



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE BIOLOGÍA

Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas

Área Temática en Ecología y Conservación

Paleodieta de *Sigmodon hispidus* (Rodentia, Cricetidae) en una
localidad del Pleistoceno tardío del Centro Occidente de México

TESIS

PRESENTA

Biol. Raymundo Cervantes Barriga

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

TUTOR

Dr. Javier Ponce Saavedra

CO-TUTOR

Dr. Alejandro Hiram Marín Leyva

Morelia, Michoacán Marzo de 2018



CONTENIDO

| | |
|--|----|
| I. RESUMEN GENERAL..... | 1 |
| II. SUMMARY | 2 |
| III. INTRODUCCIÓN GENERAL..... | 3 |
| IV. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS | 5 |
| V. OBJETIVOS..... | 6 |
| OBJETIVO GENERAL | 6 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 6 |
| VI. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 7 |
| VII. CAPÍTULO 1. Especies del género Sigmodon (Say y Ord, 1825) en una localidad del Pleistoceno Tardío del Centro Occidente de México..... | 11 |
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT | 13 |
| INTRODUCCIÓN | 14 |
| MATERIAL Y MÉTODO | 16 |
| RESULTADO | 19 |
| DISCUSIÓN | 29 |
| CONCLUSIÓN | 31 |
| LITERATURA CITADA..... | 32 |
| VIII. CAPÍTULO 2. Paleodieta de Sigmodon hispidus (Say y Ord, 1825) en una localidad del Pleistoceno tardío del Centro Occidente de México..... | 39 |
| RESUMEN | 40 |
| ABSTRACT | 41 |
| INTRODUCCIÓN | 42 |
| MATERIAL Y MÉTODO | 44 |
| RESULTADO | 47 |
| DISCUSIÓN | 50 |
| CONCLUSIÓN | 53 |
| LITERATURA CITADA..... | 54 |
| IX. DISCUSIÓN GENERAL | 58 |
| X. CONCLUSIÓN GENERAL..... | 61 |
| XI. LITERATURA GENERAL | 62 |

I. RESUMEN GENERAL

Conocer la dieta y hábitat de los animales descubiertos en yacimientos paleontológicos es importante para comprender el contexto actual en estos sitios, para ello es conveniente hacer una clasificación taxonómica eficiente. En algunos grupos de animales la asignación a un nivel específico es simple, mientras en otros es confusa, como lo es el caso de los roedores. La localidad La Cinta-Portalitos correspondiente al Pleistoceno tardío posee registros de vertebrados fósiles de anfibios, reptiles, mamíferos herbívoros y carnívoros. Uno de los géneros más frecuentes es *Sigmodon* (Rodentia) y para identificar material fósil de este grupo, se analizó la morfología básica del primer molar superior (M1) en ejemplares actuales reconociendo patrones del dibujo oclusal característicos de cada especie, estos patrones oclusales se compararon con el de los elementos fósiles de La Cinta-Portalitos, lográndose identificar taxonómicamente a nivel específico tres especies: *S. hispidus*, *S. leucotis* y *S. alleni*. El poco desplazamiento en roedores resulta muy útil para realizar investigación en paleoecología, la mayoría de este tipo de estudios se habían basado en propiedades funcionales de la anatomía de los organismos y ahora se complementan con técnicas que permiten inferir dieta y el tipo hábitat de los animales. Se ha demostrado que el método de microdesgaste dental es una herramienta precisa para inferir la dieta. Las piezas dentales de *S. hispidus* en La Cinta-Portalitos son abundantes respecto a otras especies de roedores, por esta razón fue seleccionada para analizar el microdesgaste de los primeros molares superiores con el objetivo de conocer su dieta, los patrones de microdesgaste de la población de *Sigmodon hispidus* de la localidad La Cinta-Portalitos se relaciona a una dieta de tipo pecedor, este patrón sugiere que la especie fósil *S. hispidus* habitó principalmente en zonas abiertas.

Palabras Claves: Roedores, Rancho Labreano, Michoacán, Paleodieta, *Sigmodon*.

II. SUMMARY

To know the diet and habitat of the animals discovered in paleontological sites is important to understand the current context in these sites, for this it is convenient to make an efficient taxonomic classification. In some groups of animals the taxonomic assignment to a specific level is simple, while in others it is confusing, as is the case of rodents. La Cinta-Portalitos locality correspond to the late Pleistocene have fossil vertebrate records of amphibians, reptiles, herbivorous mammals and carnivores. One of the most frequent genera found is *Sigmodon* (Rodentia) and to identify fossil material from this group, the basic morphology of the first upper molar (M1) was analyzed in current specimens recognizing occlusal patterns characteristics of each species, these occlusal patterns were compared with fossil elements of rodents of La Cinta-Portalitos, was achieved identify a specific level three species: *S. hispidus*, *S. leucotis* and *S. alleni*. The little displacement in rodents is very useful to perform research in paleoecology, the majority of this type of studies had been based on functional properties of the anatomy of organisms and now they are complemented with techniques that allow to infer diet and the type habitat of animals. Has been shown that the dental microwear method is an accurate tool to infer the diet. The dental pieces of *S. hispidus* in La Cinta-Portalitos are abundant with respect to other rodent species, for this reason it was selected to analyze the microwear of the first upper molars in order to know their diet, the microwear patterns of the population of *Sigmodon hispidus* from the La Cinta-Portalitos locality is related to a grass eater type diet, this pattern suggests that the fossil species *S. hispidus* was in open areas.

III. INTRODUCCIÓN GENERAL

Se considera fósil a cualquier evidencia que permita comprender que existió vida pasada, con base en ello, la Paleontología como ciencia interpreta y reconstruye el pasado biológico (Sour y Rivera, 1997).

En México se conocen sitios fosilíferos que comprenden registros del Precámbrico hace 560 millones de años, hasta la época actual, el Holoceno (Arroyo-Cabrales *et al.*, 2008). La época del Pleistoceno es la más documentada, Bell *et al.* (2004), y en base a su composición mastofaunística se divide en tres NALMA'S (North American Land Mammals Ages/ Edades de Mamíferos Terrestres Norteamericanas): Blancano (5.335-1.77 Ma), Irvingtoniano (1.7-0.16 Ma) y Rancholabreano (0.16-0.0095 Ma); es esta la última edad donde se presentan abundantes localidades fosilíferas (Ferrusquía-Villafranca *et al.*, 2010).

La fauna del Pleistoceno mexicano comprende varios órdenes de mamíferos: Didelphimorphia, Xenarthra, Insectivora, Chiroptera, Primates, Carnivora, Rodentia, Lagomorpha, Perissodactyla, Artiodactyla, Proboscidea, Notoungulata y posiblemente Litopterna; entre estos los roedores son el grupo que presenta mayor diversidad durante esta época (Ferrusquía-Villafranca *et al.*, 2010) y todavía en la actualidad lo siguen siendo (Ceballos y Olivia, 2005). El poco desplazamiento y su corto tiempo de vida (Cameron y Spencer, 1981; 1985), hacen que el estudio de roedores sea muy importante, considerándolos como buenos indicadores paleoambientales (Meléndez, 1990).

Sigmodon hispidus (Say y Ord, 1825) es una especie de la familia Cricetidae (Rodentia) que frecuentemente se encuentra en varios yacimientos del Pleistoceno tardío (Rancholabreano); estudios paleoecológicos como el análisis de microdesgaste dental pueden contribuir en el conocimiento del modo de vida y hábitat de este grupo. En México los estudios de microdesgaste se centran en taxones de mamíferos herbívoros de medio y gran tamaño como caballos y mamuts del Pleistoceno (Barrón-Ortiz *et al.*, 2014; Gutiérrez-Bedolla *et al.*, 2015, Marín-Leyva *et al.*, 2016). Estudios de este tipo en roedores son nulos, por lo que

el presente trabajo representa el primer estudio de microdesgaste para roedores de la familia Cricetidae en México; lo anterior, con el fin de conocer el tipo de dieta de la especie fósil *Sigmodon hispidus* en una localidad del Pleistoceno tardío del centro occidente de México (La Cinta-Portalitos, Michoacán-Guanajuato). Los resultados incrementan la información acerca del paleoambiente en el sitio de estudio.

IV. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

La dieta de la especie *Sigmodon hispidus* fósil de La Cinta-Portalitos puede inferirse con métodos que analizan los caracteres ecomorfológicos de sus dentaduras.

V. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la composición de la dieta de una población fósil de la especie *Sigmodon hispidus*, con base en los caracteres ecomorfológicos en los dientes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar taxonómicamente las especies fósiles del género *Sigmodon* (Say y Ord, 1825) de La Cinta-Portalitos, Michoacán-Guanajuato.
2. Conocer el patrón de microdesgaste de *Sigmodon hispidus* fósiles de La Cinta-Portalitos, Michoacán-Guanajuato.
3. Conocer el patrón de microdesgaste en dentaduras de *Sigmodon hispidus* actuales.

VI. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación: Con una superficie de 3,675 km² la cuenca de Cuitzeo se localiza en el límite centro norte de Michoacán y extremo sur de Guanajuato, con las siguientes coordenadas geográficas 19 ° 53´ 15" y 20° 04´ 30" latitud norte, 100° 50´ 20" y 101° 19´ 30" longitud oeste; se observan al NE coladas de lava y centros volcánicos, al Sur la depresión lacustre. La localidad La Cinta-Portalitos, está ubicada al norte de la cuenca en las coordenadas 20° 05´ 09" de Latitud Norte y 101° 09´ 31" de Longitud Oeste, con una elevación de 1750 a 2359 metros sobre el nivel del mar (Cram *et. al.*, 2010; García-Reyes, 2004) (Fig. 1).

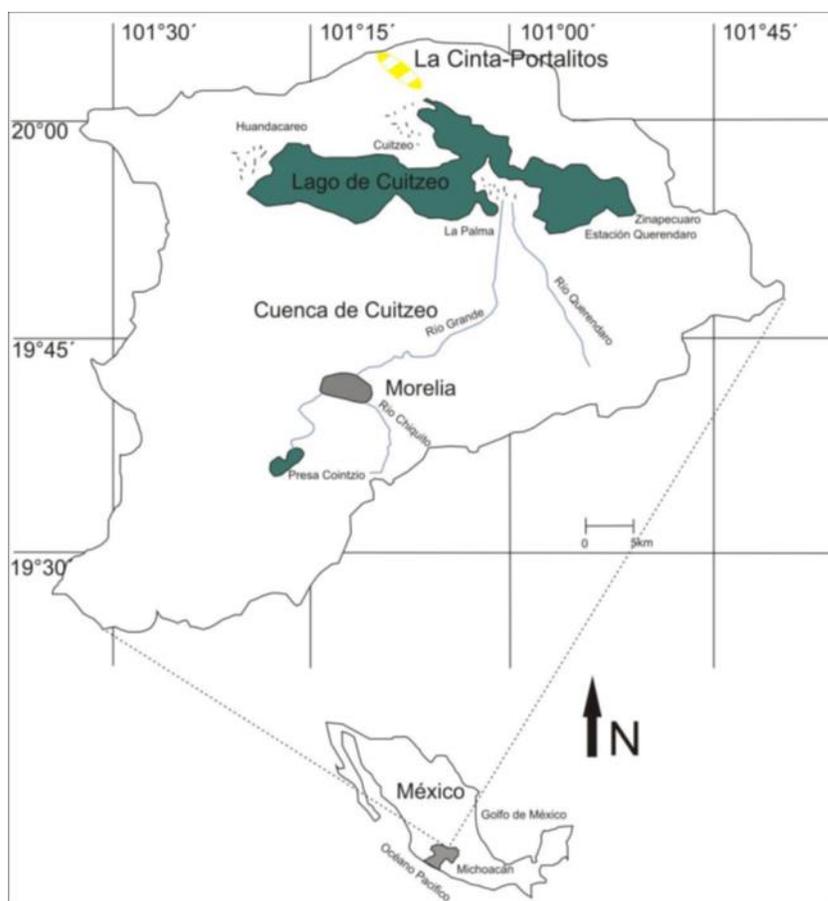


Figura 1. Ubicación de cuenca de Cuitzeo, Michoacán y Guanajuato (Tomado de Marín-Leyva 2011).

Fisiografía: con una forma oblonga en sentido E-O la cuenca de Cuitzeo forma parte Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, en las subprovincias Mil Cumbres, Neovolcánica tarasca y Sierras y Bajíos michoacanos (García-Reyes, 2004).

Geología: Las rocas presentes en la cuenca del lago de Cuitzeo son principalmente basaltos, andesitas, riolitas y tobas donde afloran abundantes depósitos post-Miocénicos, se distinguen tres paquetes de origen lacustre: el primero generando solamente en el centro del paleolago; este horizonte se caracteriza por la alternancia de limos y arcillas con niveles muy finos de diatomitas y es llamado “miembro basal arcilloso”, en el segundo existe un nivel oxidado en la mayor parte de las secciones, lo que indica la presencia de un periodo de desecación debido quizás a un cambio climático o a un levantamiento tectónico, por último el denominado “miembro superior” está constituido en gran parte por terrígenos y piroclástos (Israde-Alcántara, 1993; Israde y Garduño, 1999; Marín-Leyva, 2011).

Hidrografía: La cuenca de lago de Cuitzeo pertenece a la región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, se consideraba originalmente endorreica, fue modificada por la construcción de un canal que comunica el lago de Cuitzeo con la laguna de Yuriria (Mendivil *et al.*, 1980) el cual desemboca en el río Lerma, lo que le ha llevado a formar parte de una cuenca exorreica (Marín-Leyva, 2011). Las corrientes principales son los ríos Grande y Chiquito de Morelia, el río Queréndaro, río Zinapécuaro, las presas de Cointzio, Malpais y los manantiales de La Mintzita.

Climas: El clima predominante en la cuenca de Cuitzeo corresponde al templado con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 17.3°C, la precipitación media anual es de 841.9 mm, aunque puede ser variable, esto debido a que la cuenca se ubica en una zona transicional entre los climas templados secos y templados húmedos (Mendoza, 2002). Como referencia: Cuitzeo tiene 1831 msnm, clima BS₁hw (w) (i´) g.

Suelos: Las unidades que principalmente se desarrollan en la cuenca de acuerdo con el sistema FAO corresponden al tipo Vertisol, Luvisol, Andosol y Acrisol. Estos suelos básicamente están constituidos por materiales con texturas predominantemente finas (Mendoza, 2002).

