxima = 13.55 mm (11.42% LHC); hocico corto (longitud = 11.23 mm, 36.01% longitud de la cabeza).

Las escamas dorsales de la cabeza son moderadamente grandes, yuxtapuestas, convexas o cónicas; la mayoría de las escamas dorsales de algunas regiones de la cabeza como las que se encuentran entre los semicírculos supraorbitales y la mayoría de las escamas del hocico son quilladas, el resto de las escamas son lisas.

La escama rostral es 2.3 veces más larga que ancha, a semejanza de la escama mentonal, 2.1 veces más larga que ancha. Una escama postrostral media y una escama postrostral lateral entre la postrostral media y la escama nasal en cada lado; escama postrostral media aproximadamente tan ancha como larga, con una hendidura corta en cada tercio de su anchura; proceso postrostral ausente. Escamas postrostrales laterales de tamaño moderado, casi del mismo tamaño que la postrostral media, aproximadamente una y media veces tan largas como anchas; una escama entre las escamas postrostrales media y lateral del lado izquierdo. Las escamas restantes de la superficie dorsal del hocico son moderadamente grandes, irregularmente elevadas, no diferenciadas entre sí, sin un patrón distinguible. Seis escamas grandes entre las supranasales al nivel de los nostrilos; nueve escamas grandes de lado a lado del hocico, en frente del extremo anterior de los semicírculos supraorbitales.

Escamas supraoculares generalmente de tamaño intermedio, redondeadas, convexas. Ligeramente separadas unas de otras por hileras individuales de



escamas granulares, dispuestas en 6 hileras longitudinales u oblicuas al nivel de la mitad de la órbita; supraoculares más grandes en una hilera principal oblicua a lo largo del eje medio de la órbita, compuesta por 4/5 supraoculares; 1 hilera lateral adyacente de escamas ligeramente más pequeñas y 2 hileras longitudinales de escamas de menor tamaño entre esta hilera y la hilera de escamas superciliares, paralelas a ésta última hilera (la segunda hilera interrumpida en la parte anterior de la órbita en el lado izquierdo); 1 hilera medial oblicua de escamas adyacente a la hilera principal de escamas agrandadas y 1 hilera oblicua de escamas pequeñas no diferenciadas paralela al semicírculo supraorbital en cada lado. Superciliares 15/13, pequeñas, casi cuadradas, ligeramente más largas que anchas.

Número mínimo de escamas entre los semicírculos supraorbitales y la escama interparietal 3/3, interparietal de tamaño intermedio, redondeada. Escamas del tercio medio del área parietal de tamaño intermedio a pequeñas, irregularmente elevadas, algunas ligeramente puntiagudas, yuxtapuestas o ligeramente separadas; algunas escamas granulares dispersas; escamas de cada tercio lateral del área parietal grandes y menos elevadas que en el tercio medio, redondeadas, yuxtapuestas, aproximadamente del mismo tamaño, sin formar un patrón definido.

Escama nasal moderadamente grande, ligeramente más alta que ancha, rodea completamente el nostrilo, ubicado en su esquina posterodorsal. Supranasales 3/3, de pequeñas a grandes, la escama anterior mucho más grande que las demás en el lado izquierdo; postnasales 2/2, pequeñas, la escama inferior (que está en contacto con las supralabiales) más del doble del tamaño de la escama superior. Escamas en serie preocular-subocular-postocular 12/11, pequeñas, rectangulares, más largas que anchas; preoculares de formas irregulares, suboculares casi cuadradas; postoculares moderadamente alargadas, ligeramente quilladas.





*Canthus rostralis* poco desarrollado, bordeado lateralmente por las escamas preoculares superiores, loreales y postnasal superior. Loreales 12/12, de pequeñas a moderadamente grandes, irregulares, elevadas, quilladas; número de escamas que llegan al canthus rostralis 3/3; número mínimo de escamas entre la hilera supralabial y la región del canthus rostralis 3/4, escamas en contacto con supranasales posteriores y postnasales 3/3; escamas en contacto con la hilera supralabial 3/4. Escamas lorilabiales más grandes que las loreales inferiores, marcadamente más grandes que las suboculares, irregularmente elevadas, quilladas.

Arco cigomático bien desarrollado, compuesto por escamas ligeramente quilladas, redondeadas o hexagonales, elevadas, extendiéndose dorsalmente hasta la región de contacto parietal-temporal; arcos postocular y cigomático en contacto.

*Canthus temporalis* redondeado; escamas parietales y temporales claramente diferenciadas, separadas por una hilera de escamas granulares en la parte posterior del canthus temporalis. Tubérculos temporales posteriores al arco cigomático de tamaño intermedio, cónicos, extendiéndose posteriormente hasta el margen anterior del tímpano. Tímpano ligeramente ovalado verticalmente, cubierto por una membrana gruesa de pequeñas escamas granulares.

Supralabiales 11/10, lisas, rectangulares, más largas que anchas. Infralabiales 9/10, lisas, rectangulares, más largas que anchas, las escamas ventrales al margen posterior de la órbita ligeramente quilladas. Escama mentonal grande, bordeada posteriormente por dos escudos geniales agrandados entre las escamas infralabiales; cada escudo genial seguido posteriormente por cinco escudos geniales más; los tres primeros pares de escudos geniales casi del mismo tamaño; los demás de menor tamaño; las hileras de escudos geniales se extienden hasta poco más allá del nivel anterior de la órbita. Una hilera sublabial extendiéndose anteriormente hasta la mitad de la tercera infralabial en cada lado.



Primer par de escudos geniales en contacto; pares restantes separados por escamas más pequeñas, de 4 a 6 lados; el resto de la región gular cubierta totalmente por escamas pequeñas y redondeadas. Pliegue preular bien desarrollado hasta más allá del borde posterior del tímpano.

Tubérculos en la superficie mediodorsal del tronco de tamaño intermedio, redondeados a ovals, ligeramente convexos, algunos claramente cónicos, arreglados aproximadamente en 28 hileras transversales entre los niveles de la axila y la ingle, separados por hileras de escamas granulares. Tubérculos de la región dorsolateral (costados) claramente cónicos, bien diferenciados del resto de los tubérculos dorsales. Pliegue lateral bien desarrollado.

Escamas entre el pliegue gular y el nivel de la axila de tamaño intermedio, circulares a ovaladas, algunas hexagonales, planas, dispuestas en hileras oblicuas, convirtiéndose gradualmente en escamas rectangulares posteriormente; dispuestas en hileras transversales más allá del nivel de la axila. Escamas en el pecho y el vientre casi cuadradas; algunas ligeramente rectangulares, lisas, más largas que anchas. Aproximadamente 38 hileras transversales de escamas ventrales a lo largo de la línea media entre la axila y la ingle; aproximadamente 21 hileras longitudinales de escamas ventrales al nivel de la mitad del cuerpo. Aproximadamente cuatro hileras de escamas transversales preanales, lisas, grandes (escamas medias en cada hilera de mayor tamaño que las laterales, las dos posteriores más grandes).

