



UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*



FACULTAD  
DE  
BIOLOGÍA

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA**

**Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas**

**Área Temática en Ecología y Conservación**

**“Estudio de la dieta y el hábitat de una comunidad  
mastofaunística del Blancano en el Centro Occidente de  
México”**

**Tesis**

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

**Maestro en Ciencias Biológicas**

**Ramón Adrián Plata Ramírez**

**TUTOR**

**Dr. Javier Ponce Saavedra**

**CO-TUTORA**

**Dra. María Luisa García Zepeda**

**Morelia, Michoacán Septiembre 2017**





UNIVERSIDAD MICHUACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
*Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas*

**DRA. LILIANA MÁRQUEZ BENAVIDES**  
COORDINADORA GENERAL DEL PROGRAMA INSTITUCIONAL DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
P R E S E N T E


Por este conducto nos permitimos comunicarle que después de haber revisado el manuscrito final de la Tesis Titulada: "ESTUDIO DE LA DIETA Y EL HÁBITAT DE UNA COMUNIDAD MASTOFAUNÍSTICA DEL BLANCANO EN EL CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO" presentado por el Biol. Ramón Adrián Plata Ramírez, consideramos que reúne los requisitos suficientes para ser publicado y defendido en Examen de Grado de Maestro en Ciencias.

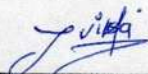
Sin otro particular por el momento, reiteramos a usted un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E


Morelia, Michoacán, a 10 de agosto de 2017


MIEMBROS DE LA COMISIÓN REVISORA

  
Dr. Javier Ponce Saavedra  
Director de Tesis

  
Dra. Ma. Luisa García Zepeda  
Co Directora

  
Dr. Joaquín Arroyo Cabrales

  
Dra. María Teresa Alberdi Alonso

  
Dr. Tiberio César Monterrubio Rico

## **DEDICATORIA**

Le dedico este trabajo a mi familia por el incontable apoyo que me han brindado en mi vida académica y personal, que incondicionalmente están a mi lado y me apoyan en todo, a quienes les debo todo.

Principalmente a mi papa Ramón Plata Méndez por su confianza, apoyo, consejos y enseñanzas, por ser un ejemplo a seguir como padre, al que considero un amigo que me apoya y ayuda en los problemas que se me presentan.

A mi mama Consuelo por todo su apoyo, cariño, confianza y ayuda que me ha brindado en toda mi vida.

A mi hermana Fátima por todo su apoyo, cariño y ayuda que me ha brindado, por ser mi compañera en formación de toda mi vida.

A mis tíos, primos y abuelos que me han dado cariño y apoyo en mi orientación profesional.

A mi tío Primitivo Meza por sus consejos, apoyo y aliento que me han motivado en mi formación personal y profesional.

Al M.C. J. Ramón López García, su esposa Carina y su hija Cosette, por todo su apoyo, cariño y consejos en toda mi vida, a los que considero parte de mi familia.

A la persona especial que tengo a mi lado como apoyo, que me escucha y alienta en aspiraciones profesionales y de vida, le agradezco de corazón y espero serle un buen ejemplo.

A Dios por Permitirme lograr mis aspiraciones y disfrutar de la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, a la Facultad de Biología, por los espacios y apoyo para mi formación. A todos los profesores que día a día forman profesionales de la Biología, especialmente a los que tuve la oportunidad de conocer y recibir conocimientos en el Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas.

Al Laboratorio de Paleontología de la Facultad de Biología por el espacio donde desarrolle la mayor parte de mi trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca de manutención de referencia: 572937.

Agradezco al Museo Nacional de Ciencias Naturales y al Consejo Superior de Investigación Científica de Madrid, España, por permitirme realizar una estancia de investigación en sus instalaciones, agradezco a las especialistas Paloma Gutiérrez y Blanca Gómez del laboratorio de Restauración, a los investigadores: María Ríos, Oscar Sanisidro y Soledad Domingo.

Agradezco a la Universidad Autónoma de México, al Dr. Jesús Alvarado Ortega por permitirme realizar una estancia de revisión de fósiles de la Colección Paleontológica del Instituto de Geología que fueron parte importante de este trabajo.

Agradezco al Laboratorio de Ecofisiología del Instituto de Investigaciones Sobre los Recursos Naturales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por permitirme usar sus instalaciones para procesamiento de muestras, y especialmente a la Dra. Alma Lilia Fuentes Farías, a la Dra. Esperanza Meléndez y el Biol. Edel Pineda.

Agradezco a la Dra. María Teresa Alberdi por aceptar ser parte de este trabajo y aceptarme en la estancia en su institución, por sus consejos, paciencia y apoyo.

Al Dr. Javier Ponce Saavedra asesor de este trabajo por su incansable paciencia, apoyo, consejos que fueron parte fundamental en este trabajo y en mi formación profesional.

A la Dra. María Luisa Gracia Zepeda, mi coasesora de tesis, por todo su apoyo y comprensión, consejos y guía en mi formación profesional y de vida.

Al Dr. Joaquín Arroyo Cabrales por su gran apoyo, tiempo y consejos en mi formación profesional, por alentarme y confiar en mí, por sus aportaciones y críticas que ayudaron a mejorar ampliamente mi trabajo.

Al Dr. Tiberio Monterrubio Rico, por aceptar ser sinodal de este trabajo, con sus contribuciones y apoyo para la realización de este trabajo.

Al M.C. J. Ramón López García, por su compañía y apoyo en toda mi vida, por ser un ejemplo a seguir, por todos los conocimientos y consejos que me ha brindado a lo largo de mi vida y en mi formación profesional, creer en mí y alentarme en todas las aspiraciones que he tenido, a quien le debo todo lo que he logrado.

Al Dr. Alejandro Hiram Marin Leyva por todo su apoyo incondicional, tiempo y entrega que me ha brindado en mi formación profesional y de vida a quien considero un hermano.

A todos los alumnos de la optativa Fósiles y Bioestratigrafía de la Dra. María Luisa por su apoyo en campo en la búsqueda de material para este estudio.

A Liliana Patricia Cerritos por todo su apoyo administrativo y gestión.

A todos mis compañeros en el Laboratorio de Paleontología, Roberto, Mayte, Ulices, Joaquin, Martin, Omar y Robert por sus enseñanzas y experiencias que compartimos en campo, laboratorio y congresos.

A mis compañeros de generación: Miguel, Mateo, Pedro, Edgar, Rogelio, Ricardo, Martin, Francisco y Jesús, por todo el apoyo, buenos momentos a lo largo de nuestra carrera, experiencias, competitividad y buenos deseos.

Agradezco a mis compañeros de la “PREFECO MELCHOR OCAMPO” el Director Lic. Rodrigo, Ing. Ruber, Lic. Franco, mis compañeros Toño, Tavira, Alejandro, Ricardo, los Jose Luis, Chanure, Poncho, Dany, Jafet por su apoyo, amistad y alientos en mi desarrollo personal y profesional.

**CONTENIDO**

RESUMEN GENERAL-----1

GENERAL ABSTRACT-----2

INTRODUCCIÓN GENERAL-----3

OBJETIVOS-----7

OBJETIVO GENERAL-----7

OBJETIVOS ESPECÍFICOS----- 7

ÁREAS DE ESTUDIO----- 8

Ubicación-----8

Hidrografía----- 9

Geología----- 9

Clima----- 12

Vegetación----- 12

Fauna----- 12

Estratigrafía de “El Pirul” (Charo)-----14

Estratigrafía de “Uruétaro” (Tarímbaro)-----16

Estratigrafía de “Misión del Valle” (Morelia)-----17

**CAPÍTULO I**

TAXONOMÍA DE LOS RESTOS FÓSILES DEL BLANCANO DE LAS LOCALIDADES: "EL PIRUL", URUÉTARO Y MISIÓN DEL VALLE, MICHOACÁN.-  
-----19

Resumen-----20

Abstract-----21

Introducción-----22

Materiales y métodos-----27

Resultados-----28

Paleontología Sistemática-----28

*Paenemarmota* sp.-----28

Material asignado-----29

Asignación taxonómica y discusión -----29

*Cuvieronius* sp.-----30

Material asignado-----32



Analisis bivalente con medidas de los molares-----	34
Asignación taxonómica y discusión -----	36
<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i> (COPE), 1885-----	37
Material asignado-----	40
Analisis Bivalente con medidas de los molares -----	42
Asignación taxonómica y discusión -----	47
<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i> (COPE, 1892)-----	48
Material asignado-----	50
Analisis Bivalente con medidas de los molares-----	53
Asignación taxonómica y discusión -----	62
<i>Platygonus</i> sp.-----	64
Material asignado-----	66
Asignación taxonómica y discusión -----	66
<i>Odocoileus</i> sp.-----	67
Material asignado-----	69
Asignación taxonómica y discusión -----	69
<i>Megatylopus</i> sp.-----	70
Material asignado-----	71
Asignación taxonómica y discusión -----	72
Discusion-----	73
Conclusiones-----	74
Referencias bibliográficas-----	75
Anexos-----	86

**CAPITULO II**

ANÁLISIS DE MICRODESGASTE DENTAL DE UNA COMUNIDAD MASTOFAUNÍSTICA DEL BLANCO EN EL CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO.-----	90
Resumen-----	91
Abstract-----	92
Introducción-----	93
Materiales y métodos-----	95
Muestra y limpieza de dientes-----	95

Moldeado-----	95
Análisis de fotografías-----	96
Análisis de datos-----	97
Resultados-----	98
Análisis bivalente de los valores promedio de fosas y estrías-----	98
Análisis discriminante del promedio de fosas y estrías -----	100
Análisis bivalente de porcentaje de individuos con 0-17%-----	102
Discusión-----	104
Conclusiones-----	107
Referencias bibliográficas-----	108
Anexos-----	111

### **CAPITULO III**

ESTUDIO DE MARCADORES BIOGEOQUIMICOS (ISÓTOPOS DE <sup>13</sup> C Y <sup>18</sup> O) DE UNA COMUNIDAD MASTOFAUNÍSTICA DEL BLANCANO EN EL CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO-----	113
Resumen-----	114
Abstract-----	115
Introducción-----	116
Materiales y métodos-----	117
Toma de muestras-----	118
Análisis de datos-----	120
Resultados-----	122
Análisis bivalente de los valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ por taxón-----	122
Análisis bivalente de los valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ por taxón-----	123
Análisis bivalente de los valores isotópicos $\delta^{18}\text{O}$ por taxón-----	124
Análisis bivalente de promedio por taxón de valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ -----	125
Discusión-----	127
Conclusiones -----	130
Referencias Bibliográficas-----	131
Anexos-----	137
DISCUSIÓN GENERAL-----	138

CONCLUSIONES GENERALES-----	143
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS GENERALES-----	144

**Lista de figuras:**

Figura 1.- Localización de las Áreas de Estudio.

Figura 2.- Geología de las Áreas de Estudio.

Figura 3.- Columna estratigráfica de la localidad el Pirul, Municipio de Charo, Michoacán.

Figura 4.- Columna estratigráfica de la localidad Uruétaro, Municipio de Tarímbaro, Michoacán.

Figura 5.- Columna estratigráfica de la localidad Misión del Valle, Municipio de Morelia, Michoacán.