Estratigrafía: La columna estratigráfica tipo de La Cinta-Portalitos, está constituida con base en los espesores, textura y litología de ocho columnas descritas para esta localidad (Fig. 2), las evidencias estratigráficas y sedimentológicas definen seis facies, la número V se refiere como una facie fluvio-lacustre donde están depositados abundantes restos fósiles de vertebrados (Marín-Leyva, 2011).

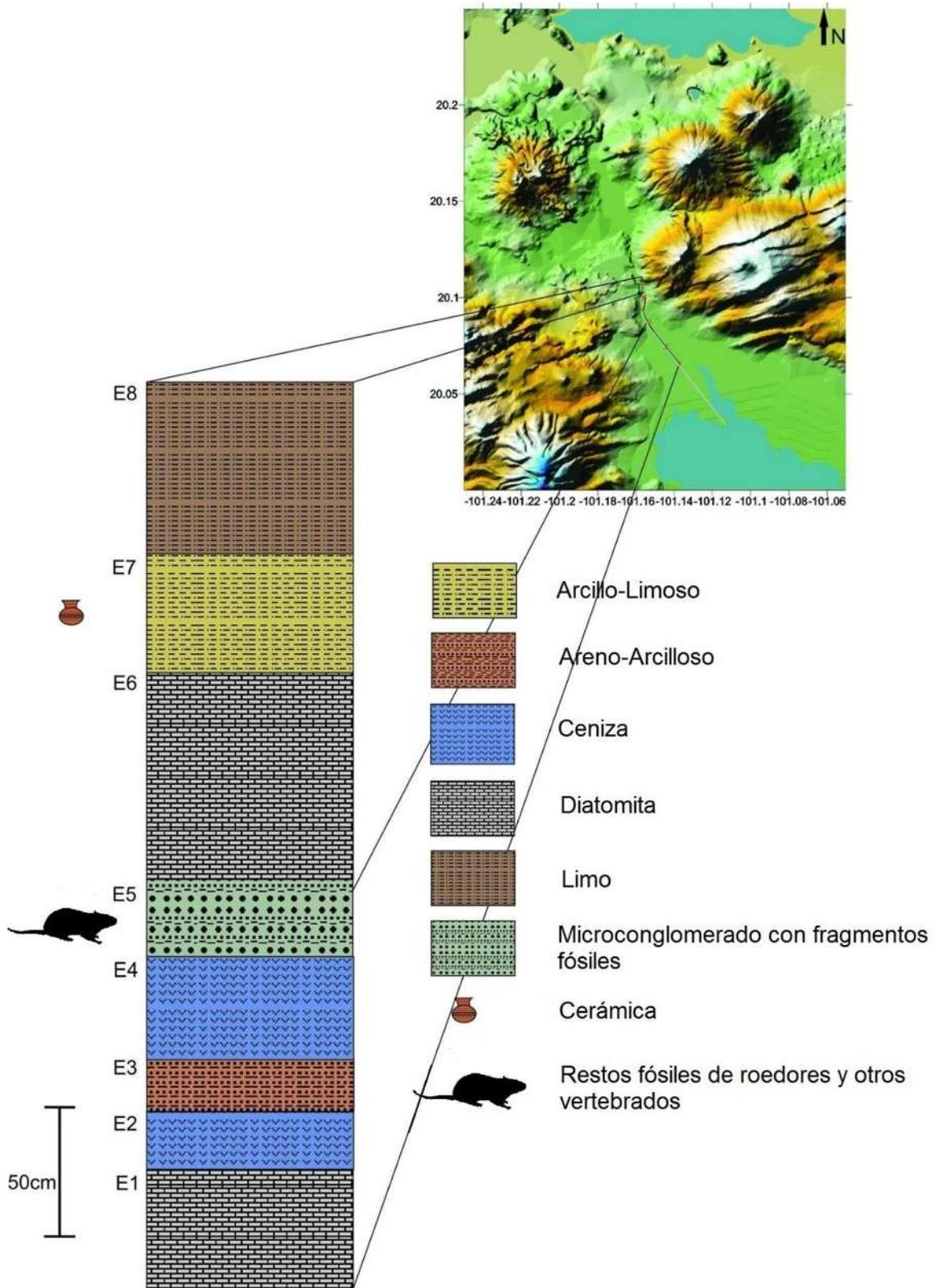


Figura 2. Columna estratigráfica tipo de La Cinta-Portalitos, Michoacán-Guanajuato (Tomado y modificado de Cervantes-Barriga, 2015).

VII. CAPÍTULO 1. Especies del género Sigmodon (Say y Ord, 1825) en una localidad del Pleistoceno Tardío del Centro Occidente de México

Cervantes-Barriga, Raymundo¹; Marín-Leyva, Alejandro Hiram²; Ponce-Saavedra, Javier³; Arroyo-Cabrales, Joaquín⁴; Monterrubio-Rico, Tiberio⁵; Cano-Camacho, Horacio⁶.

1-Laboratorio de Paleontología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edif. R 2°. Piso. Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México.

2-Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica S/N, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, C.P. 04150, Ciudad de México, México.

3-Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edif. B4 2°. Piso. Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México.

4-Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticul Álvarez Solórzano", Subdirección de laboratorio y Apoyo Académico, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Moneda #16, Col. Centro, C.P. 06060, Ciudad de México, México.

5-Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Conservación y Manejo de Fauna Silvestre, Edificio de Investigación, Jardín Botánico. C.P. 58194, Morelia, Michoacán, México

6- Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB), Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México

RESUMEN

La localidad de La Cinta-Portalitos se ubica en la zona norte de la cuenca de Cuitzeo entre los estados de Michoacán de Ocampo y Guanajuato, cuenta con registros de vertebrados fósiles de anfibios, reptiles, mamíferos herbívoros y carnívoros. Los fósiles se encuentran en una facie fluviolacustre. La presencia de restos del género *Bison* sp. permite asignar una edad correspondiente al Rancholabreano (160 a 9.5 ka) para la localidad. Entre los grupos de mamíferos registrados se encuentra el Orden Rodentia que en paleoecología es un componente importante para entender las relaciones ecológicas de la biota del pasado. Uno de los géneros mejor representados es *Sigmodon*, sin embargo, la identificación específica es compleja. Se analizó la morfología básica del primer molar superior (M1) de varios ejemplares de *Sigmodon* actuales bien determinados provenientes de colecciones científicas, con el fin de reconocer patrones oclusales que ayuden en la identificación del material fósil. Los caracteres que se revisaron se seleccionaron bajo el criterio de que no fueren afectados por la edad o desgaste dental del individuo. Con los caracteres previamente utilizados para el material fósil y los que se obtuvieron de revisar material actual, se determinaron tres especies de roedores del género *Sigmodon*: *S. hispidus*, *S. leucotis* y *S. alleni*, estas dos últimas representan nuevos registros para la mastofauna fósil del Pleistoceno Tardío en Michoacán.

Palabras clave: Rodentia, Rancholabreano, Michoacán-Guanajuato.

ABSTRACT

The site of La Cinta-Portalitos is located in the northern area of the Cuitzeo basin between the states of Michoacán de Ocampo and Guanajuato, with records of vertebrate fossils of amphibians, reptiles, herbivorous and carnivores Mammals. The fossils are found in a fluviolacustrine layer. The presence of remains of the genus *Bison* sp. allows assigning a corresponding age to Rancholabreano (160 to 9.5 ka) for the locality. Among the groups registered of Mammals, is the Rodentia Order, which in paleoecology is an important component to understand the ecological relationships of the biota of the past. *Sigmodon* is one of the best represented genres, however, the specific identification is complex. The basic morphology of the first upper molar (M1) of several well determined current *Sigmodon* specimens from scientific collections was analyzed in order to recognize occlusal patterns that help in the identification of fossil material. The characters that were reviewed were selected under the criterion that they were not affected by the age or dental wear of the individual. With the characters previously used for the fossil material and those obtained from reviewing current material, three species of rodents of the genus *Sigmodon* were determined: *S. hispidus*, *S. leucotis* and *S. alleni*, these last two represent new records for the mastofauna fossil of the Late Pleistocene in Michoacán.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se conocen a nivel mundial 5,863 especies de mamíferos (Clase: Mammalia), asignados en 29 órdenes. El 40.3% está representado por los roedores (Orden Rodentia), que es el grupo más numeroso con 2,368 especies (Froese, 2017); se caracterizan principalmente por tener tanto en la maxila como en la mandíbula un par de incisivos curvos de crecimiento continuo, carecen de caninos y en su lugar presentan un diastema largo que los separa de los dientes postcaninos (premolares y molares) (Ceballos y Olivia, 2005).

El registro fósil sugiere que los roedores aparecieron en el Paleoceno hace aproximadamente 65.5–55.8 millones de años, (Meléndez, 1990; Fabre *et al.*, 2012), logrando adaptarse a diversos hábitats y regiones geográficas desde entonces, con una dieta principalmente herbívora; cumplen la función de consumidores primarios, papel muy importante dentro del flujo de energía de los ecosistemas (Núñez, 2005).

En la actualidad en México se registran 246 especies (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014) y durante el Pleistoceno 97 (Ferrusquía-Villafranca *et al.*, 2010). En el Estado de Michoacán el número actual es de 52 (Monterrubio-Rico *et al.*, 2014), y solamente tres especies durante el Pleistoceno (García-Zepeda, 2006).

El Orden Rodentia está conformado por 34 familias de las cuales Muridae y Cricetidae representan el 62.5% (Froese, 2017), ambas se consideraron algún tiempo como la misma familia (Muridae); sin embargo, con estudios moleculares (Peppers, *et.al.*, 2002) y anatomía dental (Hillson, 2005) se muestran diferencias significativas. Los registros más antiguos para la familia Cricetidae se encuentran en el Eoceno superior de China (Meléndez, 1990) y es en esta familia donde se encuentra el género *Sigmodon*. Las especies de este grupo son presas activas durante el día y parte de la noche (Ceballos y Olivia, 2005), de manera que son parte fundamental de los ecosistemas donde viven. Resulta interesante encontrar de manera común restos fósiles del género *Sigmodon* en depósitos del

Pleistoceno Tardío, estos hallazgos aportan información valiosa al conocimiento de comunidades pasadas.

En Michoacán existen 26 localidades fosilíferas que corresponden a la época del Pleistoceno tardío o también llamada edad Rancholabreano (Arroyo-Cabralles *et al.*, 2002; García-Zepeda, 2006; Villegas-Chapa, 2014). La Cinta-Portalitos ubicada al norte de la cuenca de Cuitzeo es una localidad que corresponde a la edad antes mencionada, posee registros de vertebrados fósiles de anfibios, reptiles, mamíferos herbívoros como mamut, caballos, camellos, venados y bisontes (taxón índice que permite asignar la edad del sitio al Rancholabreano), así como algunos carnívoros (García-Zepeda, 2006; Plata-Ramírez, 2012; Díaz-Sibaja, 2013, Cervantes-Barriga 2015; Gutiérrez-Bedolla *et al.*, 2015; Marín-Leyva *et al.*, 2016). García-Zepeda en 2006, reporta tres especies de roedores, *Neotoma* cf. *N. tlapacoyana*, *Sigmodon hispidus* y *Microtus* sp., desde entonces se ha colectado constantemente material fósil del género *Sigmodon* el cual aún no se ha determinado.

La clasificación taxonómica con material fósil del género *Sigmodon* es confusa, el presente trabajo tiene como objetivo determinar los restos fósiles del género *Sigmodon* a nivel específico en la localidad de La Cinta-Portalitos, Michoacán y Guanajuato, con la finalidad de ampliar los registros de estos organismos durante el Pleistoceno tardío en Michoacán y en el Centro-Occidente de México.

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

Se llevaron a cabo colectas de fósiles de roedores en el yacimiento La Cinta-Portalitos ubicado al norte de la cuenca de Cuitzeo. Las características propias del yacimiento permitieron hacer la colecta de dos maneras distintas. Primero, en la facie fluvio-lacustre, donde están depositados restos fósiles de vertebrados, se extrajo sedimento con ayuda de palas de mano para posteriormente hacer un tamizado en agua. Por otro lado la actividad de las hormigas al momento de crear madrigueras para sus colonias expulsaron pequeños restos fósiles hacia el exterior, estos fragmentos pertenecen a especies de peces, anfibios, reptiles, aves, también mamíferos pequeños como roedores y lagomorfos: la actividad de estos insectos permitió hacer colectas con la ayuda de una cuchara de jardín en el sedimento arrojado; en ambos casos el material se colocó en una bolsa de plástico con sus respectivos datos (ubicación, localidad, fecha, colector y horizonte de colecta). Posteriormente fue transportado al Laboratorio de Paleontología de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Trabajo de laboratorio

El sedimento colectado en la facie fluvio-lacustre fue lavado mediante la técnica de tamizado en agua, dicha técnica es muy utilizada en la recolección de fósiles de pequeños organismos (microfósiles), el tamizado tiene como finalidad separar partículas finas (limos y arcillas), el sobrante del tamiz está compuesto de arenas y gravas gruesas, así como de elementos minerales y fósiles. En este punto, tanto el material colectado de la facie fluvio-lacustre, como el que se colectó de los hormigueros, fue separado de gravas y arenas, así como otros materiales minerales, con la ayuda de una lente de aumento o un microscopio estereoscópico. Una vez separadas las piezas fósiles se limpiaron manualmente para quitar el exceso de sedimento, utilizando agua, cepillos de cerdas suaves, brochas de cerdas finas y algunos pinceles. Una vez limpios, los elementos que lo requirieron se les aplicó un sellador diluido al 50% para su mejor conservación.

Posteriormente se asignó un número de colección con dos letras iniciales mayúsculas que corresponden a Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UM), seguido de un número que corresponde al catálogo de fósiles de la Colección Paleontológica de la Facultad de Biología. Las piezas fósiles quedaron así listas para su manipulación.

Trabajo de gabinete

Determinación taxonómica

La determinación taxonómica de las piezas dentales fósiles se realizó mediante principios paleontológicos, consultando colecciones de mamíferos actuales y fósiles, como: la Colección Paleontológica de la Facultad de Biología, la Colección de Mamíferos del Laboratorio de Mastozoología dependientes de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), la colección Paleontológica del Laboratorio de Arqueozoología “M. en C. Ticul Álvarez Solórzano” del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Se propone utilizar un nuevo método que consiste en observar atributos cualitativos de la cara oclusal del diente, para definir el nombre de cada una de las estructuras dentales se siguió a Lindsay (1972), Tomida (1987) y Hillson (2005) (Fig. 3), para la identificación específica de las piezas se trazó un eje longitudinal desde el Mesolofo hasta la mitad del Anterocono, también un eje labio-lingual en el cónulo anterolabial de manera paralela a la longitud del Anterocono (Fig. 4). En base a características morfológicas de la superficie oclusal de los molares se determinaron 27 primeros molares superiores (M1) del género *Sigmodon*.

