



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS**

**Micromamíferos blancanos (Rodentia y Lagomorpha)  
del Lago Chapala, Jalisco, México**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
BIÓLOGO**

**PRESENTA:  
RICARDO VASCONCELOS GINZO**



**DIRECTORA DE TESIS  
MARISOL MONTELLANO BALLESTEROS**

**Ciudad Universitaria, CD. MX., 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias por formar parte de mi formación académica y personal.

A la Dra. Marisol Montellano por sus consejos y asesoría a lo largo de la elaboración de este trabajo, por su enseñanza, observaciones y paciencia a lo largo de años de convivencia, pero sobre todo por su confianza.

A los miembros de mi comité sinodal: M. en C. René Hernández Rivera, M. en C. Noé Pacheco Coronel, Dra. Rosa Elena Tovar Liceaga y Dra. Nalleli Elvira Lara Díaz por la revisión de este trabajo, sus observaciones y sus comentarios.

Al maestro Jorge Humberto Becerril por su apoyo y consejos, por su valiosa amistad durante mi tiempo como estudiante.

Al M. en C. René Hernández y Gerardo Álvarez por compartir conmigo sus experiencias en campo y su apoyo durante mi servicio social en el Instituto de Geología. A la M. en C. Violeta Amparo Romero por permitirme el acceso a la Colección Nacional de Paleontología. A Juan Miguel Contreras por su apoyo en la toma de fotografías.

A Brenda Lorena Sánchez por estar a mi lado durante las buenas y las malas, por su confianza y su cariño.

A mi familia por el afecto y cariño de todos los días, por su apoyo y consejos.

A mis amigos por todas las experiencias construidas y las risas.

# Índice

## RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN	1
Generalidades del orden Rodentia	1
Generalidades del orden Lagomorpha	2
2. ANTECEDENTES	4
Registro fósil de roedores y lagomorfos en México	4
Lago de Chapala, Jalisco	12
3. OBJETIVOS	14
General	14
Particulares	14
4. ÁREA DE ESTUDIO	15
Marco geológico. Columna estratigráfica Chapala 1	16
5. MATERIAL Y MÉTODO	20
Trabajo de campo	20
Trabajo de laboratorio	21
Trabajo de gabinete	22
6. RESULTADOS	25
Paleontología Sistemática	26
Orden Rodentia	26
Género <i>Postcopemys</i>	26
Género <i>Sigmodon</i>	28

Género <i>Neotoma</i>	39
Orden Lagomorpha	41
Género <i>Hypolagus</i>	41
7. DISCUSIÓN	47
8. CONCLUSIONES	62
LITERATURA CITADA	63
ANEXOS	72

## RESUMEN

Los micromamíferos fósiles brindan una información invaluable para el conocimiento de las asociaciones faunísticas y biodiversidad del pasado, sin embargo, los estudios de estos organismos son escasos en México. El Lago de Chapala, Jalisco, es una zona donde se han recuperado restos fósiles de varios grupos de vertebrados de una edad plio- pleistocénica. En la localidad Chapala 1, situada en la carretera Chapala-Ajijic, por medio del tamizado se recuperaron restos de micromamíferos, entre los que se identificaron los roedores cricétidos cf. *Postcopemys chapalensis*, *Neotoma (Paraneotoma) sp.*, cf. *Neotoma (Paraneotoma) sawrockensis*, *Sigmodon sp.* y *S. minor* y el lepórido *Hypolagus vetus*. Esta asociación faunística corresponde al blanco y su edad es corroborada por estudios anteriores de datación radiométrica utilizando zircones, los cuales dieron como resultado una edad de U-Pb de 3.44 Ma que corresponde al Plioceno tardío.

La presencia de *Hypolagus vetus* es el primer registro de esta especie para la fauna de Chapala y su registro en la zona amplia su distribución geográfica en México, ya que solo se le había reconocido en localidades del norte del país como Baja California Sur. A pesar de que varios micromamíferos son considerados bioindicadores y se pueden usar para reconstrucciones paleoambientales, los restos identificados corresponden a grupos con hábitos muy variados, haciendo imposible la reconstrucción de las condiciones paleoambientales.

A la fecha, la diversidad de taxa presente en Chapala 1 es moderada y se asemeja a la de asociaciones de otras localidades blancanas encontradas en México, como Rancho Viejo, Guanajuato, y en Estados Unidos, como Truth or Consequences, Nuevo México, y Deer Park, Kansas. La fauna de Chapala 1 presenta semejanzas con la fauna de la localidad blanca Rancho Viejo, Guanajuato, al compartir géneros de roedores y ser de las pocas localidades mexicanas en donde se han encontrado lagomorfos fósiles. Sin embargo, Chapala 1 cuenta con una diversidad de familias muy baja comparada con la encontrada en Rancho Viejo, resaltando la ausencia de geómidos y esciúridos. Esto se puede deber al esfuerzo de colecta, pero con más trabajos en Chapala, esto podría modificarse.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se ha incrementado el conocimiento sobre los mamíferos fósiles del Cenozoico en México, pero la mayor parte de los estudios realizados han tenido un mayor enfoque hacia los animales de talla grande, debido principalmente al método de recolecta. De igual forma, este sesgo de información de la biodiversidad fósil también se presenta con respecto a la edad de los taxa, siendo el registro fósil de las edades más recientes el más abundante (Montellano-Ballesteros y Jiménez-Hidalgo, 2006).

En México, el registro de mamíferos pleistocénicos es el más abundante y estudiado, existiendo registros en todos los estados del país. Arroyo Cabrales, et al. (2018) realizaron una base de datos con la información de las localidades y taxa que habitaron el territorio en los últimos 120,000 años; para el año 2018 se contaban más de quince mil ocurrencias.

El limitado registro fósil de los taxa de tamaño pequeño (Arroyo Cabrales, et al., 2018), ha repercutido en el poco entendimiento de la historia evolutiva de este grupo de mamíferos, como los roedores y lagomorfos, que actualmente en México son muy diversos y abundantes. En México, hoy en día existen 243 especies de roedores contenidas en ocho familias, siendo la familia Cricetidae la más abundante y representada (Wilson y Reeder, 2005; Fabre, 2012; Ceballos, 2014). Por su parte existen 15 especies de lagomorfos (conejos y liebres) presentes actualmente en el territorio mexicano, todas contenidas en la familia Leporidae (Ceballos, 2014).

El llevar a cabo estudios de la microfauna se incrementa el conocimiento de estos grupos que suelen ser ignorados fácilmente y complementa la información de la paleodiversidad.

### **Generalidades del Orden Rodentia**

El Orden Rodentia es el grupo de mamíferos más exitoso en el planeta, contando con la mayor diversidad taxonómica al representar el 42% de las especies de mamíferos actuales, además de tener una distribución casi cosmopolita, a excepción de algunas islas remotas y la Antártica (Ceballos, 2014; Benton, 2015; Feldhamer, 2015). Su gran capacidad

de adaptación les ha permitido subsistir en una gran variedad de hábitats, sean terrestres, arbóreos, subterráneos o semiacuáticos (Feldhamer, 2015).

Los roedores son generalmente animales de tamaño pequeño, pesan entre 20 y 100 gramos, pero existen roedores, como el capibara actual y algunas especies extintas, que pueden alcanzar un mayor peso, entre 5 a 50 kilogramos (Benton, 2015; Feldhamer, 2015).

Principalmente son animales herbívoros, cuya dieta incluye cortezas, semillas, frutos y follaje, aunque existen especies que pueden presentar una dieta omnívora, dependiendo de la estación y de la disponibilidad de alimentos (Feldhamer, 2015).

Los roedores se caracterizan por presentar un único par de incisivos superiores e inferiores, seguidos por un gran diastema (Benton, 2015; Feldhamer, 2015). Sus incisivos presentan una raíz abierta que se extiende a lo largo de la maxila y de la mandíbula, lo que permite su continuo crecimiento, estrategia evolutiva seleccionada para la acción de roer (Benton, 2015). En general, presentan una fórmula dental reducida, siendo la más típica: I 1/1, C 0/0, P 0/0, M 3/3; algunas familias llegan a presentar uno o dos premolares (Feldhamer, 2015).

### **Generalidades del Orden Lagomorpha**

El Orden Lagomorpha es un grupo de mamíferos terrestres poco diverso, pero a pesar de ello cuentan con una amplia distribución espacial, estando presentes en todos los continentes excepto la Antártica y en las zonas más australes de Sudamérica (Feldhamer, 2015).

Los lagomorfos son herbívoros, cuya alimentación incluye raíces, frutos y follaje. Principalmente son animales de tallas pequeña a mediana. Son un grupo con gran importancia dentro de los ecosistemas, al ser la principal fuente de alimento de una gran variedad de depredadores (Feldhamer, 2015).

Se les llega a relacionar con los roedores, debido a que presentan características similares en su dentición, como la presencia de incisivos grandes, un gran diastema y

ausencia de dientes caninos. Las características que los diferencian de los roedores es la presencia de un par extra de incisivos superiores, ubicados posteriormente de los incisivos principales, la presencia de varias fenestras en la porción rostral y la forma de la superficie oclusal de los dientes (Benton, 2015; Feldhamer, 2015).

## 2. ANTECEDENTES

### **Registro fósil de roedores y lagomorfos en México**

Los estudios paleontológicos de roedores y lagomorfos en México son escasos; la mayoría se concentran en localidades ubicadas en las regiones centro y norte del país (Wilson, 1949; Jacobs y Lindsay, 1981; Lindsay y Jacobs, 1985; Ferrusquía-Villafranca, et al., 2002), pero en los últimos años han sido descubiertas localidades en la región sur del país (Ferrusquía-Villafranca, 2003; Jiménez-Hidalgo, et al., 2014).

En México, el registro de roedores más antiguo proviene de la localidad Lomas Las Tetas de Cabra, Baja California, de edad wasatchiana (Eoceno temprano). Se trata de restos de una especie no identificada de la familia Paramyidae (Novacek, et al., 1991; Ferrusquía-Villafranca, et al., 2002).

En Guanajuato, en la localidad Marfil de edad uintaniana (Eoceno temprano), se describió la especie *Guanajuatomys hibbardi*, la cual no se ha podido asignar a ninguna familia de roedores conocida (Ferrusquía-Villafranca, et al., 2002).

Otros hallazgos de roedores fósiles se han registrado en Rancho Gaitán, Chihuahua, e Iniyoo, Oaxaca, ambas de edad chadroniana (Eoceno temprano) (Ferrusquía-Villafranca, et al., 2002; Jiménez-Hidalgo, et al., 2014).

En Rancho Gaitán, Chihuahua, se ha reportado la presencia de roedores de la familia Paramyidae (*Mitonomys gaitania*) y de la familia Cylindrodontidae (*Jawilsonomys ojinagensis*, *J. pintoensis*, *Pseudocylindrodon* cf. *P. medius*) (Ferrusquía-Villafranca, et al., 2002). Por el otro lado, en Iniyoo, Oaxaca, (Jiménez-Hidalgo, et al., 2014) se registraron fragmentos de mandíbulas y molares de las familias Sciuridae, Jimomyidae y Geomyidae (*Gregorymys* sp.).

En México, a la fecha, hay un vacío en el registro fósil de roedores entre el Eoceno y el Mioceno, y no hay registros oligocénicos (Montellano-Ballesteros y Jiménez-Hidalgo, 2006).

En Oaxaca, Ferrusquía-Villafranca (2003) reporta la presencia de dos especies de roedores de edad barstoviana (Mioceno temprano), sin embargo, sólo se encontraron restos esqueléticos no diagnósticos y marcas de dientes, por lo que siguen indeterminadas.

Durante el Mioceno tardío-Plioceno temprano, el registro de fósiles de roedores se incrementa y aparecen los primeros lagomorfos en México (Montellano-Ballesteros y Jiménez-Hidalgo, 2006). Este lapso abarca las Edades de Mamíferos Terrestres de Norteamérica (NALMA, por sus siglas en inglés) correspondientes al Henfiliano (Mioceno tardío-Plioceno) y Blancano (Plioceno temprano); Figura 1.

Ma	Era	Periodo	Epoca	NALMA	
2	<b>Cenozoico</b>	<b>Neogeno</b>	Pleistoceno	IRV/RLB	
5			Plioceno	Blancano	
			<b>Mioceno</b>		Henfiliano
					Clarendoniano
					Barstoviano
					Hemingfordiano
24					

Figura 1.- Tabla geológica del periodo Neógeno, modificada de Prothero y Williams, 2017

Existen diversas localidades henfilianas con registros destacados principalmente para roedores, pero también para algunos lagomorfos. En la localidad Yepómera, Chihuahua, 4.97~4.85 Ma., Wilson (1949) reporta la presencia de tres especies de sciúridos: *Spermophilus pattersoni*, *S. matachicensis* y *Marmota mexicana*; posteriormente Repenning (1962) reasigna *Marmota mexicana* a *Paenemarmota barbouri* por sus semejanzas dentales. Jacobs y Lindsay (1981) describen un nuevo roedor sigmodonte, *Prosigmodon oroscoi*; Jacobs y Lindsay (1985) realizan una recopilación de las especies de

mamíferos pequeños encontradas en el estado, en donde incluyen varias especies de roedores cricétidos (*Calomys baskini*, *Prosigmodon chihuahuensis*, *Copemys valensis*), geómidos (*Geomys minor*) y heterómidos (*Perognathus henryredfield*), así como una especie de lagomorfo (*Notolagus velox*).

En Rancho El Ocote, Guanajuato, datada en 4.8~4.7 Ma., Carranza-Castañeda y Walton (1992) describen los roedores cricétidos *Calomys elachys*, *Prosigmodon ferrusquiai* y *Neotoma sawrockensis*, entre otros. Además de los roedores, reportan la presencia de dos especies de lagomorfos en el área, *Notolagus velox* e *Hypolagus* sp. (Miller y Carranza-Castañeda, 1982; Carranza-Castañeda y Walton, 1992).

Ambas localidades (Yepómera y Rancho El Ocote), son los sitios fosilíferos con la mayor diversidad fósil de mamíferos registrada para el Henfiliano en el país (Lindsay, et al., 1984; Flynn, et al., 2005; Carranza-Castañeda, 2013).

Otra localidad henfiliana es La Plegaria, Hidalgo, en la cual Guzmán-Gómez (2014) reporta la presencia de diversos roedores cricétidos, geómidos, heterómidos y sciúridos como *Calomys baskini*, *Pliosacomys* sp., *Perognathoides* sp., *Sciurus* sp., entre otros además de una especie de lagomorfo, *Hypolagus vetus*.

En 2014, Pacheco-Castro realiza un estudio bioestratigráfico en localidades de San Miguel de Allende (Guanajuato) y Tecolotlán (Jalisco), en el cual estudia la sucesión faunística de roedores del Henfiliano al Irvingtoniano. En la asociación henfiliana identifica a: *Prosigmodon ferrusquiai*, *Calomys winklerorum*, y *Neotoma sawrockensis*.

Recientemente, Pacheco-Castro y colaboradores (2019) describen una nueva especie de sigmodóntido (*Prosigmodon tecolotum*) en la localidad henfiliana Jalteco, Jalisco.

El Cuadro 1 muestra el resumen de los registros de micromamíferos que se han obtenido de estas localidades henfilianas.

**Localidades henfilianas**

Especies	Yepómera (CHI)	Rancho El Ocote (GUA)	La Plegaria (HGO)	Jalteco (JAL)
<b>Lagomorpha</b>				
<b>Leporidae</b>				
<i>Notolagus velox</i>	X	X		
<i>Hypolagus vetus</i>		X	X	
<i>Hypolagus sp.</i>		X		
<b>Rodentia</b>				
<b>Sciuridae</b>				
<i>Paenemarmota barbouri</i>	X	X		
<i>Spermophilus pattersoni</i>	X			
<i>S. matachicensis</i>	X			
<i>Spermophilus sp.</i>	X			
<i>Sciurus sp.</i>			X	
<b>Heteromyidae</b>				
<i>Perognathoides sp.</i>			X	
<i>Perognathus henryredfield</i>	X			
<i>P. mclaughlini</i>			X	
<i>Prodipodomys idahoensis</i>	X			
<b>Geomyidae</b>				
<i>Plisacomys sp.</i>			X	
<i>Pliogeomys carranzai</i>	X			
<i>Geomys minor</i>	X	X		
<b>Cricetidae</b>				

<i>Postcopemys valensis</i>	X		
<i>Calomys elachys</i>	X	X	
<i>Calomys baskini</i>	X	X	X
<i>Calomys winklerorum</i>	X		X
<i>Baiomys kolbi</i>	X	X	
<i>Hodomys sp.</i>			
<i>Prosigmodon oroscoi</i>	X	X	
<i>P. chihuahensis</i>	X	X	
<i>P. ferrusquiai</i>		X	X
<i>P. tecolotum</i>			X
<i>Neotoma sawrockensis</i>		X	
<i>Pliophenocomys wilsoni</i>	X	X	

Cuadro 1. Lista de taxa de roedores y lagomorfos presentes en localidades henfilianas en México.

Las referencias son para: Yepoméa, Jacobs y Lindsay, 1981, 1985; Rancho El Ocote, Miller y Carranza-Castañeda, 1982, Carranza-Castañeda y Walton, 1992; La Plegaria, Guzmán-Gómez, 2014; Jalteco, Pacheco-Castro, et al., 2014, 2019.

Para la edad blanca se cuentan con menos registros de roedores y lagomorfos. En la localidad Rancho Viejo, Guanajuato, Miller y Carranza-Castañeda (1982, 1984) y Carranza-Castañeda y Miller (1988) mencionan la presencia de lagomorfos (*Pewelagus mexicanus*, *Hypolagus mexicanus*, y *Paranotolagus complicatus*), sciúridos (*Spermophilus sp.*, *Paenemarmota barbouri*) y del capibara, *Nechoerus cordobai*, el cual Vucetich y colaboradores (2015) reasignan a *Phugatherium dichoroplax*. En la localidad michoacana La Goleta, se ha reportado la presencia de roedores (*Cynomys sp.*, *Spermophilus sp.*, *Paenemarmota barbouri*, y *Neotoma sp.*) (Miller y Carranza-Castañeda, 1984; Carranza-Castañeda, 2013).

En Baja California Sur, Miller (1980) describe la fauna de la localidad blanca Las Tunas, donde registra el lagomorfo *Hypolagus vetus*; los roedores *Neotoma* sp. y *Ammospermophilus jeffriesi*. Carranza-Castañeda (2016) describe los restos de un capibara perteneciente al género *Nechoerus occidentalis* en Tecolotlán, Jalisco.

En las localidades de San Miguel de Allende, Guanajuato, y Tecolotlán, Jalisco, se registraron las especies *Sigmodon minor*, *Calomys winklerorum*, *Baiomys* sp., *Neotoma magnodonta*, *N. sawrockensis*, y *Cratogeomys castanops* (Pacheco-Castro, 2014). También se tienen registros de edad irvingtoniana en la zona de Guanajuato (*Neotoma albigula* y *Cratogeomys castanops*) (Pacheco, 2014).

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de estos registros de micromamíferos blancanos.

Especies	Localidades blancanas			
	Tecolotlán (JAL)	Rancho Viejo (GUA)	La Goleta (MIC)	Las Tunas (BC)
<b>Lagomorpha</b>				
<b>Leporidae</b>				
<i>Hypolagus vetus</i>				X
<i>Paranotolagus complicatus</i>		X		
<i>Pewelagus mexicanus</i>		X		
<i>Pratilepus kansasensis</i>		X		
<b>Rodentia</b>				
<b>Hydrochoeridae</b>				
<i>Phugatherium dichroplax</i>		X		
<i>Nechoerus occidentalis</i>	X			
<b>Sciuridae</b>				

<i>Paenemarmota barbouri</i>	X	X	
<i>Spermophilus sp.</i>	X	X	
<i>Ammospermophilus jeffriese</i>			X
<b>Geomyidae</b>			
<i>Geomys minor</i>	X		
<b>Cricetidae</b>			
<i>Baiomys sp.</i>	X		
<i>Neotoma magnodonta</i>	X		
<i>Neotoma sp.1</i>			X
<i>Neotoma sp.2</i>		X	
<i>Sigmodon minor</i>	X		

*Cuadro 2. Lista de taxa de roedores y lagomorfos presentes en localidades de edad blancana en México. Las referencias son para: Tecolotlán, Pacheco-Castro, 2014; Rancho Viejo, Miller y Carranza-Castañeda, 1982, 1984; La Goleta, Carranza-Castañeda, 2013; Las Tunas, Miller, 1980.*

En México, existen aproximadamente 800 localidades pleistocénicas con elementos fósiles de mamíferos, que en conjunto suman 14 órdenes, 48 familias, 154 géneros y 284 especies registradas, de los cuales el 32% corresponden a roedores y el 4.5% a lagomorfos, haciéndolo el registro fósil más completo de cualquier periodo Cenozoico (Ferrusquía-Villafranca, et al., 2010; Pacheco-Castro, 2014; Arroyo-Cabrales y CONABIO, 2018).

Parte de esta fauna pleistocénica, se muestra en la Cuadro 3, donde se hace mención de las localidades más importantes de edad irvingtoniana y las especies de roedores y lagomorfos que se han encontrado en estas.

### Localidades irvingtonianas

Especies	El Cedazo (AGS)	El Golfo (SON)	S/N (GUA)
<b>Lagomorpha</b>			
<b>Leporidae</b>			
<i>cf. Aluralagus sp.</i>	X		
<i>Sylvilagus hibbardi</i>		X	
<b>Rodentia</b>			
<b>Hydrochoeridae</b>			
<i>Nechoerus sp.</i>		X	
<b>Erethizontidae</b>			
<i>Erethizon dorsatum</i>	X		
<b>Castoridae</b>			
<i>Castor sp.</i>		X	
<b>Geomyidae</b>			
<i>Pappogeomys sp.</i>	X		
<b>Heteromyidae</b>			
<i>Liomys sp.</i>		X	
<b>Cricetidae</b>			
<i>Hodomys sp.</i>		X	
<i>Neotoma albigula</i>			X
<i>Neotoma sp.</i>		X	
<i>Sigmodon curtisi</i>		X	

Cuadro 3. Lista de taxa de roedores y lagomorfos presentes en localidades irvingtonianas en México.