Figura 6.- Fragmento de mandíbula con molares m1-m3 de *Paenemarmota sp.*

Figura 7.- UM564, Fragmento de defensa de *Cuvieronius sp.*

Figura 8.- UM 566, fragmento de mandíbula derecho con molares m2 y m3 *Cuvieronius sp.*

Figura 9.- UM 567 Fragmento de mandíbula izquierdo con molar m3 *Cuvieronius sp.*

Figura 10.- UM 568 Fragmento de mandíbula izquierdo con molares m2 y m3 *Cuvieronius sp.*

Figura 11.- Análisis bivalente de los dientes m2 inferiores (*Rhynchotherium*, *Cuvieronius* y *Stegomastodon*).

Figura 12.- Análisis bivalente de los dientes m3 inferiores (*Rhynchotherium*, *Cuvieronius* y *Stegomastodon*).

Figura 13.- Morfología de los dientes de *Nannippus phlegon* (A) superiores y (B) inferiores de vista oclusal.

Figura 14.- Elementos dentarios superiores e inferiores de *Nannippus*. cf. *N. peninsulatus* de "Uruétaro", vista oclusal y labial.

Figura 15.- Elementos dentarios superiores e inferiores de *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de "Misión del Valle", vista oclusal y labial.

Figura 16.- Análisis bivalente de los P3/4 superiores de *Nannippus*.

Figura 17.- Análisis bivalente de los M1/2 superiores de *Nannippus*.

- Figura 18.- Análisis bivalente de los M3 superiores *Nannippus*.
- Figura 19.- Análisis bivalente de los p2 inferiores *Nannippus*.
- Figura 20.- Análisis bivalente de los p3/4 inferiores *Nannippus*.
- Figura 21.- Elementos dentarios superiores e inferiores *Equus* cf. *E. simplicidens* de “Uruétaro”.
- Figura 22.- Elementos dentarios superiores de *Equus* cf. *E. simplicidens* de “Misión del Valle”.
- Figura 23.- Elementos dentario inferiores *Equus* cf. *E. simplicidens* de “Misión del Valle”.
- Figura 24.- Elemento dentario superior M2 *Equus* cf. *E. simplicidens* de Charo.
- Figura 25.- Análisis bivalente de los elementos P2 superiores de *Equus*.
- Figura 26.- Análisis bivalente de los elementos P3/4 superiores de *Equus*.
- Figura 27.- Análisis bivalente de los elementos M1/M2 superiores de *Equus*.
- Figura 28.- Análisis bivalente de los elementos M3 superiores de *Equus*.
- Figura 29.- Análisis bivalente de los elementos p2 inferiores de *Equus*.
- Figura 30.- Análisis bivalente de los elementos p3/p4 inferiores de *Equus*.
- Figura 31.- Análisis bivalente de los elementos m1/m2 inferiores de *Equus*.
- Figura 32.- Análisis bivalente de los elementos m3 inferiores de *Equus*.
- Figura 33.- Elementos dentarios superiores de *Platygonus* sp.
- Figura 34.- Elemento dentario UM 571, m1/m2 molar inferior de *Odocoileus* sp.
- Figura 35.- Elemento dentario UM 24, molar segundo inferior m2 de *Megatylopus* sp.
- Figura 36.- Análisis bivalente de los valores promedio de fosas y estrías.
- Figura 37.- Análisis discriminante del promedio de fosas, promedio de estrías y el tipo de dieta.
- Figura 38.- Análisis bivalente con el porcentaje de individuos con menos de 17 estrías por área y las categorías de dieta (pasedores, ramoneadores y mixtos).
- Figura 39.- Análisis bivariantes de valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  por individuo.
- Figura 40.- Análisis bivariantes de valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  por taxón.
- Figura 41.- Análisis bivariantes de valores isotópicos de  $\delta^{18}\text{O}$  por taxón.

Figura 42.- Análisis bivariantes de valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  por promedio de cada taxón.

**Lista de tablas:**

Tabla 1.- Elementos Elementos dentales por taxón de las localidades de estudio.

Tabla 2.- Base de datos de medidas de molares de los principales géneros de la familia Gomphotheriidae.

Tabla 3.- Medidas de elementos dentales de *Paenemarmota sp* de las localidades de estudio.

Tabla 4.- Medidas de elementos de *Cuvieronius sp.* de las localidades de estudio.

Tabla 5.- Medidas de elementos dentales superiores de *Nannippus cf. N. peninsulatus* de las localidades de estudio.

Tabla 6.- Medidas de elementos dentales inferiores de *Nannippus cf. N. peninsulatus* de las localidades de estudio.

Tabla 7.- Medidas de elementos dentales superiores *Equus cf. E. simplicidens* de las localidades de estudio.

Tabla 8.- Medidas de elementos dentales inferiores *Equus cf. E. simplicidens* de las localidades de estudio.

Tabla 9.- Medidas tomadas a la dentición de *Platygonus sp.* en milímetros.

Tabla 10.- Medidas tomadas al diente de *Odocoileus sp.* en milímetros.

Tabla 11.- Medidas tomadas al diente de *Megatylopus sp.* en milímetros.

Tabla 12.- Base de datos comparativa de microdesgaste de los taxones de las diferentes dietas: ramoneador, mixto y pacedor (Solounias y Semprebon, 2002).

Tabla 13.- Base de datos para microdesgaste por individuo de: *Cuvieronius sp.*, *Nannippus cf. N. peninsulatus*, *Equus cf. E. simplicidens*, *Platygonus sp.*, *Odocoileus sp.* y *Megatylopus sp.*

Tabla 14.- Base de datos de microdesgaste por población (promedio por taxón) de: *Cuvieronius sp.*, *Nannippus cf. N. peninsulatus*, *Equus cf. E. simplicidens*, y *Platygonus sp.*

Tabla 15.- Valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de molares de: *Paenemarmota sp.*, *Cuvieronius sp.*, *Nannippus cf. N. peninsulatus*, *Equus cf. E. simplicidens*, *Platygonus sp.*, *Odocoileus sp.* y *Megatylopus sp.*

Tabla 16.- Promedios de valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  por taxones: *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp.).

## RESUMEN GENERAL

México cuenta con yacimientos fosilíferos que comprenden un registro desde el Precámbrico hace 560 millones de años, hasta la época actual, el Holoceno hace aproximadamente 10 mil años. Una de las edades de mamíferos terrestres de Norteamérica con menor disponibilidad de registro de sitios paleontológicos en nuestro país es el Blancano (Plioceno-Pleistoceno) la cual se estima duró entre 5.33 a 1.35 millones de años. Los registros se localizan en 10 estados incluyendo a Michoacán, con un registro de cuatro yacimientos: “La Goleta” y “El Pirul” (Charo), “Uruétaro” (Tarímbaro) y una nueva localidad en “Misión del Valle” (Morelia). Estas localidades se encuentran hacia el sur del actual Lago de Cuitzeo, en las cuales se reporta una fauna compuesta por un roedor *Paenemarmota* sp., Proboscideos: *Cuvieronius* sp., Equidos: *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*; Tayasuidos: *Platygonus* sp., Cervidos: *Odocoileus* sp., y Camelidos: *Megatylopus* sp., a los que se les hizo un análisis de microdesgaste dental de baja magnificación y de marcadores biogeoquímicos (isótopos estables de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$ ) y a partir de los valores de estos análisis se ha inferido la dieta y el hábitat de las especies reportadas. Los resultados del microdesgaste sugieren la existencia de animales que se podrían clasificar en tres categorías dietarias, los ramoneadores con mayor consumo de plantas poco abrasivas (árboles y arbustos) compuesto por los taxones *Odocoileus* sp, y *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*; las especies de dieta mixta tienen un consumo de plantas con poco o mucho grado de abrasión como *Cuvieronius* sp., *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp. y *Megatylopus* sp. y los pacedores con consumo de plantas altamente abrasivas como *Equus* cf. *E. simplicidens* de “El Pirul” en Charo. La variación en la firma de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$  en el esmalte de las especies estudiadas indican que los taxones con una dieta ramoneadora con alto consumo de plantas  $\text{C}_3$  y de zonas cerradas son: *Megatylopus* sp. con valores de  $\delta^{13}\text{C}$  (-9.34) y  $\delta^{18}\text{O}$  (-2.40), *Odocoileus* sp.  $\delta^{13}\text{C}$  (-11.60) y  $\delta^{18}\text{O}$  (-4.00) y *Platygonus* sp.  $\delta^{13}\text{C}$  (-10.79) y  $\delta^{18}\text{O}$  (-3.17), los taxones con una dieta mixta consumo de plantas  $\text{C}_3/\text{C}_4$  son: *Cuvieronius* sp. con valores de  $\delta^{13}\text{C}$  (-8.48) y  $\delta^{18}\text{O}$  (-5.40) y *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*  $\delta^{13}\text{C}$  (-3.33) y  $\delta^{18}\text{O}$  (-3.28) y los de dieta pacedora con alto consumo de plantas  $\text{C}_4$  son *Equus* cf. *E. simplicidens* con valores de  $\delta^{13}\text{C}$  (-1.19) y  $\delta^{18}\text{O}$  (-2.16) y *Paenemarmota* sp.  $\delta^{13}\text{C}$  (-0.26) y  $\delta^{18}\text{O}$  (-3.10). Estos resultados nos indican que los taxones estudiados tenían plasticidad en su dieta y que en esta zona durante el Blancano existía un ambiente heterogéneo, compuesto por plantas  $\text{C}_3$  poco abrasivas como arbustos y árboles, plantas  $\text{C}_4$  altamente abrasivas como los pastos, por lo que podrían haber existido zonas cerradas (bosques) y zonas abiertas (pastizales).