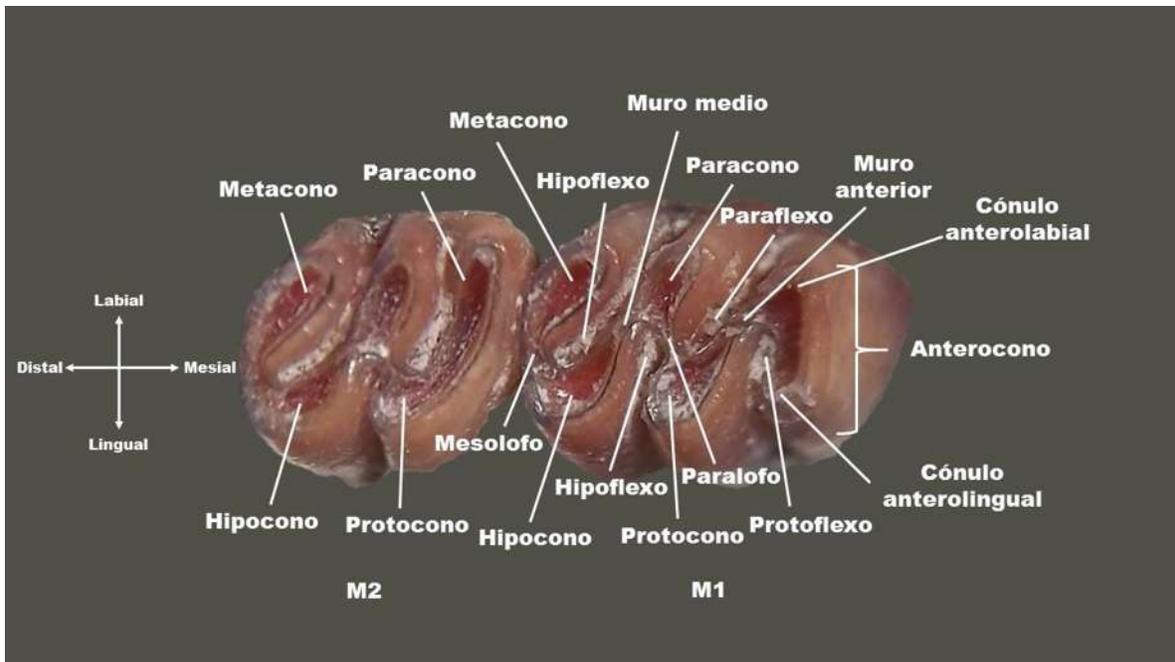


Figura 3. Terminología dental. M1 Familia Cricetidae (Modificada de Lindsay, 1972 y Tomida, 1987).

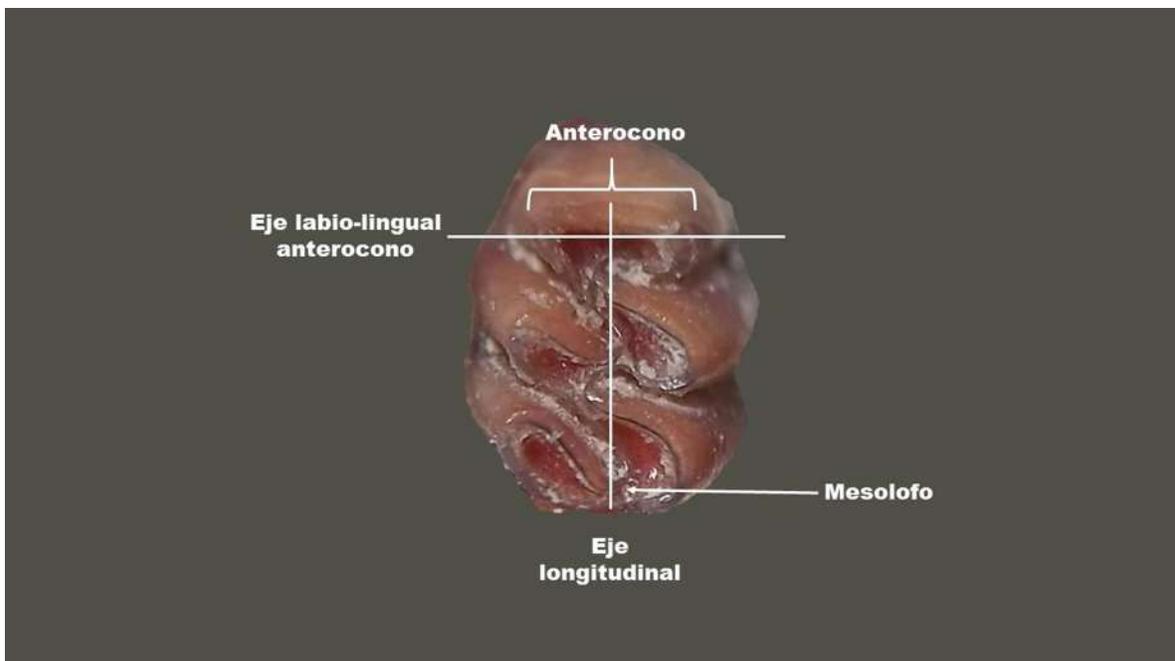


Figura 4. Terminología dental. M1 derecho Familia Cricetidae. Eje longitudinal y labio-lingual, base para la identificación específica.

RESULTADO

Sistemática Paleontológica

Se registraron tres especies del género *Sigmodon* (*S. hispidus*, *S. leucotis*, *S. alleni*), para La Cinta Portalitos, Michoacán-Guanajuato.

Clase Mammalia Linnaeus, 1258

Orden Rodentia Bowditch, 1821

Familia Cricetidae Fisher von Waldheim, 1817

Subfamilia Sigmodontinae Wagner, 1843

Género *Sigmodon* Say y Ord, 1825

Descripción.

Primer molar superior (M1) derecho: El espécimen UM-1181, es un fragmento del M1 fracturado perpendicularmente a la altura del Paraflexo. La pieza dental fósil UM-1365, M1 muestra desgaste por actividad digestiva (Andrews, 1990; King et al., 1999).

Primer molar superior (M1) izquierdo: El espécimen UM-1175, es un fragmento del M1 fracturado perpendicularmente a la altura del Protoflexo. La pieza dental fósil UM-1364, M1 muestra desgaste por actividad digestiva (Andrews, 1990; King et al., 1999).

Material referido: Localidad La Cinta-Portalitos: fragmento M1, (UM-1181), (UM-1175), (UM-1364), (UM-1365) (Fig. 5).

Edad, distribución y alcance estratigráfico: El origen exacto del género *Sigmodon* es difícil de distinguir dada la escasez de datos que aporten más información al respecto, sin embargo, se estima que se originó hace 7-12 m.a. aproximadamente (Henfiliano) (Peppers, *et. al.*, 2002), y persisten hasta nuestros días. En México el registro paleontológico para este género comprende localidades del Henfiliano tardío en El Ocote y San Miguel de Allende en Guanajuato, Tecolotlán, Jalisco, (Carranza-Castañeda y Walton, 1992; Pacheco-Castro, 2015), localidades del Rancholabreano en Térapa y La Brisca, Sonora (Van Denvender *et. al.*, 1985; Mead, 2006); Cueva Jiménez, Chihuahua; La Calera, Zacatecas (Arroyo-Cabrales y Polaco, 2003); Chapala, Jalisco (Lucas, 2008), Tequesquinahua, Estado de México, (Alvares, 1966), los sitios del Rancholabreano antes mencionados presentan registros del género sin asignar un nivel taxonómico específico (véase en la página 22 registros del género *Sigmodon* con identificación específica).

Asignación taxonómica. En el yacimiento La Cinta –Portalitos se colectó material M1 de Cricetidae de los géneros *Sigmodon*, *Neotoma* y *Microtus*. Éste último género muestra clara diferencia en el dibujo oclusal (forma prismática), característica que permite separar de manera simple a miembros de éste taxón. *Sigmodon* y *Neotoma* presentan forma similar, así como molares hipsodontos, pero pueden distinguirse entre sí por detalles en la superficie oclusal (Hillson, 2005). La fragmentación de los dientes (UM-1181; UM-1175) complica la identificación específica, sin embargo, la posición oblicua del Metacono con respecto al eje longitudinal del diente es característico del género *Sigmodon*, en diferencia con el género *Neotoma* y *Microtus* en que la posición del Metacono es perpendicular al eje mencionado; los conos en *Sigmodon* presentan una forma elíptica, para *Neotoma* y *Microtus* la forma es triangular. El ejemplar UM-1181 y UM-1175 presentan similitudes en forma y tamaño con respecto al género *Sigmodon* lo que permite asignarlos a este taxón.



Figura 5. UM-1175 M1 Izquierdo Sigmodon sp. Escala= 3mm

***Sigmodon hispidus*, Say y Ord, 1825**

Nombre común: Rata algodonera hispida

Descripción.

Primer molar superior (M1) derecho: Los especímenes UM-1148, UM-1173, UM-1187, UM-1189, UM-1306, UM-1308, UM-1319, UM-1358, UM-1360, UM-1361, UM-1362, UM-1363, son M1 bien conservados, UM1201 y UM-1213 presentan desgaste en la cara oclusal.

Primer molar superior (M1) izquierdo: Los especímenes UM-1152, UM-1206, UM-1300, UM-1305, UM-1359, son M1 bien conservados.

Material referido: Localidad La Cinta-Portalitos: M1, (UM-1148), (UM-1152), (UM-1173), (UM-1187), (UM-1189), (UM-1201), (UM-1206), (UM-1213), (UM-1300), (UM-1305), (UM-1306), (UM-1308), (UM1319), (UM-1358), (UM-1359), (UM-1360), (UM-1361), (UM-1362), (UM-1363) (Fig. 6).

Edad, distribución y alcance estratigráfico: La especie *Sigmodon hispidus* es muy común en depósitos del Rancholabreano (Kurtén y Anderson, 1980), estudios moleculares sugieren que se originó hace 2.5-3.9 m.a. aproximadamente (Peppers, *et.al.*, 2002) y persiste en la actualidad. El registro paleontológico de *S. hispidus* en México comprende localidades del Pleistoceno tardío en San Josecito, Nuevo León (Jakway, 1958); La Presita (Polaco y Butrón, 1997); Mina San Antonio en San Luis Potosí (De Anda, 2009); cueva de El Abra, Tamaulipas (Dalquest y Roth, 1970); La Cinta-Portalitos, Michoacán (García-Zepeda, 2006); Actopan, Hidalgo (Castillo-Cerón y Palma-Ramírez, 2009); Valsequillo en Puebla (Cruz-Muñoz *et al.*, 2009); Guilá Naquitz, Oaxaca (Pérez-Crespo *et. al.* 2008); Arroyo-Cabrales y Polaco (2003), mencionan la presencia de esta especie en cuevas Spukil, de Lara y Grutas de Loltún en estado de Yucatán. La localidad Chapala-Zacoalco, Jalisco y Tequixquiac, México se mencionan en Ferrusquía-Villafranca

et al. (2010). Actualmente en México se distribuye en la mayoría de los estados a excepción de la costa del Pacífico (Ceballos y Olivia, 2005), en Michoacán la distribución se restringe al norte del estado (Núñez, 2005).

Asignación taxonómica. Los especímenes (UM-1148), (UM-1152), (UM-1173), (UM-1187), (UM-1189), (UM-1201), (UM-1206), (UM-1213), (UM-1300), (UM-1305), (UM-1306), (UM-1308) y (UM1319) fueron asignados a la especie *Sigmodon hispidus* en base a tres elementos característicos de la cara oclusal: a) el Protoflexo, en *S. alleni*, *S. fulviventor*, *S. mascotensis* se presenta de manera oblicua al eje longitudinal y no cruza con el mismo, *S. leucotis* también lo presenta de manera oblicua aunque en esta especie si cruza con el eje longitudinal; mientras que para el caso de *S. hispidus* el Protoflexo está perpendicular al eje longitudinal además de cruzarlo. Los especímenes fósiles revisados coincidían con este último. b) Muro anterior, en *S. fulviventor* y *S. mascotensis* se encuentra del lado lingual al eje longitudinal, a diferencia de *S. leucotis* y *S. hispidus* que se encuentra del lado labial; en *S. alleni* está orientado con el eje longitudinal con ligera dirección al lado labial. El material fósil revisado lo presenta del lado labial. c) Cónulo anterolingual, en *S. mascotensis* se presenta a la altura del eje labio-lingual, en *S. leucotis* ligeramente arriba del eje, mientras que *S. alleni*, *S. fulviventor* y *S. hispidus* lo presentan por debajo de dicho eje, como es el caso en los especímenes revisados. Considerando la combinación de estas características morfológicas se propone asignar el material al taxón específico *S. hispidus*.

Nota: la determinación antes referida para asignación de especie se describe tomando como base los M1 derechos; en el caso de los izquierdos es igual, pero de manera inversa.



Figura 6. UM-1308 M1 Derecho *Sigmodon hispidus*. Escala = 3mm. 35x SEM.

***Sigmodon leucotis*, Bailey, 1902**

Nombre común: Rata algodonera

Descripción.

Primer molar superior (M1) derecho: Los especímenes UM-1179, UM-1301, UM-1313 son M1 bien conservados en la cara oclusal.

Material referido: Localidad La Cinta-Portalitos: M1, (UM-1179), (UM-1301), (UM-1313) (Fig. 7).

Edad, distribución y alcance estratigráfico: *Sigmodon leucotis* solamente cuenta con un registro paleontológico para Norteamérica en la localidad Pleistocénica de Mina San Antonio en San Luis Potosí (De Anda, 2009). Evidencia molecular sugiere que ésta especie apareció hace 5.4 m.a. aproximadamente (Peppers, *et.al.*, 2002). Actualmente su distribución es endémica de México, al norte en la Sierra Madre Occidental y Oriental, hacia el sur en el Cinturón Volcánico Transmexicano y la Sierra Madre del Sur (Ceballos y Olivia, 2005). No presenta registros actuales para el Estado de Michoacán (Núñez, 2005).