Las referencias son para: Ferrusquía-Villafranca, et al. 2010.

Se han registrado cerca de 97 especies fósiles de roedores distribuidas en 37 géneros y nueve familias, de las cuales se incluyen *Castor sp.*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta mexicana*, *Coendou mexicanus*, *Orthogeomys onerisus*, *Dipodomys nelsoni*, *Nechoerus aesopi*,

*Neotoma anomala*, *Spermophilus mexicanus*, entre otras, y 13 especies fósiles de lagomorfos distribuidos en cinco géneros y una familia, como *Lepus alleni*, *Sylvilagus bachmani*, *Romerolagus diazii*, *Azlanolagus agilis*, entre otras (Ferrusquía-Villafranca, et al., 2010; Arroyo-Cabrales y CONABIO, 2018).

### **Lago de Chapala, Jalisco**

Entre las localidades pleistocénicas conocidas en México, está la del Lago de Chapala, ubicada en el estado de Jalisco, donde se ha registrado una gran variedad de fósiles de vertebrados, incluyendo restos de peces, reptiles, aves y mamíferos (Downs, 1958; Barbour, 1973; Smith, et al., 1975; Rufolo, 1998; Lucas, 2008; Rincón, et al., 2016). Los restos fósiles recuperados del lago y de sus alrededores pertenecen a grupos que existieron durante el Plioceno y el Pleistoceno, abarcando desde Blancano hasta el Rancholabreano (Lucas 2008; Rincón, et al., 2016).

Varios fósiles reportados en la región fueron recolectados por las redes de los pescadores, ya que se encontraban en el fondo del lago, Lucas (2008) establece que estos fósiles representan una asociación faunística del Pleistoceno tardío, edad rancholabreana, la cual se compone de xenartros (*Holmesina* sp., *Glyptotherium* sp., *Nothrotheriops shastense*, *Paramylodon* cf. *P. harlani*), carnívoros (*Canis latrans*, *C.* cf. *C. lupus*, *Panthera* cf. *P. onca*, ?*P. atrox*) roedores pequeños (*Sigmodon* sp., *Neotoma* sp.), un capibara (*Neochoerus aesopi*), un lagomorfo (*Lepus* sp.), proboscídeos (*Cuvieronius hyodon*, *Mammuthus imperator*), équidos (*Equus conversidens*, *E.* cf. *E. excelsus*, *E.* cf. *E. francis*, *E. niobrarensis*), un tapir (*Tapirus* sp.), un pecarí (*Platygonus compressus*), camellos (*Camelops* sp., *Camelops hesternus*, un lamini no identificado), venados (*Cervus* sp., *Odocoileus* sp., ?*Navahoceras* sp.), un antilocáprido (*Tetrameryx shuleri*) y bisontes (*Bison* sp.).

Además de la fauna pleistocénica, Lucas (2008) menciona la presencia de taxas de edades más antiguas: Blancano e Irvingtoniano. Los taxas de edad blanca provienen de la línea costera norte y del fondo del lago, y están representados por équidos (*Nannippus*

sp.), proboscídeos (*Stegomastodon primitivus*) y roedores, mientras que las especies irvingtonianas están representadas por *Cuvieronius hyodon* y *Mammuthus imperator*, recolectadas también del fondo del lago.

El poco material fósil de lagomorfo (*Lepus* sp.) descrito del área, es de edad rancholabreana y proviene del fondo del lago (Lucas, 2008).

En varios trabajos realizados en la zona norte del lago, se hace la mención de la presencia de dientes de cricétidos de los géneros *Sigmodon* sp. y *Neotoma* sp. (Barbour, 1973; Smith, et al., 1975; Rincón, et al., 2016). En el área también se ha encontrado los restos de un capibara de la especie *Nechoerus aesopi* (Peters, 1951; Monés 1991).

Méndez-Cárdenas (2009) describió la localidad Chapala 1 que dató por medio de paleomagnetismo y análisis radiométricos dando una edad de 3.4 Ma que corresponde al Plioceno. Registró cinco especies de roedores, de edad blancana, de la familia Cricetidae: *Sigmodon minor/minor*, *Sigmodon minor/medius* (Martin, 1986; Martin, et al., 2002), dos especies indeterminadas de *Sigmodon* y *Neotoma* cf. *N. sawrockensis*.

Recientemente, Rincón y colaboradores (2016) describieron una nueva especie de cricétido, *Postcopemys chapalensis*, proveniente de esta misma localidad.

Como resultado del trabajo de Méndez-Cárdenas (2009) se recolectó una gran cantidad de dientes de roedores y lagomorfos, de los cuales varios no se identificaron, por lo que se decidió retomar el estudio de la localidad, con el fin de determinar la paleodiversidad de micromamíferos identificando los restos de recuperados de su trabajo.

### 3. OBJETIVOS

#### **General**

Identificar los restos de roedores y lagomorfos recolectados en la localidad blanca Chapala 1, ubicada en las orillas del Lago de Chapala, con el propósito de incrementar el conocimiento de la paleodiversidad de micromamíferos en el centro de México.

#### **Particulares**

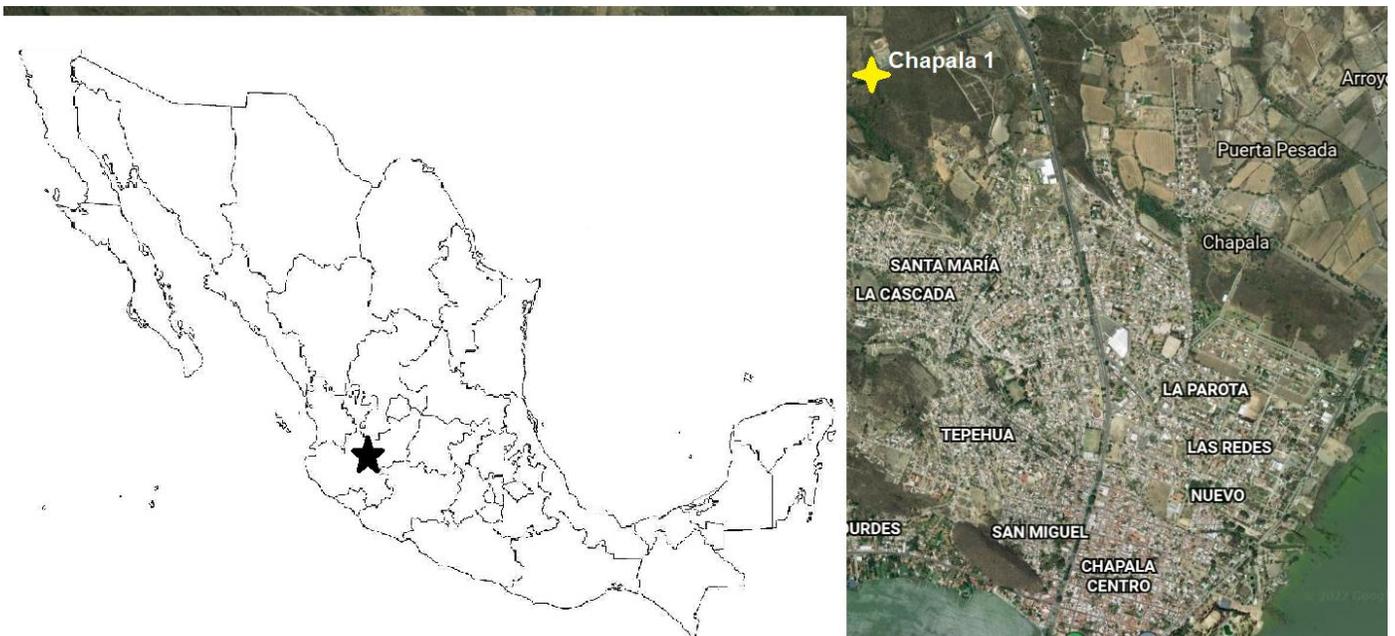
Comparar el material encontrado en la localidad con otras localidades norteamericanas (México y Estados Unidos de América) de la misma época para determinar semejanzas y diferencias de la paleodiversidad de roedores y lagomorfos blancanos.

#### 4. ÁREA DE ESTUDIO

El Lago de Chapala, ubicado al sur de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, entre las coordenadas 20°07' y 20°21' N y 102°45.75' y 102°25.5' W (Figura 2), es el cuerpo de agua dulce más grande de México, teniendo una longitud de 70 km, un ancho de 20 km y una profundidad promedio de 10 m (Lucas, 2008; Rincón, et al., 2016). Durante el Plioceno-Pleistoceno el Lago Chapala formaba parte de un lago de mayor extensión, referido por Clements (1963) y Mitchell (1965) como Lago Jalisco. Cerca de la región de Chapala se ha propuesto la presencia de un *rifting* continental activo formado por la ocurrencia triple de los *rifts* de Colima, Tepic-Zacoalco y Chapala (Rosas-Elguera, et al., 1997).

Se ha propuesto que el *rift* de Chapala se formó durante el Mioceno en respuesta a los eventos de subducción de las placas de Cocos y Rivera con la placa de Norteamérica (Urrutia-Fucugauchi y Rosas-Elguera, 1994). El *rift* de Chapala limita al norte con el sistema de fallas Ajijic y fallas relacionadas; al occidente limita con el semi-garben de Zacoalco y al oriente con una serie de volcanes plio-cuaternarios (Rosas-Elguera, et al., 1997).

Figura 2. Ubicación de la zona norte del lago de Chapala, marcando el área de estudio. Mapa obtenido de la aplicación Google Earth®.



Los estratos que componen la región norte de la cuenca van desde clastos volcánicos a depósitos fluviales y lacustres intercalados con una capa de ceniza volcánica, que en conjunto conforman la Formación Chapala. La formación se encuentra sobre una capa de roca volcánica andesítica con una edad de  $3.4 \pm 0.2$  millones de años. También presenta estratos más recientes del Pleistoceno, aunque la datación no está del todo clara, debido a que los estratos más recientes se encuentran sumergidos en el lago (Delgado-Granados, et al., 1995; Rosas-Elguera, et al., 1997; Ferrari, et al., 2000).

Una de las zonas donde se han recolectado restos de roedores y lagomorfos, es en una sección ubicada en la carretera Chapala-Ajijic (Figura 2), en las coordenadas  $20^{\circ}18'45''$  N y  $103^{\circ}12'2''$  W, a 1650 msnm, donde se realizaron estudios de paleomagnetismo, utilizando la prueba de Lowrie y procesos de desmagnetización parcial identificando cinco zonas magnéticas en la secuencia de la localidad (Méndez-Cárdenas, 2009). Su base se correlaciona con el crón C3n.1n (4.493 Ma) y el tope con el crón C2An.3n (3.330 Ma). También se hicieron dataciones radiométricas utilizando zircones de un estrato de ceniza félsica (Figura 3), obteniendo una edad U-Pb de  $3.44 \pm 0.38$  Ma que corresponde a Plioceno tardío (Méndez-Cárdenas, 2009).

En la localidad se identificaron cinco estratos fosilíferos productores de restos de peces, roedores y lagomorfos (Figura 3) (Méndez-Cárdenas, 2009).

### **Columna estratigráfica de Chapala 1**

La secuencia de la localidad se caracteriza por ser monótona, componiéndose en su mayoría de estratos de arcilla de color café, portadoras de una gran abundancia de fragmentos óseos de peces y uno que otro lente de arena, el espesor de estos estratos varía de los 70 cm a los 200 cm.

Cerca de la base, se encuentra un estrato masivo de arenas de más de 3 m de espesor, en el cual se descubrieron fósiles de peces y mamíferos y se le denominó estrato M1 (Figura 3; Méndez-Cárdenas, 2009).

Cerca de la zona superior, por debajo del estrato de ceniza datada en  $3.44 \pm 0.38$  Ma, se encuentran dos estratos de limos, en los cuales se encontró una gran abundancia de fósiles de peces y en el estrato inferior de limo se recolectaron dientes de conejo y roedor, denominando estrato M2 (Figura 3; Méndez-Cárdenas, 2009).

En la parte superior de la sección se encuentra el estrato de ceniza, fácil de diferenciar del resto por su color blanco, distinguiéndolo de los estratos de tonos más oscuros; adyacentes a éste se encuentran estratos de arcilla (Méndez-Cárdenas, 2009). Esta es la capa de ceniza que fue datada por Méndez-Cárdenas (2009).

La sección tiene un total de 33.6 m de largo y 10.78 m de ancho en la parte expuesta (Figura 4). En el estudio de Méndez-Cárdenas (2009), la sección se había medido en aproximadamente 80 m de largo. La pérdida del más del 50% de la sección, se debe a la actividad de remodelación de la carretera.

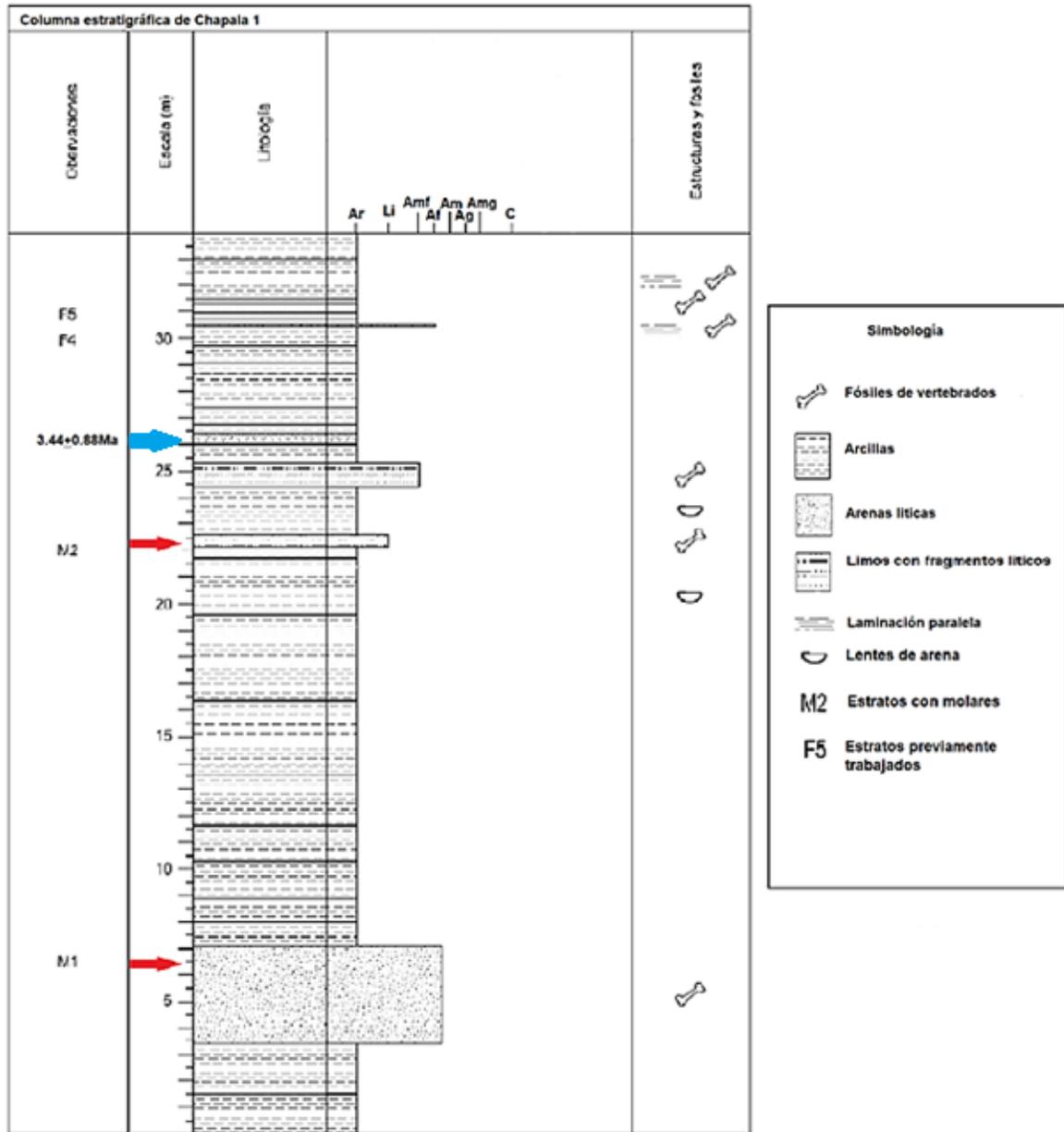
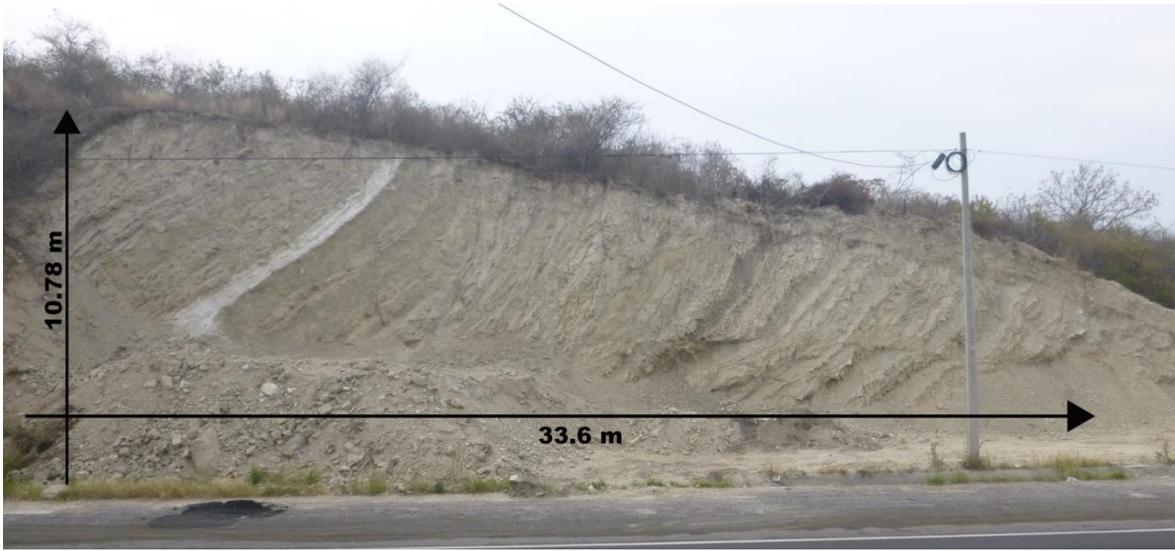


Figura 3. Columna estratigráfica de la localidad Chapala 1. Las flechas rojas indican estratos en los que se recolectó el material fósil y la flecha azul el estrato que se utilizó para la datación radiométrica. Abreviaturas: Ar, arcillas; Li, limos; Amf, arena muy fina; Af, arena fina; Am, arena media; Ag, arena gruesa; Amg, arena muy gruesa; C, cantos. Modificado de Méndez-Cárdenas, 2009.



*Figura 4. Vista general de la localidad Chapala 1.*

## 5. MATERIAL Y MÉTODO

El desarrollo del proyecto se dividió en tres etapas: campo, laboratorio y gabinete.

### **Trabajo de campo**

Se realizó una salida de campo al área del Lago de Chapala del 2 al 8 de marzo de 2020. Durante la salida de campo, se recolectó sedimento de la localidad descrita por Méndez-Cárdenas (2009), denominada como Chapala 1 (Figura 5). Infortunadamente, la localidad ha sido perturbada por la remodelación de la carretera Ajijic-Chapala, por lo que partes de la sección se encuentran destruidas o fuera de alcance. Sin embargo, se llegaron a encontrar restos de microvertebrados en los estratos denominados M1 y M2, aunque ninguno de ellos corresponde a los sitios fosilíferos marcados por Méndez-Cárdenas (2009), los cuales se encuentran fuera del alcance o fueron removidos. Adicionalmente, se revisaron otros cortes a lo largo de la carretera Ajijic, de los cuales el material fósil obtenido fue muy pobre o nulo.

La recolecta del sedimento se realizó con el uso de martillos geológicos, palas y picahielos, obteniendo un total de aproximadamente 450 kilogramos. Parte del sedimento recolectado fue tamizado en la misma localidad, con el fin de llevar la menor cantidad de partículas gruesas, facilitando el trabajo de laboratorio.



*Figura 5. Diferentes ángulos y actividades que se realizaron en la localidad. Fotos tomadas por René Hernández Rivera. A) revisión del material encontrado. B) recolecta del sedimento. C) Tamizado del sedimento. D) acercamiento del estrato de ceniza.*

### **Trabajo de laboratorio**

En el Laboratorio de Paleontología de Vertebrados, del Instituto de Geología de la UNAM, se tamizó el sedimento para remover las partículas de mayor tamaño. Como ya se había tamizado previamente el sedimento, la mayor parte de este proceso se hizo en seco, utilizando dos tamices, uno de abertura gruesa, de 0.3 cm, y uno de apertura fina, de 0.1 cm.

Todo el sedimento cernido se revisó utilizando un microscopio estereoscópico, para discernir los fósiles que se encontraran entre los granos de sedimento. Cuando se

encontraba un fósil, se separaba y se colocaba en un recipiente rotulado, marcando el nivel del que provenía.

### Gabinete

Para la identificación y descripción de los elementos de micromamíferos encontrados, se siguió la nomenclatura establecida por Barbière y colaboradores (2019) para roedores y la de von Koenigswald y colaboradores (2010) para lagomorfos. En las Figuras 6 y 7 se muestra la nomenclatura para los dientes superiores e inferiores de roedores, respectivamente y en la Figura 8 se muestra la nomenclatura de los dientes de lagomorfos.