Palabras clave: Plioceno-Pleistoceno, microdesgaste, carbón, oxígeno, esmalte dental

## GENERAL ABSTRACT

Mexico has fossil deposits that comprise a record from the Precambrian, approximately 560 Ma, up to the Holocene 10 Ka. The Blanco is one of the North American Land Mammal Ages (NALMA) in Mexico with the fewer number of localities, this NALMA approximately occurred between 5.3 to 1.35 Ma. The records are located in 10 states including Michoacán de Ocampo with four fossil deposits: “La Goleta” and “El Pirul” (Charo municipality), “Uruétaro” (Tarímbaro municipality), and one new locality, “Misión del Valle” (Morelia municipality). These localities are to the south of the present *Cuitzeo* basin, which is located in the West-Central México, in which they report a fauna composed by rodents *Paenemarmota* sp., proboscideans: *Cuvieronius* sp., equids: *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*; tayassuids: *Platygonus* sp., Cervids: *Odocoileus* sp.; and: camelids: *Megatylopus* sp., remains from those taxa were assayed through a low magnification dental microwear analysis and one biogeochemical analysis ( $^{13}\text{C}$  and  $^{18}\text{O}$  stable isotopes) and from the values of these analyzes has been inferred the diet and the habitat of the reported species. The result of the microwear suggests the existence of taxa that could be classified into three different dietary categories: leaf-browser, with a high consumption of low abrasive plants (trees and shrubs), represented by *Odocoileus* sp. and *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, species with a mixed diet did consume plants with different physical degree of abrasion (mixed-feeders), like *Cuvieronius* sp., *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp. and *Megatylopus* sp.; and the grazers, which ingested highly abrasive plants as *Equus* cf. *E. simplicidens* from El Pirul (Charo municipality). The variation of  $^{13}\text{C}$  and  $^{18}\text{O}$  values in the enamel of the species under study show us that taxa with a browsing diet which had high consumption of  $\text{C}_3$  plants in closed areas are: *Megatylopus* sp. with values of  $\delta^{13}\text{C}$  (-9.34) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-2.40), *Odocoileus* sp.  $\delta^{13}\text{C}$  (-11.60) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-4.00), and *Platygonus* sp.  $\delta^{13}\text{C}$  (-10.79) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-3.17), the taxa with a mixed feeder diet with approximately equal consume of  $\text{C}_3$  and  $\text{C}_4$  plants are: *Cuvieronius* sp. with values of  $\delta^{13}\text{C}$  (-8.48) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-5.40) and *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*  $\delta^{13}\text{C}$  (-3.33) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-3.28); and the mammals with grazer diet with a principally ingest of  $\text{C}_4$  plants are: *Equus* cf. *E. simplicidens* with values of  $\delta^{13}\text{C}$  (-1.19) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-2.16) and *Paenemarmota* sp.  $\delta^{13}\text{C}$  (-0.26) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-3.10). The results suggest that the taxa had dietary plasticity in this zone during Blanco, there was a heterogeneous environment composed of  $\text{C}_3$  plants with low abrasiveness like shrubs and trees and  $\text{C}_4$  plants with high abrasive features like grazes, which may have been closed areas (forests) and open areas (grasslands), allowing the distribution of resources and that could inhabit these species together.

Keywords: Pliocene-Pleistocene; microwear; carbon; oxygen; feeding



## INTRODUCCIÓN GENERAL

México cuenta con yacimientos fosilíferos de diversos tiempos geológicos que comprenden un registro desde el Precámbrico hace 560 millones de años (Ma), hasta la época actual, el Holoceno que incluye los últimos 10 mil años (ka) (Arroyo-Cabrales *et al.*, 2008).

Una de las edades menos conocidas en nuestro país es la del Blancano, entre 5.3 y 1.35 Ma (Bell *et al.*, 2004; Carranza-Castañeda y Miller, 1988). Esta se encuentra presente en diferentes provincias morfotectónicas del país entre las localidades que destacan por su composición faunística están: Las Tunas en Baja California Sur, La Miñaca y La Concha en Chihuahua, San José de Pimas en Sonora, El Cedazo en Aguascalientes, Rancho Viejo y Los Galvanes, Guanajuato, La Goleta, Michoacán (Carranza-Castañeda y Miller, 1993) y una nueva localidad y la más sureña en Uruétaro, Michoacán, recientemente descrita por Gutiérrez-Bedolla (2011).

El clima del Plioceno en Norteamérica cambió de tener condiciones similares a las actuales durante 4.5-3.5 Ma, a un período con mayor precipitación y menor evaporación que al de hoy durante 3.5-2.5 Ma, en este período más húmedo, produjo grandes lagos. Este patrón estable de condiciones atmosféricas colapsó alrededor de 2.5 Ma y el clima volvió a condiciones similares a las modernas (Forester, 2001).

En la localidad de “Uruétaro” la comunidad faunística reportada por Gutiérrez-Bedolla (2011), se comprende de diferentes géneros y especies de micro y macromamíferos: *Cuvieronius sp.*, *Nannippus sp.*, *Equus cf. E. simplicidens*, *Platygonus sp.* y *Odocoileus sp.* Este tipo de ensambles paleontológicos han sido estudiados para el Mioceno, Plioceno y Pleistoceno con modelos ecomorfológicos (microdesgaste) y biogeoquímicos (isótopos estables de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$ ) para inferir su dieta, el tipo de hábitat y la repartición de recursos (Feranec y MacFadden, 2000; MacFadden *et al.*, 2008; Rivals y Athanassiou, 2008; Pérez-Crespo *et al.*, 2009, 2011).

Uno de los estudios para reconstrucción de los paleoambientes, son las características de la morfología dental, la estructura de las coronas dentales bajas,

de animales conocidos como braquiodontos que son representativos de los herbívoros con hábitos ramoneadores y que habitan zonas boscosas (cerradas), mientras que los hipsodontos, con coronas dentales altas, están relacionados con hábitos pacedores y de zonas abiertas (pradera y pastizales) (MacFadden *et al.*, 2008).

Para realizar inferencias paleoambientales así como comprobar hipótesis morfológicas como la dieta, la conformación de la cadena trófica, reconstrucción de patrones de migración y el mosaico de vegetación que existía se utilizan técnicas biogeoquímicas, usando proporciones de isótopos presentes en los componentes duros de los organismos como el apatito del esmalte dental y el colágeno de los huesos, y su comparación con valores ya conocidos de organismos pacedores, ramoneadores, y de dieta mixta fósiles y actuales (Koch *et al.*, 2004; Pérez-Crespo, 2007; Bravo-Cuevas *et al.*, 2011).

Existen tres clases de isótopos, los radioactivos que se transforman de un elemento en otro, los cosmogénicos que se originan en las partes externas de la atmósfera a causa de choque de rayos cósmicos con elementos en la atmósfera y los estables que no se transforman en otros elementos y se encuentran en casi todo los compuestos, uno de ellos los tejidos vivos como el esmalte dental y se conserva incluso si ocurren cambios químicos en el proceso de fosilización por lo que los hace muy útiles en las investigaciones paleontológicas en diversos aspectos ecológicos del organismo (Pérez-Crespo y Valdivia, 2010).

Los isótopos más empleados en la investigación paleontológica son el Hidrógeno para determinar fuentes de agua, el Nitrógeno para la identificación de cadenas tróficas, el Oxígeno para las temperaturas, el Estroncio para los patrones migratorios y el Carbono para la dieta y el tipo de vegetación. Este último depende de la vía metabólica en que las plantas fijan el Carbono en la fotosíntesis con tres variantes: C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y CAM, donde las C<sub>3</sub> son plantas con la vía metabólica más antigua, se encuentra en árboles y arbustos dicotiledóneos y algunas hierbas de zonas frías. Las C<sub>4</sub> con fotosíntesis por etapas, presente en herbáceas monocotiledóneas, algunos árboles, arbustos dicotiledóneos en zonas tropicales y

áridas. Y las de vía CAM, principalmente plantas de zonas áridas como las cactáceas y agaváceas (Ehleringer y Cerling, 2002).

Otro componente de estudio es el Oxígeno integrado en el esmalte de los dientes refleja el nicho ecológico y la conducta alimenticia de los organismos, debido a que se conoce que las plantas  $C_4$  se encuentran más enriquecidas con  $^{18}O$  con respecto a las  $C_3$  y hay un enriquecimiento de  $^{18}O$  en los organismos con hábitos ramoneadores o dieta mixta en comparación con los pacedores; esto sirve para distinguir el tipo de dieta en especies simpátricas y sus conductas alimenticias (Kohn *et al.*, 1998).

Además de las inferencias encontradas por el tipo de dentición, indicando diferentes hábitos alimentarios, ramoneadores, pacedores o mixtos, la inclusión de los marcadores biogeoquímicos pueden demostrar que especies como los gonfoterios con dentición braquiodonta que se han considerado ramoneadores, tenían también hábitos pacedores como lo mostraron estudios en ejemplares en Florida, de igual manera con caballos de la misma localidad que reflejaron hábitos ramoneadores en su composición isotópica; además, en estudios en Sudamérica en los que se ha encontrado que los hábitos de dieta de algunas especies varía de un país a otro dependiendo de la altitud y latitud del sitio, ayudando a comprender mejor la dieta y hábitat de las especies extintas (Pérez-Crespo, 2007).

Otro análisis es el modelo ecomorfológico a través del estudio de las marcas microscópicas presentes en los dientes de los organismos fósiles. Estas marcas de uso y desgaste son estudiadas por medio de la topografía de las cicatrices en el esmalte dental producidas por la comida a través de fitolitos presentes en pastos, en menor cantidad en hojas, frutos y semillas, también por arena y polvo depositado en la superficie de la vegetación. Clasificadas en estrías (depresiones lineales cuyo largo es mayor que su ancho), fosas (depresiones cuyo largo y ancho son aproximadamente iguales) y desportilladuras (similares a las estrías pero más anchas, altamente curvadas y en forma de "S") que son identificadas y medidas con microscopio electrónico (alta magnificación a 500x) o estereoscópico (baja magnificación a 35x). La proporción de cada tipo de marcas separa los pacedores que tienen un alto número de estrías y bajo de fosas de los

ramoneadores que tienen un alto número de fosas y bajo número de estrías; mientras que los de dieta mixta estacional tienen valores similares a los pacedores y ramoneadores dependiendo la fase estacional en la que se encuentren y los de dieta mixta no estacional, presentan valores de estrías altos y de fosas bajas a medios (Solounias y Moelleken, 1992; Solounias *et al.*, 2000; Solounias y Semprebom, 2002).

En el presente trabajo se infiere la dieta y el tipo de hábitat de las especies paleontológicas de mamíferos, por medio del estudio de elementos dentales encontrados en las localidades de “El Pirul”, “Uruétaro” y “Misión del Valle”, Michoacán, en el Centro Occidente de México con una edad del Blanco, mediante modelos ecomorfológicos (microdesgaste de baja magnificación) y biogeoquímicos (isótopos estables de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ ), se plantea conocer la variación alimenticia y el uso del hábitat de la mastofauna aportando evidencia para la primera reconstrucción Paleoambiental en México para el Blanco.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Aportar datos para la reconstrucción paleoecológica de las localidades correspondientes al Blancano de “El Pirul” (Mpio. de Charo), “Uruétaro” (Mpio. de Tarímbaro) y “Misión del Valle” (Mpio. de Morelia) a partir del estudio de microdesgaste y el análisis de isótopos estables de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$  de los dientes de la mastofauna reportada.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer la composición de la dieta y el tipo de hábitat de los taxones fósiles de *Paenemarmota sp.*, *Cuvieronius sp.*, *Nannippus cf. N. peninsulatus*, *Equus cf. E. simplicidens*, *Platygonus sp.*, *Odocoileus sp.* y *Megatylopus sp.* basados en los caracteres ecomorfológicos y biogeoquímicos en los dientes.
2. Inferir las preferencias de hábitat de las especies encontradas en “El Pirul”, “Uruétaro” y “Misión del Valle” durante el Blancano.
3. Caracterizar el mosaico de vegetación existente en el Blancano en las localidades “El Pirul”, “Uruétaro” y “Misión del Valle”.

## ÁREAS DE ESTUDIO

### Ubicación:

La localidad de “Uruétaro” se ubica en el municipio de Tarímbaro en las coordenadas 19°46'16" N y 101°06'22" O, a una altura de 1890 msnm, la localidad de “Misión del Valle”, en el municipio Morelia en las coordenadas 19°45'52" N y 101°06'26" O a una altura 1916 msnm, y la localidad de “El Pirul” se ubica en el Municipio de Charo en las coordenadas 19°45'29" N y 101°02'53" O, a una altura de 1911 msnm (Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, 2009) (Fig. 1).