Tubérculos en la superficie dorsal de los brazos de tamaño moderado, convexos, claramente cónicos; separados ligeramente unos de otros por una hilera de escamas granulares. Tubérculos en la superficie dorsal del muslo de tamaño moderado, convexos, algunos ligeramente cónicos, separados unos de otros por una hilera de escamas granulares hacia la parte anterior y posterior; por 2 a 3 hileras de escamas granulares en la parte media.



Laminillas subdigitales del cuarto dedo 32/29; longitud del cuarto dedo de la extremidad posterior 17.15 mm. Escamas caudales arregladas en hileras transversales; escamas dorsales de tamaño intermedio, lisas, ovaladas, separadas entre sí por una o dos hileras de escamas granulares en el tercio anterior; convirtiéndose gradualmente en escamas más pequeñas, rectangulares, ligeramente más largas que anchas, separadas unas de otras por una hilera transversal de gránulos en los dos tercios posteriores. Escamas laterales redondeadas, ligeramente convexas hacia la parte dorsal, disminuyendo gradualmente de tamaño posteriormente, convirtiéndose en escamas lisas, cuadrangulares, más largas que anchas.

Escamas ventrales lisas, casi cuadradas, yuxtapuestas, en la base de la cola; rectangulares, más largas que anchas, en el resto de la misma.

**Color** (Figs. 8 y 9). La coloración en estos organismos no cambia mucho del color en vida y solo se cuenta con una fotografía de *Xenosaurus sp.* en vida, por lo que se realizó una comparación entre la fotografía disponible y el ejemplar del museo.

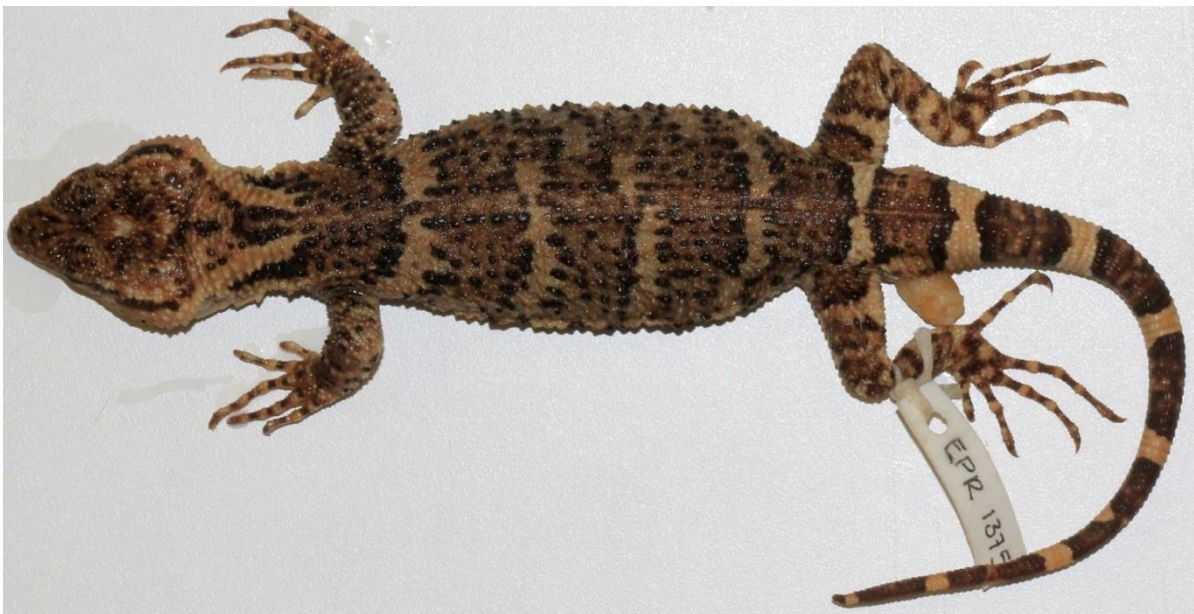


Figura 9. Ejemplar EPR 1375 de *Xenosaurus sp. nov.*



Superficie dorsal de la cabeza de color marrón claro no uniforme: algunas escamas de color marrón oscuro a negro en el hocico y entre los semicírculos supraorbitales, la mayoría de escamas supraoculares color marrón oscuro, y la escama interparietal de color crema rodeada de escamas de color marrón oscuro. Iris de color rojizo; una línea supralabial oscura y tenue; angosta en la parte anterior; más oscura y ancha en la parte posterior, al nivel de la mitad del área temporal; banda temporal negra que se extiende desde la parte posterior de la órbita hasta poco antes del borde anterior del tímpano, pequeñas manchas oscuras en el área temporal. Una franja postocular clara en cada lado que se extiende posteriormente en diagonal desde el nivel del margen posterior de la órbita hacia el cuello y hasta más allá de los primeros dos tercios de su longitud; franjas claras delimitadas a lo largo del cuello por una franja irregular oscura. La superficie ventral de la cabeza (región gular) es de color crema immaculado.

La superficie dorsal presenta un color de fondo marrón claro la mayoría de los tubérculos dorsales son de color negro. Cuatro bandas transversales anchas color marrón claro separadas por cinco franjas angostas de color crema; todas las bandas se extienden de lado a lado del dorso. La primera franja color crema se encuentra en el nivel de la axila y la última justo al nivel de la inserción posterior de las extremidades posteriores. Vientre color crema con ligeras manchas oscuras a los lados; en el área del pecho manchas difusas que se agrupan a cada lado de la línea media entre los niveles de la axila a la ingle, sin un patrón definido.

Extremidades anteriores con un color de fondo marrón, con tubérculos de color crema, marrón oscuro y negro distribuidos irregularmente en su superficie dorsal, presentan un patrón de líneas de tubérculos claros y oscuros de forma alternada.

Extremidades posteriores con un color de fondo marrón y tubérculos de color negro y crema distribuidos irregularmente, sin un patrón definido, excepto



por una banda transversal clara bordeada por dos líneas oscuras a cada lado en la parte media del muslo. Dígitos en extremidades anteriores y posteriores con franjas alternadas de color crema, negro y marrón oscuro.

El patrón de coloración de la cola presenta anillos color crema (6 anillos) y marrón claro (7 anillos) que rodean completamente la circunferencia de la misma de forma alternada, cada uno delimitado por líneas de color negro; también se presenta una mancha oscura en la región preanal.

**Variación.**- Los caracteres bilaterales se registraron en ambos lados. Cuando la condición de un carácter dado no era idéntico en ambos lados, las condiciones en los lados izquierdo y derecho se mencionan, en ese orden, separados por una diagonal (/).