Los dientes se midieron utilizando un vernier y se tomó la longitud total anteroposterior (LT) y la máxima longitud posterior (MP) para los molares de roedores y lagomorfos, todas las medidas se expresan en milímetros (mm). De igual forma, los dientes se compararon con material reciente y fósil depositado en otras instituciones para determinar y/o identificar el género o especie al que pertenecen.

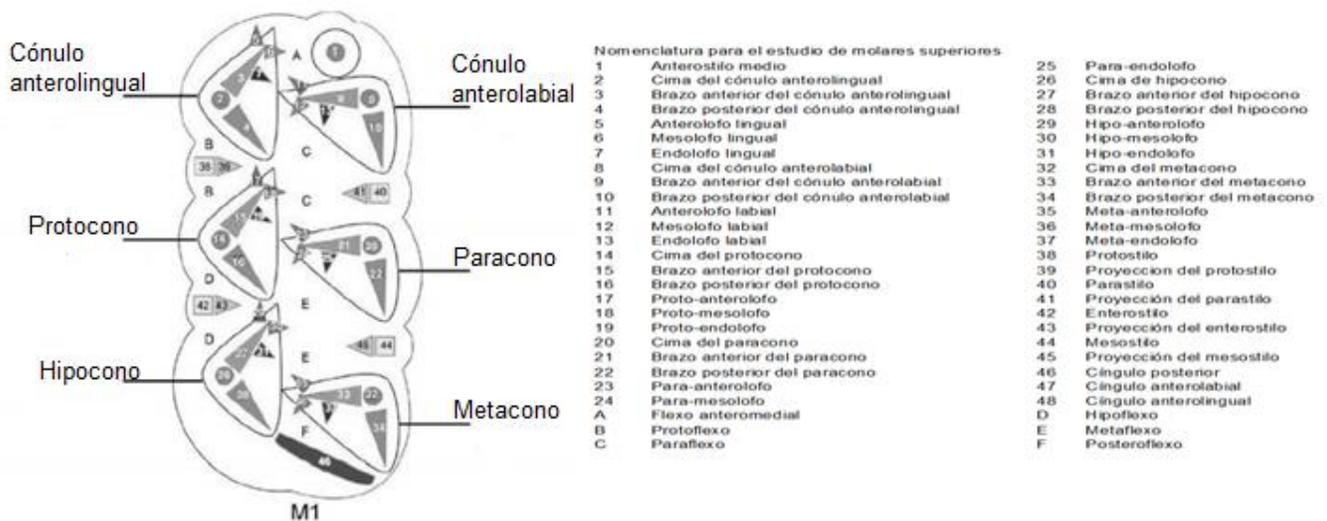


Figura 6. Nomenclatura para los molares superiores de los cricétidos. Modificado de Martin, et al., 2020.

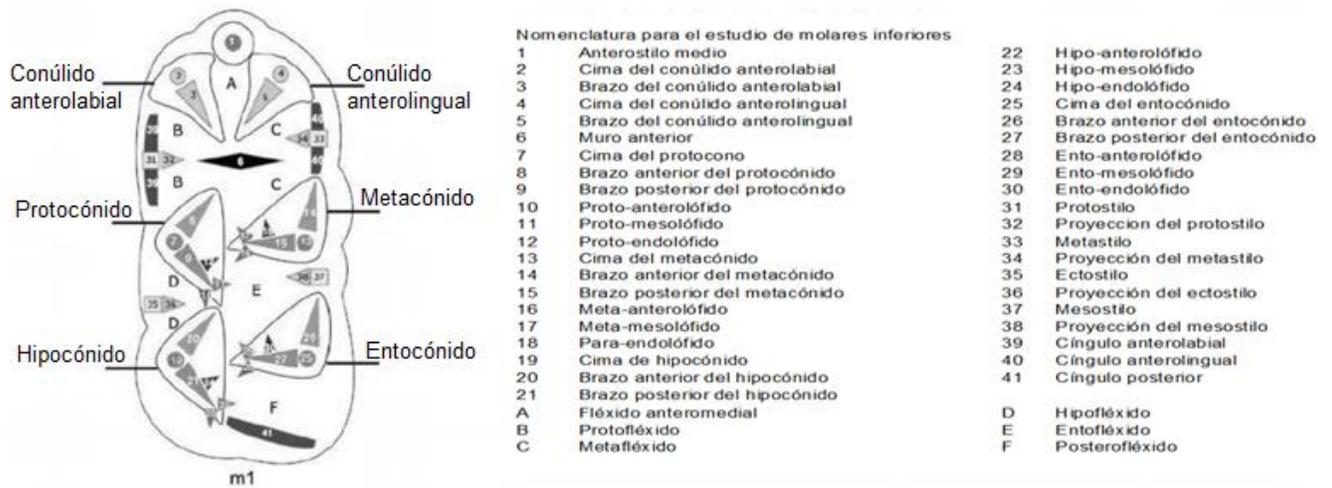


Figura 7. Nomenclatura para los molares inferiores de los cricétidos. Modificado de Martin, et al., 2020.

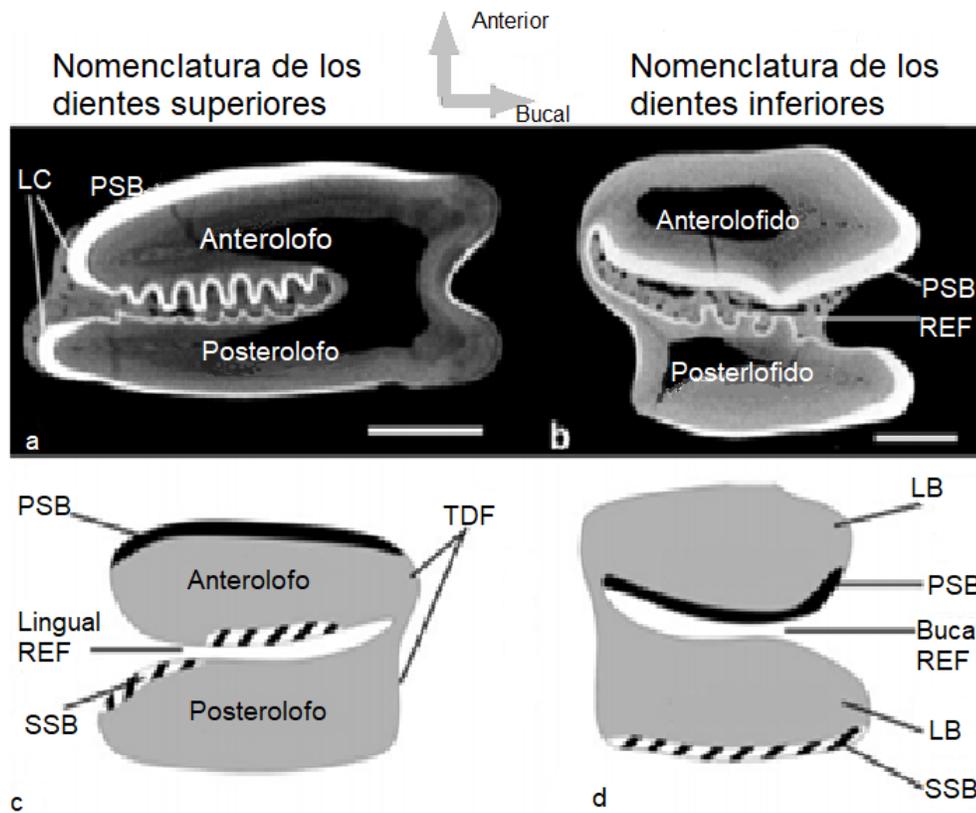


Figura 8. Nomenclatura dental de los dientes de la familia Leporidae. Modificado de von Koenigswald, et al., 2010.

## Abreviaturas

En las descripciones de los dientes se utilizaron las siguientes abreviaturas.

Antlac- Cónulo anterolabial	Metfl- Metaflexo
Antlacd- Conúlido anterolabial	Metcd- Metacónido
Antlic- Cónulo anterolingual	Metfld- Metafléxico
Antlicd- Conúlido anterolingual	Parc- Paracono
Antfld- Anterofléxico	Parfl- Paraflexo
Cp- Cíngulo posterior	Prtc- Protocono
Entcd- Entocónido	Prtfl- Protoflexo
Entfld- Entofléxico	Prtcd- Protocónido
Lb- Lóbulo bucal	Prtfld. Protofléxico
Hypc- Hipocono	Psb- Hoja de corte principal
Hypcd- Hipocónido	Ref- Doble reentrante
Hypfl- Hipoflexo	Ssb- Hoja de corte secundaria
Hypfld- Hipofléxico	Tdf- Facetas de contacto
Lc- Curvatura lingual	
M- Molar superior	
m- Molar inferior	
Metc- Metacono	

## 6. RESULTADOS

Se encontraron 12 molares de roedores, solo un diente fue recuperado del estrato M1 y los otros 11 fueron descubiertos en el estrato M2; dos molares de lagomorfos fueron recuperados en el estrato M2. Hay que mencionar que sólo se describieron ocho, ya que el resto se encontraba demasiado fragmentados o faltaba principalmente las áreas con sus caracteres más importantes para ser identificados. A su vez se incluyeron 73 dientes más, 59 de roedores y 14 de lagomorfos, recolectados en la misma localidad en prospecciones de campo previas y que no habían sido previamente identificados.

## Paleontología Sistemática

En esta parte se presentan los resultados de la identificación del material fósil obtenido de la localidad Chapala 1 durante la temporada de campo y el material recolectado por Méndez-Cárdenas y que no había sido identificado. La longitud total anteroposterior (LT) y la máxima longitud posterior (MP) de los dientes se puede consultar en la sección de anexos.

Orden Rodentia Bowdich, 1821

Suborden Myomorpha Brandt, 1855

Superfamilia Muroidea Illiger, 1811

Familia Cricetidae Rochebrune, 1883

Género *Postcopemys* Lindsay y Czaplewski, 2011

**Diagnosis:** El género *Postcopemys* se compone de roedores de pequeño tamaño y molares braquiodontos. En sus molares superiores el paralofa no se encuentra alineado con el puente anterior del hipocono. El protolofa está ausente en el M1, poco desarrollado en el M2, y muy desarrollado en el M3. El hipocono se encuentra reducido en el M3. Los molares superiores presentan tres raíces, mientras que los molares inferiores presentan dos raíces; no hay presencia de raíces accesorias (Rincón, et al., 2016).

*Postcopemys* sp.

**Material referido:** CHR2-1, m1 izquierdo; CHR1-15, m1 izquierdo; CHR1-17, m1 izquierdo.

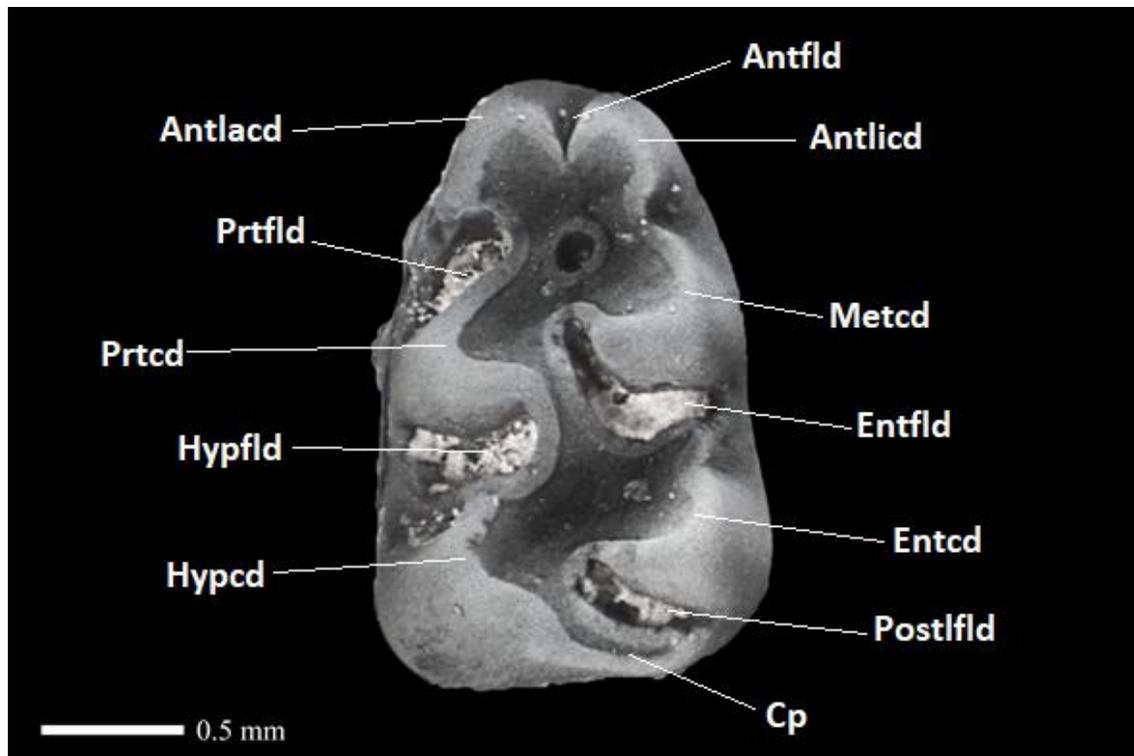


Figura 9. *Postcopemys* sp. CHRM2-1, vista oclusal del m1 encontrado en el nivel M2 de Chapala 1, Jalisco.

**Descripción:** La corona de los m1 es moderadamente alta, presentan dos raíces muy desarrolladas, la zona anterior está ligeramente comprimida comparada con la zona posterior del molar; las principales cúspides se encuentran alternadas; presencia de un muro anterior cerca del anterocónido y teniendo contacto con el puente anterior del protocónido.

El anterocónido es bilobulado y ancho, con un anteroflécido muy desarrollado; los conúlidos anterolabial y anterolingual son simétricos, el protoflécido es corto y es constreñido por el proceso accesorio del anterocónido.

El metacónido se encuentra en la zona media-lingual entre el conúlido anterolingual y el entoflécido, está localizado más anteriormente que el protocónido. El entocónido se encuentra en la parte postero-lingual y se constriñe un poco en la parte medial por el posteroflécido, al igual que el metacónido, está localizado más anteriormente que el hipocónido; tiene paredes altas y la cúspide es oblicua y ancha.

El hipocónido tiene paredes bajas, con forma semi-redonda, es ancho; se encuentra en la parte posterior-labial, su puente posterior forma el margen posterior del molar. El protocónido es similar al hipocónido en forma y tamaño, se encuentra en la parte medio-labial del molar.

El protofléxido está poco desarrollado, así como el metafléxido cuyo desarrollo es casi nulo, el hipofléxido es corto y ancho, mientras que el entofléxido y el posterofléxido son alargados y comprimidos. En la zona posterior se encuentra una pequeña estría conocida como posterolófidio. En la zona lingual no se llega a formar el punto de inflexión de manera prominente. El entofléxido tiene una forma de "L" dirigida hacia la parte anterior.

**Discusión:** El ejemplar mostrado en la Figura 9, junto con los otros ejemplares identificados se compararon con los fósiles descritos de la nueva especie de *Postcopemys* (Rincón, et al., 2016) descritos para el área, la forma del diente presenta varias similitudes en su morfología con este género, como lo es la presencia de un surco anteromedial desarrollado y el anterocónido bilobulado, un cíngulo posterior presente, poco desarrollado y el muro anterior, estructuras visibles en la Figura 9.

De las cuatro especies descritas de *Postcopemys*, dos se han registrado en el territorio mexicano, *Postcopemys chapalensis*, en la región del Lago de Chapala, Jalisco, de edad blanca y *Postcopemys valensis* en Yepómera, Chihuahua, siendo de edad henfiliana (Lindsay y Czaplewski, 2011; Rincón, et al., 2016). Los ejemplares descritos en este trabajo probablemente pertenezcan a la especie *P. chapalaensis*, ya que comparten una distribución en común y son de la misma edad faunística, pero de momento se decidió mantenerlo como *Postcopemys* sp., debido a la falta de comparaciones directas realizadas del material.

Subfamilia Sigmodontinae Wagner, 1843

Género *Sigmodon* Say y Ord, 1825

**Diagnosis:** El género *Sigmodon* se conforma de roedores herbívoros de talla mediana, entre 50 y 100 gr, presentan tres molares bunodontos y un incisivo de crecimiento continuo,

siendo su fórmula dental: I 1/1, M 3/3. Sus molares son braquiodontos, de forma elipsoide o globular, de corona baja y raíces bien desarrolladas; en algunos casos presentan raíces accesorias. Carecen de lofos accesorios, pero hay casos en los que algunos miembros los presentan cerca de la primera cúspide. Presentan cinco cúspides principales en los primeros molares, cuatro cúspides en los segundos molares y tres cúspides en los terceros molares; las cúspides son oblicuas y no están alineadas con sus contrarias, están divididas por flexos, pero se mantienen conectadas por medio de pliegues de esmalte anteriores y posteriores. La primera cúspide del M1 puede ser simple o bilobulada en caso de individuos jóvenes. Los M1 presentan una ligera curvatura cóncava en la zona antero lingual, conocida como punto de inflexión (Jacobs y Lindsay, 1981; Lindsay y Jacobs, 1985; Carranza-Castañeda y Walton, 1992; Peláez-Campomanes y Martin, 2005; Lindsay, 2008).

*Sigmodon minor* Gidley, 1922

**Material referido:** CHRM1-1, M1 derecho; CHRM2-3, m2 derecho; CHRM2-5, M1 derecho; CHRM2-6, M2 derecho; CHR1-1, M2 derecho; CHR1-2, M2 izquierdo; CHR1-3, M1 derecho; CHR1-4, M2 izquierdo; CHR1-5, m1 izquierdo; CHR1-7, m2 derecho; CHR1-8, M3 derecho; CHR1-9, m2 derecho; CHR1-10, m3 derecho; CHR1-11, m2 derecho; CHR1-12, m2 derecho; CHR1-14, M1 derecho; CHR1-16, m2 izquierdo; CHR1-18, M1 izquierdo; CHR1-19, m1 izquierdo; CHR1-20, m1 izquierdo; CHR1-21, m3 derecho; CHR1-22, M1 derecho CHR1-23, M1 izquierdo; CHR2-1, m1 derecho; CHR2-2, m1 izquierdo; CHR2-3, m1 derecho; CHR2-4, M1 derecho; CHR2-5, M1 izquierdo; CHR2-6, M1 izquierdo; CHR2-7, M2 derecho; CHR2-8, M2 izquierdo CHR2-9, m2 derecho; CHR3-1, m2 derecho; CHR3-2, M2 izquierdo; CHR3-3, M2 derecho; CHR3-4, M2 derecho; CHR3-6, m2 izquierdo; CHR3-7, M2 izquierdo; CHR3-8, m3 izquierdo; CHR3-9, m1 derecho; CHR3-10, m3 izquierdo; CHR3-11, m2 izquierdo; CHR3-13, m3 izquierdo; CHR3-14, M1 derecho; CHR3-15, M1 derecho, CHR3-16, M1 derecho; CHR3-17, m1 derecho; CHR3-18, M1 izquierdo; CHR3-19, M1 derecho; CHR3-22, m3 derecho; CHR3-23, m2 derecho; CHR3-24, M2 izquierdo; CHR3-25, m3 izquierdo; CHR3-26, m3 izquierdo; CHR5-1, M1 derecho; CHR5-2, M1 derecho; CHR5-4, m1 izquierdo; CHR5-5, M2 izquierdo; CHR5-6, M2 izquierdo; CHR5-8, M3 izquierdo; CHR5-11, m1 derecho; CHR5-12, m1 izquierdo