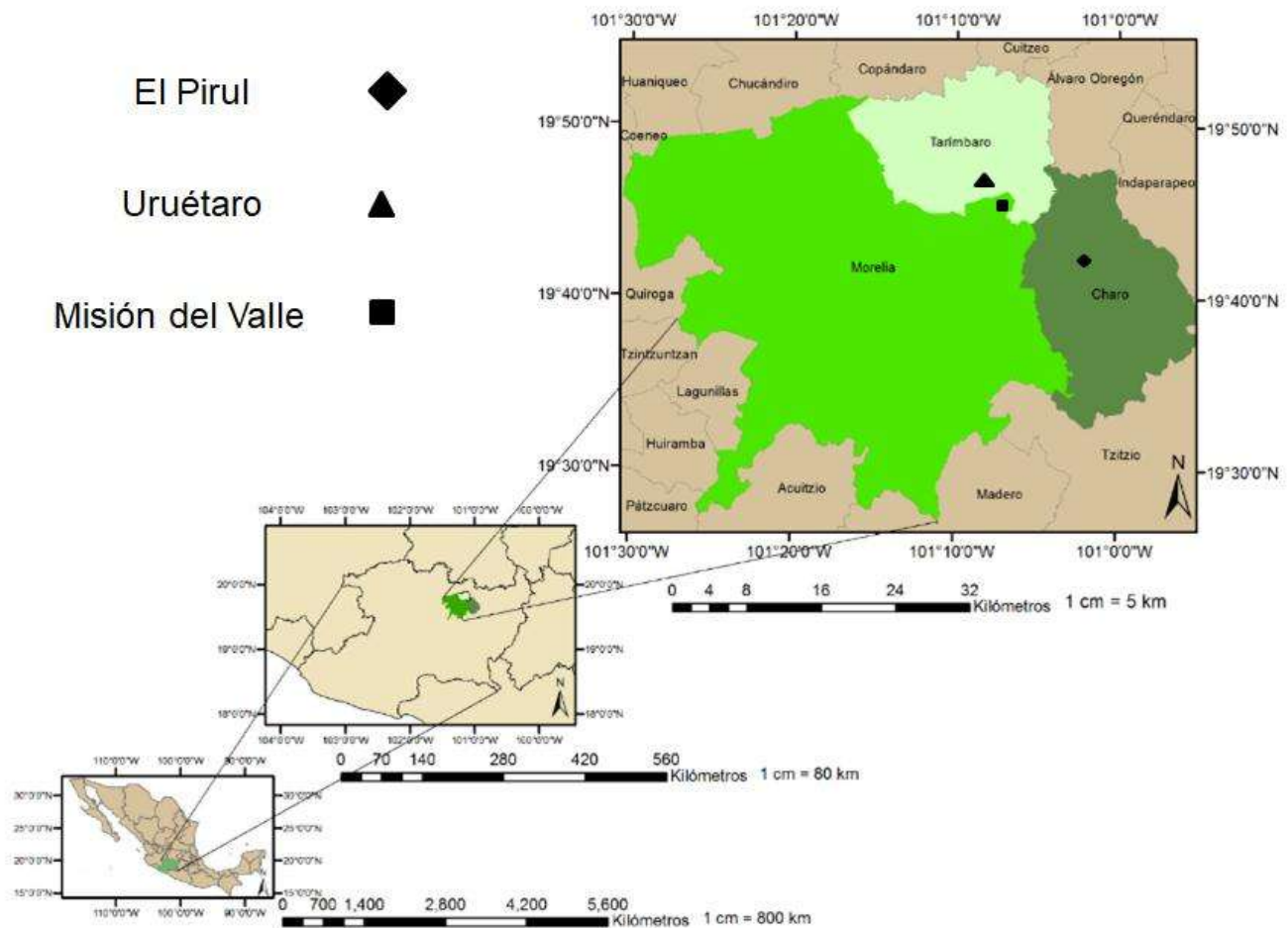


Figura 1. Localización de las Áreas de Estudio

## **Hidrografía**

Las localidades pertenecen a la región hidrográfica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo. Su hidrografía la constituye el Río Grande de Morelia que pasa de poniente a oriente y tiene su descarga en el Lago de Cuitzeo, ubicado al norte de la población. En las faldas de los cerros El Venado y El Calvario, se localizan diversas corrientes de agua intermitente, las cuales debido a la configuración topográfica, inician en la parte alta de la zona y tienden a desaparecer en la proximidad de estas comunidades (Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, 2009).

## **Geología**

La geología data del periodo Cenozoico y corresponden principalmente a los del tipo podzólico y de pradera. Siendo los suelos y rocas predominantes los siguientes:

**(Ia) Suelo lacustre.** Integrado por depósitos recientes del material derivado de la destrucción de rocas, que ocurre en lagos o lagunas. El cual se encuentra principalmente en el área que actualmente se cultiva o en zonas bajas.

**(al) Aluvión.** Suelo formado por depósitos de materiales sueltos que han sido transportados por corrientes superficiales de agua, esta clasificación incluye a los depósitos que existen en los valles de los ríos. Este tipo de material se encuentra en los canales y ríos ubicados al este cerca de Plan de La Salud.

**(Tr) Toba Riolítica.** Roca con una baja proporción de minerales del tamaño de la arcilla, de textura gruesa formada por cenizas volcánicas y no permeables al agua. La encontramos en zonas altas como en los cerros de Álvaro-Singuio.

Lázaro Cárdenas-Palo Blanco y una pequeña franja en el cerro El Calvario.

**(B) Basalto.** Roca dura de color negro, gris oscuro o pardo oscuro. Este tipo de roca la encontramos al norte sobre el Cerro Loma Las Mulas, de sureste a suroeste (Cerro Los Potrerillos-Mesa La Cantera) así como al noroeste de la localidad de Singuio.

Existen tres fallas geológicas normales, la primera se ubica de sureste a suroeste (Cerro los Potrerillos-Mesa La Cantera), siguiendo la falda del cerro hasta la localidad de El Venado, la segunda al norte de Singuio en una zona poblada

paralela al camino a San Miguel y la tercera al oeste de Las Peñas en la localidad Tenencia Lázaro Cárdenas (Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, 2009).

La región del valle de Morelia donde se encuentran las localidades de estudio cuenta con varias fallas geológicas en sus alrededores, las cuales son normales, es decir, fallas verticales producto de fuerzas extensionales, una de ellas pasando por la mitad del valle. Al norte se encuentran basaltos, ignimbritas y riolitas del Terciario además de sedimentos lacustres del Cuaternario; hacia el noreste sólo se llegan a encontrar sedimentos lacustres del Cuaternario; hacia el este se encuentran lahares de la misma época, toba y toba andesítica del Terciario, hacia el sureste se encuentran sedimentos lacustres del Cuaternario, toba y toba andesítica del Terciario; hacia el sur se localizan sedimentos lacustres del Cuaternario, toba, toba andesítica y toba riolítica del Terciario hacia el suroeste se encuentran sedimentos lacustres del Cuaternario y toba riolítica del Terciario hacia el oeste se localizan sedimentos lacustres y basaltos del Cuaternario, hacia el noroeste se encuentran sedimentos lacustres del Cuaternario; andesitas, ignimbritas y riolitas del Terciario (Carta Geológico-Minera E14-1, Morelia, Edo. de México y Guanajuato, 1998) (Fig. 2).



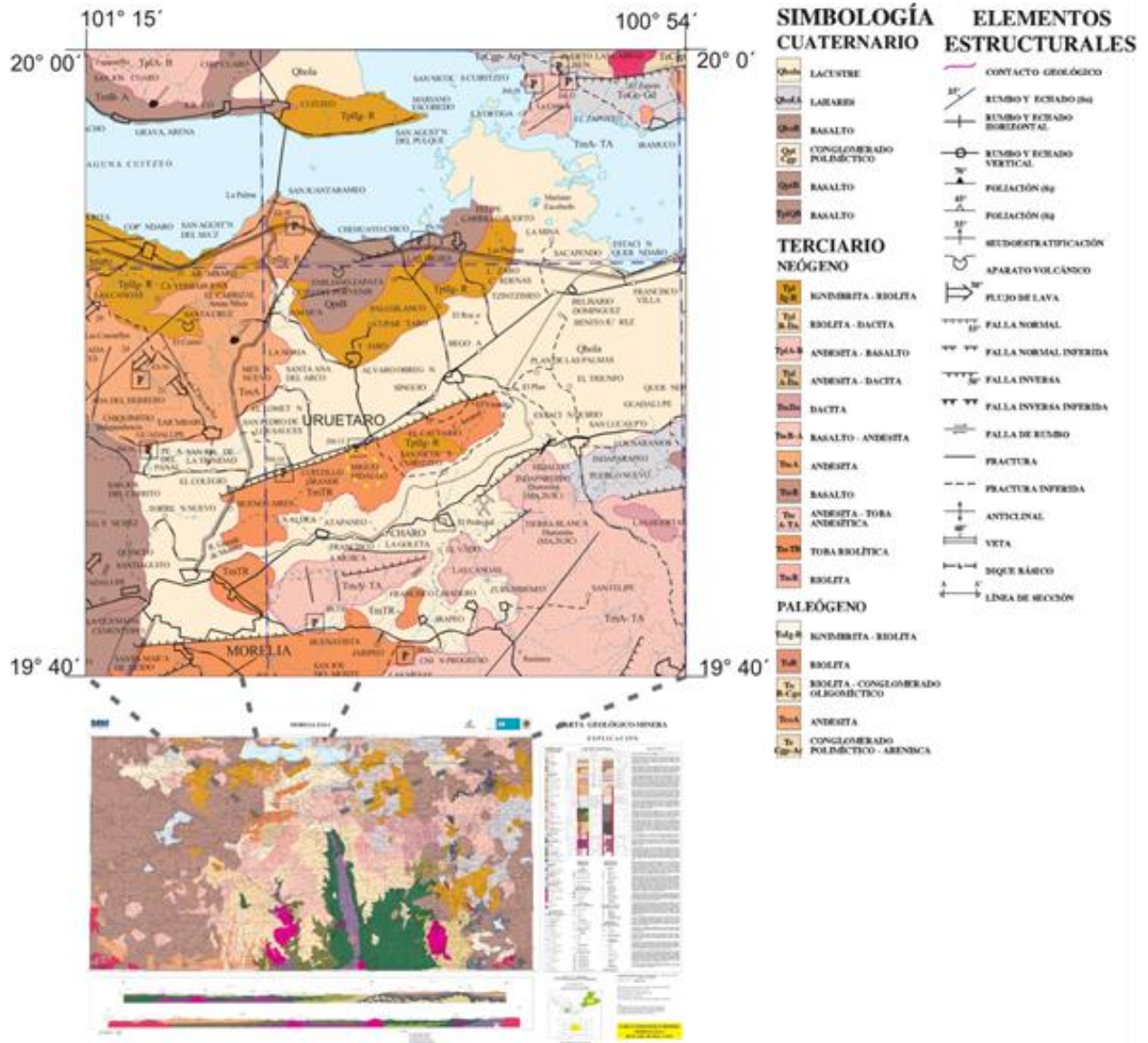


Figura 2. Geología de las Áreas de Estudio (tomado de Carta Geológico-Minera E14-1, Morelia, Edo. de México y Guanajuato, 1998)

## **Clima**

En el valle de Morelia podemos encontrar que su clima es templado con lluvias en verano; tiene una precipitación pluvial anual de 800 a 1,300 mm, con lluvias concentradas en el verano, distribuidas de junio a octubre, siendo el mes de julio el más lluvioso y el mes de enero el de menor precipitación, este clima corresponde al Cwa (templado subtropical) de la clasificación de Köppen (1948), los principales vientos fuertes se dan en el periodo de febrero, octubre y noviembre.