La descripción de la variación se basó en una muestra de 10 ejemplares, de los cuales cinco son machos, cuatro son hembras, y el ejemplar restante es un joven, por lo que no se pudo determinar el sexo; en el examen morfológico que se realizó no se observó variación sexual en los caracteres examinados. Las medidas registradas en la serie tipo se muestran en el Cuadro 2.

Escama rostral parcialmente dividida en tres partes aproximadamente del mismo ancho por dos ranuras estrechas y poco profundas que se extienden desde la parte superior hasta la parte inferior de la escama en 3 ejemplares; ranura estrecha, poco profunda en el lado izquierdo y en el lado derecho de la escama rostral en un ejemplar cada una; escama lisa, casi del mismo tamaño que la escama mentonal, en el resto de los ejemplares.



Cuadro 2. Medidas en la serie tipo de *Xenosaurus sp. nov.* Huehuetla

Especímen/Caracter	LHC	AC	LC	ALTC	LH	LT	LCO	LTO
<b>IDF 020</b>	128.76	25.01	27.52	13.75	11.56	16.6	106.03	234.79
<b>IDF 021</b>	103.73	20.21	25.15	11.41	10.73	14.03	100.27	204
<b>IDF 022</b>	91.72	19.75	25.8	11.14	9.05	13.12	88.32	180.04
<b>AMH 231</b>	83.47	17.8	22.76	10.2	8.5	12.1	64.76	148.23
<b>ANMO 959</b>	105.27	21.69	26.18	11.77	10.75	16.95	100.58	205.85
<b>ANMO 969</b>	109.75	12.73	28.31	13.09	11.45	16.87	100.36	210.11
<b>EPR 1375</b>	118.56	23.59	31.18	13.55	11.23	17.1	101.3	219.86
<b>EPR 1376</b>	113.74	24.07	28.02	13.28	10.74	17.88	109	222.74
<b>EPR 1377</b>	114.17	23.24	27.85	13.03	10.38	17.09	95.44	209.61
<b>MZFC 9579</b>	109.85	23.79	28.59	13.19	11.14	16.05	106.66	216.51
<b>Promedio</b>	107.902	21.188	27.136	12.441	10.553	15.779	97.272	205.174

LHC= Longitud Hocico-Cloaca, AC= Ancho de la Cabeza, LC= Longitud de la Cabeza, ALTC= Altura de la Cabeza, LH= Longitud del Hocico, LT= Longitud de la Tibia, LCO= Longitud de la Cola, LTO= Longitud Total

Cuadro 2 (continuación). Mediciones en la serie tipo de *Xenosaurus sp. nov.* Huehuetla

AC/LC	LC/LHC	ALTC/LC	LH/LC	LT/LHC	LCO/LHC
0.91	0.21	0.50	0.42	0.13	0.82
0.80	0.24	0.45	0.43	0.14	0.97
0.77	0.28	0.43	0.35	0.14	0.96
0.78	0.27	0.45	0.37	0.14	0.78
0.83	0.25	0.45	0.41	0.16	0.96
0.45	0.26	0.46	0.40	0.15	0.91
0.76	0.26	0.43	0.36	0.14	0.85
0.86	0.25	0.47	0.38	0.16	0.96
0.83	0.24	0.47	0.37	0.15	0.84
0.83	0.26	0.46	0.39	0.15	0.97
0.78	0.25	0.46	0.39	0.15	0.90

LHC= Longitud Hocico-Cloaca, AC= Ancho de la Cabeza, LC= Longitud de la Cabeza, ALTC= Altura de la Cabeza, LH= Longitud del Hocico, LT= Longitud de la Tibia, LCO= Longitud de la Cola, LTO= Longitud Total



Número mínimo de escamas postrostrales laterales 1 (2/1, las escamas de lado izquierdo ligeramente encimadas, más pequeñas que la postrostral media en 2 casos; 1/2, las de lado derecho encimadas, más pequeñas que la postrostral media, en 2 casos; 1/1, de menor tamaño que la postrostral media, en el resto de los especímenes, n = 10)

Escamas supraoculares organizadas en 5 hileras en un ejemplar; en 4 hileras en el resto de los ejemplares. Número de escamas en la hilera de escamas supraoculares más grandes 3 - 6 (6/4 en un caso; 4/5 en otro; 4/3 en dos casos, y 4/4 en el resto de los especímenes); más anchas que largas, abruptamente más grandes que el resto de escamas supraoculares. Número de escamas superciliares 9 – 12 (9/10 en un caso; 10/10 en otro; 11/11 en dos casos; 11/12 en otros dos casos; 12/11 en uno y 12/12 en otro); casi cuadradas, lisas a levemente quilladas.

Número mínimo de escamas entre los semicírculos supraorbitales y la escama interparietal 2–4 (n = 10). Escamas supranasales 2–3; número mínimo de escamas que están en contacto con el margen dorsal de la escama nasal 2/2 en un caso; 3/4 en otro, 3/3 en el resto. Número de escamas postnasales 3/2 en un caso, 2/2 en tres casos, 2/3 en otros tres casos y 3/3 en otros dos.

Número de hileras transversales de escamas ventrales entre los niveles de la axila y la ingle 35–38 (X = 37.0); número de escamas ventrales longitudinales a la mitad del cuerpo 18–22 (X = 20.7); número de laminillas subdigitales bajo el cuarto dedo de la extremidad posterior 28–34 (X = 30.4) ver Cuadro 3.



Cuadro 3. Intervalos y promedios de laminillas subdigitales en todas las especies descritas de *Xenosaurus*

Caracter / Taxón	Promedio/Intervalo
<i>X. agrenon</i>	x= 25.5 (23-28)
<i>X. arboreus</i>	x= 24.4 (23-26)
<i>X. grandis</i>	x=27.5 (24-29)
<i>X. mendozai</i>	x=24.3 (23-26)
<i>X. newmanorum</i>	x=30.3 (29-32)
<i>X. penai</i>	x= 25.0 (24-27)
<i>X. phalaroanthereon</i>	x=19.4 (19-22)
<i>X. platyceps</i>	x=26.0 (23-28)
<i>X. rackhami</i>	x=28.2 (25-31)
<i>X. rackhami sanmartinensis</i>	x=28.4 (27-30)
<i>X. rectocollaris</i>	x=20.5 (20-22)
<i>X. sp. Huehuetla</i>	x=29.5 (28-33)
<i>X. tzacualtipantecus</i>	x=27.5 (31-34)

**Color (en preservación).**- El patrón de coloración de la cabeza y cuello en todos los ejemplares de la muestra es igual al del holotipo, excepto que el color dorsal de la cabeza es marrón oscuro a negro con algunas escamas de color crema en tres ejemplares; la región de escamas supraoculares / superciliares es de color crema en un ejemplar; y la franja subocular se encuentra más marcada en algunos ejemplares.