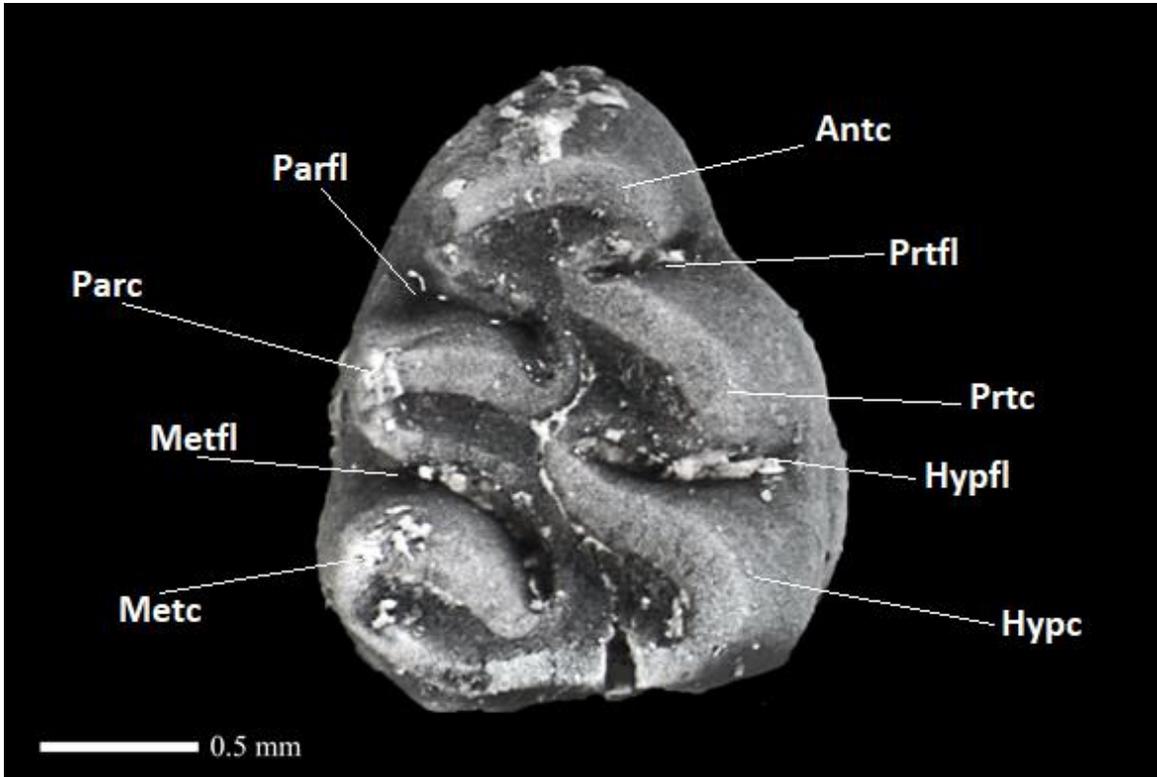
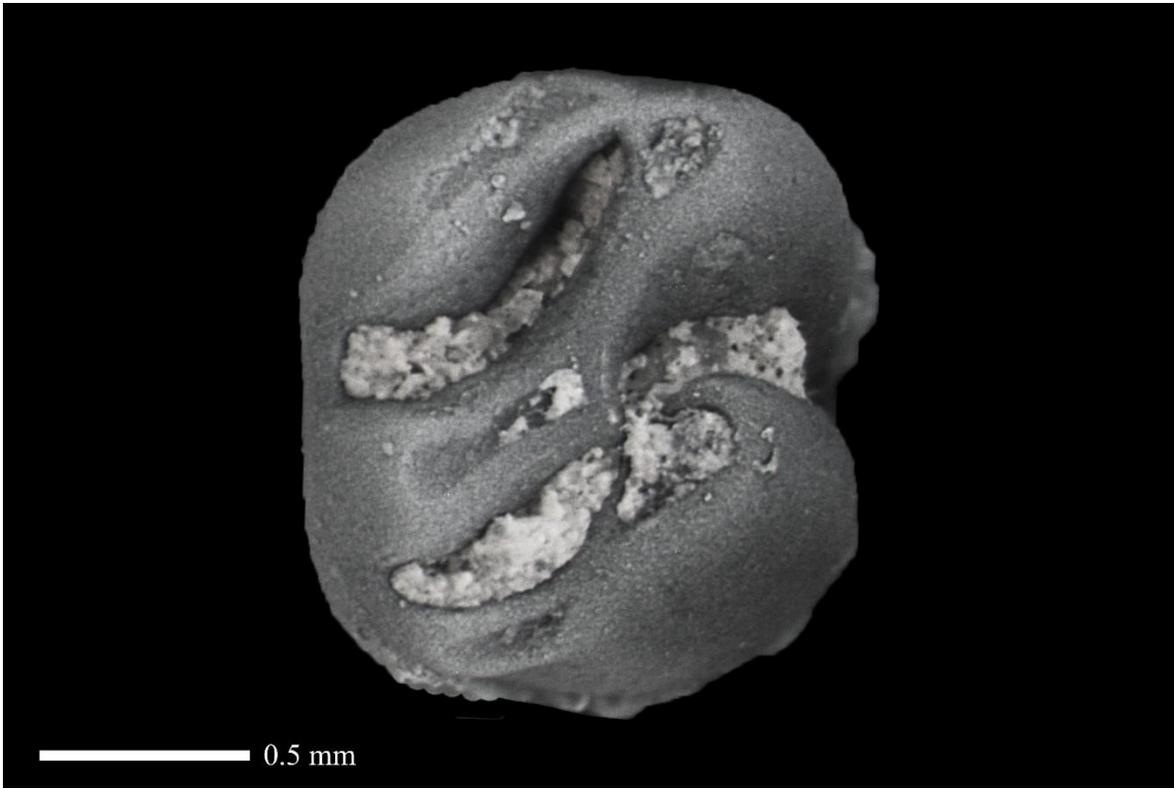


Figura 10. *Sigmodon minor*, CHRM1-1, vista oclusal de M1 recolectado en el nivel M1 de la localidad Chapala 1, Jalisco.



*Figura 11. S. minor, CHRM2-3, vista oclusal del M2 encontrado en el nivel M2 de la localidad Chapala 1.*



*Figura 12. S. minor, CHR5-8 M3 izquierdo, encontrado en el nivel F5 de la localidad Chapala 1.*

**Descripción:**

M1: La descripción se basa en los ejemplares CHRM1-1 (Figura 10) y CHR1-23 (Figura 13A). La superficie oclusal presenta una forma elíptica, los conos labiales y linguales tienen forma elipsoide comprimida; el anterocono es lobulado y simple, se encuentra en la parte más anterior, carece de un surco anteromedial, en los individuos adultos, en los ejemplares juveniles se presenta un surco poco profundo; sus paredes están ligeramente inclinadas hacia la parte posterior, se constriñe por la presencia del protoflexo y paraflexo, se conecta con el protocono de manera medial por medio de un puente anterolingual.

El protocono se encuentra en la parte media-lingual, posterior al anterocono y anterior al hipocono; tiene forma de elipse y es angosto, sus paredes presentan una ligera inclinación hacia la parte posterior, se conecta al hipocono por medio de su puente posterior. El hipocono tiene una forma similar al protocono, pero es más ancho que éste, sus paredes no están inclinadas, se encuentra en la zona postero-lingual; se conecta con el metacono y la unión de los puentes posteriores forma el margen posterior del molar.

El metacono se encuentra en la parte postero-labial, es angosto con paredes altas y está constreñido medialmente por el metaflexo; se llega a conectar con el paracono de manera medial. El paracono es la cúspide más angosta, constreñida por el paraflexo y por el hipoflexo, se ubica en la zona media-labial.

Los flexos labiales, paraflexo y metaflexo, son largos y profundos, mientras que los flexos linguales, protoflexo e hipoflexo, son un poco más cortos; todos los flexos se encuentran en la zona media del molar y constriñen un poco las áreas de contacto entre las cúspides, dejando suficiente espacio para que los lófos del molar se mantengan en contacto.

M2: La descripción se basa en los ejemplares CHRM2-3 (Figura 11) y CHR1-7 (Figura 13C), ya que se pueden apreciar con detalle las estructuras. La superficie oclusal presenta una forma rectangular, con los bordes lisos; carece de un anterocono y de proyecciones accesorias. El protocono se encuentra en la parte antero-lingual, es de forma globular y

ancho, sus paredes son anchas; su puente anterior es largo, forma el margen anterior del molar y se conecta con el paracono, mientras su puente posterior se conecta con el hipocono. El hipocono se encuentra en la parte postero-lingual; es de forma globular y ancho, sus paredes son anchas, su puente posterior se conecta con el metacono y juntos forman el margen posterior del molar.

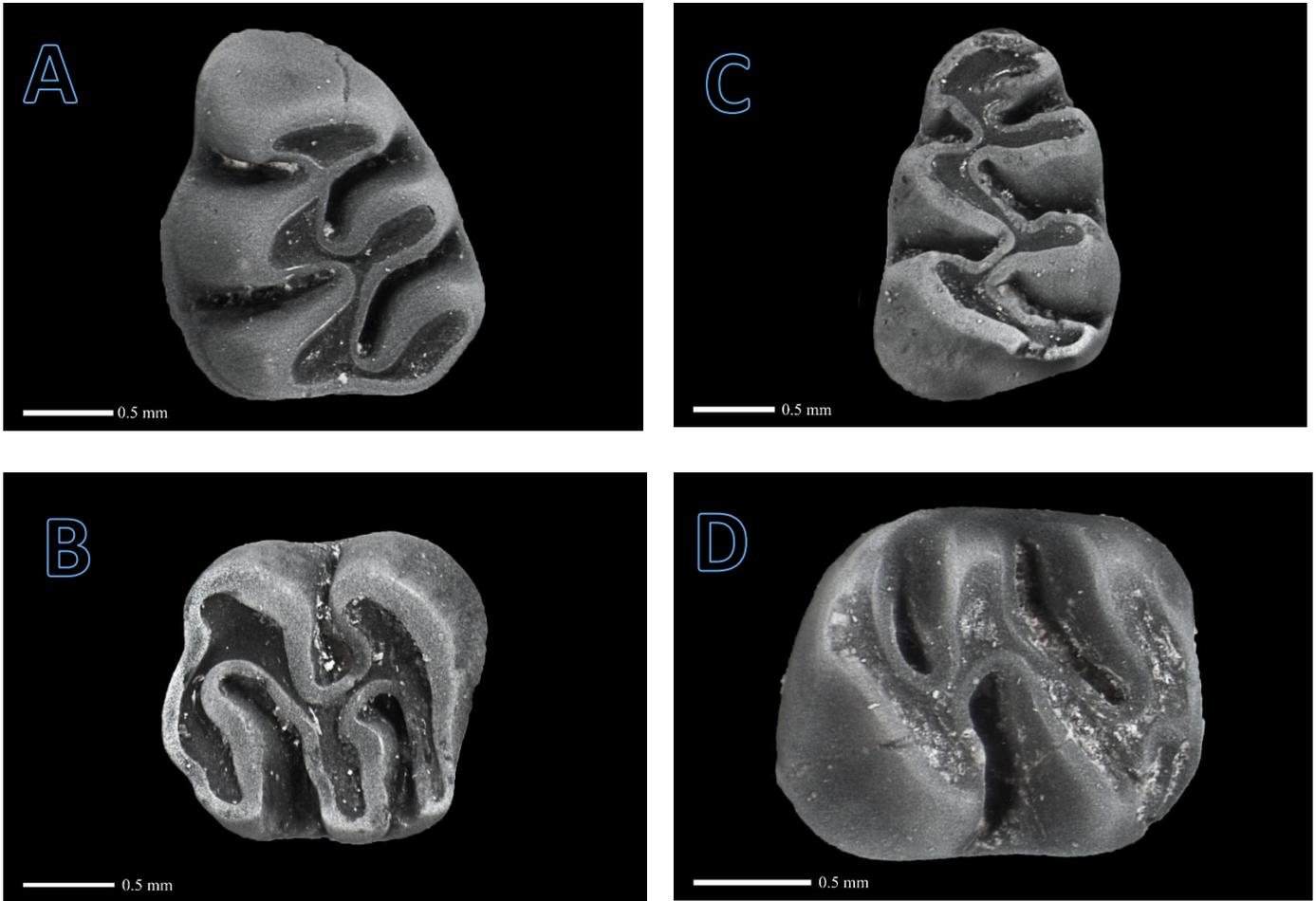
El paracono se encuentra en la parte antero-labial del molar; es de forma elíptica y es estrecho, tiene paredes anchas; se conecta al metacono con su puente posterior. El metacono está ubicado en la parte posterior labial; presenta una forma y tamaño similares a los del paracono, sus paredes presentan una ligera inclinación posterior; su puente posterior se conecta al hipocono.

En la zona anterior labial, se tiene la presencia de un anterolofo; los flexos labiales son largos y profundos, con una curvatura en forma de "L" invertida y el flexo lingual es corto y no tiene curvatura.

M3: Basado en el ejemplar CHR5-8 (Figura 12). La superficie oclusal tiene una forma triangular, con los bordes redondeados, ausencia del anterocono y metacono. El protocono se encuentra en la zona antero-lingual, es de forma globular y de gran tamaño, su puente anterior forma el margen anterior del molar y se conecta con el paracono y con su puente posterior al hipocono. El hipocono presenta una forma lobulada, se encuentra en la zona postero-lingual, su puente posterior forma el margen posterior del molar y lo conecta con el paracono.

El paracono es la única cúspide labial presente ubicada en la zona medio-labial, tiene una forma elíptica comprimida, es la cúspide de menor tamaño.

Los flexos labiales, paraflexo y posteroflexo, son cortos; el posteroflexo es más corto que el paraflexo. El único flexo lingual presente es el hipoflexo, es corto y se encuentra muy comprimido, presenta una ligera curvatura anterior.



*Figura 13.- Distintos molares superiores e inferiores de Sigmodon minor en vista oclusal. Recuperados del nivel F1 A) CHR1-23, M1 derecho; B) CHR1-7, M2 izquierdo; Recuperado del nivel F2 C) CHR2-2, m1 izquierdo; Recuperado del nivel F5 D) CHR5-6, m2 derecho*

El m1: La descripción se basa en el ejemplar CHR2-2, representado en la Figura 13B. El área oclusal tiene forma elíptica. El anterocónido es lobulado y simple, la carencia de un surco anteromedial indica un ejemplar adulto; no hay proyecciones accesorias. Se encuentra en la parte anterior del molar y se conecta con el metacónido con su brazo anterolingual.

El metacónido se ubica en la zona antero-lingual; tiene forma elíptica y estrecha, sus paredes presentan una ligera inclinación hacia la porción anterior; se conecta al entocónido con su brazo posterior. El entocónido se encuentra en la zona postero-lingual; es parecido al metacónido en tamaño y forma, sus paredes muestran una ligera inclinación hacia la zona anterior; su brazo posterior se conecta con el hipocónido.

El protocónido se ubica en la parte antero-medio labial, tiene forma globular y es ancho, sus paredes son anchas y son rectas; se conecta al hipocónido por medio de su brazo posterior. El hipocónido se encuentra en la zona postero- labial, se parece al protocónido en su forma, pero está más comprimido, su pared posterior tiene una inclinación hacia anterior; su puente posterior es largo, formando el margen posterior del molar, en su extremo lingual se encuentra el posterolófido.

Los fléxidos posteriores linguales, posterofléxido y entofléxido, son largos y tienen una curvatura en "L" anteriormente; el hipofléxido, ubicado en la zona posterior labial, es largo, pero no tiene ninguna curvatura. Los fléxidos anterolabial y anterolingual, protofléxido y metafléxido son cortos.

El m2: La descripción de este molar se basa en el ejemplar CHR5-6, mostrado en la Figura 13D. De forma rectangular en su superficie oclusal, presenta un cingulo anterior labial, ubicado anterior al protocónido. El protocónido tiene forma globular, es pequeño, con paredes rectas, se encuentra un poco más posterior al metacónido; su brazo posterior se conecta al hipocónido y su brazo anterior al metacónido. El hipocónido tiene forma elíptica y es de mayor tamaño que el protocónido, su pared posterior presenta una inclinación pronunciada hacia anterior y su brazo posterior forma el margen posterior del molar.

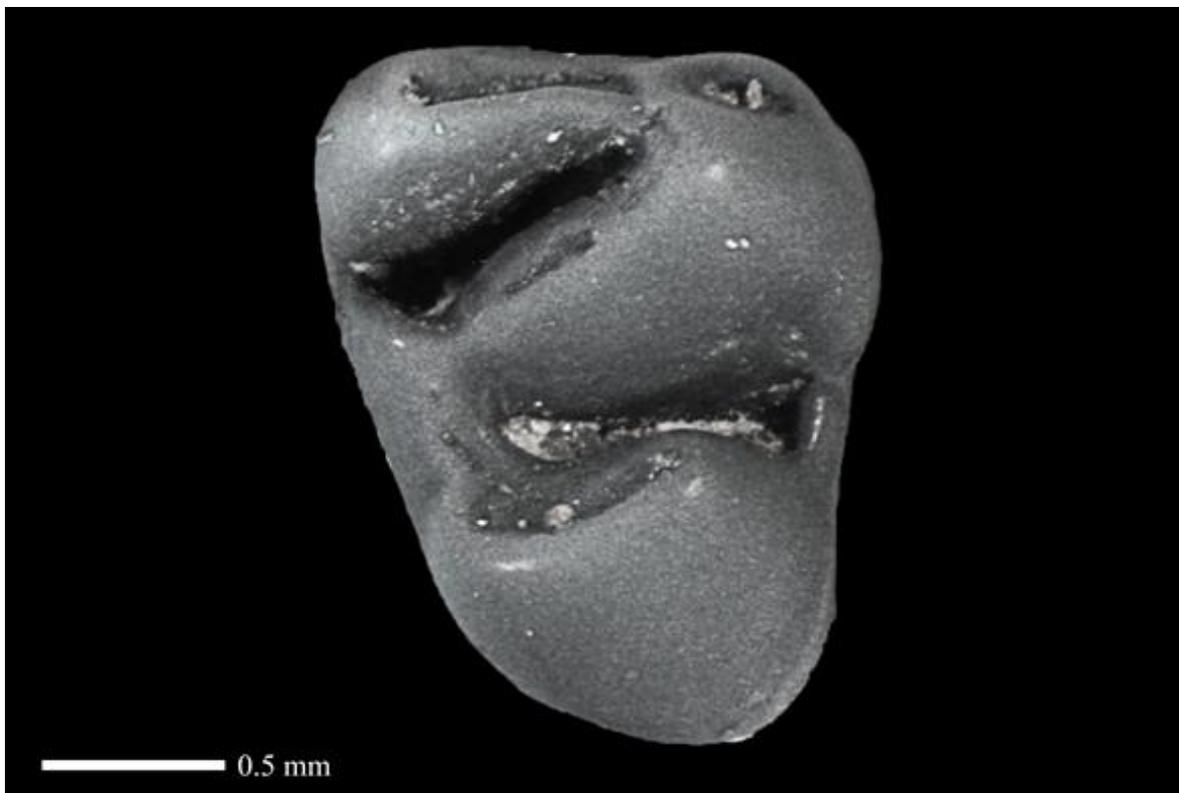
El metacónido y el entocónido son similares en tamaño, teniendo una forma elíptica y siendo de mayor tamaño que el protocónido, se encuentran en la zona lingual anterior y media respectivamente.

Los lófidos mantienen un contacto limitado entre ellos; el posterolófido está presente. El entofléxido es largo y profundo, con una ligera curvatura en forma de "L", mientras que el posterofléxido y el hipofléxido son rectos.

m3: La descripción se basa en el ejemplar CHR1-21 (Figura 14). Tiene una forma triangular y solo presenta tres cónidos. Al igual que el m2 presenta un pequeño cingulo anterior labial, de manera anterior al protocónido. Los lófidos se encuentran constreñidos, habiendo casos

donde no llegan a tener contacto entre sí. El protocónido es globular y se encuentra en la zona antero-labial, se conecta con el hipocónido por medio de su puente posterior.

El hipocónido, ubicado en la zona posterior es similar al protocónido, pero de mayor tamaño, su puente posterior forma el margen posterior del molar. El metacónido presenta una forma globular, al igual que las otras cúspides; se encuentra en la zona antero-lingual.



*Figura 14. S. minor, CHR1-21 m3 derecho, superficie oclusal, recolectado en el nivel F1 de la localidad Chapala 1.*

**Discusión:** Estos molares presentan las características diagnósticas de *Sigmodon*, como la ausencia de lofos y lofidos accesorios, la unión de las cúspides por medio de sus puentes anteriores y posteriores, flexos y fléxidos profundos y largos, las cúspides oblicuas con una forma elíptica. La presencia o ausencia de un surco anteromedial en los primeros molares superiores e inferiores puede ser considerada como una característica diagnóstica, pero algunos autores no la consideran como tal, refiriéndose a un simple carácter que diferencia

los distintos estadios ontogenéticos de estos roedores (Lindsay y Jacobs, 1985; Martin, 1986; Martin, et al., 2002; Peláez-Campomanes y Martin, 2005).

Otro rasgo distintivo tomado en cuenta fue el número de raíces en los primeros molares inferiores y superiores. Se observó que en los pocos molares que aún conservaban estas estructuras, los M1 presentaban una raíz accesoria poco desarrollada mientras que los m1 carecían de esta raíz. Peláez-Campomanes y Martin (2005) tratan esta característica como un rasgo distintivo dentro de los miembros más basales de este género.

Bajo las características anteriormente señaladas, se llega a la conclusión de que los restos descritos pertenecen a la especie *Sigmodon minor* de acuerdo a Martin (1979) y Peláez-Campomanes y Martin (2005), aunque cabe destacar que, también podrían pertenecer a la especie *Sigmodon medius*, pero diversos autores consideran esta última como sinónimo de *S. minor* (Harrison, 1978; Martin, 1986; Czaplewski, 1990; Martin, et al., 2002). En este trabajo no se pretende resolver esta problemática taxonómica, por lo que se sigue la clasificación más reciente y consensuada de reconocer a la especie *S. minor* (Peláez-Campomanes y Martin, 2005), razones que se explicarán más adelante.

Género *Sigmodon* Say y Ord, 1825

cf. *Sigmodon* sp.

**Material referido:** CHRM2-2, m1 izquierdo.



*Figura 15. Sigmodon sp. CHRM2-2, vista oclusal del m1 encontrado en el nivel M2, Chapala 1, Jalisco.*

**Descripción:** El molar CHRM2-2, representado en la Figura 15, se encuentra fragmentado, falta la parte más posterior, partes de los cónidos linguales, y una de las raíces. Es un diente tipo braquiodonto y tiene una forma ovalada, las cúspides se encuentran alternadas, y el punto de inflexión está poco marcado.

El anterocónido es lobulado y se encuentra centrado, es ancho y grande, se presenta un cíngulo labial, que va desde el anterocónido hasta la base del protocónido y constriñe el protofléxido; el cónido se conecta con el protocónido por medio del puente anterolabial y del hipocónido con el puente antero-lingual. El protocónido es grande y ancho, el hipocónido está ausente debido a la condición del diente. Tanto el metacónido como el entocónido se encuentran rotos, pero se alcanza a apreciar que son grandes y anchos. El metacónido se encuentra ligeramente más anterior que el protocónido.

El protofléxido es pequeño y comprimido, así como el metafléxido. El entofléxido es largo y ancho. Debido al estado del diente, el posterofléxido se encuentra ausente.

**Discusión:** El molar, mostrado en la Figura 15, presenta características similares con los elementos identificados como *Sigmodon*, al carecer de lófidios accesorios y la conexión de los cónidos por medio de los puentes de esmalte.

En México, se ha reportado la presencia de una especie de *Sigmodon* de edad blanca: *S. minor*; pero el ejemplar no puede ser referido a esta especie debido a que difiere en la presencia de una proyección en el anterocónido y la posición del metacónido y entocónido, los cuales se encuentran posicionados más anteriormente que el protocónido y el hipocónido. Estas características las comparte con otro miembro del género *Sigmodon* encontrado en la cantera Fallen Angel, Estados Unidos de América (Peláez-Campomanes y Martin, 2005), sin embargo, este ejemplar tampoco está asignado a alguna especie.