Asignación taxonómica. Los especímenes UM-1179, UM-1301 y UM-1313 se compararon con *S. hispidus*, *S. alleni*, *S. mascotensis*, *S. leucotis*, *S. fulviverter*, al igual que la determinación de *S. hispidus*, tres son las características de la cara oclusal que permiten la identificación específica: a) el Protoflexo, en *S. hispidus* está perpendicular al eje longitudinal además de cruzarlo, *S. alleni*, *S. fulviverter*, *S. mascotensis* se presenta de manera oblicua al eje longitudinal y no cruza con el mismo, *S. leucotis* también lo presenta de manera oblicua aunque en esta especie si cruza con el eje longitudinal y labio-lingual, los espécimen fósiles revisados coincidían con este último; b), Muro anterior, en *S. fulviverter* y *S. mascotensis* se encuentra del lado lingual al eje longitudinal, a diferencia de *S. leucotis* y *S. hispidus* que se encuentra del lado labial, *S. alleni*, está en orientado con el eje

longitudinal con ligera dirección al lado labial. El material fósil revisado lo presentaba del lado labial; c) Cónulo anterolingual, en *S. mascotensis* se presentaba a la altura del eje labio-lingual, *S. alleni*, *S. fulviverter* y *S. hispidus* lo presentan por debajo de dicho eje, en *S. leucotis* ligeramente arriba del eje como los especímenes fósiles revisados. La combinación de las características discutidas anteriormente permite proponer que el material fósil se asigne a *S. leucotis*.

Nota: la determinación antes referida para asignación de especie se describe en los M1 derechos; en el caso de los izquierdos es igual, pero de manera inversa.



Figura 7. UM-1179 M1 Derecho *Sigmodon leucotis*. Escala = 3mm. 35x SEM.

***Sigmodon alleni*, Bailey, 1902**

Nombre común: Rata algodонера

Descripción.

Primer molar superior (M1) izquierdo: El espécimen UM-1161 es un M1 bien conservado.

Material referido: Localidad La Cinta-Portalitos: M1, (UM-1161) (Fig. 8).

Edad, distribución y alcance estratigráfico: *Sigmodon alleni* presenta registro paleontológico solamente para Norteamérica en la localidad Pleistocénica de Mina San Antonio en San Luis Potosí (De Anda, 2009), Peppers, *et. al.* (2002) sugieren con evidencia molecular que *S. alleni* se pudo haber originado aproximadamente hace 2.5-3.9 m.a. Actualmente su distribución es endémica de México, se encuentra en la franja de las planicies y montañas del Pacífico desde el sur de Sinaloa hasta Oaxaca (Ceballos y Olivia, 2005). En Michoacán la distribución se restringe al centro y sur del estado (Núñez, 2005).

Asignación taxonómica. Al igual que la determinación de *S. hispidus*, tres son las características de la cara oclusal que permiten la identificación específica: a) Protoflexo, en *S. hispidus* es perpendicular al eje longitudinal además de cruzarlo, *S. leucotis* lo presenta de manera oblicua aunque en esta especie si cruza con el eje longitudinal y labio-lingual, para el caso *S. fulviverter*, *S. mascotensis* y *S. alleni*, se presenta de manera oblicua al eje longitudinal y no cruza con el mismo, UM-1161 sigue este último patrón; b) Muro anterior, en *S. fulviverter* y *S. mascotensis* se encuentra del lado lingual al eje longitudinal, a diferencia de *S. leucotis* y *S. hispidus* que se encuentra del lado labial, *S. alleni*, está en orientado con el eje longitudinal con ligera dirección al lado labial, el M1 UM-1161 muestra afinidad este último carácter; c) Cónulo anterolingual, en *S. mascotensis* se presentaba a la altura del eje labio-lingual, *S. leucotis* ligeramente arriba del eje, *S. alleni*, *S. fulviverter* y *S. hispidus* lo presentan por debajo de dicho eje al igual que el fósil en cuestión, una característica más del M1 fósil es la forma esbelta labio-lingual que presenta, semejante a la especie *S. alleni*, por lo que la combinación de estas características permite asignarlo a esta especie.



Figura 8. UM-1161 M1 Izquierdo *Sigmodon alleni*. Escala = 3mm. 35x SEM

DISCUSIÓN

La identificación taxonómica para material fósil de este grupo de roedores es compleja. En el presente trabajo se observaron atributos cualitativos de la cara oclusal del primer molar superior, como resultado se generaron patrones de especies actuales que permitieron identificar las piezas fósiles a un nivel específico en algunos casos, sin embargo, se considera que estudios posteriores es importante complementar este método con análisis numéricos para poder tener resultados más robustos.

Se identificaron las especies *Sigmodon hispidus*, *S. leucotis* y *S. alleni*, estas dos últimas son nuevos registros para el Pleistoceno tardío de Michoacán, García-Zepeda (2006), reporto anteriormente *S. hispidus* en el sitio de estudio.

Es preciso mencionar que estas especies aún existen, *S. leucotis* y *S. alleni* son endémicas de México, mientras *S. hispidus* se distribuye del centro oeste de Estados Unidos de América hasta Venezuela (Kiblisky, 1969; Ceballos y Olivas, 2005). En el Estado de Michoacán solo se tiene registro de *S. hispidus* y *S. alleni* (Núñez, 2005, Monterrubio-Rico *et al.*, 2014), *S. leucotis* no se ha observado en el Estado, sin embargo, análisis de distribución potencial no descartan que pudiera estar presente (Ceballos *et al.*, 2006).

Estudios en comunidades de roedores como los realizados por Vázquez *et al.*, (2000) y Aragón *et al.*, (2009) permiten conocer la composición y estructura de las poblaciones de diferentes grupos a partir del ensamblaje de las mismas. En el caso de las especies que se mencionan en este trabajo se sabe que *S. hispidus* se encuentra en áreas mixtas de bosque y matorral, pero principalmente en zonas dominadas por pasto (Cameron y Spencer, 1981; Ceballos y Olivas, 2005), con cuerpos de agua cercanos (Núñez, 2005), *S. leucotis* habita en el ecotono de pastizales rocosos y bosque de pino-encino que se restringen en zonas montañosas, por su parte *S. alleni* puede habitar áreas húmedas en laderas de bosques tropicales y templado tropical, también frecuenta áreas de pastizal (Webb y Baker, 1962; Baker, 1969). Sobre su alimentación, las tres especies son

omnívoras, *S. leucotis* se alimenta de tallos, hojas y sus requerimientos nutricionales los complementa con la ingesta de insectos, *S. alleni* consume semillas, pastos, tallos y en ocasiones insectos, la dieta de *S. hipidus* se basa en hojas, semillas e insectos, pero principalmente pastos (Baker, 1969; Fleharty y Olson, 1969; Álvarez y Polaco, 1984; Nuñez, 2005).

Lo anterior permite especular que durante el Pleistoceno Tardío estas mismas especies pudieron coexistir debido a que no competían directamente por los mismos recursos, por otro lado, si relacionamos el hábitat de cada una de las especies se puede interpretar que en el sitio de estudio debió haber áreas de pastizales con bosques y cuerpos de agua cercanos, esto se corrobora con trabajos realizados por García-Zepeda, (2006); Plata-Ramírez, (2012); Díaz-Sibaja, (2013), Cervantes-Barriga (2015); Gutiérrez-Bedolla *et al.*, (2015); Marín-Leyva *et al.*, (2016) quienes trabajaron con anfibios, reptiles, mamíferos herbívoros como mamut, caballos, camellos, venados y bisontes, así como carnívoros.

CONCLUSIÓN

Se utilizó un nuevo método en el que se propone observar el dibujo de la cara oclusal del primer molar superior del género *Sigmodon*.

Se registraron para la Cinta-Portalitos en facies fluviolacustres tres especies del género *Sigmodon* (Orden Rodentia); *S. hispidus*, *S. leucotis* y *S. alleni*, estas dos últimas representan nuevos registros para la mastofauna fósil del Pleistoceno Tardío en Michoacán.

El hábitat de las especies reportadas sugiere que durante el Pleistoceno tardío el paisaje corresponde a zonas de pastizales y matorrales con bosques y cuerpos de agua cercanos lo que se corrobora con estudios de otros taxones en el mismo sitio de estudio.

LITERATURA CITADA

- Allen, J. A., Cherrie, G. K., y Alfaro, A. (1897). **Additional notes on Costa Rican mammals, with descriptions of new species. order of the Trustees**, American Museum of Natural History. 9:31-44.
- Allen, J. A. (1903). **List of Mammals Collected by Mr. JH Batty in New México and Durango: With Descriptions of New Species and Subspecies**. Bull. American Museum of Natural History, 19:587-612.
- Allen, J. A. (1906). **Mammals from the states of Sinaloa and Jalisco, México**, collected by JH Batty during 1904 and 1905. American Museum of Natural History. 22: 191-262.
- Andrews, P. (1990). **Owls, caves and fossils: predation, preservation and accumulation of small mammal bones in caves, with an analysis of the Pleistocene cave faunas from Westbury-sub-Mendip, Somerset, UK**. University of Chicago.
- Alvarez, T. (1966). **Roedores fosiles del Pleistoceno de Tequesquinahua, Estado de México, México**. Acta. Zool. Mexicana, 8, 1-16.
- Aragón, E. E., Garza, A., y Cervantes, F. A. (2009). **Estructura y organización de los ensambles de roedores de un bosque de la Sierra Madre Occidental, Durango, México**. Revista chilena de historia natural, 82(4), 523-542.
- Arroyo-Cabrales, J., Polaco O.J., Jhonson E. (2002). **La mastofauna del cuaternario tardío de México en Avances en los estudios paleomastozoológicos**. Colección Científica. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Editores: Arroyo-Cabrales J & Montellano-Ballesteros M. pp. 103-123.
- Arroyo-Cabrales, J., y Polaco, O. J. (2003). **Caves and the Pleistocene vertebrate paleontology of México**. Ice age cave faunas of North America (BW Schubert, JI Mead, and RW Graham, eds.). Indiana University Press, Bloomington and Indianapolis, 273-291.

- Audubon, J. J., y J. Bachman. (1853). **The viviparus cuadrupeds of North America**. V. G. Audubon, New York, 3:1-257.
- Bailey, V. (1902). **Synopsis of the North American species of *Sigmodon***. Proc. Biol. Soc. Washington 15:101-116.
- Baker, R. H. (1969). **Cotton rats of the *Sigmodon fulviventer* group**. University of Kansas Museum of Natural History, Miscellaneous Publications, 51, 177-232.
- Bowdich, T. E. (1821). **An analysis of the natural classifications of Mammalia, for the use of students and travelers**. J. Smith, Paris, France
- Cameron, G. N., y Spencer, S. R. (1981). ***Sigmodon hispidus***. Mammalian species, (158), 1-9.
- Carranza-Castaneda, O. y A. H. Walton. (1992). **Cricetid rodents from the Rancho El Ocote Fauna, late Hemphillian (Pliocene), state of Guanajuato**. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista 10:71–93.
- Castillo-Cerón, J. M. y Palma-Ramírez, A. (2009). **Micromamíferos fósiles**. En, Los Fósiles del Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Pp 79-84.
- Ceballos, G., y Oliva, G. (2005) **Los Mamíferos Silvestres de México**. CONABIO, Fondo de Cultura Económica, México, 986pp.
- Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez (2006). ***Sigmodon leucotis* (Rata algodонера). Distribución potencial**. Extraído del proyecto DS006 'Modelado de la distribución de las especies de mamíferos de México para un análisis GAP'. Con un tamaño de píxel: 0.01 grados decimales. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
- Cervantes-Barriga, R. (2015). **Especies del Orden Carnívora del Rancho Labreano de dos localidades del Centro-Occidente de México**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México, pp. 82.

- Cope, E. D. (1899). **Vertebrate remains from Port Kennedy bone deposit**. Jour. Acad. Nat. Sci., Philadelphia, ser. 2, 11:193-267.
- Cruz-Muñoz, V., Arroyo-Cabral, J., y Graham, R. W. (2009). **Rodents and lagomorphs (Mammalia) from the late-Pleistocene deposits at Valsequillo, Puebla, México**. Current Research in the Pleistocene, 26, 147-149.
- Dalquest, W. W., y Roth, E. (1970). **Late Pleistocene mammals from a cave in Tamaulipas, México**. The Southwestern Naturalist, 217-230.
- De Anda-hurtado, P. (2009). **La fauna local de San Antonio, Pleistoceno de San Luis Potosí; Taxonomía, comparación actualística y significación geológico-paleontológica**. Universidad Nacional Autónoma de México Tesis de Maestría, 124pp.
- Díaz-Sibaja, R (2013). **Los Rumiantes (Ruminantia: Bovidae y Cervidae) del Pleistoceno (Rancholabreano) de dos sitios del Centro-Occidente de México**. Tesis de maestría. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México, pp.185.
- Fabre, P. H., Hautier, L., Dimitrov, D., y Douzery, E. J. (2012). **A glimpse on the pattern of rodent diversification: a phylogenetic approach**. BMC evolutionary biology, 12, 88.
- Ferrusquía – Villafranca, I., Arroyo – Cabrales, J., Martínez – Hernández, E., Gama-Castro, J., Ruiz- González, J., Polaco, O. J., Johnson, E., (2010), **Pleistocene mammals of México: A critical review of regional chronofaunas, climate change response and biogeographic provinciality**, Quaternary International 217: pp. 53-104.
- Fischer de Waldheim, G. (1817). **Adversaria zoologica**. Memoir Societe Naturelle (Moscow) 5: 368–428.
- Fleharty, E. D., y Olson, L. E. (1969). **Summer food habits of *Microtus ochrogaster* and *Sigmodon hispidus***. Journal of Mammalogy, 50(3), 475-486.