El patrón de coloración del cuerpo, cola y extremidades de todos los ejemplares de la muestra es igual al del holotipo, excepto que un ejemplar presenta cinco bandas transversales en el dorso y otro ejemplar tres; las bandas transversales intermedias están interrumpidas en los lados en dos ejemplares; la segunda banda está interrumpida en un ejemplar; está incompleta en el lado derecho en otro ejemplar, y son completas y delimitadas por bordes oscuros en un tercer ejemplar. El patrón de coloración dorsal es de manchas y vermiculaciones, sin bandas transversales definidas en un ejemplar.





## Distribución y hábitat

*Xenosaurus sp.* se distribuye en los municipios de Huehuetla y Zacapoaxtla en la Sierra Norte de Puebla. Esta sierra forma parte de la Sierra Madre Oriental, limitando al norte con la región del declive del Golfo, al sur con la región de los llanos de San Juan, al este con el estado de Veracruz y al oeste con el estado de Hidalgo (Ruiz, 1987). La Sierra, notable por su escabrosidad, por sus profundas depresiones y por sus numerosos saltos y cascadas, está conformada por dos regiones; una es una franja que se extiende entre los 200 y los 1,500 m de elevación, descendiendo por el declive Austral de la sierra hacia el centro y el declive del Golfo hacia el oriente; la otra región, llamada comúnmente Bocasierra, es una franja estrecha de terreno que se eleva entre los 1,500 y los 2,500 m; es en esta franja donde se ubican las principales ciudades de la región como Chignahuapan, Huauchinango, Tetela de Ocampo, Teziutián, Zacapoaxtla y Cuetzalan (ver Gutiérrez-Mayén, 2006).

El municipio de Huehuetla tiene un clima semicálido húmedo con lluvias todo el año (2400 – 3600 mm) y un intervalo de temperatura media anual de 18 a 24 °C. El clima del municipio de Zacapoaxtla es templado húmedo con abundantes lluvias en verano (700 – 2100 mm) y tiene un intervalo de temperatura media anual de 12 a 20 °C. los dos municipios se encuentran en la cuenca del Río Tecolutla. El bosque mesófilo de montaña forma parte de la vegetación de todos los municipios: el 47 % del total en Zacapoaxtla y 12 % en Huehuetla (INEGI, 2009).

Los organismos capturados en el municipio de Huehuetla se encontraron en grietas en las rocas, en un afloramiento que se encuentra entre cafetales y el bosque mesófilo de montaña en la comunidad de Chilcoyo del Carmen. Los organismos de Zacapoaxtla se encontraron en la ribera del Río Apulco.



*Xenosaurus sp.* sólo se conoce de bosque mesófilo de montaña, el cual ocupa solo el 0.22% de la superficie del estado de Puebla. Este tipo de vegetación tiene una distribución fragmentada y restringida a ciertas condiciones de alta humedad ambiental y mediana altitud. Por esta razón, cubre únicamente el 0.07% del territorio nacional. Desafortunadamente, la extensión de este tipo de vegetación se ha visto reducida a un 10% de su extensión original, sobre todo debido a las plantaciones de café (INEGI, 1985; Flores-Villela y Geréz, 1994).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al examinar los especímenes de *Xenosaurus* de la Sierra Norte de Puebla, se observó que, aunque superficialmente son muy similares a *X. tzacualtipantecus*, existen elementos suficientes para considerarlos como una especie distinta, diagnosticable morfológica y molecularmente.

Las poblaciones de la Sierra Norte de Puebla son morfológicamente más similares a *X. tzacualtipantecus*. Sin embargo, ambas poblaciones se pueden distinguir por la presencia/ausencia de la banda clara transversal en el muslo, respectivamente, el número de laminillas subdigitales en el cuarto dedo de la extremidad posterior y el patrón de coloración dorsal. Además, se encuentran aisladas geográficamente del resto de las especies, aun cuando sus áreas de distribución se encuentren geográficamente cercanas y pertenezcan a la misma provincia morfotectónica; además, estas áreas presentan diferencias respecto a su altitud (2000 msnm en *X. tzacualtipantecus* y 1000 msnm en *X. sp.* Huehuetla) y al tipo de hábitat que poseen (Bosque mesófilo de montaña y bosque de pino en *X. tzacualtipantecus* y bosque mesófilo de montaña en *X. sp.* Huehuetla). Este aislamiento ecológico probablemente promovió un aislamiento reproductivo, lo que satisface otro criterio de especie que permite considerar a estas poblaciones como linajes independientes.



Durán-Fuentes (2005) mencionó que las poblaciones de *Xenosaurus* en Huehuetla y La Mojonera pueden diferenciarse entre sí y del resto de las especies utilizando algunos caracteres morfológicos. En la revisión de morfología que se llevó a cabo en este trabajo, se corroboró que, a pesar de ser muy similares morfológicamente, se trata de dos especies distinguibles por una combinación única de caracteres de escamación y de patrón de coloración.

Si bien en este trabajo no se busca investigar las relaciones filogenéticas entre los taxones bajo estudio, es cierto que conocerlas puede ayudar a aclarar su estado taxonómico. En este sentido, la filogenia basada en caracteres moleculares (secuencias parciales de los genes mitocondriales ND1 y ND4) realizada por Zamora-Abrego (2009) para las especies descritas del género *Xenosaurus*, así como para algunas poblaciones de *status* taxonómico incierto, resulta de utilidad.

En el cladograma de consenso estricto obtenido mediante Máxima Parsimonia (Fig. 10) por este autor, se observa un clado (clado B) que contiene a las especies de Huehuetla y La Mojonera, las cuales se encuentran restringidas al centro-sur de la Sierra Madre Oriental (Región de la Huasteca) en los estados de Puebla e Hidalgo; en cuanto a su contenido el autor menciona que este clado (B) está formado solamente por los haplotipos de la especie no descrita de Huehuetla y Xochitlán en la Sierra Norte de Puebla y La Mojonera en la Sierra Madre Oriental (*Xenosaurus tzacualtipantecus*). La posición de estos haplotipos en el árbol muestra claramente que no corresponden a ninguna de las especies descritas de *Xenosaurus*, con las que están lejanamente emparentados y de las que son considerablemente divergentes (distancias genéticas = 15.6% - 20.2%). La relación de grupos hermanos de los haplotipos de estas dos especies y la pequeña distancia genética entre ellos (4.4%) sugiere que estas especies podrían ser una sola en realidad. Sin embargo, los haplotipos de las dos especies formaron grupos mutuamente exclusivos; además, Durán-Fuentes (2005) menciona que las dos especies, aunque cercanas, se encuentran aisladas geográficamente una de la otra y son claramente diferentes en sus patrones de



escamación y coloración. Aquí se sugiere que se trata de dos especies cuya proximidad geográfica y relativa similitud genética podría deberse a que se separaron recientemente (Zamora-Abrego, 2009).