## **Vegetación**

La vegetación predominante en las zonas de estudio es el matorral subtropical que constituye una variante del Bosque Tropical Caducifolio, la cual se caracteriza por el predominio de arbustos y pequeños árboles (García-Torres, 1996), reconocida como Matorral Subtropical (Rzedowski y Mc Vaugh, 1966), constituyendo una fase sucesional relativamente estable del Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski, 1987).

Los géneros predominantes son: *Ipomoea*, *Acacia*, *Opuntia*, *Bursera*, *Prosopis*, *Eysenhardtia* y *Erythrina*, entre otros. Existe también en pequeñas zonas superficies relicto del Bosque Tropical Caducifolio, con árboles de los géneros: *Bursera*, *Lysiloma* y *Leucaena*, principalmente (Guevara *et al.*, 1981).

## **Fauna**

Los mamíferos presentes son las musarañas (*Cryptotis* sp.), murciélagos (*Pteronotus* sp., *Micronycteris* sp., *Glossophaga* sp., *Sturnira* sp., *Artibeus* sp., *Promops* sp. y *Tadarida* sp.); liebres (*Lepus callotis*), conejos (*Sylvilagus cunicularius*), ardilla voladora (*Glaucomys volans*), ratas y ratones (Núñez, 1989; en Chávez Carmona, 2002). Hay varias especies de aves como: garzas, cercetas, patos, aura, zopilote, gavilanes, aguilillas, halcones, quebrantahuesos, codornices, palomas, tórtolas, la cotorra serrana (todas ellas en peligro de extinción), más una decena de especies de chupaflores o colibríes, entre otras (Villaseñor *et al.*, 1989; en Chávez Carmona, 2002).

Entre los anfibios y reptiles, existen salamandras y ajolotes, ranas y lagartijas, así como varias especies de serpientes y culebras acuáticas, incluyendo la víbora de cascabel (Guevara, 1989).

### **Estratigrafía de “El Pirul”, Charo**

En los afloramientos de la localidad de “El Pirul” se tiene una columna estratigráfica con un espesor de 17 metros (Fig. 3), en la que se tiene de la base a la cima lo siguiente:

1. 0.015 m de espesor de Arcilla color café oscuro con presencia de óxidos en disposición horizontal formando capas de color amarillo óxido, con una pequeña capa de arena de color gris claro interdigital a 8 cm de la superficie del estrato.

2. 0.05-0.10 m Nivel oxidado arenoso en la parte superior de este estrato presenta una alta oxidación, muy deleznable, contacto superior erosionado.

3. 4.00 m Arcilla diatomítica de café claro blanquecino, homogénea, sin estratificación aparente, deleznable, con un contacto superior fuertemente erosionado por la presencia de depósitos de arena.

4. 0.80 m Arena color gris verdoso de grano fino a grueso redondeados con un diámetro aproximado de un cuarto de pulgada, en la parte más superior del estrato se presentan en poca cantidad pómez ovaladas, rocas de colores verdoso claro y de rojos a rosados con estratificación laminar presente así como lente de arena de color amarillo óxido, el contacto superior fuertemente erosionado (presencia de restos fósiles).

5. 4.00 m Limo de color café claro, homogéneos, deleznales, muy erosionados y muy fragmentados con el contacto superior erosional.

6. 2.00 m Arenas finas a medianas, predominantemente arenas finas que en presencia de humedad son muy deleznales pero en estado seco muy resistente, contacto superior fuertemente erosionado.

7. 2.50 m Arenas muy finas color blanco, textura “sacaroides”, con estratificación laminar, contacto inferior erosional.

8. 3.50 m Formando un paleocanal, limo de color café claro, homogéneos, muy compacto, con abundante fracturación, contacto inferior erosional, con

presencia de impresiones de hojas y tallos carbonizados principalmente de vegetales terrestres como Lauráceae y algunas compuestas.

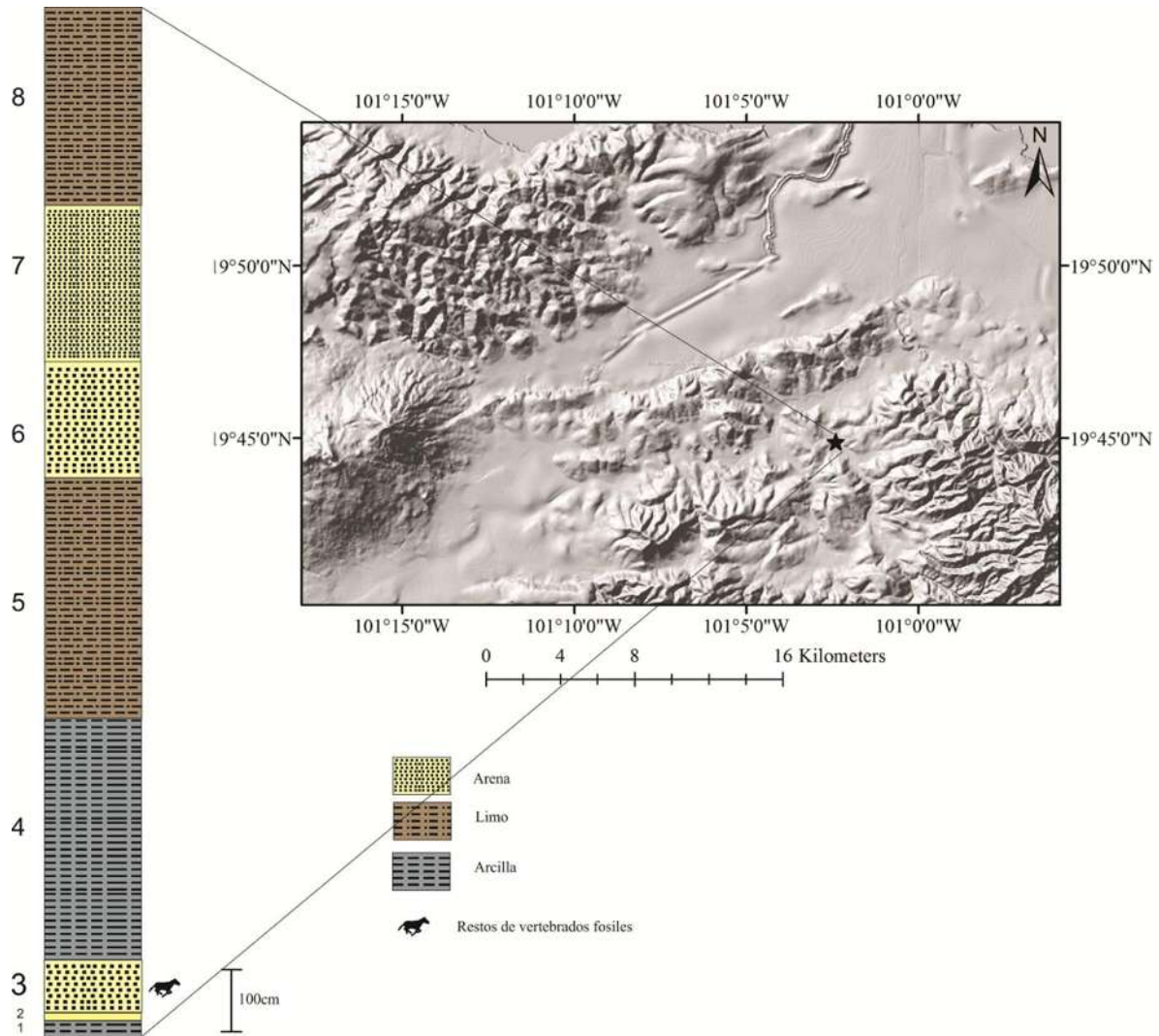


Figura 3. Columna estratigráfica de la localidad “El Pirul”, Municipio de Charo, Michoacán (Tomado y modificado de López García, 2008).

### Estratigrafía de “Uruétaro”, Tarímbaro

En los afloramientos de la localidad de “Uruétaro” se tiene una columna estratigráfica con un espesor de 88 metros (Fig. 4), en la que se tiene de la base a la cima lo siguiente:

1. 20 metros de andesitas rojizas con intercalaciones de brechas volcánicas de color gris que van desde la base hacia la mitad del estrato.
2. 3 metros de diatomita miocénica de color beige.
3. 42 metros de limo-arcilloso de color café claro con la presencia de restos fósiles cercanos al contacto superior, el cual se encuentra erosionado.
4. 7 metros de fragmentos de roca compuesta por riolitas y andesitas de color rojizo con el contacto superior erosionado.
5. 16 metros de un conglomerado de matriz limosa de color café oscuro.

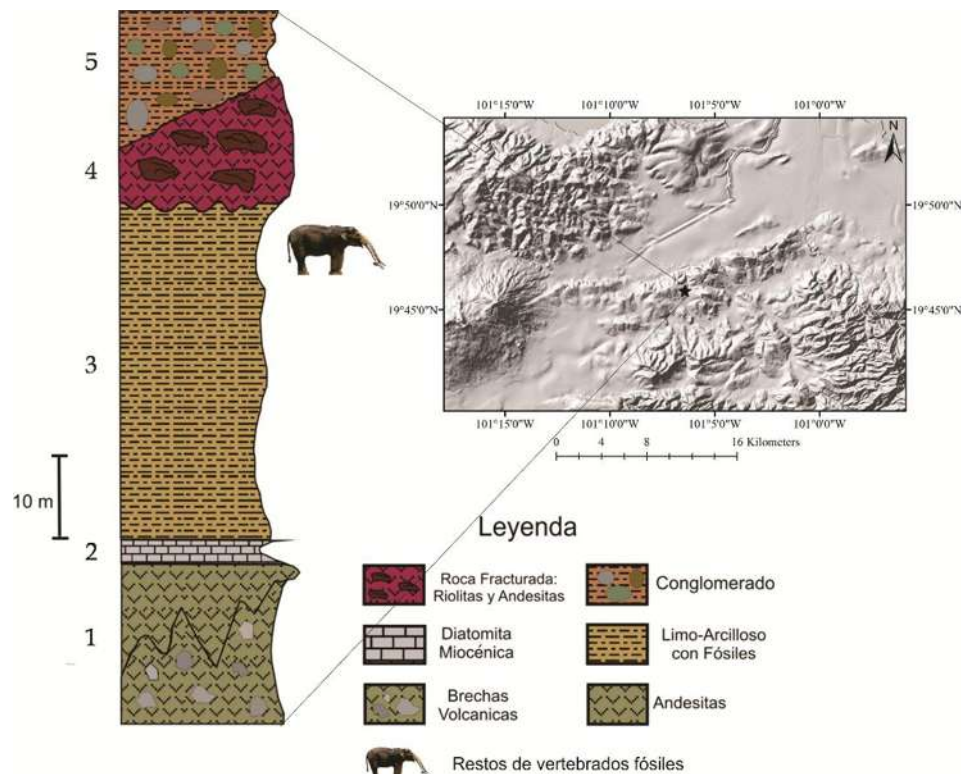


Figura 4. Columna estratigráfica de la localidad “Uruétaro”, Municipio de Tarímbaro, Michoacán (Tomado y modificado de Gutiérrez - Bedolla, 2011).