- Froese R. (2017). **Species 2000 additional Common Names for the Catalogue of Life (version Jan 2006)**. In: Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds. (2017). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 20th December 2017. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- García-Zepeda, M. L. (2006). **Nuovi dati paleontologici dalla depressione lacustre di Cuitzeo, Michoacán, México**. Università degli studi di Firenze, Italia. Tesis doctoral. 115 pp.
- Goodwin, G. G., y Anthony, A. W. (1932). **Two new mammals from Guatemala**. American Museum of Natural History. 528:1-2.
- Goodwin, G. G., y MacDougall, T. B. (1955). **Three new cotton rats from Tehuantepec, México**. American Museum novitates; no. 1705.
- Gutiérrez-Bedolla M, García-Zepeda ML, López-García R, Arroyo-Cabrales J, Marín-Leyva AH, Méndez-Herrera E, Fuentes-Farías AI. (2015). **Diet and habitat of *Mammuthus columbi* (Falconer, 1857) from two Late Pleistocene localities in central western México**. Quaternary International
- Hillson, S. (2005). **Teeth**. Cambridge manuals in archaeology.
- Jakway, G. E. (1958). **Pleistocene Lagomorpha and Rodentia from the San Josecito Cave, Nuevo Leon, México**. Transactions of the Kansas Academy of Science (1903), 313-327.
- Kibliskey, P. (1969). **The chromosomes of the hispid cotton rat, *Sigmodon hispidus*, from two localities in Venezuela**. Journal of mammalogy, 50(4), 810-811.
- King, T., Andrews, P., y Boz, B. (1999). **Effect of taphonomic processes on dental microwear**. American Journal of Physical Anthropology, 108(3), 359-373.
- Kurtén B., Anderson E. (1980). **Pleistocene Mammals of North America**: New York, Columbia University Press, pp 442.

- Lindsay, E. H. (1972). **Small mammal fossils from the Barstow Formation, California.** University of California.
- Linnaeus, C. (1758). **Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines genera, species cum characteribus, differentis, synonymis, locis.** Vol. 1 [10th ed.]. Stockholm: L. Salvii, 824 pp.
- Lucas, S. G. (2008). **Late Cenozoic fossil mammals from the Chapala rift basin, Jalisco, México.** Neogene Mammals: New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin, 44, 39-50.
- Marín-Leyva, A. H., DeMiguel, D., García-Zepeda, M. L., Ponce-Saavedra, J., Arroyo-Cabral, J., Schaaf, P., & Alberdi, M. T. (2016). **Dietary adaptability of Late Pleistocene Equus from West Central México.** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 441, 748-757.
- Meléndez, B. (1990). **Paleontología 3. Vol. 1.** Parafino S.A., España. 383pp.
- Mead, J. I., Baez, A., Swift, S. L., Carpenter, M. C., Hollenshead, M., Czaplewski, N. J., y Joaquin, A. C. (2006). **Tropical marsh and savanna of the late Pleistocene in northeastern Sonora, México.** The Southwestern Naturalist, 51(2), 226-239.
- Monterrubio-Rico, T., Charre-Medellín, J. F., Colín-Soto, C. Z., y León-Paniagua, L. (2014). **Los mamíferos del estado de Michoacán.** Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época, 4(2), 1-17.
- Nelson, E. W., y Goldman, E. A. (1933). **Three new rodents from southern México.** Proceedings of the Biological Society of Washington, 46, 195-198.
- Núñez-Garduño, A. 2005. **Los mamíferos silvestres de Michoacán.** Diversidad, Biología e Importancia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 448pp
- Núñez en, Villaseñor Gómez, L. E. (2005). **La biodiversidad en Michoacán: estudio de estado.** México, DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: Gobierno del Estado de Michoacán, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

- Pacheco-Castro, A. (2015). **Bioestatigrafía de los Roedores Fósiles (Cricetidae y Geomyidae) del Cenozoico Tardío de San Miguel de Allende, Guanajuato y Tecolotlán, Jalisco, México**. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Maestría 191pp.
- 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.
- Pérez-Crespo, V. A., Arroyo-Cabrales, J., y Santos Moreno, A. (2008). **Generalidades de los mamíferos del Pleistoceno Tardío de Oaxaca**. Naturaleza y Desarrollo, 6(2), 5-11.
- Pérez-González, M. S. y V. Godínez-García. (2007). **Pequeños vertebrados fósiles y la bioestratigrafía de la Cinta, Michoacán y Portalitos, Guanajuato**. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Tesis de licenciatura. 73pp.
- Plata-Ramírez, R. A., (2012). **Camellos Fósiles de La Cinta – Portalitos y La Piedad – Santa Ana Michoacán y Guanajuato, México. Tesis profesional**. Facultad de Biología. UMSNH. Michoacán, México, pp.56.
- Polaco, O. J., y Butron, M. L. (1997). **Mamíferos Pleistocénicos de la Cueva la Presita, San Luis Potosí, México**. Homenaje al Profesor Ticul Alvarez: México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica, 279-376.
- Ramírez-Pulido, J., González-Ruiz, N., Gardner, A. L., y Arroyo-Cabrales, J. (2014). **List of recent land mammals of México**, Museum of Texas Tech University, (63).
- Saussure, H. (1860). **Note sur quelques mammiferes du Mexique**. Rev. Mag. Zool., Ser. 2, 12:3-11.
- Say, T., & Ord, G. (1825). **Description of a new species of Mammalia, whereon a genus is proposed to be founded**. Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 4, 352-356.

- Tomida, Y. (1987). **Small mammal fossils and correlation of continental deposits, Safford and Duncan basins, Arizona, USA.** National Science Museum monographs, 3, 7-141.
- Van Devender, T. R., Rea, A. M., y Smith, M. L. (1985). **The Sangamon interglacial vertebrate fauna from Rancho la Brisca, Sonora, México.** San Diego Society of Natural History
- Vázquez, L. B., Medellín, R. A., y Cameron, G. N. (2000). **Population and community ecology of small rodents in montane forest of western México.** Journal of Mammalogy, 81(1), 77-85.
- Webb, R. G., y Baker, R. H. (1962). **Terrestrial vertebrates of the Pueblo Nuevo area of southwestern Durango, México.** American Midland Naturalist, 325-333.

VIII. CAPÍTULO 2. Paleodieta de Sigmodon hispidus (Say y Ord, 1825) en una localidad del Pleistoceno tardío del Centro Occidente de México

Cervantes-Barriga, Raymundo¹; Marín-Leyva, Alejandro Hiram²; Ponce-Saavedra, Javier³; Arroyo-Cabral, Joaquín⁴; Monterrubio-Rico, Tiberio⁵; Cano-Camacho, Horacio⁶.

1-Laboratorio de Paleontología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edif. R 2°. Piso. Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México.

2-Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica S/N, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, C.P. 04150, Ciudad de México, México.

3-Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edif. B4 2°. Piso. Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México.

4-Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticul Álvarez Solórzano", Subdirección de laboratorio y Apoyo Académico, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Moneda #16, Col. Centro, C.P. 06060, Ciudad de México, México.

5-Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Conservación y Manejo de Fauna Silvestre, Edificio de Investigación, Jardín Botánico. C.P. 58194, Morelia, Michoacán, México

6- Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB), Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México

RESUMEN

El análisis de microdesgaste consiste en observar las marcas que la comida y material exógeno como el polvo produce en la superficie del esmalte dental cuando se lleva a cabo el proceso de masticación. Conocer los patrones de microdesgaste permite inferir dietas y relacionarlas con los ambientes donde habitan los taxones a estudiar, por lo que diversos trabajos paleoecológicos se apoyan en este tipo de estudios. Aunque esta técnica se desarrolló en mamíferos de tallas grandes, el método se ha logrado adaptar para especies pequeñas como roedores, tanto actuales como fósiles; sin embargo, son pocos los estudios paleoecológicos basados en microdesgaste que se han realizado en roedores. Dentro de los grupos de mamíferos registrados en la localidad Pleistocénica “La Cinta-Portalitos” en el centro occidente de México se encuentra el Orden Rodentia del cual una de las especies mejor representadas es *Sigmodon hispidus*. Se analizaron las marcas de microdesgaste dental, en un área de 0.01 mm² del hipocono del primer molar superior mediante una imagen obtenida usando microscopía electrónica de barrido. Los patrones de microdesgaste de la población de *Sigmodon hispidus* de la localidad La Cinta-Portalitos y ejemplares actuales se relaciona a una dieta de tipo pasedor, este patrón sugiere que la especie fósil *S. hispidus* habitó principalmente en zonas abiertas.

Palabras clave: Microdesgaste, pasedores, roedores

ABSTRACT

The microwear analysis consists of observing the marks that the food and exogenous material as the dust produces on the surface of the tooth enamel when the chewing process is carried out. To know the microwear patterns allows us to infer diets and relate them to the environments where the taxa to study lived, so that various paleoecological works are supported by this type of studies. Although this technique was developed in large mammals, the method has been adapted for small species such as rodents, both current and fossil; however, few paleoecological studies based on microwear have been carried out in rodents. Within the groups of mammals registered in the Pleistocene site "La Cinta-Portalitos" in the center west of Mexico it's found the Order Rodentia, which one of the best represented species is *Sigmodon hispidus*. Dental microwear marks were analyzed in an area of 0.01 mm² of the hypoconus of the upper first molar through an image obtained using scanning electron microscopy. The patterns of microwear of the population of *Sigmodon hispidus* of the locality La Cinta-Portalitos and current specimens are related to a diet of eater grass type, this pattern suggests that the fossil species *S. hispidus* was mainly in open areas

INTRODUCCIÓN

Aunque existen diversos estudios sobre roedores actuales y fósiles, todavía existen pocos análisis de modelos paleoecológicos basados en microdesgaste. En la técnica de microdesgaste se analiza las marcas (caracteres ecomorfológicos) que la comida produce en la superficie dental en forma de rayones (*scratches*) y hoyos (*pits*). Esta técnica se utilizó por primera vez por Walker *et al.* (1978) y Rensberger (1978). Aunque el análisis de microdesgaste se desarrolló en mamíferos de tallas grandes (Solounias *et al.*, 2000), los métodos se han adaptado para especies de roedores tanto actuales como fósiles, considerándose como herramienta para inferir dietas actuales e históricas. Al haberse obtenido resultados positivos en roedores actuales, posibilita su comparación con especies fósiles (Lewis *et al.*, 2000; Nelson *et al.*, 2005; Hopley *et al.*, 2006; Townsend and Croft, 2008; Gomes Rodrigues *et al.*, 2009, 2013; Firmat *et al.*, 2010, 2011; Oliver *et al.*, 2014; Caporale y Ungar, 2016). Es importante resaltar que el análisis de microdesgaste refleja las últimas comidas del animal antes de morir (Solounias y Semprebom, 2002). Con base en análisis de microdesgaste, Charles *et al.* (2007) y Lazzari *et al.* (2008) han realizado estudios en roedores con el fin de observar cambios en la morfología de la corona dental, así como la funcionalidad y dirección de la oclusión.

Actualmente se estudia el microdesgaste en tres formas. La primera es utilizando alta magnificación con un Microscopio Electrónico de Barrido para observar las variables básicas del microdesgaste que son estrías o rayas (*scratches*) y hoyos (*pits*). En el 2002, Solounias y Semprebom desarrollaron un nuevo método para análisis de microdesgaste con baja magnificación (35X) usando un microscopio estereoscópico estándar; con este método se estudiaron las cicatrices en moldes realizados con resina dental de alta precisión. Por último un tercer análisis de microdesgaste es el de texturas o 3D, utilizando un microscopio confocal con el que se mide el grado de complejidad, heterogeneidad y anisotropía del esmalte (Scott *et al.*, 2005; 2006).

Con base en datos de análisis de microdesgaste, herbívoros de grandes tallas se han logrado clasificar en al menos tres tipos de alimentación que son: pacedores, dieta mixta y ramoneadores (Solounias y Semprebom, 2002). De acuerdo con Gomes Rodrigues *et al.* (2009), los grupos de alimentación para roedores son; pacedores (comedores de pasto), frutos-planta-insectos e insecto-planta, lo anterior con base en cuatro variables: estrías finas, estrías gruesas, hoyos pequeños y hoyos grandes.

En México los estudios de microdesgaste se centran en faunas de mamíferos herbívoros de medio y gran tamaño como caballos y mamuts del Pleistoceno (Barrón-Ortiz *et al.*, 2014; Gutiérrez-Bedolla *et al.*, 2015, Marín-Leyva *et al.*, 2016); en roedores solo se ha realizado un trabajo en un caviomorfo (Eng-Ponce, 2018), sin embargo, en los roedores pequeños no se han realizado ningún trabajo de este tipo. Durante el Pleistoceno los roedores representan el 34.8% del total de mamíferos registrados (Ferrusquía-Villafranca *et al.*, 2010) y la especie *Sigmodon hispidus* se encuentra presente en varios yacimientos de esta época. Estudios paleoecológicos para este taxón contribuyen en el conocimiento del modo de vida y hábitat de este grupo.

El presente trabajo representa el primer estudio de microdesgaste para roedores de la familia Cricetidae en México, y tiene como objetivo conocer el tipo de dieta de la especie *Sigmodon hispidus* Say y Ord, 1825, en una localidad del Pleistoceno tardío del centro occidente de México (La Cinta-Portalitos, Michoacán-Guanajuato) utilizando Microscopía electrónica de alta magnificación.

MATERIAL Y MÉTODO

Laboratorio

En el presente estudio se utilizaron 17 primeros molares superiores fósiles de *Sigmodon hispidus* (Orden: Rodentia), (UM-1148), (UM-1152), (UM-1173), (UM-1187), (UM-1189), (UM-1206), (UM-1300), (UM-1305), (UM-1306), (UM-1308), (UM1319), (UM-1358), (UM-1359), (UM-1360), (UM-1361), (UM-1362), (UM-1363), aunque el número de muestra es poca se decidió incluir en el análisis los ejemplares de *S. alleni* (UM-1162) y *S. leucotis* (UM-1179), (UM-1301), (UM-1313) que se reportaron en la identificación taxonómica, el material fósil mencionado se encuentra depositados en la Colección Paleontológica de la Facultad de Biología, UMSNH. También se utilizaron once ejemplares actuales de *S. hispidus* (987; 989; 992; 993; 1109; 1117; 1779; 1794; 1795; 1797; 1861), pertenecientes a la colección mastozoológica de la UMSNH, procedentes de la cuenca de Cuitzeo.

Como lo sugiere Rensberger (1978), el estudio se realizó mediante microscopía electrónica (JEOL JSM-6460LV, Scanning Electron Microscope) en el laboratorio de microscopía electrónica de barrido, dependiente del INAH. En este trabajo se usó una magnificación de 100x para posteriormente comparar los resultados obtenidos con los de la base de datos de Gomes Rodrigues *et al.* (2009) (Cuadro 1), estos autores recomiendan que sea el primer molar superior donde se analicen las marcas de microdesgaste, debido a que es en esta pieza donde comienza el proceso de masticación, siendo la faceta más lingual del hipocono donde se hace el primer impacto de diente-comida-diente, por tal motivo se decidió estudiar ésta pieza dental específicamente.