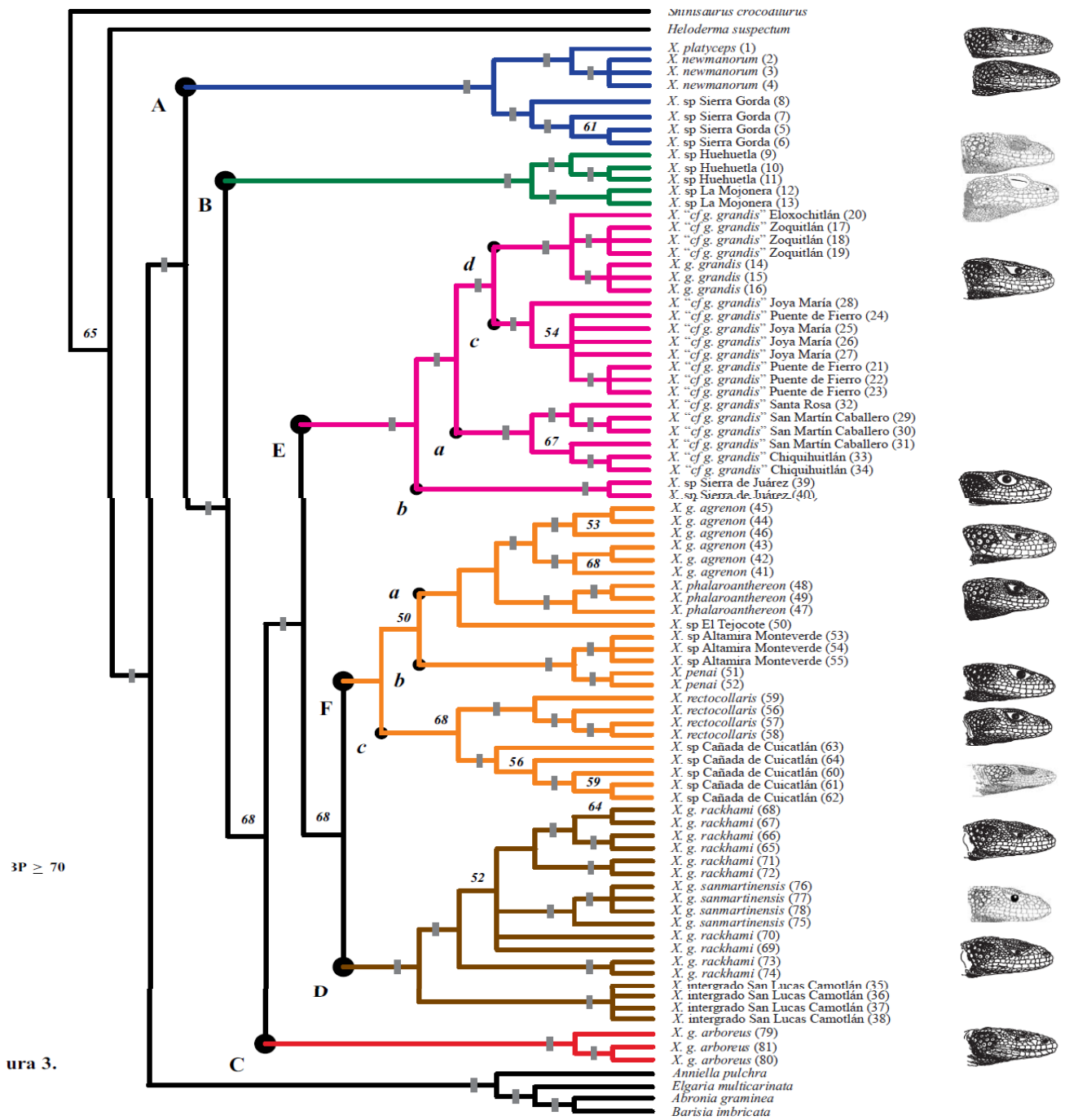


Figura 10. Cladograma de consenso estricto que representa las relaciones filogenéticas del género *Xenosaurus*. Tomado de Zamora-Abrego, (2009).



Un aspecto muy importante en el proceso de diferenciación de las especies es el aislamiento geográfico. El aislamiento geográfico es sinónimo de aislamiento reproductivo; este último es uno de los criterios más utilizados para determinar el momento en que dos linajes han experimentado una divergencia completa y pueden considerarse especies distintas. Las especies del género *Xenosaurus* presentan un patrón de distribución alopátrido, con áreas de distribución restringidas; tal es el caso para las poblaciones de *X. tzacualtipantecus* y *X. sp.* Huehuetla, que presentan este mismo patrón, por lo que se considera que experimentan un aislamiento reproductivo y genético del resto de las especies. El aislamiento reproductivo, para algunos autores, es considerado como un criterio de especie, el cual permite considerar los mencionados taxones como linajes distintos (Durán-Fuentes, 2005). *Xenosaurus tzacualtipantecus* se distribuye en las Sierras de Zacualtipán y Tlanchinol en la parte central de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y en La Selva, Huayacocotla, Veracruz, mientras que *Xenosaurus sp.* (Huehuetla) se distribuye en la parte sur de la Sierra Norte de Puebla, donde esta provincia colinda con el Eje Neovolcánico, y se encuentra aislada de la primera especie principalmente por las zonas de sierra baja, llanura intermontana y valles que se forman entre los estados de Hidalgo, Veracruz y Puebla (Ferrusquía-Villafranca 1998).

Parece probable que estemos observando un caso de especiación alopátrica, en el cual la presencia de una barrera geográfica, la deriva génica y el proceso de adaptación a ambientes locales lleva eventualmente e indirectamente al aislamiento reproductivo como un producto derivado de las diferencias acumuladas por selección natural y deriva génica (Givnish y Sytsma, 1997). Sin embargo, la divergencia genética en este caso no viene acompañada de una gran diferenciación morfológica. Esto podría explicarse por conservadurismo de nicho, el cual promueve que especies muy emparentadas mantengan una morfología similar (Bond et al., 2001).



Si nos encontramos ante un caso de conservadurismo de nicho, esto podría tener repercusiones en la conservación. Si la nueva especie y su especie hermana solo pueden distribuirse en hábitats muy restringidos y particulares (en este caso bosques de montaña húmedos y con una abundante cobertura vegetal), entonces son más vulnerables a la extinción por perturbación del hábitat. Si a esto sumamos que el bosque mesófilo de montaña es muy probablemente el ecosistema más amenazado de México (Challenger, 1998), entonces nos encontramos ante especies que requieren de protección legal inmediata. Aunque se estima que menos del 1% de la superficie nacional está cubierta por bosque mesófilo de montaña, el bosque mesófilo de montaña es el ecosistema que alberga la mayor cantidad de especies de flora y fauna en relación a su área (Challenger, 1998). Los bosques mesófilos de montaña también son reconocidos como sistemas prioritarios para la conservación y restauración debido al papel vital que desempeñan en el mantenimiento de los ciclos hidrológicos y de nutrientes (Hamilton et al., 1995).