### **Estratigrafía de “Misión del Valle”, Morelia**

En los afloramientos de la localidad de “Misión del Valle”, se levantó una columna estratigráfica con un espesor de 10.46 metros (Fig. 5), en la que se ubicaron 20 estratos de la base a la cima:

1. 98 centímetros de ceniza volcánica con cristales finos de cuarzo de color blanco lechoso, fuertemente erosionado y un contacto transicional.
2. 4 metros de arcilla-limosa de color café ocre medianamente erosionado.
3. 20 centímetros de limo-arenoso de color café claro medianamente erosionado.
4. 40 centímetros de arcilla-limosa de color café oscuro medianamente erosionado
5. 60 centímetros de arcilla-limosa de color café claro con contacto ligeramente erosionado.
6. 60 centímetros de arcilla-limosa de color café ocre, con clastos de 2 cm de diámetro.
7. 50 centímetros de carbonato o toba volcánica de color café claro ligeramente erosionado.
8. 93 centímetros de arcilla-limosa de color café claro con contacto erosionado.
9. 50 centímetros de carbonato o toba volcánica de color café claro con contacto medianamente erosionado.
10. 80 centímetros de limo-arenoso color café, con contacto fuertemente erosionado (con presencia de los restos fósiles).
11. 110 centímetros de ceniza volcánica muy consolidada de color blanco.
12. 40 centímetros arcilla-limosa de color café oscuro con contacto ligeramente erosionado.
13. 35 centímetros de ceniza volcánica de color blanco con contacto ligeramente erosionado.
14. 25 centímetros de arcilla color café oscuro con contacto ligeramente erosionado.
15. 8 centímetros de limo-arenoso fino, de color beige.
16. 18 centímetros de arcilla de color café oscuro, con contacto fuertemente erosionado.

17. 25 centímetros de ceniza volcánica mineralizada muy consolidada de color blanco.

18. 100 centímetros de arcilla de color café con contacto transicional.

19. 110 centímetros de limo-arenoso, arena fina de color café.

20. 40 centímetros de arcilla laterítica de color café rojizo.

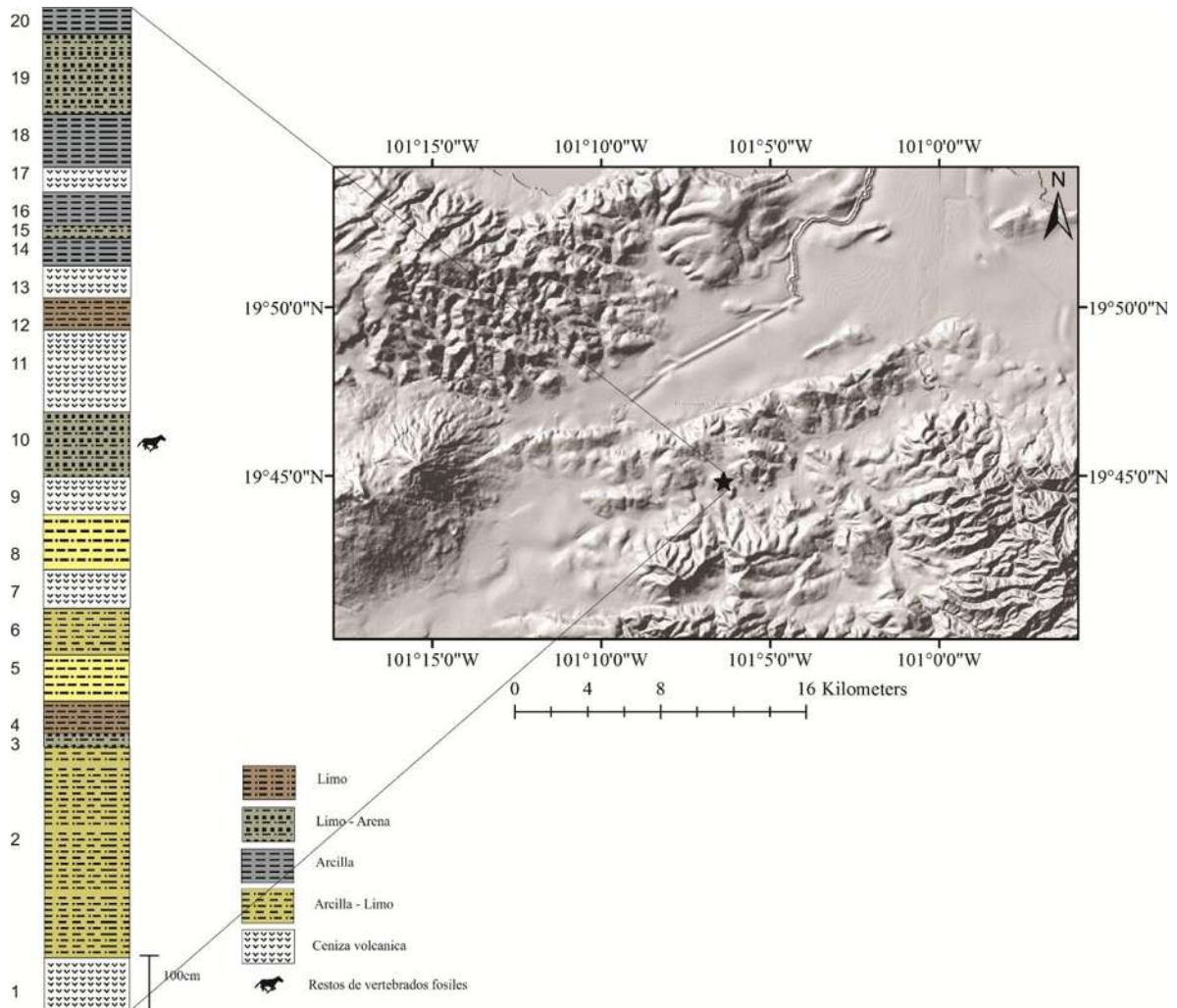


Figura 5. Columna estratigráfica de la localidad “Misión del Valle”, Municipio de Morelia, Michoacán.



## CAPÍTULO I.

### TAXONOMÍA DE LOS RESTOS FÓSILES DEL BLANCANO DE LAS LOCALIDADES: “EL PIRUL”, “URUÉTARO” Y “MISIÓN DEL VALLE”, MICHOACÁN.

Ramón A. Plata-Ramírez<sup>1</sup>, Javier Ponce-Saavedra<sup>2</sup>, María T. Alberdi<sup>5</sup>, María L. García-Zepeda<sup>1</sup>, Joaquín Arroyo-Cabrales<sup>4</sup>, Tiberio Monterubio-Rico<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Paleontología, Edif. R 2°. Piso. Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México. ramon\_plata@hotmail.com; gzepedaml@yahoo.com.mx

<sup>2</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz Edif. B4 2°. Piso. Ciudad Universitaria. C.P. 58060, Morelia, Michoacán, México. javierpon@gmail.com

<sup>3</sup>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. tiberio@umich.mx

<sup>4</sup>Laboratorio de Arqueozoología “M. en C. Ticul Álvarez Solórzano”, Instituto Nacional de Antropología e Historia, C.P. 06060 Ciudad de México. arromatu@hotmail.com

<sup>5</sup>Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, C.P. 28006 Madrid, España. malberdi@mncn.csic.es

## Resumen

Una de las edades de mamíferos de Norteamérica con menor registro de sitios paleontológicos en México es el Blanco (Plioceno-Pleistoceno), existiendo reportes en 10 estados de la república incluyendo Michoacán. En el presente proyecto se analizan elementos dentales de la mastofauna de las localidades del Blanco en Michoacán (Centro Occidente de México) depositados en la Colección Paleontológica de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo incluyendo material colectado recientemente. Las muestras de la mastofauna corresponden a: *Paenemarmota* sp., *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp. Con este trabajo se extiende la distribución geográfica de estos taxones del Blanco para el Centro Occidente de México y de confirmarse la presencia de *Equus simplicidens* sería el primer registro para Michoacán.

Palabras clave: Blanco, Michoacán, Mastofauna, restos dentales.

## **Abstract**

One of the North American Land Mammal Ages with fewer register of paleontological sites in Mexico is the Blanco (Pliocene-Pleistocene), existing reports in 10 states of the republic including Michoacán. In the present project we analyze dental elements of the mastofauna of the Blanco localities in Michoacán (Center West of Mexico) deposited in the Paleontological Collection of the Faculty of Biology of the Michoacán University of San Nicolás de Hidalgo including material collected recently. The samples of the mastofauna correspond to: *Paenomarmota* sp., *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. and *Megatylopus* sp. This work extends the geographic distribution of these Blanco taxons to the Center West of Mexico and to confirm the presence of *Equus simplicidens* would be the first record for Michoacán.

Key words: Blanco, Michoacán, mammal fauna, dental remains.

## Introducción

La edad del Blancano en Norteamérica se extiende desde 5.3 hasta 1.37 Ma incluso hasta 1.35 Ma para las faunas más recientes del Blancano, durante todo el Plioceno y principios del Pleistoceno. El Blancano se divide en Blancano I que abarca de 4.9 a 4.62 Ma, el Blancano II de 4.62 a 4.1 Ma, el Blancano III de 4.1 a 3.0 Ma, el Blancano IV de 3.0 a 2.5 Ma y Blancano IV de 2.5 a 1.75 (Bell *et al.*, 2004).

La fauna de mamíferos del Blancano como protocerátidos y rinocerontes desapareció, mientras que los équidos, cánidos y gonfoteridos disminuyeron drásticamente en el número de especies (Janis *et al.*, 1998). El Blancano tardío es considerado como la edad en la que varios taxones de mamíferos participaron en el Gran Intercambio Biótico Americano (Jiménez-Hidalgo y Carranza-Castañeda, 2010) ocurrido hace aproximadamente 3 Ma (Alberdi y Corona, 2005).

Dentro de la fauna del Blancano se encuentran la familia Gomphotheriidae, un grupo de proboscídeos bien representados en los registros paleontológicos gracias a su éxito geocronológico y biogeográfico, principalmente en Norteamérica, donde tuvo una importante distribución y su posterior migración a Sudamérica. Los gonfoterios han sido reportados desde el Plioceno hasta el Pleistoceno tardío, para el Blancano se reportan los géneros: *Rhynchotherium*, *Stegomastodon* y *Cuvieronius* (Alberdi *et al.*, 2002; Jiménez-Hidalgo y Pérez-Cruz, 2014). Las poblaciones de *Stegomastodon* y *Cuvieronius* transitaron hacia Sudamérica en el llamado Gran Intercambio Biótico Americano que tuvo lugar durante el Plioceno hace aproximadamente 3 Ma (Alberdi y Corona, 2005).