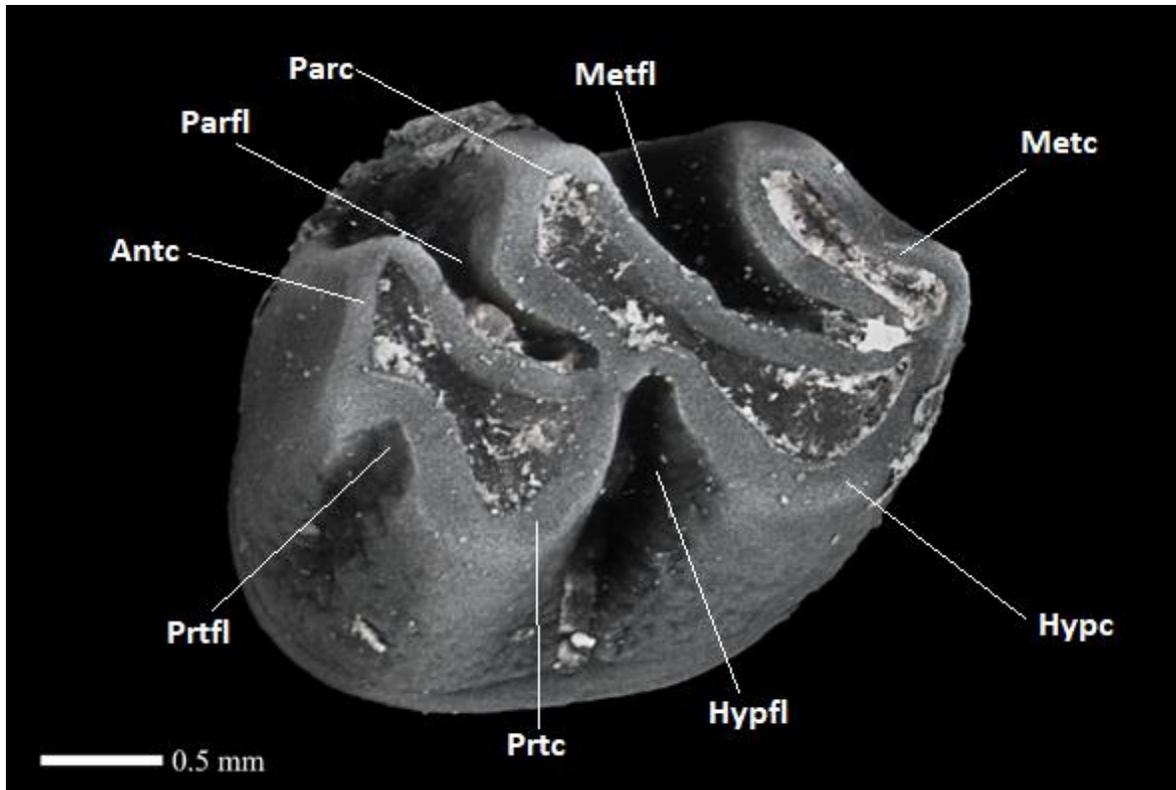
Subfamilia Neotominae Merriam, 1894

Género *Neotoma* Say y Ord, 1825

**Diagnosis:** Roedores de tamaño mediano, molares con coronas altas, con tendencia a ser prismáticos, hay presencia de raíces. Los molares superiores tienen un desarrollo asimétrico de las cúspides linguales respecto a las cúspides labiales, dándole una forma de “M” a la superficie oclusal (Álvarez, 1966; Zakrzewski, 1991; Lindsay, 2008; Martin y Zakrzewski, 2019).

*Neotoma (Paraneotoma) sp.*

**Material referido:** CHR2-8, M1 izquierdo; CHR1-6, M1 derecho; CHR5-7, M1 derecho.



*Figura 16. Neotoma (Paraneotoma) sp. CHR2-8 Vista oclusal del M1 izquierdo, recolectado en el nivel M2 de Chapala 1, Jalisco.*

**Descripción:** El molar CHR2-8, representado en la Figura 16, se encuentra completo y tiene una forma de “M”. El molar se encuentra dividido en grandes lofos, el anterolof, el mesolof y el posterolof; los lofos se encuentran de manera diagonal anteroposteriormente.

El anterolof, compuesto por el anterocono y el protocono, tiene una forma elíptica; las cúspides se diferencian por una ligera estrangulación en la zona media del lofo, hecha por el proflexo, el cual está poco desarrollado; el protocono es más grande que el anterocono y tiene una forma globular; el anterolof se conecta al mesolof por medio de un puente de esmalte muy comprimido por el paraflexo y el hipoflexo.

El mesolof, que contiene al paracono y el hipocono, tiene una forma elíptica muy alargada labio-lingual, y algo comprimida anteroposteriormente; el hipocono se parece en forma al protocono, pero de mayor tamaño, mientras que el paracono tiene una forma lobulada; el

contacto entre el mesolofo y el posterolofo se encuentra comprimida por el metaflexo. El posterolofo, conformado únicamente por el metacono, es pequeño y tiene una forma elíptica.

**Discusión:** Debido a la diferencia de los molares de la subfamilia Neotominae con el resto de los cricétidos, se siguió la nomenclatura mencionada por Martin y Zekrzewski (2019). El ejemplar CHRM2-8 (Figura 16) presentó varias similitudes con el material descrito de roedores del género *Neotoma*, como una superficie oclusal en forma de “M” en los molares superiores y grandes lofos que conectan a las cúspides.

México cuenta con la presencia de varias especies fósiles de *Neotoma*, entre las que se destacan: *N. magnodonta*, *N. (Paraneotoma) sawrockensis* y *N. albigula*, esta última especie aún existe, pero varios de los registros de *Neotoma* han quedado sin determinar. De las especies identificadas mencionadas anteriormente, sólo *N. magnodonta* y *N. sawrockensis*, se han registrado en asociaciones de edad blancana. Los restos de *N. albigula* más antiguos encontrados tanto en México como en los Estados Unidos de América, provienen del Irvingtoniano (Czaplewski, et al., 1999; Pacheco, 2014). Comparando el diente CHRM2-8 con el material de *N. magnodonta* y *N. sawrockensis*, presenta un mayor parecido con *N. magnodonta*. Los flexos en el ejemplar descrito son profundos, llegando hasta la base de la corona, mientras que en *N. sawrockensis* los flexos son poco profundos y no llegan a la base de la corona del molar, habiendo 0.5 mm de esmalte que separa los flexos de la base; el puente de esmalte entre el mesolofo y el posterolofo está muy comprimido. En cambio en *N. sawrockensis* el metaflexo no está tan desarrollado, de igual forma el hipocono en *N. sawrockensis* es de mayor tamaño (Hibbard, 1967). Faltan realizar comparaciones más detalladas del material, por lo que se decidió mantener al ejemplar como *Neotoma (Paraneotoma) sp.*

Orden Lagomorpha Brandt, 1855

Familia Leporidae Gray, 1821

Género *Hypolagus* Dice, 1917

**Diagnosis:** Lagomorfos que presentan un P2 con un doblez principal anterior muy desarrollado y un doblez externo anterior poco profundo, ambos rellenos con cemento. Los molares superiores presentan crenulación en la hipoestría interna. Molares y premolares hipsodontos (Lindsay, 2008).

*Hypolagus vetus* Kellogg, 1910

**Material referido:** CHLM2-1, MX izquierdo; CHLM2-2, MX; CHL1-1, MX derecho; CHL1-2, p3 izquierdo; CHL1-3, MX derecho; CHL1-4, mX izquierdo; CHL1-5, mX izquierdo; CHL1-6, P2 derecho; CHL1-8, mX izquierdo; CHL2-1, MX derecho; CHL2-2, MX derecho; CHL2-3, MX izquierdo; CHL3-1, MX izquierdo; CHL3-2, MX derecho; CHL3-4, MX; CHL3-5, mX



Figura 17. *Hypolagus vetus* CHL1-6 Vista oclusal del P2, parte del material recolectado en el nivel F1, Chapala 1, Jalisco.

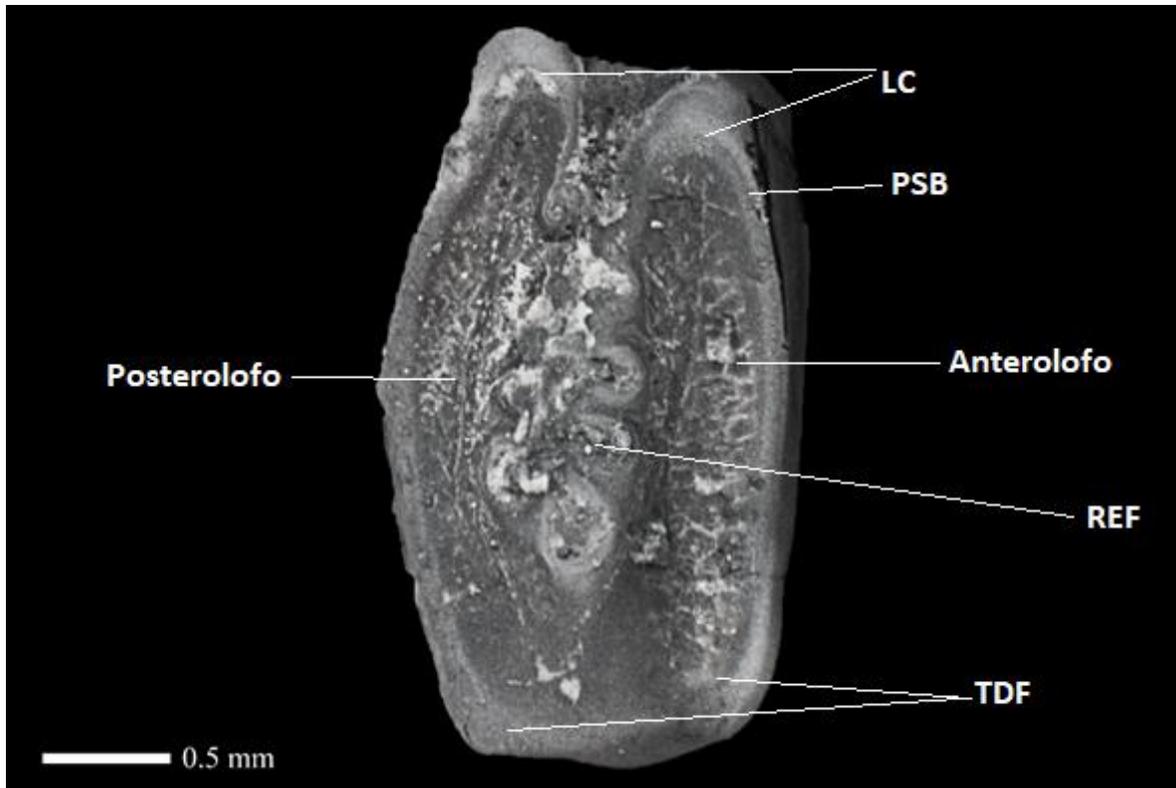


Figura 18. *Hypolagus vetus* CHLM2-1 Vista oclusal del Molar X, encontrado en el nivel M2, Chapala 1, Jalisco.

**Descripción:** P2: La superficie oclusal del ejemplar CHL1-6 se encuentra muy desgastada, por lo que no se puede llegar a apreciar del todo las características dentales (Figura 17). El premolar tiene una forma ovalada, su pared posterior es lisa y delgada y no presenta estructuras, la pared anterior es gruesa y presenta tres dobleces entrantes.

El doblez principal anterior, se encuentra en la zona media del premolar, es grande y profundo, llegando hasta la zona media entre los bordes anterior y posterior, presenta una ligera curva hacia la parte labial; el doblez anterior externo, cerca de la zona labial, es el más corto de los dobleces, está poco desarrollado y es poco profundo. Ambos dobleces entrantes están rellenos de cemento. Todos los dobleces carecen de crenulación.

Molar X: La descripción se basa en el ejemplar CHLM2-1 (Figura 18). El diente se encuentra casi completo, faltando parte de la corona y la superficie oclusal se encuentra un poco dañada. Se trata de un diente hipsodonto/elodonto con una forma ovalada, presenta una

depresión en su extremo lingual, cerca de las curvaturas linguales, lo cual le da un aspecto bilobulado, en el extremo labial se forma una pequeña depresión hacia posterior.

El anterolobo es grande y ancho, mientras que el posterolobo se encuentra más comprimido. El doblez entrante es largo, yendo del extremo lingual hasta casi llegar al extremo labial. La hoja de corte secundaria en el doblez reentrante presenta una crenulación prominente en el borde anterior del doblez reentrante y disminuye en el borde posterior.

p3: La descripción se basa en el ejemplar CHL1-2 (Figura 19), siendo este el único p3 recuperado. La superficie oclusal presenta una forma semicircular, teniendo los bordes lisos en la zona lingual y presentando dos dobleces en el borde labial, uno anterior y otro posterior, ambos se encuentran rellenos de cemento. En la zona de los dobleces se forma un valle, los cuales son delimitados por una cresta anterior y una posterior; la cresta media (posterior para el valle anterior y anterior para el valle posterior) es de mayor tamaño que la cresta anterior y la posterior.

El doblez anterior es poco profundo y pequeño, teniendo una forma globular y una estructura simple, el doblez posterior es profundo, presenta crenulación y una ligera curvatura hacia anterior.



Figura 19. *Hypolagus vetus* CHL1-2, vista oclusal del p3, material recolectado en el nivel F1, Chapala 1, Jalisco.

**Discusión:** El material fósil, representado en las Figuras 17, 18 y 19, comparten semejanzas con el material de *Hypolagus*, al presentar características como una pronunciada crenulación en los molares superiores, siendo un carácter común y distintivo en este grupo que lo diferencia de otros géneros de lagomorfos contemporáneos (Miller y Carranza-Castañeda, 1982; Korth y Blieux, 2010). Se llegó a la conclusión que los ejemplares descritos pertenecen a la especie *Hypolagus vetus* debido a las características que comparten con el p3, como lo es la presencia de dos dobleces entrantes y la crenulación en el doblez posterior, de los ejemplares con los restos descritos de esta especie, siendo el p3 uno de los dientes más importantes a la hora de identificar a las especies dentro de este género; el P2 también es un diente importante para la identificación, pero el ejemplar descrito en este trabajo se encuentra en mal estado y no se pudieron apreciar las estructuras diagnósticas.

En México, se han registrado las especies blancanas *Pewelagus mexicanus* y *Paranotolagus complicatus* en la localidad Rancho Viejo (Miller y Carranza-Castañeda, 1982, 1984;

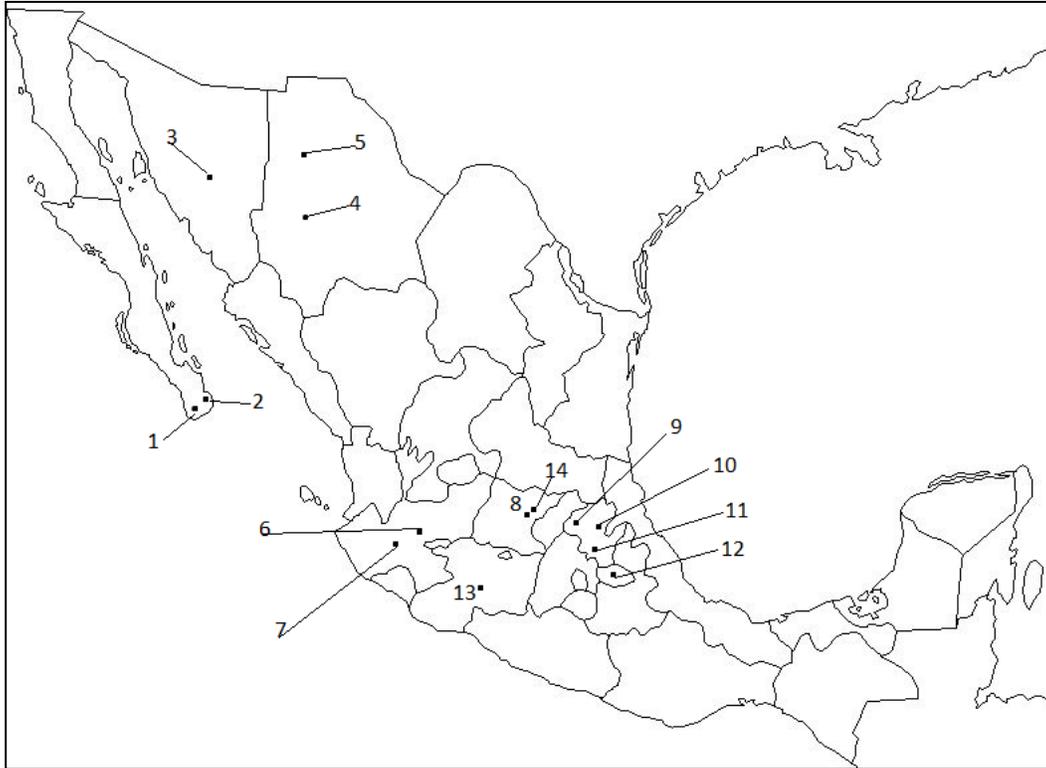
Carranza-Castañeda y Miller, 1988) en el estado de Guanajuato y la especie *Hypolagus vetus* en la localidad Las Tunas, en el estado de Baja California (Miller, 1980).

El material fósil obtenido de lagomorfo es de gran importancia, debido al poco material que se ha obtenido de este grupo en localidades de edad blanca, habiendo menos de una decena de sitios donde se han encontrado sus restos.

## 7. DISCUSIÓN

Hoy en día, en México como en todo el mundo, los mamíferos de tallas pequeñas, como son los roedores y quirópteros, son de los grupos más diversos y/o abundantes, llegando a encontrarse en casi todos los ecosistemas terrestres y siendo uno de los eslabones más importantes dentro de las cadenas tróficas (Ceballos, 2014; Feldhamer, 2015; Garrido-Bautista, 2019). Se les ha llegado a considerar bioindicadores de la salud de los ecosistemas, debido a que algunos taxones son susceptibles a cambios en el ambiente, ayudando al entendimiento de los cambios que van sufriendo los ecosistemas (Talmage y Walton, 1991; Ieradi, et al., 1998). Pero a pesar de todo, en México, se conoce poco sobre la historia natural de estos organismos.

En México, localidades fosilíferas de edades anteriores al Pleistoceno son escasas, y el número se reduce aún más si sólo se cuentan las localidades donde se han confirmado la presencia micromamíferos, tal como se muestra en la Figura 20. Junto a otros factores como los métodos de recolecta realizados en los yacimientos y la fragilidad de sus restos fósiles, la paleontología de los micromamíferos del Neógeno se encuentra rezagada en comparación con otros países, los cuales han marcado la importancia paleoecológica y bioestratigrafía de los micromamíferos (Lindsay, 1972; Martin, et al., 2002; Peláez-Campomanes y Martin, 2005; Maridet, et al., 2007; Jiménez-Hidalgo, et al., 2014).



*Figura 20. Mapa con localidades blancanas que incluyen restos fósiles de micromamíferos en México. 1. Las Tunas, 2. Miraflores, 3. San José de Pimas, 4. Miñaca, 5. Concha, 6. Lago de Chapala, 7. Tecolotlán, 8. San Miguel de Allende, 9. Las Arcinas, 10. Zietla-Tehuichila, 11. Tula, 12. Tlaxcala (única ocurrencia), 13. La Goleta, 14. Rancho Viejo. Modificado de Montellano y Jiménez (2006).*

El Lago de Chapala es conocido por tener un registro paleontológico extenso, el cual cuenta con la presencia de una gran diversidad de peces, reptiles, aves y macromamíferos de edad rancholabreana, además se tiene registro de taxones que corresponden a edades más antiguas: Irvingtoniano y Blancano. Sin embargo, los límites bioestratigráficos no se encuentran definidos, debido a que los fósiles se encuentran mezclados en el fondo del lago (Downs, 1958; Barbour, 1973; Smith, et al., 1975; Rufolo, 1998; Lucas, 2008; Rincón, et al., 2016). Otro punto de discusión es la diversidad de micromamíferos fósiles, la cual es poco conocida en la región, limitándose en su mayoría a menciones de su presencia en la región, habiendo pocos trabajos en los que se hace una apropiada descripción del material encontrado de estos mamíferos (Downs, 1958; Smith, et al., 1975).

La importancia de este trabajo es que la secuencia de donde se recolectó el material fósil está datada en 3.44 Ma por lo que no hay duda de que la edad de la asociación es blanca.

El material de micromamíferos obtenido es de un fósil por cada 10 kilogramos de sedimento, y algunos de esos fósiles se encontraban demasiado fragmentados para ser identificados.

### Micromamíferos de la localidad Chapala 1, Jalisco

Méndez-Cárdenas (2009) identificó la presencia del orden Rodentia, reconociendo miembros de la familia Cricetidae y los géneros: *Sigmodon* y *Neotoma*. En este trabajo se obtuvieron más ejemplares de estos dos géneros, se agregó la presencia del género *Postcopemys* y del orden Lagomorpha, representado por la familia Leporidae y el género *Hypolagus*. De entre estos géneros, *Sigmodon* es el más abundante, abarcando el 74.1% de los fósiles de micromamíferos revisados, seguido por *Hypolagus* (18.8%), *Neotoma* (3.5%) y *Postcopemys* (3.5%) (Figura 21).