## Bibliografía y Literatura citada

- Alvarez del Toro, M. (1982). Los reptiles de Chiapas, México. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Instituto de Historia Natural.
- Auth, D. L., Smith, H. M., Brown, C., Lintz, D. (2000). A description of the Mexican amphibian and reptile collection of the Strecker Museum. *Bulletin of Chicago Herpetological Society*, 35, 65–85.
- Ballinger, R. E., Lemos-Espinal, J. A., Sanoja-Sarabia, S. Caody, N. R. (1995). Ecological observations of the lizard *Xenosaurus grandis* in Cuautlapán, Veracruz, México. *Biotropica*, 27 (1), 128–132.
- Ballinger, Royce E., Smith, G. R., L-E. J. A. (2000). Reptilia:Squamata:Xenosauridae. *Catalogue of Amphibians and Reptiles*, 712:1–3.
- Ballinger, R. E., Lemos-Espinal, J. A., & Smith, G. R. (2010). Reproduction in females of three species of crevice-dwelling lizards (genus *Xenosaurus*) from Mexico. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1076/snfe.35.3.179.8857>
- Bhullar, B.-A. S. (2011). The Power and Utility Of Morphological Characters In Systematics: A Fully Resolved Phylogeny of *Xenosaurus* and Its Fossil Relatives (Squamata: Anguimorpha). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 160(3), 65–181. <http://doi.org/10.3099/0027-4100-160.3.65>
- Bond, J. E., Hedin, M. C., Ramirez, M. G., & Opell, B. D. (2001). Deep molecular divergence in the absence of morphological and ecological change in the Californian coastal dune endemic trapdoor spider *Aptostichus simus*. *Molecular Ecology*, 10(4), 899–910. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11348499>





- Camarillo-Rangel, J. L. (1990). *Xenosaurus grandis* en el estado de Hidalgo, México. Boletín de La Sociedad Herpetológica Mexicana, 2, 34–35.
- Camarillo-Rangel, J. L. (1998). Geographic distribution. *Xenosaurus newmanorum*. Herpetological Review, 29, 52.
- Canseco-Márquez, L. (2005). Filogenia de las lagartijas del género *Xenosaurus* PETERS (Sauria:Xenosauridae), basada en morfología externa. UNAM.
- Canseco-Márquez, L. Mendelson, J. R., Gutiérrez-Mayén, M. G. (2002). A new species *Hyla* (Anura:Hylidae) from the Mixteca Alta, Oaxaca, México. Herpetológica, 58, 260–269.
- Canseco-Márquez, L. Nolasco-Vélez, A. L. (2008). Viviendo entre grietas: *Xenosaurus*. Herpetófilos, 12–13.
- Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayén, M. G. (2010). Anfibios y reptiles del valle de Tehuacán-Cuicatlán. (B. U. A. de Puebla, Ed.) (CONABIO). Puebla, Puebla.
- Challenger, A. (1998). La zona ecológica templada húmeda (el bosque mesófilo de montaña). In CONABIO. Utilización y conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro (pp. 443–518).
- CONABIO. (2015). Biodiversidad Mexicana. Retrieved from [http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran\\_familia/animales/reptiles/reptiles.html](http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/reptiles/reptiles.html)
- CONABIO. (2011). La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.



Cope, E. D. (1867). Fifth contribution to the herpetology of tropical America. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 18, 317–323. Retrieved from <http://www.biodiversitylibrary.org/part/3343#/summary>

Craw, R. (1988). Panbiogeography: Method and Synthesis in Biogeography. In A. A. and P. S. G. Myers (Ed.), Analytical Biogeography: an Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions. (pp. 405–435). Londres, Reino Unido: Chapman and Hall.

De Queiroz, K. (2007). Species concepts and species delimitation. Systematic Biology, 56(6), 879–86. <http://doi.org/10.1080/10635150701701083>

Dixon, J. R. and J. A. L.-E. (2010). Anfibios y reptiles del Estado de Querétaro, México. (CONABIO, Ed.). México.

Donogue, M. J. (1985). A critique of the biological species concept and recommendations for a phylogenetic alternative. Bryologist, 88, 172–181.

Durán-Fuentes, I. (2005). Evaluación del estado taxonómico de las poblaciones de *Xenosaurus* (Squamata:Xenosauridae) de la Sierra Madre Oriental en Hidalgo, Puebla y Veracruz. UNAM.

Ereschefsky, M. (1989). Where is the species? Comments on the phylogenetic species concepts. Biology and Philosophy, 4, 89–96.

Ferrusquía-Villafranca, I. (1998). Geología de México: una sinópsis. In J. Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. and Fa (Ed.), Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución (p. 108). Instituto de Biología, UNAM.

Flores-Villela, O. (1991). Análisis de la distribución de la Herpetofauna de México. UNAM.

Flores-Villela, O.A. and Gerez, P. (1994). Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. (C. UNAM, Ed.) (México).



Flores-Villela, O., & García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 467–475. Retrieved from <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=42529679055>

Frost, D. R. and D. M. H. (1990). Species in concept and practice: Herpetological applications. *Herpetológica*, 46, 87–104.

García-Vázquez, U. (2012). Revisión taxonómica del grupo Oligosoma del género *Scincella* (Squamata:Scincidae). UNAM.

Givnish, T. J. and K. J. S. (2000). *Molecular evolution and adaptative radiation*. Cambridge: Cambridge University Press.

González-Espinoza, J. E. (2002). Ecología térmica de una población de la lagartija *Xenosaurus platyceps* King & Thompson, en un bosque templado del NE del estado de Querétaro, México. UNAM.

Gray, J. E. (1856). Notice of a new species of nocturnal lizard from México. *Annals and Magazine of Natural History* 2: 270-271

Gutiérrez-Mayén, G. (2000). Anfibios y reptiles del municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de Biología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L283. México, D.F.: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Sociedad Herpetológica Mexicana, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. 197-223 pp.

Gutiérrez-Mayén, G. and J. A. S. (2006). Herpetofauna de los municipios de Camocuautla, Zapotitlán de Méndez y Huitzilán de Serdán, de la Sierra Norte de Puebla. In L. y F. M.-Q. Ramírez-Bautista, A., Canseco-Márquez (Ed.), *Inventarios Herpetofaunísticos de México*.

Hamilton, L. S., Juvik, J. O., S. F. N. (1995). *Tropical montane forests, ecological studies*. New York.