A continuación, se detalla el método:

- 1) Se limpia la cara oclusal de la pieza fósil (primer molar superior).
- 2) Se introduce al Microscopio electrónico de barrido con el fin de obtener una micrografía del área más lingual del hipocono con una magnificación de 100x.

3) Se registra el número de pits (pequeños y grandes) y scratches (finas y gruesas), en un área de 0.01 mm².

Análisis de datos

Se hicieron análisis discriminantes con los promedios de las cuatro variables (Cuadro 1): estrías finas (sf) (si la anchura de la estría es menor a 5 μm); estrías gruesas (ws) (si la anchura de la estría es mayor a 5 μm); hoyos pequeños (sp) (si el diámetro del hoyo es menor a 5 μm) y hoyos grandes (lp) (si el diámetro del hoyo es mayor a 5 μm). Se usaron como comparación los grupos y poblaciones de roedores en la base de datos de Gomes Rodrigues *et al.* (2009), para conocer con cuál grupo presenta más afinidad la especie en estudio. Se tuvo una n=17 para los ejemplares fósiles de *S. hispidus*, n=3 de *S. leucotis* y n=1 de *S. alleni*, y para *S. hispidus* actual n=11. El análisis se hizo en el paquete estadístico JMP 8.0.

Cuadro 1. Promedios para cada variable de los taxones tomados de Gomes Rodrigues *et al.*, (2009). fs: estrías finas, ws: estrías gruesas, sp: fosas pequeñas, lp: fosas grandes, †: extinto.

| Especies | fs | ws | sp | lp | Categoría |
|--------------------------------|-------|------|-----|------|----------------------|
| <i>Acomys johannis</i> | 13.4 | 5.6 | 1.3 | 3.1 | insecto planta |
| <i>Acomys spinosissimus</i> | 12.2 | 7.8 | 5.1 | 6.7 | insecto planta |
| <i>Aethomys chrysophilus</i> | 13.8 | 8.4 | 1.1 | 4.3 | fruta planta insecto |
| <i>Arvicanthis niloticus</i> | 18.23 | 5.3 | 3.2 | 3.1 | pasto |
| <i>Dasymys incomtus</i> | 16.6 | 7.8 | 3.6 | 9.5 | insecto planta |
| <i>Golunda ellioti</i> | 27 | 2.5 | 2.1 | 3.8 | pasto |
| <i>Grammomys rutilans</i> | 13.8 | 5.3 | 0.4 | 4.5 | fruta planta insecto |
| <i>Hybomys univittatus</i> | 14.2 | 5 | 1.4 | 8 | fruta planta insecto |
| <i>Hylomyscus stella</i> | 14.6 | 10.9 | 2.5 | 6.5 | fruta planta insecto |
| <i>Lemniscomys zebra</i> | 18.6 | 4.9 | 1.2 | 4.8 | pasto |
| <i>Lophuromys sp.</i> | 11.6 | 6.9 | 4.3 | 9 | insecto planta |
| <i>Oenomys hypoxanthus</i> | 11.1 | 10.1 | 3.1 | 4.9 | fruta planta insecto |
| <i>Pelomys campanae</i> | 22.6 | 1.6 | 2.8 | 2 | pasto |
| <i>Praomys minor</i> | 14.8 | 7.7 | 2.6 | 13.1 | fruta planta insecto |
| <i>Stochomys longicaudatus</i> | 12.7 | 8.2 | 1.7 | 9.5 | fruta planta insecto |
| <i>Thallomys nigricauda</i> | 13.2 | 7.1 | 2.1 | 12.3 | insecto planta |
| <i>Uranomys ruddi</i> | 23.5 | 5 | 0.3 | 4.6 | insecto planta |
| <i>Saidomys afarensis</i> † | 15.5 | 5.8 | 3.3 | 2.5 | pasto |

RESULTADO

El patrón obtenido del análisis de microdesgaste dental de la especie fósil *Sigmodon hispidus* de la localidad de La Cinta–Portalitos muestra clara similitud con ejemplares de *S. hispidus* actuales, así como otras especies de roedores con dieta principalmente pecedora (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos comparativos entre *S. hispidus* fósil de La Cinta-Portalitos, Michoacán-Guanajuato y *S. hispidus* actual de la colección de mastozoología UMSNH. fs: estrías finas, ws: estrías gruesas, sp: fosas pequeñas, lp: fosas grandes.

| Especie | molar | fs | ws | sp | lp |
|---------------------------|---------|----|----|----|----|
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1148 | 5 | 0 | 10 | 4 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1152 | 7 | 0 | 3 | 2 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1173 | 11 | 0 | 3 | 0 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1187 | 5 | 2 | 1 | 1 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1189 | 11 | 0 | 4 | 0 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1206 | 10 | 2 | 4 | 1 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1300 | 7 | 1 | 11 | 5 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1305 | 16 | 2 | 4 | 1 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1306 | 7 | 2 | 4 | 1 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1308 | 15 | 1 | 4 | 3 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1319 | 3 | 1 | 5 | 1 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1358 | 13 | 0 | 3 | 0 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1359 | 14 | 1 | 5 | 0 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1360 | 13 | 1 | 3 | 0 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1361 | 11 | 0 | 7 | 1 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1362 | 12 | 0 | 3 | 3 |
| <i>S. hispidus</i> fósil | UM-1363 | 18 | 0 | 3 | 0 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 987 | 12 | 2 | 6 | 2 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 989 | 16 | 3 | 4 | 2 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 992 | 15 | 2 | 4 | 3 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 993 | 16 | 1 | 6 | 2 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 1109 | 12 | 0 | 4 | 5 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 1117 | 6 | 1 | 1 | 8 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 1779 | 11 | 2 | 3 | 4 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 1794 | 10 | 1 | 8 | 1 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 1795 | 12 | 1 | 5 | 2 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 1797 | 15 | 1 | 6 | 3 |
| <i>S. hispidus</i> actual | 1861 | 28 | 1 | 3 | 1 |
| <i>S. leucotis</i> | UM-1179 | 11 | 0 | 4 | 2 |
| <i>S. leucotis</i> | UM-1301 | 10 | 0 | 4 | 1 |

| | | | | | |
|---|---------|-------------|------------|------------|------------|
| <i>S. leucotis</i> | UM-1313 | 7 | 4 | 3 | 1 |
| <i>S. alleni</i> | UM-1161 | 9 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio <i>S. hispidus</i> fósil | | 10.4 | 0.7 | 4.5 | 1.3 |
| Promedio <i>S. hispidus</i> actual | | 13.9 | 1.3 | 4.5 | 3 |
| Promedio <i>S. leucotis</i> | | 9.3 | 1.3 | 3.6 | 1.3 |

Análisis discriminantes

Se utilizó la matriz de datos de Gomes Rodrigues *et al.* (2009) (Cuadro 1), donde se incluyeron los datos de las especies *Sigmodon hispidus* fósil y actual, haciendo uso de la clasificación previa propuesta por estos autores.

Un análisis discriminante inicial con el promedio de las cuatro variables (estrías finas y gruesas, hoyos pequeños y grandes), indicó una correcta clasificación del 80% con cuatro casos mal clasificados (Wilks´Lamda, $p=0.0013$). *Acomys johannis* y *Thallomys nigricauda*, que estaban clasificados como insecto-planta, los resultados sugieren reclasificarles como fruta-planta-insecto; *Lemniscomys zebra*, se reclasificó de pacedor a insecto-planta y *Praomys minor* de fruta-planta-insecto a insecto-planta. Un segundo análisis discriminante con las especies reclasificadas indicó una correcta clasificación con cero casos mal clasificados (Wilks´Lamda, $p=<0.0001^*$), *S. hispidus* fósil y actual con un 99% de probabilidad en ambos casos y *S. leucotis* 93% muestran tendencia a una alimentación de tipo pacedor, *S. alleni* muestra una dieta de tipo fruta-planta-insecto con un 99%.

Se observan en la gráfica tres elipses que representan las diferentes categorías de la dieta (fruta-planta-insecto, insecto-planta y pasto); en la elipse del tipo fruta-planta-insecto se ubican: *A. johannis* (prob. 98%), *A. chrysophilus* (prob. 99%), *G. rutilans* (prob. 99%), *H. univittatus* (prob. 88%), *H. stella* (prob. 94%), *O. hypoxanthus* (prob. 96%), *S. longicaudatus* (prob. 99%), *T. nigricauda* (prob. 88%) y *S. alleni* (prob. 99%), mientras que en la elipse que representa la categoría insecto-planta se encuentra *A. spinosissimus* (prob. 87%), *D. incomtus* (prob. 99%), *L. zebra* (prob. 83%), *Lophuromys. sp.* (prob. 99%), *P. minor* (prob. 73%) y *U. ruddi* (prob. 95%) finalmente, dentro de la elipse del tipo pacedor están *A. niloticus* (prob. 90%), *G. ellioti* (prob. 99%), *P. campanae* (prob. 100%), *S.*

afarensis † (extinto) (prob. 52%), *S. leucotis* (prob. 93%), es en esta última categoría donde se ubica *S. hispidus* tanto fósil como actual, ambas con una probabilidad de 99%, lo que sugiere que la especie fósil de la localidad La Cinta-Portalitos, como la actual tenían una alimentación de tipo pecedor (Fig. 9).

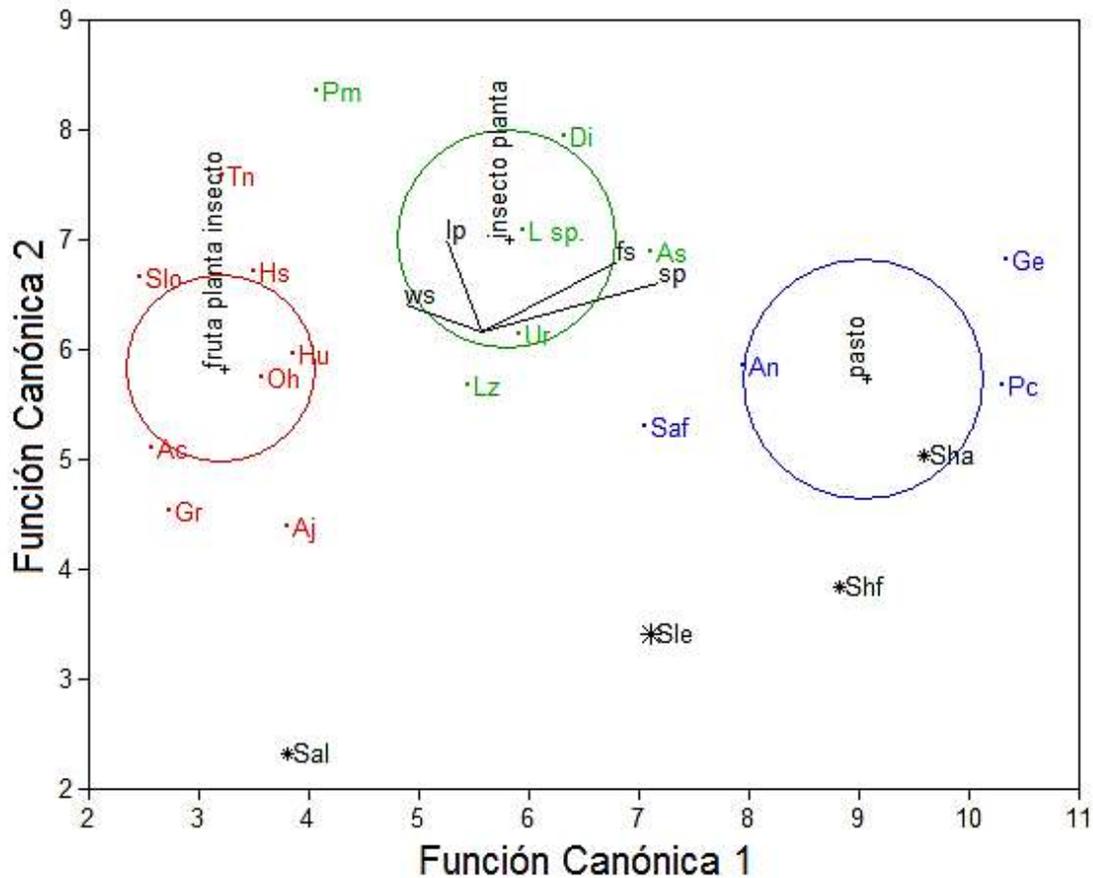


Figura 9. Abreviaciones; Aj: *Acomys johannis*, As: *Acomys spinosissimus*, Ac: *Aethomys chrysophilus*, An: *Arvicanthis niloticus*, Di: *Dasymys incomtus*, Ge: *Golunda ellioti*, Gr: *Grammomys rutilans*, Hu: *Hybomys univittatus*, Hs: *Hylomyscus stella*, Lz: *Lemniscomys zebra*, Lsp: *Lophuromys* sp., Oh: *Oenomys hypoxanthus*, Pc: *Pelomys campanae*, Pm: *Praomys minor*, Slo: *Stochomys longicaudatus*, Tn: *Thallomys nigricauda*, Ur: *Uranomys ruddi*, Saf: *Saïdomys afarensis* †(extinto), Shf: *Sigmodon hispidus* fósil, Sha: *Sigmodon hispidus* actual, Sal: *Sigmodon alleni*, Sle: *Sigmodon leucotis*.

DISCUSIÓN

Actualmente *S. alleni* consume semillas, pastos, tallos y en ocasiones insectos (Baker, 1969; Nuñez, 2005), el análisis de microdesgaste realizado a *S. alleni* fósil sugiere una dieta de tipo fruta-planta-insecto, lo cual corresponde con su dieta actual, en lo referente al hábitat *S. alleni* se encuentra principalmente en bosques tropicales (Baker, 1969), las especies con una dieta del tipo fruta-planta-insecto reportadas en Gomes Rodrigues *et al.* (2009) habitan lugares similares. En el presente estudio solo se tenía un individuo de esta especie por lo que inferencia de la paleodieta hace referencia a ese individuo, es importante que en trabajos posteriores el número de muestra pueda ser mayor para complementar los resultados aquí presentados.