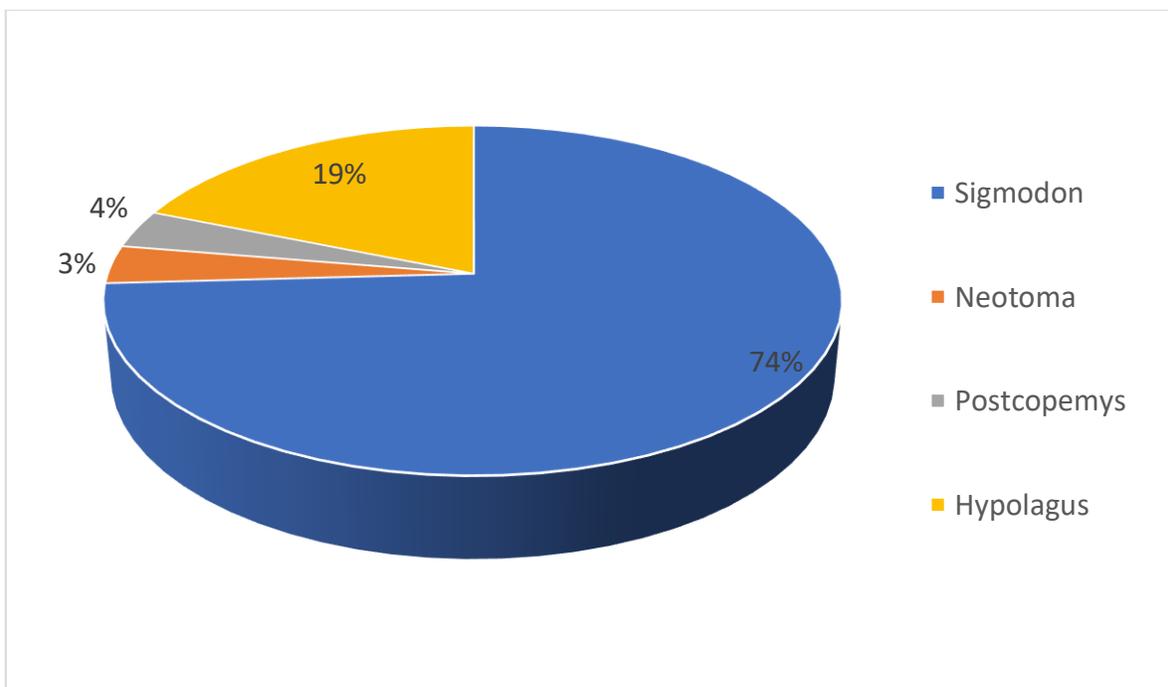


Figura 21. Porcentaje de abundancia de los géneros encontrados, a la fecha, en la localidad de Chapala 1, Jalisco.

Tal como se muestra en la Figura 21, los micromamíferos más abundantes en la localidad son los roedores, y a pesar que todos los géneros identificados en el lugar pertenecen únicamente al grupo de los cricétidos, no es de extrañar, ya que el grupo de los cricétidos es el más diverso y ampliamente distribuido de los demás grupos de roedores de México (Ceballos, 2014).

Chapala 1 cuenta con una diversidad baja-moderada de micromamíferos fósiles, conformada principalmente por la familia Cricetidae, existiendo una ausencia de otras familias de roedores, pero a pesar de ello, muestra similitudes con otras localidades norteamericanas de la misma edad, como la localidad mexicana, Rancho Viejo, Guanajuato y la localidad estadounidense, Truth or Consequences, Nuevo México. También se puede señalar, que es una de las pocas localidades mexicanas de edad blanca en la que se han registrado fósiles de lagomorfos.

### **Comparación con otras localidades de la misma edad en Norteamérica**

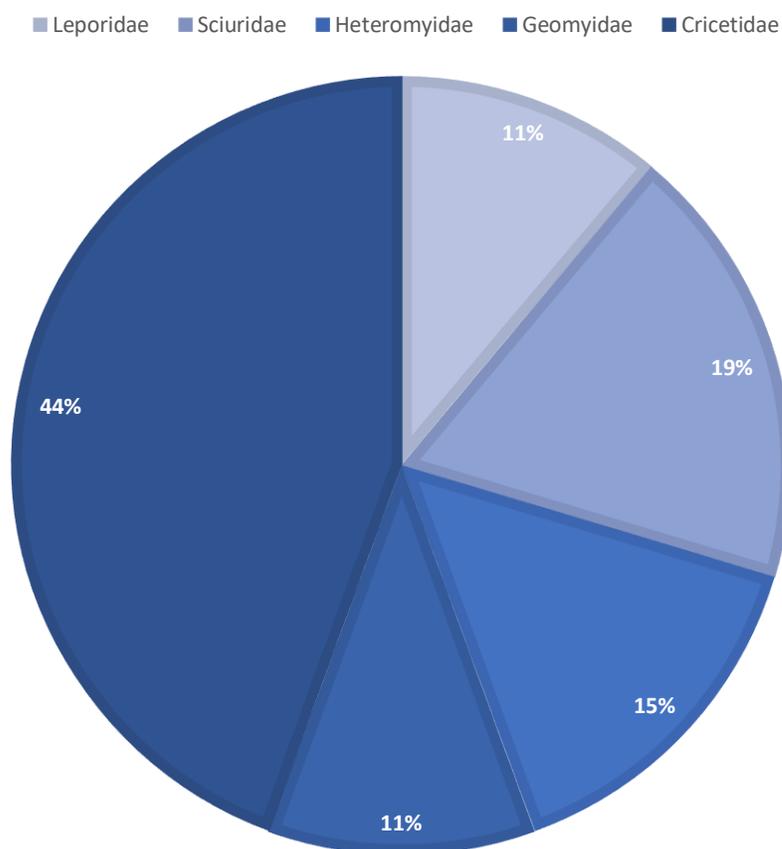
La asociación faunística registrada en Chapala 1 presenta similitudes con varias asociaciones blancas encontradas en diferentes áreas de Norteamérica, como la formación Verde de Arizona, en donde se han registrado las especies de roedores *Sigmodon minor*, *Neotoma (Paraneotoma) sp.*, *Postcopemys repenningi*, entre otras especies de cricétidos; en la localidad Truth or Consequences de Nuevo México, se ha registrado la presencia de los cricétidos *S. minor* y *N. quadriplicata* y el lagomorfo *Hypolagus vetus*; en la asociación Deer Park, Kansas se tiene la presencia de *S. minor* y *N. quadriplocata* (Morgan y Lucas, 2003; Martin, et al., 2002; Lindsay y Czaplewski, 2011).

### **Comparación con otras faunas mexicanas**

La fauna de micromamíferos identificada en Chapala 1 es moderadamente diversa para la cantidad de restos encontrados en localidades mexicanas. Una de las principales localidades y con la mayor diversidad de micromamíferos de edad blanca en México es

Rancho Viejo en Guanajuato, en la cual se han identificado siete géneros de roedores incluidos en cuatro familias, y tres géneros de lagomorfos. Otras localidades blancanas de México (Cuadro 2), como La Goleta en Michoacán y Las Tunas en Baja California Sur, presentan una cantidad similar de géneros de micromamíferos a la de Chapala 1, dos géneros de roedores incluidas en dos familias y un género de lagomorfo; por otro lado, localidades como Tecolotlán, tienen un único registro de estos organismos (Miller, 1980; Miller y Carranza-Castañeda, 1982, 1984; Carranza-Castañeda, 2013, 2016).

En las Figuras 22 y 23 se puede observar la diversidad de las familias de roedores fósiles que han sido descritas en México; la familia Cricetidae es la más diversa en localidades de diferentes edades.



*Figura 22. Porcentaje de abundancia de las distintas familias de roedores y lagomorfos en México durante el Henfiliano.*

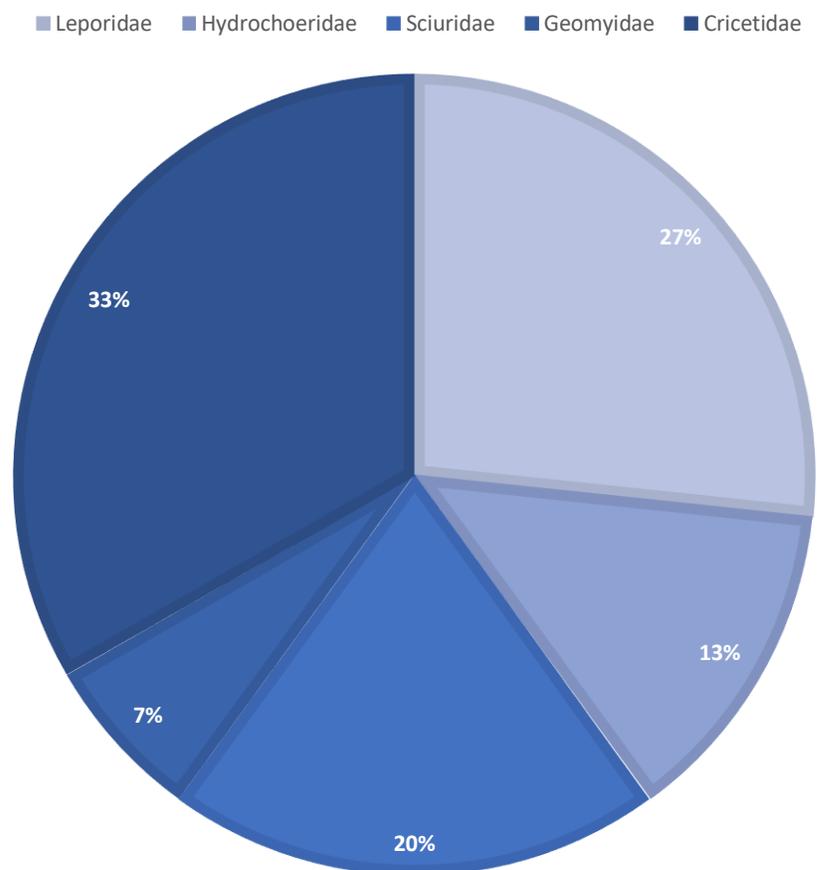


Figura 23. Porcentaje de abundancia de las distintas familias de roedores y lagomorfos en México durante el Blancano.

Chapala 1 presenta una asociación parecida a la encontrada en Rancho Viejo, compartiendo los géneros de roedores *Sigmodon* y *Neotoma*, de igual manera en ambas localidades se ha confirmado la presencia de lagomorfos (Cuadro 4). A pesar de tener cierto parecido, las diferencias son notables, como es la ausencia de geómidos, sciúridos y capibaras en esta localidad jalisciense y la presencia de una mayor cantidad de géneros de lagomorfos, tal como se puede ver en la Cuadro 4. Esta ausencia de micromamíferos se puede deber por los bajos estudios que se han hecho en la zona.

Rancho Viejo	Chapala 1
<b>Lagomorpha</b>	<b>Lagomorpha</b>

<p><b>Leporidae</b></p> <p><i>Pewelagus mexicanus</i></p> <p><i>Paranotolagus complicatus</i></p> <p><i>Pratilepus kansasensis</i></p> <p><b>Rodentia</b></p> <p><b>Hydrochoeridae</b></p> <p><i>Pugatherium dichroplax</i></p> <p><b>Sciuridae</b></p> <p><i>Paenemarmota barbouri</i></p> <p><i>Spermophilus</i> sp.</p> <p><b>Geomyidae</b></p> <p><i>Geomys minor</i></p> <p><b>Cricetidae</b></p> <p><i>Baiomys</i> sp.</p> <p><i>Neotoma magnodonta</i></p> <p><i>Sigmodon minor</i></p>	<p><b>Leporidae</b></p> <p><i>Hypolagus vetus</i></p> <p><b>Rodentia</b></p> <p><b>Cricetidae</b></p> <p>cf. <i>Postcopemys chapalensis</i></p> <p><i>Neotoma (Paraneotoma)</i> sp.</p> <p>cf. <i>Neotoma (Paraneotoma) sawrockensis</i></p> <p><i>Sigmodon</i> sp.</p> <p><i>Sigmodon minor</i></p>
--	--

Cuadro 4. Lista comparativa de taxones entre las localidades Rancho Viejo y Chapala 1

### Apuntes taxonómicos

Con base en datos moleculares se ha propuesto que el género *Sigmodon* apareció en Norteamérica durante el Plioceno, aproximadamente hace 7.0 Ma (Peppers, et al., 2002; Peláez-Campomanes y Martin, 2005), sin embargo, los fósiles más antiguos que se han obtenido de *Sigmodon* tienen una edad de  $4.85 \pm 0.1$  Ma, pertenecientes a una especie sin determinar encontrados en Jalisco, México (McDonald y Carranza-Castañeda, 2017). Se tiene poca información de las especies de *Sigmodon* que vivieron durante el Henfiliano, debido a los escasos fósiles obtenidos y los pocos que se han recuperado no han sido identificados; por su parte, las especies fósiles blancanas, irvingtonianas y rancholabreanas

son más conocidas y la mayoría han sido identificadas. Hoy en día, los miembros existentes de *Sigmodon* habitan en las zonas de pastizales y bosques de Norteamérica y el norte de Sudamérica (Ceballos, 2014; Feldhamer, 2015).

*Sigmodon minor* (Gidley, 1922) es una especie muy abundante y con una amplia distribución, cuyos restos han sido registrados en diversas localidades blancanas de Norteamérica. Los registros más antiguos que se tienen de *Sigmodon minor* son de localidades del centro de Estados Unidos de América, de una edad aproximada de 4.5 a 4.0 Ma en base de la asociación de roedores arvicolininos; mientras que los registros más antiguos de México tienen una edad radiométrica de  $3.9 \pm 0.3$  Ma (Kowallis, et al., 1998; Peláez-Campomanes y Martin, 2005). Martin (1979) había propuesto que esta especie, *S. minor*, pudo haber sido el ancestro de las especies recientes de *Sigmodon* debido a la forma simple y basal de su dentadura comparada con la de especies más recientes, pero Peláez-Campomanes y Martin (2005) proponen que se mantuvo como una especie aparte a lo largo del blanco y que se extinguió cerca del límite Plioceno-Pleistoceno, sin dejar descendientes. Se han propuesto diversas hipótesis sobre la extinción de esta especie, siendo considerada la principal causa la competencia con miembros de mayor tamaño, como *S. curtis* y *S. holocuspis*, pero ahora se cree que las principales razones de su extinción fueron el cambio climático y una modificación en su ambiente (Martin, 1979; Peláez-Campomanes y Martin, 2005). *S. minor* es la única especie identificada del género *Sigmodon* que se ha reconocido o identificado en asociaciones blancanas en México, habiendo registros en Guanajuato y Jalisco. Los ejemplares recuperados y descritos fueron asignados a esta especie, por las semejanzas encontradas con otros especímenes de esta especie.

*Neotoma* es otro género ampliamente distribuido en Norteamérica, cuyos restos fósiles se han encontrado desde el Mioceno hasta el Holoceno en distintas localidades de México y Estados Unidos de América. Los registros más antiguos de *Neotoma* provienen de California y Texas, de localidades de edad henfiliana (Schultz, 1990; Reynolds, 1991). A pesar de esto, la presencia de *Neotoma* en asociaciones faunísticas previas al Blanco es cuestionada, debido a que varios de los ejemplares obtenidos de edades más antiguas han sido reclasificados a otros géneros por diversos autores (Lindsay, 2008). En la actualidad,

este grupo de roedores sigue habitando en diversos biomas de Norteamérica y de Centroamérica (Ceballos, 2014; Feldhamer, 2015).

En México, se tiene la presencia de las especies *N. magnodonta*, *N. (Paraneotoma) sawrockensis* y algunas especies indeterminadas en localidades de edad pliocénica tardía. *N. (Paraneotoma) sawrockensis* (Hibbard, 1967), se ha descrito en Chapala 1, siendo su registro más austral, ya que sólo se había registrado anteriormente en Kansas y California, Estados Unidos y en Guanajuato (Rancho El Ocote), México (Carranza-Castañeda y Walton, 1992). *N. magnodonta* (Álvarez, 1966), es poco conocido y sus restos son encontrados principalmente en localidades pleistocénicas, pero Pacheco-Castro (2014) identificó esta especie en sedimentos del Blancano en Guanajuato, siendo éste su registro más antiguo. Los especímenes obtenidos y descritos en este trabajo se mantuvieron como una especie indeterminada debido a las escasas comparaciones dentales realizadas para su identificación.

*Postcopemys* es un género poco conocido, el cual solo se ha registrado en asociaciones faunísticas henfilianas y blancanas de México y Estados Unidos de América (Rincón, et al., 2016). De las cuatro especies conocidas, dos de ellas están en México: *P. valensis*, descrita en la localidad henfiliana de Yepómera, Chihuahua y *P. chapalensis*, cuyo descubrimiento se realizó cerca del área de estudio de este trabajo y es de edad blanca (Rincón, et al., 2016). El ejemplar descrito en este trabajo probablemente pertenezca a la especie *P. chapalensis*, pero se requieren más comparaciones de la anatomía dental para determinar su especie.

*Hypolagus* es un género ampliamente distribuido en Norteamérica, Asia y Europa, su registro fósil abarca desde el Mioceno temprano hasta el Pleistoceno tardío. Los registros más antiguos que se tienen de *Hypolagus* son del Mioceno temprano (Hemingfordiano) de Norteamérica y para finales del Mioceno migró a Asia y Europa (Fostowicz-Frelik, 2003). *Hypolagus* se había descrito en localidades mexicanas de edad henfiliana (Rancho El Ocote, Guanajuato y La Plegaria, Hidalgo) y blanca (Las Tunas, Baja California) siendo dos especies: *H. vetus* y una especie sin identificar (Miller, 1980; Miller y Carranza-Castañeda,

1982; Carranza-Castañeda y Walton, 1992; Guzmán-Gómez, 2014); también se encuentra *H. mexicanus* pero White (1988) la reubicó a *Pewelagus mexicanus*. La presencia de este género en la localidad Chapala 1 es de gran importancia, debido a los escasos fósiles de lagomorfos descritos en México, por lo que su presencia aumenta el conocimiento sobre la distribución de este grupo dentro del territorio mexicano. Este es el primer registro del género *Hypolagus* en el estado de Jalisco, lo que incrementa su distribución durante el Blancano, la cual se pensaba que estaba restringida al norte del país durante esa edad. Los restos encontrados probablemente pertenezcan a *H. vetus*, ya que presentan grandes similitudes en la forma de la dentición.

### **La relación entre *Prosigmodon* y *Sigmodon***

Un grupo estrechamente relacionado con *Sigmodon* es *Prosigmodon*, del cual se han descrito cuatro especies en el territorio mexicano: *Prosigmodon oroscoi*, *P. chihuahensis*, *P. ferrusquiai* y *P. tecolotum* (Pacheco, et al., 2019). Debido a las similitudes que presentan ambos grupos se les ha llegado a considerar como sinónimos. A pesar que en este trabajo no se describió ningún ejemplar de *Prosigmodon*, es importante abarcar tal discusión debido a las complicaciones que puede traer a la clasificación de estos roedores; en este trabajo no se va a solucionar la problemática mencionada, sólo se señalan los puntos de vista de los distintos autores.

El género *Prosigmodon* (Jacobs y Lindsay, 1981) se caracteriza por presentar raíces accesorias, las cuales llegan a estar muy desarrolladas en el M1. El M1 y el m1 presentan un anterocono y anterocónido bilobulado respectivamente, siendo este rasgo más prominente en los m1 y los M3; los m3 se encuentran reducidos. A pesar de todas estas características diagnósticas, Peláez-Campomanes y Martin (2005) argumentan que las características mencionadas no son únicas de este grupo, y se pueden encontrar en diferentes miembros de *Sigmodon*, por lo que concluyeron que *Prosigmodon* no era un grupo aparte, sino un sinónimo de *Sigmodon*.

Posteriormente, Pacheco y colaboradores (2019) proponen que *Prosigmodon* es un grupo diferente a *Sigmodon*, basándose en diferencias encontradas en los M3. Argumentan

que en *Prosigmodon* este molar se encuentra parcialmente dividido en dos lofos: lofo anterior, conformado por el anterolofio, protocono y el paracono, y el lofo posterior, conformado por el posterolofio, el hipocono y el metacono. Mencionan que esta condición se presenta en todas las especies de *Prosigmodon*, pero que también está presente en la especie *Sigmodon minor*, proponiendo que *S. minor* pertenece al grupo de *Prosigmodon* y que debe de ser reclasificada (Figura 24).

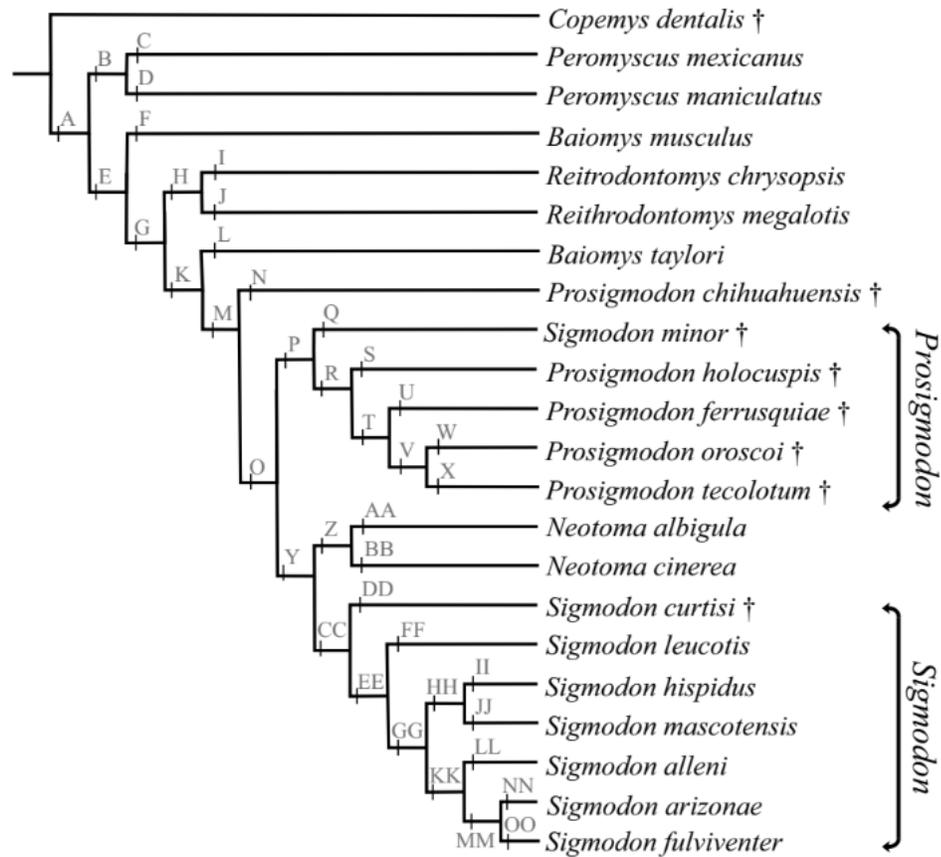


Figura 24. Clasificación para los géneros *Sigmodon* y *Prosigmodon* propuesta por Pacheco, et al. (2019).