- INEGI. Cuetzalan, Estado de Puebla. Cuaderno estadístico Municipal (1985).
- INEGI. Síntesis Geográfica. Nomenclator y Anexo cartográfico del estado de Puebla (1987). México.
- INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Huehuetla, Puebla (2009). México.
- INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Olintla, Puebla (2009). México.
- INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Zacapoaxtla, Puebla (2009). México.
- King, W. & Thompson, G. (1968). A review of the American Lizard of the genus *Xenosaurus* Peters. Bulletin of the Florida State Museum, 12, 93–123.
- Lemos-Espinal, J. A., Smith, G. R., Ballinger, R. E. (1997). Natural History of *Xenosaurus platyceps*, a crevice dwelling lizard from Tamaulipas, México. Herpetological Natural History, 5, 181–186.
- Lemos-Espinal, J. A., Smith, G. R., Woolrich-Piña, G. A. (2012). La Familia Xenosauridae en México. (ECO, Ed.) (Primera). México.
- Lemos-Espinal, J. A., Smith, G. R., & Ballinger, R. E. (2003). Variation in Growth and Demography of a Knob-scaled Lizard (*Xenosaurus newmanorum*: Xenosauridae) from a Seasonal Tropical Environment in México. BIOTROPICA, 35(2), 240. <http://doi.org/10.1646/02090>
- Lynch, J. D., Smith, H. M. (1965). A new species of *Xenosaurus* (Reptilia:Xenosauridae) from the Isthmus of Tehuantepec, México. Transaccions of the Kansas Academy of Science, 68(1), 163–172.



Mayden, R. L. (1997). A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem. In M. R. Claridge, M. F., Dawah, H. A., Wilson (Ed.), *Species: The units of biodiversity* (pp. 381–424). Londres, Reino Unido. Retrieved from <http://www.faculty.biol.ttu.edu/Strauss/Phylogenetics/Readings/Mayden1997.pdf>

Nelson, G., Platnick, N. I. (1981). *Systematics and biogeography: cladistics and vicariance*. (C. U. Press, Ed.). New York.

Nieto Montes de Oca, A. 1999. *Sistemática y biogeografía del género Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H245. México, D.F.

Nieto Montes de Oca, A., García Vázquez, U. O., Zúñiga Vega, J. J. J., & Schmidt Ballardo, W. (2013). A new species of *Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae) from the Sierra Gorda Biosphere Reserve of Querétaro, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(2). <http://doi.org/10.7550/rmb.35733>

Nieto-Montes de Oca, A., Campbell, J. A., Flores-Villela, O. (2001). A new species of *Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae) from the Sierra Madre del Sur of Oaxaca, México. *Herpetologica*, 57(1), 32–47.

Pérez-Ramos, E., L. Saldaña de la Riva and J. A. Campbell. 2000. A new allopatric species of *Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae) from Guerrero, México. *Herpetológica*, 56: 500-506

Peters, W. (1861). Eine neue Gattung von Eidechsen, *Xenosaurus fasciatus*, aus México. *Monatsberichte Der Deutschen Akademie Der Wissenschaften Zu Berlin*, 153–454.

Pough, F. H., Andrews, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitzky, A. H., Wells, K. D. (2001). *Herpetology*. (P. Hall, Ed.) (Segunda Edición). USA.



- Qixiong, H., Yaoming, J., Zhao, E. (1984). Study on the taxonomic status of *Shinisaurus crocodilurus*. *Acta Herpetológica Sinica*, 3(1), 1–7.
- Ridley, M. (1989). The cladistic solution to the species problem. *Biology and Philosophy*, 4(1), 1–16. <http://doi.org/10.1007/BF00144036>
- Rojas-González, I. R., Jones, C., Zuñiga-Vega, J. J., Lemos-Espinal, J. A. (2008). Demography of *Xenosaurus platyceps* (Squamata:Xenosauridae): a comparison between tropical and temperate populations. *Amphibia-Reptilia*, 29(2), 245–256.
- Ramírez-Bautista, A. Hernández-Salinas, U., Cruz-Elizalde, R., Berriozabal-Islas, C., Lara-Tufino, D., Goyenechea-Mayer Goyenechea, I., Castillo-Cerón, J. M. (2014). Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, Biogeografía y conservación. (R.-B. A., Ed.). Pachuca, Hidalgo.
- Ruíz, L. A. (1987). Cafeticultura y economía campesina en una comunidad totonaca de la Sierra Norte de Puebla. INAHSEP.
- Schuh, R. T. (2000). *Biological Systematics. Principles and Applications*. (C. U. Press, Ed.). New York.
- SEP. 1992. Puebla. De miniatura artesanal a grandes volcanes. Monografía estatal. S. E. P., México. 267 p.
- Smith, H. M., Iverson, J. B. (1993). A new species of knobscale lizard (Reptilia:Xenosauridae) from México. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*, 29, 51–66.
- Stuart, L. C. (1941). A new species of *Xenosaurus* from Guatemala. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 54, 47–48. Retrieved from <http://www.biodiversitylibrary.org/part/45554#/summary>



- Taylor, E. H. (1949). A preliminary account of the herpetology of the state of San Luis Potosí; México. University of Kansas Science Bulletin, 33, 169–215. Retrieved from <http://www.biodiversitylibrary.org/part/16126#/summary>
- Templeton, A. R. (1989). The meaning of species and speciation: a genetic perspective. In J. A. Otte, D., Endler (Ed.), Speciation and its Consequences (pp. 3–27). Massachusetts, EUA.
- Werler, J. E., & Shannon, F. A. (1961). Two New Lizards (Genera *Abronia* and *Xenosaurus*) from the Los Tuxtlas Range of Veracruz, Mexico. Transactions of the Kansas Academy of Science (1903-), 64(2), 123. <http://doi.org/10.2307/3626931>
- Wiens, J. J., & Servedio, M. R. (2000). Species delimitation in systematics: inferring diagnostic differences between species. Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society, 267(1444), 631–6. <http://doi.org/10.1098/rspb.2000.1049>
- Wiley, E. O. (1981). Phylogenetics: The Theory and Practice of Phylogenetic Systematics. (W. Interscience, Ed.). New York.
- Wiley, E. O., Lieberman, B. S. (2011). Phylogenetics: theory and Practice of Phylogenetic Systematics. (Wiley-Blackwell, Ed.) (Segunda).
- Wheeler, Q. D., Meier, R. (2000). Species concepts and phylogenetic theory: a debate. (R. Wheeler, Q. D., Meier, Ed.). New York: Columbia University Press.
- Woolrich-Piña, G. A., & Smith, G. R. (2012). A New Species of *Xenosaurus* from the Sierra Madre Oriental, Mexico. Herpetologica, 68(4), 551–559. <http://doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-12-00018>
- Zamora-Abrego, J. G. (2009). Filogenia molecular de las lagartijas del género *Xenosaurus* (Xenosauridae) y evolución de sus características de historias de vida. UNAM. Tesis Doctoral.



Zamora-Abrego, J. G., García-Vázquez, U. O., Díaz de la Vega-Pérez, A. H. (2007). Uso de microhábitat arbóreo en una población de *Xenosaurus* (Squamata:Xenosauridae) del sureste de Hidalgo, México. Boletín de La Sociedad Herpetológica Mexicana, 15(1), 20–22.