Para el material fósil de *S. leucotis* el análisis sugiere una dieta de tipo pacedor. En el gráfico se observa una ligera tendencia a la dieta de tipo insecto-planta, este desplazamiento de los datos coincide mejor con su dieta actual basada en tallos, hojas e insectos (Baker, 1969; Álvarez y Polaco, 1984), por su parte las especies con una dieta del tipo insecto-planta reportadas en Gomes Rodrigues *et al.* (2009) habitan lugares similares a *S. leucotis* actual que se caracterizan principalmente por ecotonos de pastizales y bosques montañosos (Webb y Baker, 1962), de igual manera que *S. alleni* el comportamiento de este datos podrá entenderse mejor una vez que se logre aumentar el número de muestra y así tener un resultado más consistente.

Fleharty y Olson (1969) llevaron a cabo estudios de contenido estomacal en *Microtus ochrogaster* y *Sigmodon hispidus*, en esta última especie se demostró que su alimento comprende tallos, hojas, semillas e insectos, pero su dieta está basada principalmente en pastos, lo cual coincide con el análisis de microdesgaste que se realizó en este estudio con ejemplares fósiles y actuales, el cual sugiere que *S. hispidus* presenta una dieta principalmente pacedora con un 99 % de probabilidad.

Si bien actualmente su dieta consiste principalmente de pastos, el cambio de uso de suelo de pastizales y bosques a campos de cultivo ha fragmentado los hábitats de *S. hispidus*, por tanto, han aprovechado los recursos alimenticios de estas áreas incorporando semillas a su dieta (Sánchez-Cordero y Martínez-Meyer, 1999; Peña-Ramos *et al.*, 2009), también se ha demostrado que las hembras prefieren una mejor composición y calidad del hábitat a diferencia de los machos (Slade y Swihart, 1983; Cameron y Spencer, 1985); por otra parte, la estacionalidad desempeña un papel importante en la dieta (Walker y Rose, 2010), lo anterior es importante a considerar ya que los factores mencionados pueden verse reflejados en patrones de microdesgaste, y tomarse en cuenta en estudios posteriores de este tipo, tanto en ejemplares actuales como fósiles, ya que en estos últimos el resultado puede ser decisivo para entender posibles paleoambientes.

Las especies presentadas por Gomes Rodrigues *et al.* (2009), están presentes en diversos hábitats. Los taxones que se ubican en la categoría del tipo fruta-planta-insecto presentan un mayor número de estrías gruesas, habitan principalmente en bosque tropical lluvioso y bosques abiertos. Los hábitats de las especies que comparten la categoría insecto-planta, suelen vivir en áreas abiertas y cerradas (bosque de montaña, sabana con islas arboladas y pastizales), la variable estrías gruesas y hoyos grandes con las que mejor define a este grupo. La elipse de la dieta del tipo pecedor está principalmente caracterizada por estrías finas y en menor medida hoyos pequeños, las especies que se encuentra dentro de esta categoría habitan áreas abiertas como son, pastizales zonas semidesérticas y praderas.

S. hispidus es una especie que actualmente se asocia a hábitats de pastizal principalmente, con cuerpos de agua cerca, también se puede hallar en áreas mixtas de pastizal-arbustos o bosques tropicales (Nuñez-Garduño; Ceballos y Olivas, 2005) y en áreas de cultivos como la caña de azúcar (Peña-Ramos *et al.* 2009). El patrón de microdesgaste de la población de *S. hispidus* fósil de la localidad La Cinta-Portalitos es similar a la especie actual, así como a especies que habitan áreas abiertas presentadas en Gomes Rodrigues *et al.* (2009), este

patrón se relaciona a una dieta del tipo pecedor, por lo tanto, se sugiere que la especie fósil *S. hispidus* habitó zonas abiertas principalmente.

Estudios paleoecológicos basados en análisis de microdesgaste e isotopos estables de la especie *Mammuthus columbi* por Gutiérrez-Bedolla *et al.*, (2015) sugieren que esta especie se alimentaba tanto de plantas c3 como c4. Análisis de meso y microdesgaste realizado por Marín-Leyva *et al.*, (2016), en tres especies del genero *Equus*, muestra que los caballos presentan una dieta abrasiva y además consumían material más suave como hojas de arbusto y árboles, ambos autores desarrollaron estas investigaciones en la localidad de estudio y proponen un ambiente heterogéneo donde se pueden encontrar pastizales y bosque cercanos lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo.

En estudios posteriores es pertinente complementar el análisis de microdesgaste con otro tipo de estudios como serían los isótopos estables con el fin de complementar el resultado de este trabajo y aportar así más información sobre la paleodieta de estos roedores.

CONCLUSIÓN

El análisis de microdesgaste permitió inferir la dieta del material fósil de *Sigmodon Alleni*, *Sigmodon leucotis*, así como de material fósil y actual de *Sigmodon hispidus*.

El individuo de *Sigmodon alleni* de la localidad de La Cinta-portalitos muestra patrones de microdesgaste relacionados con una dieta fruta-planta-insecto.

Las poblaciones de *Sigmodon leucotis*, *Sigmodon hispidus* actual y fósil de la localidad de La Cinta-portalitos muestra patrones de microdesgaste relacionados con una dieta pasedora.

El análisis de la dieta de las especies reportadas sugiere un ambiente heterogéneo durante el Pleistocenos tardío en La Cinta-Portalitos lo que corresponde a zonas abiertas como pastizales y matorrales, con bosques y cuerpos de agua cercanos lo que se corrobora con estudios paleoecológicos de otros taxones en el mismo sitio de estudio

LITERATURA CITADA

- Baker, R. H. (1969). **Cotton rats of the *Sigmodon fulviventer* group**. University of Kansas Museum of Natural History, Miscellaneous Publications, 51, 177-232.
- Barrón-Ortiz, C. R., Theodor, J. M., & Arroyo-Cabrales, J. (2014). **Dietary resource partitioning in the Late Pleistocene horses from Cedral, north-central Mexico: evidence from the study of dental wear**. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 31(2).
- Cameron, G. N., & Spencer, S. R. (1985). **Assessment of space-use patterns in the hispid cotton rat (*Sigmodon hispidus*)**. *Oecologia*, 68(1), 133-139.
- Caporale, S. S., y Ungar, P. S. (2016). **Rodent incisor microwear as a proxy for ecological reconstruction**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 446, 225-233.
- Ceballos, G., y Oliva, G. (2005). **Los Mamíferos Silvestres de México**. CONABIO, Fondo de Cultura Económica, México, 986pp.
- Charles, C., Jaeger, J. J., Michaux, J., & Viriot, L. (2007). **Dental microwear in relation to changes in the direction of mastication during the evolution of *Myodonta* (Rodentia, Mammalia)**. *Naturwissenschaften*, 94(1), 71-75.
- Ferrusquía – Villafranca, I., Arroyo – Cabrales, J., Martínez – Hernández, E., Gama- Castro, J., Ruiz- González, J., Polaco, O. J., Johnson, E., (2010), **Pleistocene mammals of México: A critical review of regional chronofaunas, climate change response and biogeographic provinciality**, *Quaternary International* 217: pp. 53-104.
- Firmat, C., Gomes Rodrigues, H., Renaud, S., Claude, J., Hutterer, R., Garcia-Talavera, F., Michaux, J. (2010). **Mandible morphology, dental microwear, and diet of the extinct giant rats *Canariomys* (Rodentia: Murinae) of the Canary Islands (Spain)**. *Biological Journal of the Linnean Society* 101, 28-40.
- Firmat, C., Rodrigues, H. G., Hutterer, R., Rando, J. C., Alcover, J. A., & Michaux, J. (2011). **Diet of the extinct Lava mouse *Malpaisomys insularis* from**

- the Canary Islands: insights from dental microwear.** *Naturwissenschaften*, 98(1), 33-37.
- Fleharty, E. D., y Olson, L. E. (1969). **Summer food habits of *Microtus ochrogaster* and *Sigmodon hispidus*.** *Journal of Mammalogy*, 50(3), 475-486.
- Gomes Rodrigues, H., Merceron, G., Viriot, L. (2009). **Dental microwear patterns of extant and extinct Muridae (Rodentia, Mammalia): ecological implications.** *Naturwissenschaften* 96, 537-542.
- Rodrigues, H. G., Renaud, S., Charles, C., Le Poul, Y., Solé, F., Aguilar, J. P., ... & Viriot, L. (2013). **Roles of dental development and adaptation in rodent evolution.** *Nature communications*, 4, 2504.
- Gutiérrez-Bedolla M, García-Zepeda ML, López-García R, Arroyo-Cabrales J, Marín-Leyva AH, Méendez-Herrera E, Fuentes-Farías AI. (2015). **Diet and habitat of *Mammuthus columbi* (Falconer, 1857) from two Late Pleistocene localities in central western México.** *Quaternary International*.
- Hautier, L., Bover, P., Alcover, J. A., & Michaux, J. (2009). **Mandible morphometrics, dental microwear pattern, and paleobiology of the extinct Balearic Dormouse *Hypnomys morpheus*.** *Acta Palaeontologica Polonica*, 54(2), 181-194.
- Hopley, P. J., Latham, A. G., Marshall, J. D. (2006). **Palaeoenvironments and palaeodiets of mid-Pliocene micromammals from Makapansgat Limeworks, South Africa: A stable isotope and dental microwear approach.** *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 233, 235-251.
- Lazzari, V., Charles, C., Tafforeau, P., Vianey-Liaud, M., Aguilar, J. P., Jaeger, J. J., y Viriot, L. (2008). **Mosaic convergence of rodent dentitions.** *PLoS One*, 3(10), e3607.
- Lewis, P. J., Gutierrez, M., Johnson, E. (2000). ***Ondatra zibethicus* (Arvicolinae, Rodentia) dental microwear patterns as a potential tool for**

- palaeoenvironmental reconstruction.** Journal of Archaeological Science 27, 789-798.
- Marín-Leyva, A. H., DeMiguel, D., García-Zepeda, M. L., Ponce-Saavedra, J., Arroyo-Cabrales, J., Schaaf, P., & Alberdi, M. T. (2016). **Dietary adaptability of Late Pleistocene Equus from West Central Mexico.** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 441, 748-757.
- Nelson, S., Badgley, C., y Zakem, E. (2005). **Microwear in modern squirrels in relation to diet.** Palaeontologia Electronica, 8(1), 401.
- Núñez-Garduño, A. (2005). **Los mamíferos silvestres de Michoacán.** Diversidad, Biología e Importancia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 448pp.
- Peña-Ramos, J. L., López-Collado, J., Alarcón-Zúñiga, B., Vargas-Mendoza, M., Vázquez-López, I., & Landeros-Sánchez, C. (2009). **Composición de la dieta de *Sigmodon hispidus* (Rodentia: Cricetidae) en caña de azúcar.** Mastozoología neotropical, 16(2), 365-378.
- Oliver Pérez, A., Hernández Vallarín, V., López Guerrero, P., García Paredes, I., Álvarez Sierra, M. Á., Gómez Cano, A. R., y Peláez-Campomanes de Labra, P. (2014). **Dental microwear analysis in Gliridae (Rodentia): methodological issues and paleodiet inferences based on Armantomys from the Madrid Basin (Spain).** Journal of Iberian geology, 40(1), 157-166.
- Rensberger, J. M. (1978). **Scanning electron microscopy of wear and occlusal events in some small herbivores.** In: P. M. Butler, K. A. Joysey (eds.) Development, function and evolution of teeth. Academic Press. New York: 415-438.
- Sánchez-Cordero, V., & Martínez-Meyer, E. (2000). **Museum specimen data predict crop damage by tropical rodents.** Proceedings of the National Academy of Sciences, 97(13), 7074-7077.
- Scott R. S, Ungar P. S., Bergstrom T. S., Brown C. A., Grine F. E., Teaford M. F. y Walker A. (2005). **Dental microwear texture analysis shows within-species diet variability in fossil hominins.** Nature letters, vol.436.

- Scott, R. S., Ungar, P. S., Bergstrom, T. S., Brown, C. A., Childs, B. E., Teaford, M. F., & Walker, A. (2006). **Dental microwear texture analysis: technical considerations**. *Journal of Human Evolution*, 51(4), 339-349.
- Slade, N. A., & Swihart, R. K. (1983). **Home range indices for the hispid cotton rat (*Sigmodon hispidus*) in northeastern Kansas**. *Journal of Mammalogy*, 64(4), 580-590.
- Solounias N, McGraw WS, Hayek LA y Werdelin L. (2000). **The paleodiet of the Giraffidae**. In **ES Vrba y GB Schaller (edits), Antelopes, Deer, and Relatives: Fossil Record, Behavioural Ecology, Systematics, and Conservation**. pp. 84-95. New Haven and London: Yale University Press.
- Solounias N y Semprebon G. (2002). **Advances in the reconstruction of ungulate ecomorphology with application to early fossil equids**. *American Museum Novitates*. New York, USA, 336: 49pp.
- Townsend, K. E. B., Croft, D. A. (2008): **Enamel microwear in caviomorph rodents**. *Journal of Mammalogy* 89, 730-743.
- Walker A, Hoeck, H. N., Perez, L. (1978). **Microwear of Mammalian teeth as an indicator of diet**. *Science*. 201: 908910.
- Walker, L. A., & Rose, R. K. (2009). **Seasonal Variation in Diet of a Marginal Population of the Hispid Cotton Rat, *Sigmodon hispidus***. *Virginia Journal of Science*, 60(1), 2.
- Webb, R. G., y Baker, R. H. (1962). **Terrestrial vertebrates of the Pueblo Nuevo area of southwestern Durango, México**. *American Midland Naturalist*, 325-333.

IX. DISCUSIÓN GENERAL

Taxonomía

La identificación de roedores de la familia Cricetidae para distinguir entre géneros se basa principalmente en la forma de las piezas dentales, en la raíz se contempla el número y la posición, en la corona se analiza la cara oclusal, sin embargo, la identificación específica se considera especialmente el tamaño de los molares tomando como variables el eje transversal y el eje anteroposterior (Martin, 1979; Linsey y Jacobs, 1985; Tomida, 1987; Carranza-Castañeda y Walton, 1992, De Anda, 2009). Al clasificar especies de acuerdo al tamaño se debe ser prudente, debido a que el tamaño puede variar dentro de la misma especie, incluso en un mismo individuo. La misma pieza dental en estudio suele variar de forma y tamaño dependiendo del lado que se observe (izquierdo o derecho, lingual o labial), lo anterior se debe valorar en la clasificación, de lo contrario el resultado será confuso.