## ***Sigmodon minor* y sus sinónimos**

El linaje de *Sigmodon minor* es controversial, debido a las semejanzas encontradas con sus parientes más cercanos. En este trabajo se tomó la postura más consensuada, la cual solo reconoce una única especie en este linaje: *S. minor* (Martin, et al., 2002).

Gidley (1922) describió *S. minor* en una asociación faunística de edad blanca tardía de Arizona, y una segunda especie, a la cual denominó *S. medius* cuyos restos obtuvo de una asociación blanca temprana tardía, ambas especies estaban altamente relacionadas debido a que el tamaño de los dientes era la única diferencia visible, siendo los de *S. medius* ligeramente de mayor tamaño a los de *S. minor*. Posteriormente, se realizó la descripción de las especies *S. intermedius* (Hibbard, 1937) y *S. hilli* (Hibbard, 1941), las cuales presentan características similares a *S. minor* y a *S. medius*; la característica que diferenciaba a las cuatro especies era el tamaño. Martin (1974) sinonimizó *S. intermedius* con *S. medius*, mientras que Harrison (1978) lo sinonimizó con *S. minor*. Por otra parte, Martin (1974) y Harrison (1978) sinonimizaron *S. hilli* con *S. minor*.

*S. medius* es un caso diferente, ya que hoy se considera como una especie propia y no un sinónimo de *S. minor*, llegando a ser considerada el ancestro de *S. minor*. Martin (1979) consideró varias posibilidades que provocaron la reducción de tamaño de *S. medius* dando origen a *S. minor*, como la competencia con otros miembros de *Sigmodon* de mayor tamaño o una separación geográfica que provocaría la reducción en tamaño de algunas de las poblaciones aisladas; sin embargo, también considera que podrían pertenecer a la misma especie, siendo la diferencia de tamaño debida a dimorfismo sexual o a cuestiones ambientales que afectaron más a algunas poblaciones que a otras.

Diversos autores consideran a *S. medius* sinónimo de *S. minor* (Harrison, 1978; Martin, 1986; Czaplewski, 1990; Martin, et al., 2002), pero algunos lo consideran erróneo, argumentando que los fósiles correspondientes a *S. medius* son respectivamente de mayor tamaño, existiendo una diferencia significativa entre ambas especies, y tienen una distribución bioestratigráfica más amplia, teniendo registros desde el blanco temprano

(~3.0-4.0 Ma) hasta el blanco tardío (~2.5-3.0 Ma), mientras que *S. minor* sólo se encuentra durante el blanco tardío (Lindsay, 2008; Morgan, et al., 2011).

Para llegar a una conclusión de cual acercamiento tomar, se realizó una comparación entre los molares obtenidos en Chapala 1 con los molares atribuidos a *S. minor* y a *S. medius*. Los datos de tamaño de *S. minor* y *S. medius*, fueron tomados de Martin (1979). La comparación se realizó con los datos de LT (longitud total) y MP (margen posterior) de los m1, todos los datos se expresan en mm.

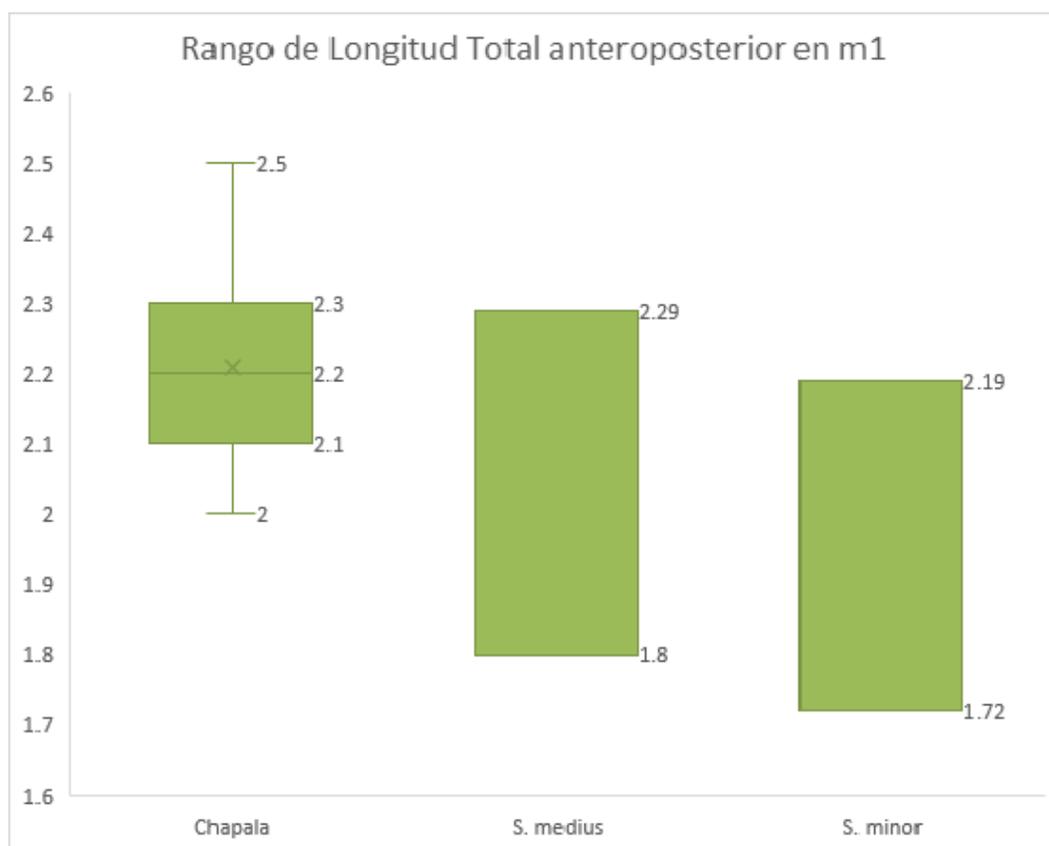


Figura 25. Comparación del rango de la longitud total anteroposterior de los m1 obtenidos de Chapala 1 con los de *S. medius* y *S. minor*. Datos tomados de Martin (1979).

Con respecto a las mediciones LT, se midieron 11 molares de Chapala 1 y se compararon con 85 molares de *S. medius* y 47 molares de *S. minor*. Se obtuvo que los ejemplares recolectados en Chapala 1 alcanzaban a tener una mayor longitud que los molares de *S. minor* y de *S. medius* revisados por Martin (1979); aun así, los m1 de menor

longitud de Chapala 1 caen dentro del rango de tamaño de los molares tanto de *S. medius* como de *S. minor* (Figura 25). Las diferencias de longitud entre *S. minor* y *S. medius* también son mínimas, habiendo ejemplares de *S. minor* que alcanzan tamaños similares a *S. medius*, pero al considerar el promedio, se aprecia la diferencia de tamaño, mostrando que *S. medius* llegaba a alcanzar un tamaño mayor en un aspecto general, tal como se muestra en la Figura 26, sin embargo, la diferencia no es lo suficientemente grande para ser considerada significativa.

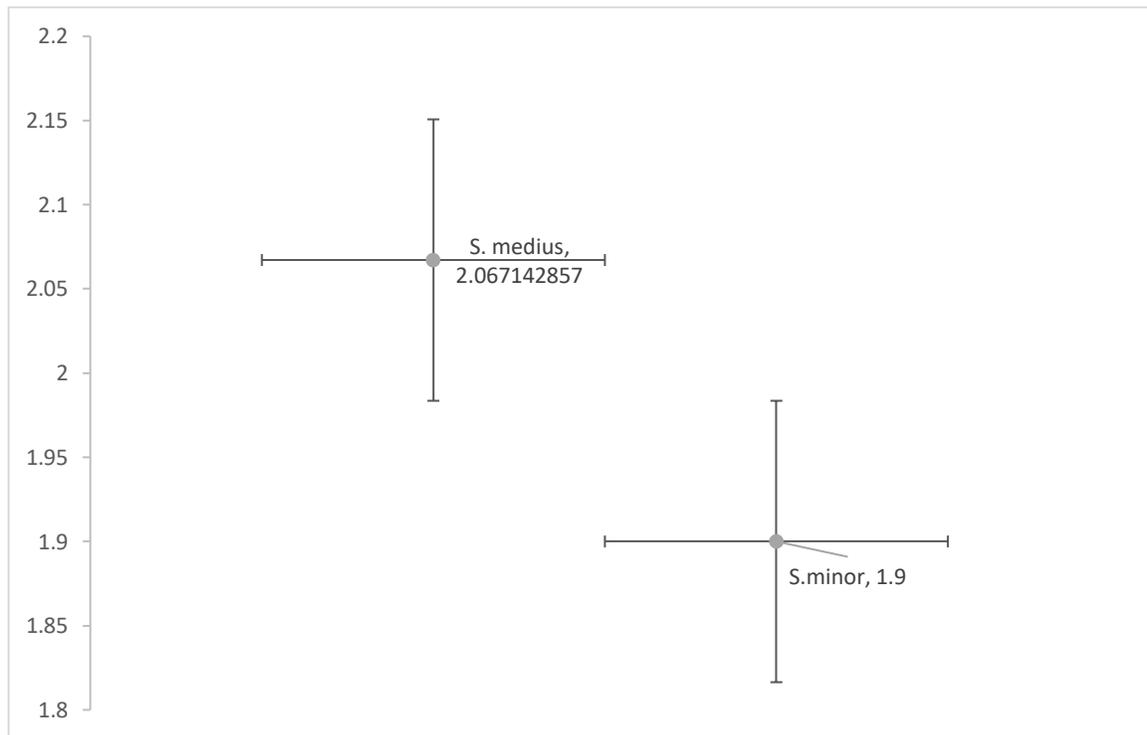


Figura 26. Promedio de LT de Sigmodon medius y Sigmodon minor.

En el MP, se tomaron las mediciones de 11 ejemplares de la localidad Chapala 1 y se compararon con 91 molares de *S. medius* y 48 de *S. minor*. Tal como se muestra en la Figura 27, la longitud máxima posterior es bastante similar, siendo los ejemplares de *S. medius* los que presentan la mayor longitud posterior, y los ejemplares de Chapala son de una longitud intermedia entre los de *S. medius* y *S. minor*, cayendo en el rango de ambas especies.

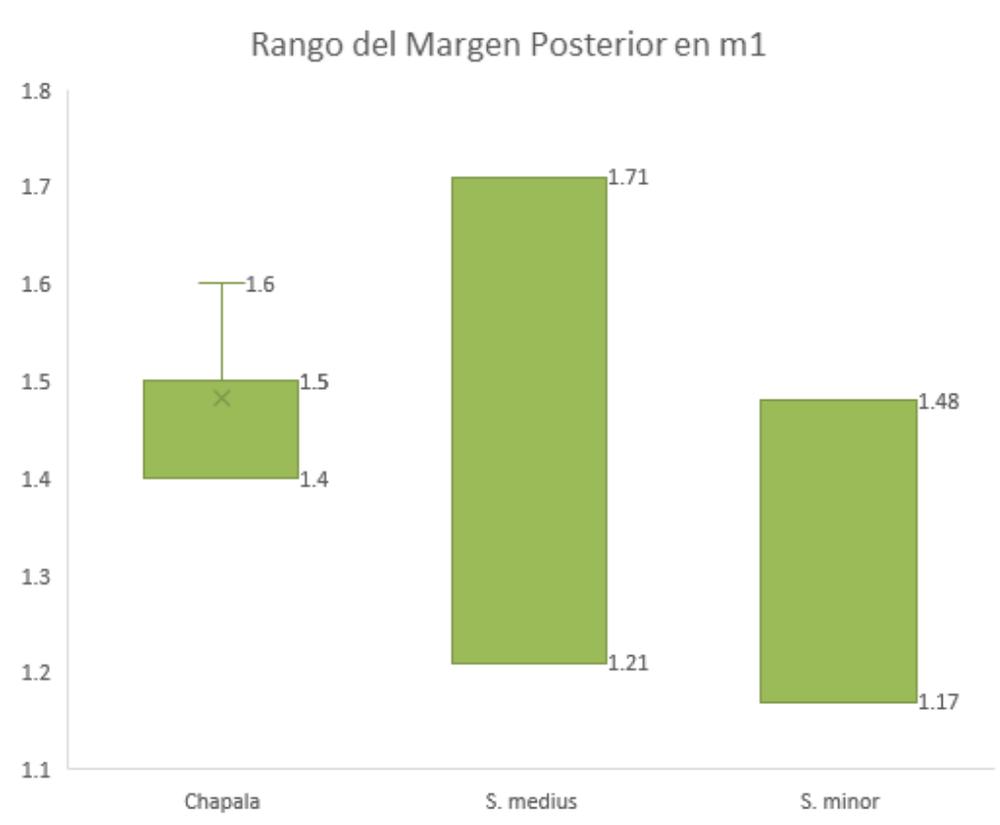


Figura 27. Comparación del rango de la longitud total posterior de los ejemplares obtenidos de Chapala con los de *S. medius* y *S. minor*. Los datos de tamaño de estas especies fueron tomados de Martin (1979).

Considerando que no hay una justificación que argumente diferencias de tamaño significativas, se tomó la decisión de seguir una postura con mayor consenso, considerando a una sola especie: *S. minor*. A pesar de que los molares de *S. medius* son ligeramente más grandes que los de *S. minor*, este último presentaba ejemplares que llegan a tamaños similares de los de *S. medius*, y a pesar que el tamaño de los ejemplares de Chapala 1 se acerca más a los de *S. medius*, el tamaño de la muestra de Chapala es demasiado pequeña para apoyar la propuesta de la presencia de dos especies.

## 8. CONCLUSIONES

El Lago de Chapala, Jalisco, es un lugar importante dentro de la paleontología en México, teniendo un gran registro fósil de la diversidad biológica que vivió durante el Plioceno-Pleistoceno. Los restos fósiles encontrados de micromamíferos ayudan a tener un mejor entendimiento de la biodiversidad presente en la zona central del México e incrementan el conocimiento de grupos de mamíferos que suelen ser olvidados.

La diversidad de micromamíferos encontrada en área de estudio, Chapala 1, es de baja a media comparada con otras localidades mexicanas de edad blanca destacando la presencia de lagomorfos, para los cuales sus registros en México son muy escasos. Los fósiles descritos en el presente trabajo también corroboran, la edad blanca de este sitio fosilífero.

El descubrimiento de elementos dentales de la especie *Hypolagus vetus* en la localidad Chapala 1 es de gran importancia al ser, una especie que se había registrado únicamente en asociaciones blancas en el norte de México, por lo que incrementa su rango de distribución geográfica en el territorio de México durante el Plioceno tardío.

El estudio de micromamíferos fósiles es complejo, pocos investigadores se dedican a estudiarlos, varios de los registros reportados de animales fósiles son solo menciones dentro de los trabajos de investigación, y su recuperación por medio del tamizado es laborioso. Sin embargo, brindan una información invaluable para el entendimiento de la diversidad de las asociaciones faunísticas del pasado e incrementan la biodiversidad encontrada en México.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, T. (1966). Roedores fósiles del Pleistoceno de Tequesquinahua, Estado de México, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 8:1, 16.
- Arroyo Cabrales, J. (2018). La mastofauna del cuaternario tardío de México. Versión 1.5. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/2ruyqn>
- Barbière, F., Ronez, C., Ortiz, P. E., Martin, R. A., y Pardiñas, U. F. J. (2019). A new nomenclatural system for the study of sigmodontine rodent molars: First step towards an integrative phylogeny of fossil and living cricetids. *Biological Journal of the Linnean Society*, 127(2), 224–244.
- Barbour, C. (1973). A biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae): a species flock from the Mexican plateau. *Copeia*, 1973, 533–556.
- Benton, M. J. (2015). *Vertebrate Palaeontology*. Wiley Blackwell. Pags. 383-388.
- Carranza-Castañeda, O. (2013). Paleomastozoología de la cuenca de San Miguel de Allende, estado de Guanajuato, sus contribuciones: el intercambio biótico entre las Américas. *Paleontología Mexicana*, 3(1), 73-83.
- Carranza-Castañeda, O. (2016). Roedores caviomorfos (Rodentia Hydrochoeridae) del Blanco temprano-tardío-Irvingtoniano de los estados Guanajuato, Jalisco y Sonora, México: relación con *Phugatherium dichroplax*. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 33(3), 297-315.
- Carranza-Castañeda, O., y Miller, W. E. (1988). Roedores caviomorfos de la mesa central de México, Blanco temprano (Plioceno Tardío) de la fauna local Rancho Viejo, Estado de Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 7(2), 182–189.
- Carranza-Castañeda, O., y Walton, A. H. (1992). Cricetid rodents from the Rancho El Ocote fauna, late Hemphillian (Pliocene), State of Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 10(1), 71–93.

- Ceballos, G. (2014). *Mammals of Mexico*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA. Pags. 111, 140.
- Clements, T., (1963). Pleistocene history of Lake Chapala, Jalisco, Mexico. *In* Clements, T., Stevenson, R. E. and Halmos, D. M., eds., *Essays in marine geology in honor of K. O. Emery*: Los Angeles, University of Southern California Press, 35-49.
- Czaplewski, N. J. (1990). The Verde Local Fauna: Small vertebrate fossils from the Verde Formation, Arizona. *San Bernardino County Museum Association Quarterly* 37(3), 1-39.
- Delgado-Granados, H., J. Urrutia-Fucugauchi, T. Hasenaka, y M. Ban (1995). Southwestward volcanic migration in the western trans-Mexican volcanic belt during the last 2 Ma. *Geofísica Internacional* 34(3), 341–352.
- Downs, T. (1958). Fossil vertebrates from Lago de Chapala, Jalisco, Mexico: 20<sup>th</sup> International Geological Congress, Section 7, 341-352.
- Fabre, P. H., Hautier, L., Dimitrov, D., y P Douzery, E. J. (2012). A glimpse on the pattern of rodent diversification: A phylogenetic approach. *BMC Evolutionary Biology*, 12(1), 88.
- Feldhamer, G. A., Drickamer, L. C., Vessey, S. H., Merritt, J. F., y Krajewski, C. (2015). *Mammalogy: Adaptation, Diversity, Ecology*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA. Pags. 842-848, 894-897.
- Ferrari, L., G. Pasquare, S. Venegas-Salgado, y F. Romero-Ríos (2000). Geology of the western Mexican volcanic belt and adjacent Sierra Madre Occidental and Jalisco block. *Special Paper of the Geological Society of America*, 334, 65–83.
- Ferrusquía-Villafranca, I., Jiménez-Hidalgo, E., Ortiz-Mendieta, J. A. y Bravo Cuevas, V. M. (2002). El registro paleogénico de mamíferos en México y su significación geológico-paleontológico. *Avances en los estudios paleomastozoológicos*, Montellano-Ballesteros, M., Arroyo-Cabrales, J. (Eds.), CONACULTA, INAH, MÉXICO, 25-46.

- Ferrusquía-Villafranca, I. (2003). Chapter 13: Mexico's Middle Miocene Mammalian Assemblages: An Overview. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 321-347.
- Ferrusquía-Villafranca, I., Arroyo-Cabrales, J., Martínez-Hernández, E., Gama-Castro, J. Ruiz-González, J. Polaco, O. J. y Johnson, E. (2010) Pleistocene mammals of Mexico: A critical review of regional chronofaunas, climate change response and biogeographic provinciality. *Quaternary International*, 217(1-2), 53-104.
- Flynn, J. J., Kowallis, B. J., Nuñez, C., Carranza-Castañeda, O., Miller, W. E., Swisher, III C. C. y Lindsay, E. H. (2005). Geochronology of Hemphillian-Blancan age strata, Guanajuato, Mexico, and implications for timing of the Great American Biotic Interchange. *The Journal of Geology*, 113(3), 287-307.
- Fostowicz-Frelik, L. (2003). Species distribution and differentiation of Eurasian *Hypolagus* (Lagomorpha: Leporidae). In: Reumer, J.W.F. & Wessels, W. (eds.). *Distribution and migration of Tertiary Mammals In Eurasia. A volume In honour of Hans De Bruijn*. DEINSEA 10, 197-216.
- Garrido-Bautista, J. (2019). Los micromamíferos y su seguimiento. Recuperado el 19 de enero de 2021, de El Pulgar del Panda: <https://pulgarpanda.wixsite.com/elpulgardelpanda/post/los-micromamiferos-y-su-seguimiento>
- Gidley, J. W. (1922). Preliminary report on fossil vertebrates of the San Pedro Valley, Arizona, with descriptions of new species of Rodentia and Lagomorpha. *Professional Paper. U.S. Geological Survey*, 131, 119-131
- Guzmán-Gómez, I. G. (2014). Mastofauna henfiliana de La Plegaria, Hidalgo, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Harrison, J. A. (1978). Mammals of the Wolf Ranch Local Fauna, Pliocene of the San Pedro Valley, Arizona. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas*, 73:1-18.
- Hibbard, C. W. (1967). New rodents from the late Cenozoic of Kansas. *Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters*, 52.