Zug, G. R., Vitt, L. J., Caldwell, J. P. (2001). Herpetology. An introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press, USA.

Zúñiga-Vega, J. J., Rojas-González, R. I., Lemos-Espinal, J. A., & Pérez-Trejo, M. E. (2005). Growth Ecology of the Lizard *Xenosaurus grandis* in Veracruz, México. Journal of Herpetology, 39(3), 433–443. <http://doi.org/10.1670/202-04A.1>





## Anexo 1

### Material examinado

*Xenosaurus agrenon*: MEXICO: Oaxaca: Río Sal, Lachao, Juquila [UIMNH 69375 (holotipo), 69373–74, 69376 (paratipos); UCM 41821, 44475–78]; a 1 km al Norte de Río Sal (MZFC 9541–44); 2 km al Este del Río Sal (MZFC 9545).

*Xenosaurus arboreus*: MEXICO: Oaxaca: Al Norte de Zanatepec (UCM 39889); de la cumbre de la Sierra Madre, por encima de Zanatepec (UIMNH 56576, holotipo); de la cumbre de la Sierra Madre, cerca de Zanatepec (UIMNH 56158, paratipo); de la Sierra Madre, al Norte Zanatepec (UIMNH 56577–78, paratipos).

*Xenosaurus grandis*: MEXICO: Veracruz: Cuautlapan [MZFC 5920 (3 ejemplares), 6889–91, 6895–98, 9510]; de la carretera de Cuautlapan hacia Orizaba (MZFC 6892–94).

*Xenosaurus mendozai*: MEXICO: Querétaro: Municipio de Landa de Matamoros: Acatitlán de Zaragoza [MZFC 5367 (2 ejemplares), 6285]; a 5.5 km Nornoreste de Tilaco (MZFC 8475–79); Tilaco (MZFC 27387–90); km 10 de la carretera Lagunilla-Tilaco (MZFC 1488–89, 8004); Cerro La Cañada, aproximadamente a 3 km de la carretera Tilaco-Santa Inés (MZFC 8005, 27385–86); aproximadamente a 7 km al Noreste de Tilaco (MZFC 9422, 9440–44, 11396–97).

*Xenosaurus newmanorum*: MEXICO: San Luis Potosí: Xilitla [MZFC 5928 (2 ejemplares), 10135]; alrededor de 7.2 km al Noreste de Xilitla (MZFC 7484); alrededor de 5 km al Norte de Xilitla, km 268 de la carretera de Xilitla - Tamazunchale (MZFC 8451–55); km 7.2 de la carretera de Xilitla a Tamazunchale (MZFC 6521). Localidad no especificada (MZFC 3476).

*Xenosaurus penai*: MEXICO: Guerrero: Cerro Pico del Aguila (16°57' N, 98°19' O), Sierra de Malinaltepec (IBH 6414, holotipo); colinas en la cara Este de Cerro Pico del Águila (MZFC 7099, paratipo); de la carretera El Terrero hacia Cerro Pico del



Aguila [una hembra adulta (MZFC 8479) y su camada (MZFC 7485–87, 8456); paratipos].

*Xenosaurus phalaroanthereon*: MEXICO: Oaxaca: Sierra Madre del Sur, Municipio de Santa María Ecatepec; alrededor de 4 km Noreste de San Juan Acaltepec (MZFC 7093–95, 7097–98; UTACV R-46031–32; paratipos); alrededor de 6.1 km al Suroeste de San Juan Acaltepec (16°14.93' N, 95°57.29' W), 2005 msnm [MZFC 12223–24 (paratipos), 12225 (holotipo), 12226, 12228–31 (paratipos); UTACV R-46033 (paratipo)].

*Xenosaurus platyceps*: MEXICO: Tamaulipas: km 25 de la carretera de Jaumave hacia Ciudad Victoria [MZFC 5524 (2 ejemplares), 5543]; alrededor de 1.1 km al Noreste de la desviación en el camino viejo a Rancho El Cielo (MZFC 8517); a 3 km al Sureste de la Estación Canindo, Reserva de la Biósfera Rancho El Cielo (MZFC 8518); de la carretera Gómez Farías hacia Ejido Azteca (MZFC 8519–21); a 18.9 km al Suroeste de Ciudad Victoria (MZFC 9557–60); a 21.7 km al Oeste de Ciudad Victoria, en la autopista México 101 hacia Jaumave (MZFC 10051).

*Xenosaurus rackhami rackhami*: GUATEMALA: Alta Verapaz: Finca El Volcán (UTACV R 24844–45); MEXICO: Chiapas: Selvas El Ocote (ECO-SC-H 34, 100; MZFC 6886–87); km 23 de la carretera Ocozocoautla hacia Apic Pac (MZFC 6888); Predio Filadelfia, km 21.7 de la carretera Ocozocoautla hacia Apic Pac (MZFC 9552–56); Noroeste de Cintalapa (UTACV R 31031, 31066); Cerro del Sumidero, a 10.7 mi N Tuxtla Gutiérrez (UCM 19028).

*Xenosaurus rackhami sanmartinensis*: MEXICO: Veracruz: Los Tuxtlas (MZFC 4683); Los Tuxtlas, Sierra de Santa Martha (MZFC 6100); El Ariete-Barrava, Bastonal, Sierra de Santa Martha (UNAM-LT 2712–13); Bastonal, Sierra de Santa Martha (MZFC 9564, UNAM-LT 2794); La Asociación, Sierra de Santa Martha (UNAM-LT 2714, 2716); Azufrera, Sierra de Santa Martha (UNAM-LT 2715); cráter del Volcán San Martín (MZFC 10553–54); Volcán San Martín (MZFC 9563, 9565; UTA R-29979, 36582, UNAM-LT 2767).



*Xenosaurus rectocollaris*: MEXICO: Puebla: a 5 km al Noreste de Azumbilla, 28 air km NNE Tehuacán (MZFC 113); a 9 km al Este de Chapulco [MZFC 5719 (3 ejemplares)]; a 8 km al Este de Chapulco [MZFC 5923 (2 ejemplares), 5924, 7554, 9511–12]; alrededor del km 10 de la carretera Tehuacán - Orizaba (MZFC 10046).

*Xenosaurus tzacualtipantecus*: MEXICO: Hidalgo: La Mojonera (MZFC 6284, 9513–17, 10136-37).

*Xenosaurus sp.* MEXICO: Puebla: Municipio de Huehuetla: Huehuetla, (ANMO 969, MZFC 9579); de 1.5 o 2 km al Noreste de Chilcoyo del Carmen (AMH 231, IDF 20-22 y EPR 1375-1377) y del municipio de Zacapoaxtla, ribera del Río Apulco (cerca de Zacapoaxtla) [ANMO 959].