En México los reportes de ejemplares de esta familia provienen de: Estado de México, Colima, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Morelos, Jalisco, San Luis Potosí, Veracruz, y un menor número de registros en el noroeste Sonora y Chihuahua y sureste del país Oaxaca, Chiapas y Quintana Roo (Alberdi y Corona, 2005).

Las marmotas, familia Siuridae y tribu Marmotini son roedores de tamaño mayor al de las ardillas terrestres de ambientes esteparios y de alta montaña (Voorhies, 1988). Los representantes vivientes son únicamente del género *Marmota* y los fósiles pertenecientes del género *Paenemarmota*. Las marmotas aportan

información del proceso de intercambio faunístico Holártico durante el Plio-Pleistoceno, ya que si Beringia actuó como corredor para las faunas de Norteamérica y Eurasia durante los máximos glaciares, se desconoce todavía el tiempo, el número de especies y el modo en que actuó de barrera/corredor. También aportan información de la fauna fría durante la última glaciación ya que muchos autores consideran que la marmota se adaptó al frío y alta montaña en época tardía (Cuenca Bescós y Canudo, 2005). Sus reportes en Norteamérica son desde el Henfiliano (5 Ma aproximadamente) hasta el Blancano (1.8 Ma aproximadamente) en Estados Unidos (Arizona, Idaho, Kansas, Nebraska, Texas y Washington y México: Chihuahua y Michoacán) (Voorhies, 1988).

Otro grupo son los equidos de la tribu Hipparionini que fueron un componente importante de la fauna de mamíferos de Norteamérica del Mioceno medio y principios de Plioceno (Hulbert, 1993). Se reconocen seis grandes linajes *Merychippus*, *Neohipparion*, *Pseudohipparion*, *Hipparion*, *Cormohipparion* y *Nannippus* (Hulbert, 1989).

Algunas de las especies de estos grupos son estudiadas con interés por su importancia referente a sus intervalos geográficos y cronológicos, relativamente cortos. Por ejemplo *Nannippus* ha despertado un especial interés por su persistencia hasta el Plioceno Tardío, así como su coexistencia con *Equus*, su pequeño tamaño, extrema hipsodoncia y la estructura de su pata en comparación con otros Hipparionini. También el comprender como, cuando y en qué orden se desarrollan estas características en *Nannippus* en el Plioceno, ya que pertenecen al grupo de mamíferos del Henfiliano que sobrevivió a un evento de extinción en masa aproximadamente hace 6 Ma (Hulbert, 1993); además de que una gran cantidad de ejemplares de estas especies han sido encontrados en el Centro y Sur de Estados Unidos por ejemplo Florida (MacFadden, 1984).

En EUA el género *Nannippus* se reporta para el Blancano en los estados de California (Golz *et al.*, 1977), Texas (Hulbert, 1988; Johnston y Savage, 1955), Florida (Morgan y Ridgway, 1987), Arizona (Czaplewski, 1987,) Nebraska (Hibbard, 1970), Kansas (Barbour y Schultz, 1937) y Nuevo México (Tomida, 1987).

En México el género *Nannippus* se reporta para el Henfiliano como *Nannippus* cf. *minor* de Yepomera en Chihuahua (Lance, 1950), a *N. aztecus* sinonimia de *N. minor* y *N. hespedes* sinonimia de *Nannippus peninsulatus* Waldrop (1980) y MacFadden (1984) de Rancho El Ocote, Guanajuato, México (Mooser, 1968).

Para el Blanco en México *Nannippus peninsulatus* se reporta en los estados de Chihuahua (Lindsay, 1984), Guanajuato, Jalisco (Carranza-Castañeda y Miller, 1988), Hidalgo (Carranza-Castañeda y Miller, 1993) y Michoacán (Repenning, 1962; Miller y Carranza-Castañeda, 1984).

Para el género *Equus* la especie *Equus simplicidens* es su primer representante, durante el Plioceno, aproximadamente 3.5 Ma, se extendió en las grandes llanuras de Norteamérica, también conocido como el caballo de Hagerman por su procedencia del depósito de cantera cerca de Hagerman, Idaho, Estados Unidos.

El género *Equus* se dispersaría al Viejo Mundo hace aproximadamente 2.5 Ma, para posteriormente extinguirse en Norteamérica junto con muchos otros miembros de la megafauna de la edad del hielo como camellos, mamuts, mastodontes, perezosos, tigres dientes de sable, osos de cara corta, entre otros, aproximadamente hace unos 11,000 años (Downs y Miller, 1994).

Al parecer, el primer registro de un équido fósil fue hecho en 1882 por Leidy; en el que se describe brevemente *Hippotherium montezuma* (= *Nannippus peninsulatus*) procedente de un sitio cerca de Tehuichila en el estado de Hidalgo. Carranza-Castañeda y Espinosa-Arrubarrena (1994) indicaron que *Nannippus montezuma* podría ser una especie separada, pero la evidencia sugiere que *N. montezuma* es sinónimo de *N. peninsulatus* y que esta especie está limitada al Blanco siendo un fósil guía para esta edad (MacFadden, 1984).

La especie *N. peninsulatus*, aunque no es común, se reporta en varias localidades en el centro de México. La mayor parte del material conocido se ha recuperado de los estados de Hidalgo y Guanajuato y algunos procedentes de Michoacán y Jalisco (MacFadden, 1984).

El género *Equus*, como generalmente se indica por la mayoría de los investigadores en los équidos del Cenozoico tardío (Lindsay *et al.*, 1980; MacFadden, 1984; Dalquest, 1988; Hulbert, 1993), entre otros evolucionó a partir

de *Dinohippus mexicanus*. En (1980), Miller reporta *E. simplicidens* en Baja California Sur, que presumiblemente es uno de los registros más antiguos de este género (Azzaroli y Voorhies, 1993).

Todos los fósiles de équidos asignables a *Equus* de depósitos de edad del Blanco se han atribuido a *E. simplicidens*, y de acuerdo con Azzaroli y Voorhies (1993), esta especie se considera el ancestro común de todas las especies posteriores de *Equus*, incluyendo todos los caballos actuales. Los fósiles de este taxón son más abundantes en el centro de México que los de *Nannippus peninsulatus* especie asociada con *E. simplicidens* en el Blanco. La mayoría han sido colectados en el estado de Guanajuato, aunque también se han encontrado en Michoacán y Baja California Sur (Miller y Carranza-Castañeda, 1998).

Otro género presente para este periodo es *Odocoileus* con un registro desde el Plioceno tardío hace unos 3 Ma en Norteamérica (Kurtén y Anderson, 1980; Webb, 2000). En el Pleistoceno medio, hace unos 1.2 - 0.78 Ma se da la migración de *O. cariacou* a través del Istmo de Panamá hasta Suramérica (Marshall, 1985; Webb, 1985). Previamente a esta etapa, Los Andes del norte y las tierras bajas de Colombia y Venezuela ya habían adquirido sus configuraciones actuales (Díaz de Gamero, 1996; Gregory-Wodzicki, 2000).

La familia Tayassuidae aparece en Norteamérica en el Eoceno tardío donde alcanzaron su mayor diversidad y migraron hacia América del Sur durante el Gran Intercambio Biótico Americano. El género *Platygonus* representa uno de los tres linajes de la familia Tayassuidae y es un taxón indicador de ambientes secos y relativamente abiertos (Gasparini, 2008). Se le encuentra en el registro fósil hasta el Pleistoceno tardío en Norteamérica (Baskin y Thomas, 2007). Para el Blanco en México se le reporta para los estados de Guanajuato (Miller y Carranza-Castañeda, 1984) y Jalisco (Miller y Carranza-Castañeda, 1998b).

Para la familia Camelidae uno de sus representantes en el Blanco es de la tribu Camelini, el género *Megatylopus* se reporta en México en Rancho el Ocote y La Rinconada para el Henfiliano tardío (Carranza-Castañeda, 1989, 1992). Para el Blanco en San Miguel de Allende, este género se encontró junto con las

especies: *Hemiauchenia gracilis*, *Blancocamelus meadei* y *Camelops* sp. (Jiménez-Hidalgo y Carranza-Castañeda, 2010).

En México las faunas del Blanco están representadas en las localidades de Las Tunas, Baja California, La Concha, Chihuahua, Rancho El Ocote y San Miguel de Allende, Guanajuato, Tecolotlán, Jalisco, Amajac, Hidalgo y La Goleta, Michoacán (Ferrusquia *et al.*, 2010).

En el presente trabajo se realiza una determinación taxonomica de la mastofauna del Blanco de las localidades “Uruétaro” (Gutiérrez - Bedolla, 2011), “El Pirul” (López - García, 2008) y el nuevo yacimiento “Misión del Valle”, las cuales contribuyen al conocimiento de los taxa del Blanco y se amplía su distribución geográfica en México.



### **Materiales y Métodos:**

Se revisó el material depositado en la Colección Paleontológica de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y nuevo material colectado en estas localidades, ubicando el estrato donde se encuentran los fósiles y en los afloramientos en que se encontraron expuestos. Los ejemplares fósiles se colocaron en bolsas de plástico etiquetados con datos de la localidad, nivel estratigráfico (en caso de hallarse *in situ*), estado del fósil, colector y fecha.

Mediante elementos dentales, premolares y molares superiores e inferiores, un fragmento de mandíbula con tres molares de *Paenemarmota* sp.; tres fragmentos de mandíbula y un fragmento de defensa de *Cuvieronius* sp.; tres premolares inferiores y cuatro superiores y cuatro molares superiores de *Nannippus*; cuatro premolares superiores, tres inferiores, tres molares superiores y cuatro inferiores de *Equus* ; dos premolares superiores y un molar inferior de *Platygonus* sp.; un molar inferior de *Odocoileus* sp.; y un molar inferior de *Megatylopus* sp. (tabla 1 en anexos).

Los ejemplares colectados se sometieron a una limpieza mecánica la cual consistió en quitar el sedimento del fósil, utilizando agua y cepillos de cerdas suaves, lápiz vibrador y Moto tool. Una vez limpios, los ejemplares se consolidaron con resistol® 850 diluido con agua al 10 %. Posteriormente se numeraron con dos letras iniciales que corresponden a Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UM) y un número que corresponde al catálogo de fósiles de la Colección Paleontológica de la Facultad de Biología. La determinación taxonómica del material fósil se realizó mediante análisis morfológicos y estadísticos para comparar nuestros datos con otras bases de datos que derivan de la literatura de cada taxon.

## **Resultados:**

### **Paleontología Sistemática:**

Orden: Rodentia (Bowdich, 1821)

Familia: Siuridae (Gray, 1821)

Tribu: Marmotini (Simpson, 1945)

Género: *Paenemarmota* (Hibbard y Schultz, 1848)

*Paenemarmota* sp.

### **Diagnosis:**

Marmota terrestre de mayor tamaño, la base de los incisivos inferiores se extiende hasta el m3, dientes de la maxila grandes, mayor hipsodoncia del género *Marmota* y con cúspides más altas, los dientes de la mandíbula con talónido fuertemente rugoso, protocónido grande igual o un poco más el metacónido, prominente metalófido y presente en todos los dientes de la mandíbula, el P4 tan grande como el M1, metacónulo bien desarrollado en el P4, ausente o ligeramente desarrollado en molares, cíngulo posterior fuerte en P4-M2 y metalofido bien desarrollado en M3 (Voorhies, 1988).