La asignación taxonómica del género *Sigmodon* en este estudio consiste en una nueva propuesta en la cual se observan los detalles del dibujo oclusal, principalmente el protoflexo, muro anterior y cónulo anterolingual, el arreglo y combinación de estos tres criterios contribuye en la clasificación de este género a un nivel específico. La determinación de especies en este trabajo se realizó mediante el primer molar superior, asimismo se considera que la propuesta también podría adaptarse en otras piezas dentales, así como en otros géneros, aunque es importante que en estudios posteriores se pueda complementar y combinar esta técnica con observaciones numéricas como lo serían análisis de morfología geométrica.

Dieta

La hipsodoncia (corona dental alta) se ha relacionado con el consumo de alimento abrasivo, por lo cual esta característica fue aprovechada para inferir dietas, sin embargo, estudios en ungulados y roedores demuestran que el

desarrollo de la hipsodoncia sugiere estar relacionada al ambiente (Martin, 1993; Strömberg, 2006; Damuth y Janis, 2011; Jardine et. al., 2012). *Sigmodon hispidus*, *S. leucotis* y *S. alleni* presenta hipsodoncia en sus molares (Hillson, 2005), por lo tanto, debe considerarse lo antes mencionado en estudios paleoecológicos.

Aunque el análisis de microdesgaste refleja las últimas comidas del animal antes de morir (Solounias y Semprebon, 2002), Rivals y Semprebon (2011) mencionan lo relevante de este análisis como una herramienta poderosa en la inferencia de la dieta. Xia et. al. (2015), mencionan que fitolitos de los vegetales son los principales responsables del microdesgaste dental, en cambio Damuth y Janis, (2011), discuten acerca de lo sobrestimados que están los fitolitos en estudios de inferencia de dieta, argumentando que partículas del suelo pueden ser más abrasivas desgastando los dientes también de manera microscópica. King et. al., (1999), mostraron que los procesos tafonómicos no afectan directamente el microdesgaste dental, pero aun así se deben considerar.

Sobre las diferencias de dieta entre la misma especie pueden ser causa de diversos factores, por ejemplo, Rivals y Semprebon (2006) quienes trabajaron con una especie fósil de la familia Antilocapridae, señalan que puede deberse a que murieron en diferentes estaciones del año o se alimentaron del recurso disponible pese a que no fuera el usual, Rivals et. al. (2007), observaron en bisontes que las diferencias de dieta también pueden corresponder a una variabilidad geográfica, además, en estudios de microdesgaste suele haber ligeros errores del observador (Mihlbachler et. al., 2012).

El análisis de microdesgaste se ha enfocado primordialmente en mamíferos de tallas grandes como ungulados y proboscídeos, en roedores recién comienza a estudiarse, aunque desde 1978 Rensberger observó en roedores marcas de microdesgaste, no es sino hasta el 2009 que Gomes Rodrigues et al., proponen una metodología seria que se adapta en roedores de la familia Muridae, Oliver et al., en 2014, exploran otras piezas dentales, así como áreas en la cara oclusal donde puede realizarse el análisis de microdesgaste, lo anterior es importante

tomarlo en cuenta al momento de analizar los datos para entender mejor el comportamiento de los mismos.

El presente trabajo representa el primer estudio de microdesgaste en Cricetidos en México; el resultado obtenido fue un patrón de microdesgaste que se relaciona a una dieta del tipo pasedor para la población fósil de *S. hispidus*, similar a la dieta de la especie actual, *S. leucotis* también muestra una dieta pasedora y de tipo fruta-planta-insecto para *S. alleni* las tres especies provienen de la localidad La Cinta-Portalitos Para obtener dicho resultado se utilizó la información de la base de datos de Gomes Rodrigues *et al.* (2009). Marín-Leyva *et al.* (2013), sugiere robustecer este tipo de estudios con otras técnicas como sería el análisis de isótopos estables, con el fin de complementar los resultados. En estudios posteriores se recomienda establecer patrones en ejemplares de la familia Cricetidae actuales mediante dietas controladas, para poder relacionarlos con los especímenes fósiles, con el fin de suprimir en lo posible, sesgos en los datos y obtener mejores resultados.

X. CONCLUSIÓN GENERAL

Las especies del género *Sigmodon* son comunes en yacimientos del Rancholabreano de México, en el presente trabajo se presenta una nueva propuesta basada en el dibujo oclusal que permite una identificación más precisa a nivel específico.

Para la Cinta-Portalitos se registraron en facies fluviolacustres tres especies del género *Sigmodon* (Orden Rodentia); *S. hispidus*, *S. leucotis* y *S. alleni*, estas dos últimas son nuevos registros para la mastofauna fósil del Pleistoceno Tardío en Michoacán.

Con la técnica de microdesgaste se analizaron primeros molares superiores de *S. hispidus*, *S. leucotis* y *S. alleni*, ejemplares fósiles de la localidad La Cinta-portalitos e individuos actuales de *S. hispidus* provenientes de la cuenca de Cuitzeo. Los ejemplares de *S. hispidus* y *S. leucotis* muestran patrones de microdesgaste relacionados con una dieta pacedora, y del tipo fruta-planta-insecto para *S. alleni*.

El hábitat de las especies reportadas sugiere que durante el Pleistoceno tardío en La Cinta-Portalitos habría zonas de pastizales y matorrales con bosques y cuerpos de agua cercanos, estos datos se complementan con el análisis de microdesgaste realizado en este trabajo y son corroborados también con estudios taxonómicos y paleoecológicos con otros grupos en el mismo sitio de estudio.

XI. LITERATURA GENERAL

- Arroyo-Cabrales, J., Carreño, A. L., Lozano-García, S., Montellano-Ballesteros, M., Cevallos-Ferriz, S., y Corona, E. (2008). **La diversidad en el pasado**. Capital natural de México, 1, 227-262.
- Barrón-Ortiz, C. R., Theodor, J. M., & Arroyo-Cabrales, J. (2014). **Dietary resource partitioning in the Late Pleistocene horses from Cedral, north-central Mexico: evidence from the study of dental wear**. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 31(2).
- Bell, C. J., Lundelius Jr, E. L., Barnosky, A. D., Graham, R. W., Lindsay, E. H., Ruez Jr, D. R., y Zakrzewski, R. J. (2004). **The Blancan, Irvingtonian, and Rancholabrean mammal ages**. Late Cretaceous and Cenozoic Mammals of North America, 232-314.
- Carranza-Castañeda, Ó., y Walton, A. H. (1992). **Cricetid rodents from the Rancho El Ocote fauna, late Hemphillian (Pliocene), state of Guanajuato**. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 10, 71-93.
- Ceballos, G., y Oliva, G. (2005) **Los Mamíferos Silvestres de México**. CONABIO, Fondo de Cultura Económica, México, 986pp.
- Cervantes-Barriga, R. (2015). **Especies del Orden Carnívora del Rancholabreano de dos localidades del Centro-Occidente de México**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México, pp. 82.
- Cram, S., Galicia, L., & Alcántara, I. I. (2010). **Atlas de la cuenca del lago de Cuitzeo: análisis de su geografía y su entorno socioambiental**. Instituto de Geografía–UNAM/Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, 151.
- Damuth, J., y Janis, C. M. (2011). **On the relationship between hypsodonty and feeding ecology in ungulate mammals, and its utility in palaeoecology**. Biological Reviews, 86(3), 733-758.

- De Anda-hurtado, P. (2009). **La fauna local de San Antonio, Pleistoceno de San Luis Potosí; Taxonomía, comparación actualística y significación geológico-paleontológica.** Universidad Nacional Autónoma de México Tesis de Maestría, 124pp.
- Ferrusquía – Villafranca, I., Arroyo – Cabrales, J., Martínez – Hernández, E., Gama-Castro, J., Ruiz- González, J., Polaco, O. J., Johnson, E., (2010), **Pleistocene mammals of México: A critical review of regional chronofaunas, climate change response and biogeographic provinciality,** Quaternary International 217: pp. 53-104.
- García – Reyes, A. (2004). **Estudio estratigráfico y paleontológico de la Cinta Michoacán, México.** Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Tesis de Licenciatura: 80pp.
- Gomes Rodrigues, H., Merceron, G., Viriot, L. (2009): **Dental microwear patterns of extant and extinct Muridae (Rodentia, Mammalia): ecological implications.** Naturwissenschaften 96, 537-542.
- Gutiérrez-Bedolla M, García-Zepeda ML, López-García R, Arroyo-Cabrales J, Marín-Leyva AH, Méndez-Herrera E, Fuentes-Farías AI. (2015). **Diet and habitat of Mammuthus columbi (Falconer, 1857) from two Late Pleistocene localities in central western México.** Quaternary International.
- Hillson, S. (2005). **Teeth.** Cambridge manuals in archaeology.
- Israde-Alcántara, I., (1993). **Diatomeas neogenes de sector central del Cinturón Volcánico Mexicano (lago de Cuitzeo) y su relación con la evolución Vulcano-Tectónica.** First international conference on climatic change in México. pp. 69-70.
- Israde-Alcántara, I., Garduño-Monroy V.H., (1999). **Lacustrine record in a volcanic intraarc setting. The evolution of the Late Neogene Cuitzeo basin systeme (Centralwestern Michoacan, Mexico.** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology V.15, n. 1-3, pp. 209-227.

- Jardine, P. E., Janis, C. M., Sahney, S., y Benton, M. J. (2012). **Grit not grass: concordant patterns of early origin of hypsodonty in Great Plains ungulates and Glires**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 365, 1-10.
- King, T., Andrews, P., y Boz, B. (1999). **Effect of taphonomic processes on dental microwear**. *American Journal of Physical Anthropology*, 108(3), 359-373.
- Lindsay, E. H., y Jacobs, L. L. (1985). **Pliocene small mammal fossils from Chihuahua, México** (No. 51). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.
- Marín-Leyva, A. H. (2011). **Caballos del Pleistoceno y sus paleoambientes en dos cuencas de Michoacán, México**. Facultad de Biología, PIMCB, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Tesis de Maestría. 167pp.
- Marín-Leyva, A. H., Zepeda, M. L. G., Saavedra, J. P., Schaaf, P., Cabrales, J. A., y Alberdi, M. T. (2014). **Inferencias de paleodietas en ungulados y proboscidos: limitaciones conceptuales y técnicas**. *Biológicas Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 15(1), 1-10.
- Marín-Leyva, A. H., DeMiguel, D., García-Zepeda, M. L., Ponce-Saavedra, J., Arroyo-Cabrales, J., Schaaf, P., & Alberdi, M. T. (2016). **Dietary adaptability of Late Pleistocene Equus from West Central Mexico**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 441, 748-757.
- Martin, R. A. (1979). **Fossil history of the rodent genus *Sigmodon*** (Vol. 2). *Evolutionary Monographs*, University of Chicago.
- Martin, L. D. (1993). **Evolution of hypsodonty and enamel structure in Plio-Pleistocene rodents**. *Morphological Change in Quaternary Mammals of North America*, 205-225.
- Meléndez, B. (1990). **Paleontología 3. Vol. 1**. Parafino S.A., España. 383pp.

- Mendivil, R., Cortés A., Cuevas G., y García C., (1980). **Algunos aspectos fisicoquímicos y consideraciones sobre la pesca en el Lago de Cuitzeo Michoacán**, (Estudio trimestral 1976-1977), En: memorias del Segundo Simposio Latinoamericano de Acuacultura, T. III. pp. 1747-1782.
- Mendoza, C. M. E., (2002). **Implicaciones del cambio de cobertura y uso del suelo en el Balance hídrico a nivel regional. El caso de la cuenca del Lago de Cuitzeo**, Universidad Nacional Autónoma de México, Postgrado en Ciencias de La Tierra, Instituto de Geofísica, Tesis de Doctorado pp. 186.
- Mihlbachler, M. C., Beatty, B. L., Caldera-Siu, A., Chan, D., y Lee, R. (2012). **Error rates and observer bias in dental microwear analysis using light microscopy**. *Palaeontologia Electronica*, 15(1), 1-22.
- Oliver Pérez, A., Hernández Vallarín, V., López Guerrero, P., García Paredes, I., Álvarez Sierra, M. Á., Gómez Cano, A. R., y Peláez-Campomanes de Labra, P. (2014). **Dental microwear analysis in Gliridae (Rodentia): methodological issues and paleodiet inferences based on Armantomys from the Madrid Basin (Spain)**. *Journal of Iberian geology*, 40(1), 157-166.
- Solounias N y Semprebon G. (2002). **Advances in the reconstruction of ungulate ecomorphology with application to early fossil equids**. *American Museum Novitates*. New York, USA, 336: 49pp.
- Sour, F.y Rivera, S. (1997). **La Paleontología y el estudio de la vida en el pasado**. En *Paleontología*, García *et al.* (1997). Las prensas de ciencias. 4:11-27.
- Strömberg, C. A. (2006). **Evolution of hypsodonty in equids: testing a hypothesis of adaptation**. *Paleobiology*, 32(2), 236-258.
- Rensberger, J. M. (1978): **Scanning electron microscopy of wear and occlusal events in some small herbivores**. In: P. M. Butler, K. A. Joysey (eds.) *Development, function and evolution of teeth*. Academic Press. New York: 415-438.

- Rivals, F., y Semprebon, G. M. (2006). **A comparison of the dietary habits of a large sample of the Pleistocene pronghorn *Stockoceros onusrosagris* from the Papago Springs Cave in Arizona to the modern *Antilocapra americana*.** Journal of Vertebrate Paleontology, 26(2), 495-500.
- Rivals, F., Solounias, N., y Mihlbachler, M. C. (2007). **Evidence for geographic variation in the diets of late Pleistocene and early Holocene *Bison* in North America, and differences from the diets of recent *Bison*.** Quaternary research, 68(3), 338-346.
- Rivals, F., y Semprebon, G. M. (2011). **Dietary plasticity in ungulates: insight from tooth microwear analysis.** Quaternary International, 245(2), 279-284.
- TOMIDA, Y. (1987).: **Small mammal fossils and correlation of continental deposits, Safford and Duncan basins, Arizona.** USA.93(9), 705.
- Xia, J., Zheng, J., Huang, D., Tian, Z. R., Chen, L., Zhou, Z., y Qian, L. (2015). **New model to explain tooth wear with implications for microwear formation and diet reconstruction.** Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(34), 10669-10672.