- Ieradi, L. A., Moreno, S., Bolívar, J. P., Cappai, A., Di Benedetto, A. y Cristaldi, M. (1998). Free-living rodents as bioindicators of genetic risk in natural protected areas. *Environmental Pollution*, 102, (2–3), 265-268.
- Jacobs, L. L. y Lindsay, E. H. (1981). *Prosigmodon oroscoi*, a new sigmodont rodent from the late Tertiary of Mexico. *Journal of Paleontology*, 55(2), 425-430.
- Jiménez-Hidalgo, E., Smith, K. T., Guerrero-Arenas, R. y Alvarado-Ortega, J. (2014). The first Late Eocene continental faunal assemblage from tropical North America. *Journal of South American Earth Sciences*, 57, 39-48.
- Korth, W. W. y De Blieux, D. D. (2010). Rodents and lagomorphs (Mammalia) from the Hemphillian (late Miocene) of Utah. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30:1, 226-235.
- Kowallis, B. J., Swisher C. C., Carranza-Castañeda, O., Miller W. E. y Tingey, D. G. (1998). Preliminary radiometric dates in selected late tertiary vertebrate faunas from Mexico. *Avances en Investigación, Paleontología de Vertebrados, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Publicación Especial. 1: 103-108.*
- Lindsay, E. H. (1972). Small mammal fossils from the Barstow Formation. California. *University of California Publications in Geological Sciences*, 93, 1-104
- Lindsay, E. H. (2008). Cricetidae. *In* Janis, C. M., G. F. Gunnell y M. Uhen (eds). (2008). *Evolution of Tertiary Mammals of North America. Vol. 2: Small Mammals, Edentates and Marine Mammals.* Cambridge University Press, Cambridge, UK. 795.
- Lindsay, E. H., Opdyke, N. D. y Johnson, N. M. (1984). Blancan-Hemphillian Land Mammals Ages and Late Cenozoic Mammal Dispersal Events. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 12, 445-488.
- Lindsay, E. H. y Jacobs, L. L. (1985). Pliocene small mammal fossils from Chihuahua, Mexico. *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana*, 51, 1-62.

- Lindsay, E. H. y Czaplewski, N. J. (2011). New rodents (Mammalia, Rodentia, Cricetidae) from the Verde Fauna of Arizona and the Maxum Fauna of California, USA, early Blancan Land Mammal Age. *Palaeontologia Electronica* 14, 1-16.
- Lucas, S. G. (2008). Late Cenozoic fossil mammals from the Chapala rift basin, Jalisco, Mexico. *Neogene Mammals: New Mexico, USA*, (April), 39–49.
- McDonald, H. G. y Carranza-Castañeda, O. (2017). Increased xenarthran diversity of the Great American Biotic Interchange: a new genus and species of ground sloth (Mammalia, Xenarthra, Megalonychidae) from the Hemphillian (late Miocene) of Jalisco, Mexico. *Journal of Paleontology* 91:5, 1069-1082.
- Maridet, O., Escarguel, G., Costeur, L., Mein, P., Hugueney, M. y Legendre, S. (2007). Small mammal (rodents and lagomorphs) European biography from the Late Oligocene to the mid Pliocene. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 529-544.
- Martin, R. A. (1974). Fossil mammals from the Coleman IIA fauna, Sumter County. In S. D. Webb (ed.), *Pleistocene Mammals of Florida*. Murray State University, 35-99.
- Martin, R. A. (1979). Fossil history of the rodent genus *Sigmodon*. *Evolutionary Monograph*, 2.
- Martin, R. A. (1986). Energy, ecology and cotton rat evolution. *Paleobiology*, 12(4), 370-382.
- Martin, R. A., Honey, J. G., Peláez-Campomanes, P., Goodwin, H. T., Baskin, J. A., y Zakrzewski, R. J. (2002). Blancan lagomorphs and rodents of the Deer Park assemblages, Meade County, Kansas. *Paleontological Society*, 76, 1072-1090.
- Martin, R. A. y Zakrzewski, R. J. (2019). On the ancestry of woodrats. *Journal of Mammalogy*, 100(5), 1564-1583.
- Martin, R. A., Peláez-Campomanes, P., Ronez, C. y Barbière, F. (2020). A new genus of cricetid rodent (Rodentia: Cricetidae) from the Clarendonian (late Miocene) of North America and a consideration of sigmodontine origins. *Paludicola*, 12(4).

- Méndez-Cárdenas, D. L. (2009). Bioestratigrafía y magnetoestratigrafía de alta resolución en sedimentos lacustres del Neógeno en la Cuenca de Chapala, Jalisco, México. M.S. tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Miller, W. E. (1980). The late Pliocene Las Tunas local fauna from southernmost Baja California, Mexico. *Journal of Paleontology*, 54(4), 762-805.
- Miller, W. E. y Carranza-Castañeda, O. (1982). New Lagomorphs from the Pliocene of Central Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 2(1), 95-107.
- Miller, W. E. y Carranza-Castañeda, O. (1984). Late Cenozoic mammals of Central Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 4(2), 216-236.
- Mitchell, G. W. (1965) Investigation of "Lake Jalisco". *The Mines Magazine*, 13-20.
- Monés, A. (1991). Monografía de la familia Hydrochoeridae (Mammalia: Rodentia). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 134, 1–235.
- Montellano-Ballesteros, M., y Jimenez-Hidalgo, E. (2006). Mexican Fossil Mammals, Who, Where and When? In Vega F.J., Nyborg T.G., Perrilliat M.D.C., Montellano-Ballesteros M., Cevallos-Ferriz S.R.S., Quiroz-Barroso S.A. (Eds) *Studies on Mexican Paleontology*, Springer-Verlag, 249-273.
- Morgan, G. S. y Lucas, S. G. (2003). Mammalian biochronology of Blancan and Irvingtonian (Pliocene and Early Pleistocene) faunas from New Mexico. *Bulletin American Museum of Natural History*. 279, 269-320
- Morgan, G. S., Sealey, P. L. y Lucas, S. G. (2011). Pliocene and Early Pleistocene (Blancan) Vertebrates from The Palomas Formation in The Vicinity of Elephant Butte Lake and Caballo Lake, Sierra County, Southwestern New Mexico. Pp. 664-736 In *Fossil Record 3* (R. M. Sullivan, S. G. Lucas y J. A. Spielmann, eds.). New Mexico Museum of Natural History and Science, 53:1-736.
- Novacek, M. J., Ferrusquía-Villafranca, I., Flynn, J. J., Wyss, A. R. y Norell, M. (1991). Wasatchian (early Eocene) mammals and other vertebrates from Baja California, Mexico: The Lomas Las Tetas de Cabra. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 208.

- Pacheco-Castro, A. (2014). Bioestratigrafía de los roedores fósiles (Cricetidae y Geomyidae) del Cenozoico tardío en San Miguel Allende, Guanajuato y Tecolotlán, Jalisco. M.S. tesis. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Pacheco-Castro, A., Carranza-Castañeda, O. y Jiménez-Hidalgo, E. (2019), A new species of Sigmodontinae (Rodentia) from the late Hemphillian of central Mexico, and comments on the possible radiation of this group. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 36(3), 321-333.
- Peláez-Campomanes, P. y Martin, R. A. (2005). The Pliocene and Pleistocene history of cotton rats in the Meade Basin of southwestern Kansas. *Journal of Mammalogy*, 86(3), 475-494.
- Peppers, L. L., Carroll, D. S. y Bradley, R. D. (2002). Molecular Systematics of the genus *Sigmodon* (Rodentia: Muridae): Evidence from the Mitochondrial Cytochrome-*b* gene. *Journal of Mammalogy*, 83(2), 396–407
- Peters, R. B. (1951). A preliminary report on the geology of Lake Chapala (Mexico) and the possibility of its being the site of late Pleistocene man. *Yearbook Association of Pacific Coast Geographers*, 13, 1-48.
- Prothero, D. R., y Williams, M. P. (2017). Chapter 1: Age of Mammals. *In* The Princeton field guide to prehistoric mammals (pp. 7-19). Princeton University Press.
- Repenning, C. A. (1962). The giant ground squirrel *Paenemarmota*. *Journal of Paleontology*, 36(3), 540-556.
- Reynolds, R. E. (1991). *San Bernardino County Museum Association Quarterly* 38(3).
- Riechers-Pérez, A., Méndez-Sáenz, V. H., y Horváth, A. (2017). Mamíferos pequeños silvestres como indicadores de conservación en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *In* Ruiz-Montoya, L., Álvarez-Gordillo, G., Ramírez-Marcial, N., y Cruz-Salazar, B. (ed.), *Vulnerabilidad social y biológica ante el cambio climático en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote*. 481-520.
- Rincón, A. D., Czaplewski, N. J., Montellano-Ballesteros, M., y Benammi, M. (2016). New species of *Postcopemys* (Cricetidae: Rodentia) from the early Pliocene of Lago de Chapala, Jalisco, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 61(2), 108–118.

- Rosas-Elguera, J., Ferrari, L., Garduño-Monroy, V. H. y Urrutia-Fucugachi, J., (1997) Continental boundaries of the Jalisco block and their influence in the Pliocene-Quaternary kinematics of western Mexico: *Geology*, 24, 921-924.
- Rufolo, S. (1998). Taxonomy and significance of the fossil mammals of Lake Chapala, Jalisco, Mexico. Master dissertation, Brigham Young University. Department of Geology.
- Schultz, G. E. (1990). Stop 16: Late Hemphillian faunas of the Texas and Oklahoma panhandles. *In* T. C. Gustavson (ed.), Tertiary and Quaternary stratigraphy and vertebrate paleontology of parts of northwestern Texas and eastern New Mexico. Guidebook - Bureau of Economic Geology, University of Texas at Austin, 104-111.
- Smith, M. L., Cavender, T. M. y Miller, R. R. (1975). Climate and biogeographic significance of a fish fauna from the late Pliocene-early Pleistocene of the Lake Chapala basin (Jalisco, Mexico). University of Michigan Museum of Paleontology, Papers of Paleontology 12, Claude W. Hibbard Memorial 3, 29-38.
- Talmage, S. S. y Walton, B. T. (1991). Small mammals as monitors of environmental contaminants. *Review of Environmental Contamination and Toxicology*, 119, 47-108.
- Urrutia-Fucugauchi, J. y Rosas-Elguera, J. (1994). Paleomagnetic study of the Eastern sector of Chapala Lake and implications for the tectonics of west-central Mexico. *Tectonophysics*, 239, 61-71.
- von Koenigswald, W., Anders, U., Engels, S., Schultz, J. A., y Ruf, I. (2010). Tooth morphology in fossil and extant Lagomorpha (Mammalia) reflects different mastication patterns. *Journal of Mammalian Evolution*, 17(4), 275–299.
- Vucetich, M. G., Deschamps, C. M. y Pérez, M. E. (2015). The first capybaras (Rodentia, Caviidae, Hydrochoerinae) involved in the Great American Biotic Interchange. *Ameghiniana*, 52, 324–333.
- White, J. A. (1988). The Archaeolaginae (Mammalia, Lagomorpha) of North America, excluding *Archaeolagus* and *Panolax*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 7(4), 425–450.

- Wilson, D. E. y Reeder, D. M. (2005). Mammal species of the world, a taxonomic and geographic reference. Third edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore. USA.
- Wilson, R. W. (1949). Rodents of the Rincon fauna, western Chihuahua, Mexico. Carnegie Institution of Washington Publications, 584, 165–176.
- Zakrzewski, R. J. (1991). New Species of Blacan Woodrat (Cricetidae) from North-Central Kansas. Journal of Mammalogy, 72:1, 104-109.

ANEXOS

Tabla 1.- Medidas de los elementos dentales de roedor proveniente de los niveles fosilíferos 1, 2, 3 y 5 de la localidad Chapala 1, Jalisco.

No. ejemplar	Tamaño	tipo de diente	Identificación
CH1R-1	LT:1.7mm MP:1.4mm	M2R	<i>S. minor</i>
CH1R-2	LT:1.7mm MP:1.7mm	M2L	<i>S. minor</i>
CH1R-3	LT:3.3mm MP:2.4mm	M1R	<i>S. minor</i>
CH1R-4	LT:1.7mm MP:1.3mm	M2L	<i>S. minor</i>
CH1R-5	LT:2.5mm MP:1.5mm	m1L	<i>S. minor</i>
CH1R-6	LT:1.2mm MP:0.8mm	¿M1R?	<i>Netoma</i> (fragmentado)
CH1R-7	LT:1.9mm MP:1.6mm	m2R	<i>S. minor</i>
CH1R-8	LT:1.4mm MP:1.8mm	M3R	<i>S. minor</i>
CH1R-9	LT:1.8mm MP:1.5mm	m2R	<i>S. minor</i>
CH1R-10	LT:1.8mm MP:1.3mm	m3R	<i>S. minor</i>
CH1R-11	LT:1.8mm MP:1.6mm	m2R	<i>S. minor</i>
CH1R-12	LT:1.8mm MP:1.6mm	m2R	<i>S. minor</i>
CH1R-13	LT:2.0mm MP:1.3mm	m1L	?
CH1R-14	LT:1.6mm MP:1.4mm	M1R	<i>S. minor</i> (Fragmentado)
CH1R-15	LT:1.8mm MP:1.5mm	m1L	<i>Postcopemys</i> sp.
CH1R-16	LT:1.9mm MP:1.7mm	m2L	<i>S. minor</i>
CH1R-17	LT:1.7mm MP:1.3mm	m1L	<i>Postcopemys</i> sp.
CH1R-18	LT:2.2mm MP:1.7mm	M1L	<i>S. minor</i>
CH1R-19	LT:2.4mm MP:1.6mm	m1L	<i>S. minor</i>

CH1R-20	LT:2.1mm MP:1.5mm	m1L	<i>S. minor</i>
CH1R-21	LT:2.1mm MP:1.5mm	m3R	<i>S. minor</i>
CH1R-22	LT:2.3mm MP:1.6mm	M1R	<i>S. minor</i>
CH1R-23	LT:2.0mm MP:1.7mm	M1L	<i>S. minor</i>
CH2R-1	LT:2.1mm MP:1.5mm	m1R	<i>S. minor</i>
CH2R-2	LT:2.3mm MP:1.5mm	m1L	<i>S. minor</i>
CH2R-3	LT:2.2mm MP:1.4mm	m1R	<i>S. minor</i>
CH2R-4	LT:2.2mm MP:1.6mm	M1R	<i>S. minor</i>
CH2R-5	LT:2.3mm MP:1.5mm	M1L	<i>S. minor</i>
CH2R-6	LT:2.3mm MP:1.4mm	M1L	<i>S. minor</i>
CH2R-7	LT:1.5mm MP:1.4mm	M2R	<i>S. minor</i>
CH2R-8	LT:1.5mm MP:1.5mm	M2L	<i>S. minor</i>
CH2R-9	LT:1.7mm MP:1.4mm	m2R	<i>S. minor</i>
CH2R-10	LT:2.0mm MP:1.6mm	m2R	?
CH3R-1	LT:1.8mm MP:1.6mm	m2R	<i>S. minor</i>
CH3R-2	LT:1.7mm MP:1.5mm	M2L	<i>S. minor</i>
CH3R-3	LT:1.6mm MP:1.3mm	M2R	<i>S. minor</i>
CH3R-4	LT:1.6mm MP:1.4mm	M2R	<i>S. minor</i>
CH3R-5	LT:1.4mm MP:1.8mm	M2R	?
CH3R-6	LT:1.8mm MP:1.6mm	m2L	<i>S. minor</i>
CH3R-7	LT:1.7mm MP:1.5mm	M2L	<i>S. minor</i>
CH3R-8	LT:1.6mm MP:1.4mm	m3L	<i>S. minor</i>
CH3R-9	LT: ? MP:1.4mm	m1R	<i>S. minor</i> (falta procíngulo)

CH3R-10	LT:1.7mm MP:1.5mm	m3L	<i>S. minor</i>
CH3R-11	LT:1.8mm MP:1.6mm	m2L	<i>S. minor</i>
CH3R-12	LT:1.7mm MP:1.4mm	m3L	?
CH3R-13	LT:1.7mm MP:1.5mm	m3L	<i>S. minor</i>
CH3R-14	LT:2.1mm MP:1.6mm	M1R	<i>S. minor</i>
CH3R-15	LT:2.0mm MP:1.4mm	M1R	<i>S. minor</i>
CH3R-16	LT: ? MP:1.4mm	M1R	<i>S. minor</i>
CH3R-17	LT:2.2mm MP:1.5mm	m1R	<i>S. minor</i>
CH3R-18	LT:2.0mm MP:1.5mm	M1L	<i>S. minor</i>
CH3R-19	LT:1.9mm MP:1.4mm	M1R	<i>S. minor</i>
CH3R-20	LT:1.3mm MP:1.4mm	M3R	?
CH3R-21	LT:1.5mm MP:1.2mm	m2R	?
CH3R-22	LT:1.6mm MP:1.4mm	m3R	<i>S. minor</i>
CH3R-23	LT:1.6mm MP:1.4mm	m2R	<i>S. minor</i>
CH3R-24	LT:1.6mm MP:1.5mm	M2L	<i>S. minor</i>
CH3R-25	LT:1.8mm MP:1.5mm	m3L	<i>S. minor</i>
CH3R-26	LT:1.8mm MP:1.5mm	m3L	<i>S. minor</i>
CH3R-27	LT:? MP:?	?	muy fragmentado
CH5R-1	LT:2.1mm MP:1.6mm	M1R	<i>S. minor</i>
CH5R-2	LT:2.0mm MP:1.4mm	M1R	<i>S. minor</i>
CH5R-3	LT:2.0mm MP:1.4mm	m1R	?
CH5R-4	LT:2.2mm MP:1.5mm	m1L	<i>S. minor</i>
CH5R-5	LT:1.7mm MP:1.6mm	M2L	<i>S. minor</i>

CH5R-6	LT:1.7mm MP:1.7mm	M2L	<i>S. minor</i>
CH5R-7	LT:2.7mm MP:2.0mm	M1R	<i>Neotoma sp.</i>
CH5R-8	LT:1.4mm MP:1.2mm	M3R	<i>S. minor</i>
CH5R-9	LT:1.8mm MP:?	m1L	muy desgastado
CH5R-10	LT:? MP:?	?	fragmentado
CH5R-11	LT:2.1mm MP:1.4mm	m1R	<i>S. minor</i>
CH5R-12	LT:2.2mm MP:1.5mm	m1L	<i>S. minor</i>

Tabla 2.- Medidas de los elementos dentales de lagomorfos recuperados de los niveles fosilíferos 1, 2 y 3 de la localidad Chapala 1, Jalisco.

<b>Ejemplar</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Tipo de diente</b>	<b>Identificación</b>
CH1L-1	MP: 3.5mm LT: 2.1mm	MXR	<i>Hypolagus vetus</i>
CH1L-2	MP: 2.1mm LT: 2.9mm	p3L	<i>Hypolagus vetus</i>
CH1L-3	MP: 3.6mm LT: 2.1mm	MXR	<i>Hypolagus vetus</i>
CH1L-4	MP: 1.9mm LT: 1.6mm	mXL	<i>Hypolagus vetus</i>
CH1L-5	MP: 2.5mm LT: 2.3mm	mXL	<i>Hypolagus vetus</i>
CH1L-6	MP: 1.5mm LT: 2.4mm	P2R	<i>Hypolagus vetus</i>
CH1L-7	MP: 2.9mm LT: 1.9mm	M	?
CH1L-8	MP: 2.2mm LT: 1.9mm	mXL	<i>Hypolagus vetus</i>
CH3L-1	MP: 3.5mm LT: 2.0mm	MXL	<i>Hypolagus vetus</i>
CH3L-2	MP: 3.6mm LT: 2.2mm	MXR	<i>Hypolagus vetus</i>
CH3L-3	MP: 2.0mm LT: 3.0mm	?	?
CH3L-4	?	M?	<i>Hypolagus vetus</i>
CH3L-5	?	m	<i>Hypolagus vetus</i>

CH2L-1	MP: 3.7mm LT: 2.2mm	MXR	<i>Hypolagus vetus</i>
CH2L-2	?	MXR	<i>Hypolagus vetus</i>
CH2L-3	MP: 3.4mm LT: 2.2mm	MXL	<i>Hypolagus vetus</i>

Tabla 3.- Medidas de los elementos dentales de roedores recuperados de los niveles M1 y M2 de la localidad Chapala 1, Jalisco.

Ejemplar	Tamaño	Tipo de diente	Identificación
CHRM1-1	LT: 2.1mm MP: 1.6mm	M1R	<i>S. minor</i>
CHRM2-1	LT: 2.0mm MP: 1.2mm	m1L	<i>Postcopemys</i> sp.
CHRM2-2	LT: 1.7mm MP: 1.2mm	m1L	<i>Sigmodon</i> sp.
CHRM2-3	LT: 1.3mm MP: 1.0mm	m2R	<i>S. minor</i>
CHRM2-4	LT: 1.3mm MP: 1.4mm	m3	<i>Neotoma?</i>
CHRM2-5	LT: 2.1mm MP: 1.6mm	M1R	<i>S. minor</i>
CHRM2-6	?	M1R	<i>S. minor</i> (muy fragmentado)
CHRM2-7	?	?	Fragmento
CHRM2-8	LT: 2.7mm MP: 2.2mm	M1L	<i>Neotoma</i> ( <i>Paraneotoma</i> ) sp.

Tabla 4.- Medidas de los elementos dentales de lagomorfos provenientes del nivel M2 de la localidad Chapala 1, Jalisco.

Ejemplar	Tamaño	Tipo de diente	Identificación
CHLM2-1	MP: 2.8mm LT: 1.5mm	MX	<i>Hypolagus vetus</i>
CHLM2-2	?	?	Fragmento (se puede apreciar la crenulación)