### **Edad:**

Del Henfiliano tardío al Blancano medio entre 5 y 4 Ma.

### **Distribución geográfica:**

Registrado en el Oeste de EUA: Arizona, Idaho, Kansas, Nebraska, Texas y Washington y México: Chihuahua y Michoacán (Woodburne, 2004).

**Material Asignado:**

Localidad: Uruétaro

UM1734, Fragmento de mandíbula derecha con molares m1-m3 (Fig. 6)



Figura 6. UM1734. Fragmento de mandíbula derecho con molares m1-m3 de *Paenemarmota* sp. vista labial, oclusal y lingual.

**Asignación taxonómica y discusión:**

La serie mandibular (UM1734) presenta las siguientes características. Base de los incisivos inferiores se extiende hasta el m3, mayor hipsodoncia del género *Marmota* con cúspides más altas, con talonido fuertemente rugoso, protocónido grande igual o un poco más que el metacónido, prominente metalófido presente en todos los dientes. Metacónulo ausente o ligeramente desarrollado en molares y por su tamaño, características mencionadas en Voorhies, (1988) por lo que se asigna a *Paenemarmota* sp. para el nivel específico se requiere de mayor material que incremente el número de muestra.

Orden: Proboscidea (Illiger, 1811)

Suborden: Elephantiformes (Tassy, 1988)

Familia: Gomphotheriidae Cabrera, 1929

Género: *Cuvieronius* Osborn, 1923

*Cuvieronius* sp.

**Diagnosis:**

El género *Cuvieronius* se distingue de otros gonfoterios por la banda de esmalte que sigue la torsión de sus defensas, la falta de colmillos inferiores, la relativamente corta mandíbula inferior (“brevirostrine”), con una corta y estrecha sínfisis que no está inclinada hacia abajo (Lucas, 2008), los molares pueden o no tener una cierta anancoidia, también presentan una gran variación morfológica en los tréboles pretrites, desde simples hasta bien desarrollados, los molares terceros presentan de 4 ½ a 5 ½ lof(id)os (Alberdi y Corona, 2005).

Se caracterizan por presentar un cráneo entre braquicéfalo y “elefantoideo”, reducción de las defensas inferiores y un alargamiento de la superficie oclusal de los dientes molariformes (Alberdi y Corona, 2005). Estos últimos son de tipo bunolofodonto, con un patrón seriado de tres a cinco hileras transversales o lof(id)os. Cada lof(id)o tiene un par principal de cúspides redondeadas y cónulos accesorios más pequeños que cubren los valles a derecha e izquierda de la línea media del molar. Con el desgaste por masticación, se forman figuras treboladas que pueden ser desde simples a dobles en cada colina o lof(id)o. Los conos pueden estar completamente opuestos entre sí o presentar un cierto desplazamiento (anancoidía), es decir, una disposición angular a nivel de las últimas colinas, lo cual se considera un carácter avanzado asociado con el desarrollo de una morfología oclusal más compleja (Chávez Aponte *et al.*, 2008).

**Edad:**

Los primeros gonfoterios aparecieron en el continente africano, a principios del Oligoceno, hace 35 Ma AP (Carroll, 1988). A principios del Mioceno (25 Ma), se

habían convertido en el grupo más diversificado de grandes mamíferos, trasladándose desde África hacia Europa, Asia y, finalmente, a Norteamérica 15 Ma AP, a través de un puente natural que precedió al Estrecho de Bering y que unía a Alaska con Eurasia (Dixon *et al.*, 1988). Los gonfoterios, así como los mastodontes mamútidos y elefántidos (*Elephas*, *Loxodonta* y *Mammuthus*), tuvieron una larga historia en el continente americano, como lo demuestran las numerosas evidencias fósiles encontradas en sedimentos que abarcan desde el Mioceno al Pleistoceno de Norteamérica, entre 15 Ma y finales del Pleistoceno, en torno a hace 10,000 años (Czaplewski y Smith, 2003; Alberdi y Corona, 2005).

*Cuvieronius* fue un gonfoterio que habitó durante el Plioceno y Pleistoceno en Norteamérica y el Pleistoceno de centro y Sur América (Lucas, 2008). Hay quienes lo consideran derivado de *Rhynchotherium*, un gonfoterio del Plioceno de Norteamérica que se dispersó hacia el Centro y Suramérica durante el Pleistoceno (Lucas, 2008).

#### **Distribución geográfica:**

El género aparece en el Blancano y se encuentra hasta el Rancho Labreano, su dispersión a Sudamérica pudo darse en el Pleistoceno medio (Alberdi y Corona, 2005). Se reporta durante el Blancano para Estados Unidos en los estados de Florida (Morgan y Ridgway, 1987), Arizona (Gazin, 1942), Nevada (Reynolds y Lindsay, 1999) y Nuevo México (Morgan *et al.*, 1999). En Sudamérica se reporta este género para localidades del Pleistoceno medio y superior (Prado *et al.*, 2001). Para México se reporta en Sonora (Lindsay, 1984), Guerrero y Jalisco del Plioceno tardío (Alberdi y Corona, 2005), Estado de México del Pleistoceno tardío (Miller y Carranza-Castañeda, 1984), Morelos del Plioceno-Pleistoceno (Corona *et al.*, 2000), Puebla del Plioceno y Pleistoceno (Miller y Carranza-Castañeda, 1984; Montellano-Ballesteros, 2002), Michoacán (Von Meyer, 1840) y Oaxaca (Jiménez-Hidalgo *et al.*, 2014).

**Material asignado:**

Localidad: Uruétaro

UM 565 fragmento de defensa (Fig. 7), UM 566 fragmento de mandíbula derecho con molares m2 y m3 (Fig. 8), UM 567 fragmento de mandíbula izquierdo con molar m3 (Fig. 9) y UM 568 fragmento de mandíbula izquierdo con molares m2 y m3 (Fig. 10).



Figura 7. UM564, fragmento de defensa de *Cuvieronius* sp.

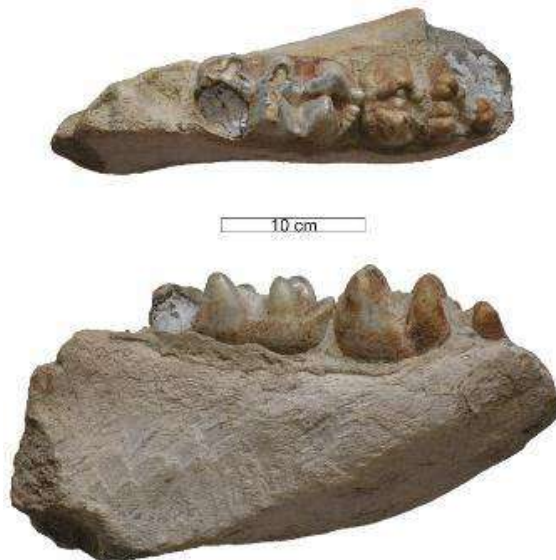


Figura 8. UM 566, fragmento de mandíbula derecho con molares m2 y m3 *Cuvieronius* sp.



Figura 9. UM 567 Fragmento de mandíbula izquierdo con molar m3 *Cuvieronius* sp.



Figura 10. UM 568 fragmento de mandíbula izquierdo con molares m2 y m3 *Cuvieronius* sp.

### Analisis bivariante con medidas de los molares:

Se realizó la comparación de las variables Longitud máxima y Anchura máxima con los géneros *Rhynchotherium*, *Cuvieronius* y *Stegomastodon* de la literatura (Frassinetti y Alberdi, 2000; Alberdi y Corona, 2005, 2006; Jiménez-Hidalgo y Pérez-Cruz, 2014; Laurinto, 2016) con las medidas tomadas a los elementos bajo estudio presentados a continuación (Figs. 11 y 12):

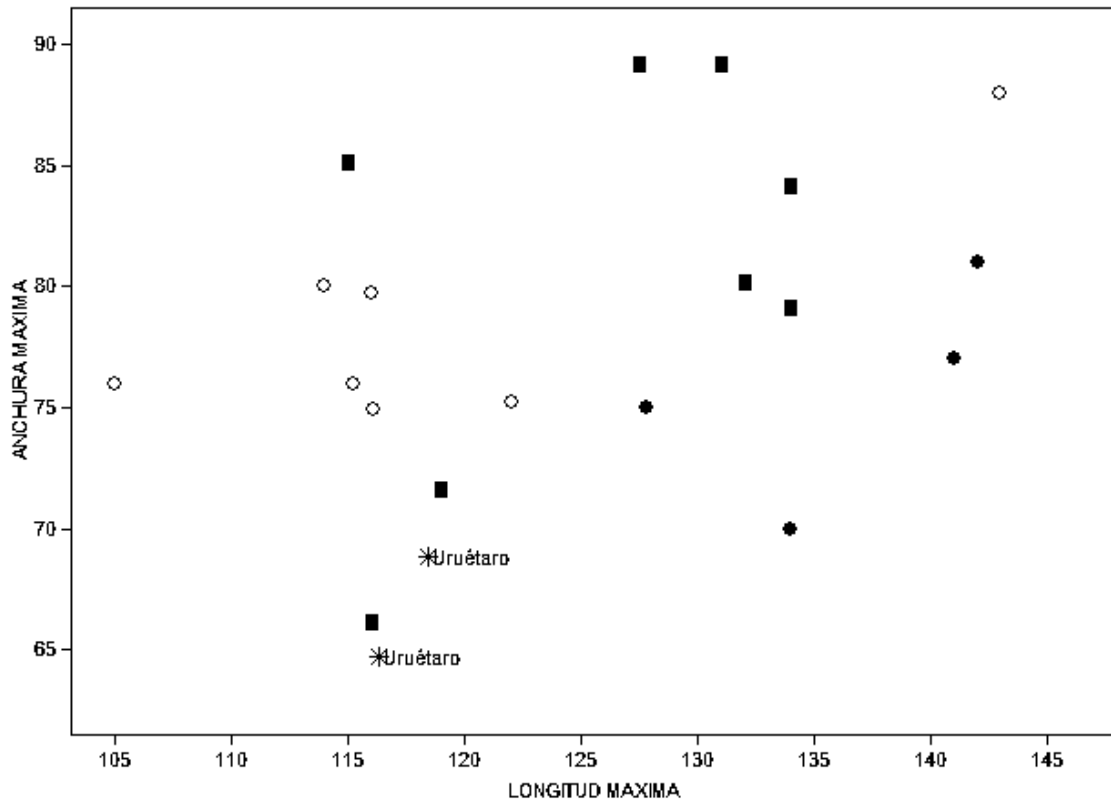


Figura 11. Análisis bivariante de los dientes m2 inferiores (Abreviaturas y simbología: ● *Stegomastodon* ■ *Cuvieronius* ○ *Rhynchotherium* \* "Uruétaro").

En el análisis bivariente entre los géneros: *Rhynchotherium*, *Cuvieronius* y *Stegomastodon* del segundo molar inferior se observa un solapamiento de las dimensiones de los dientes de las distintas especies de gonfoterios, *Cuvieronius* presenta traslape con los otros dos géneros, donde los dos elementos de Uruétaro son de tamaño pequeño y se ubican cerca de *Cuvieronius* y *Rhynchotherium*.



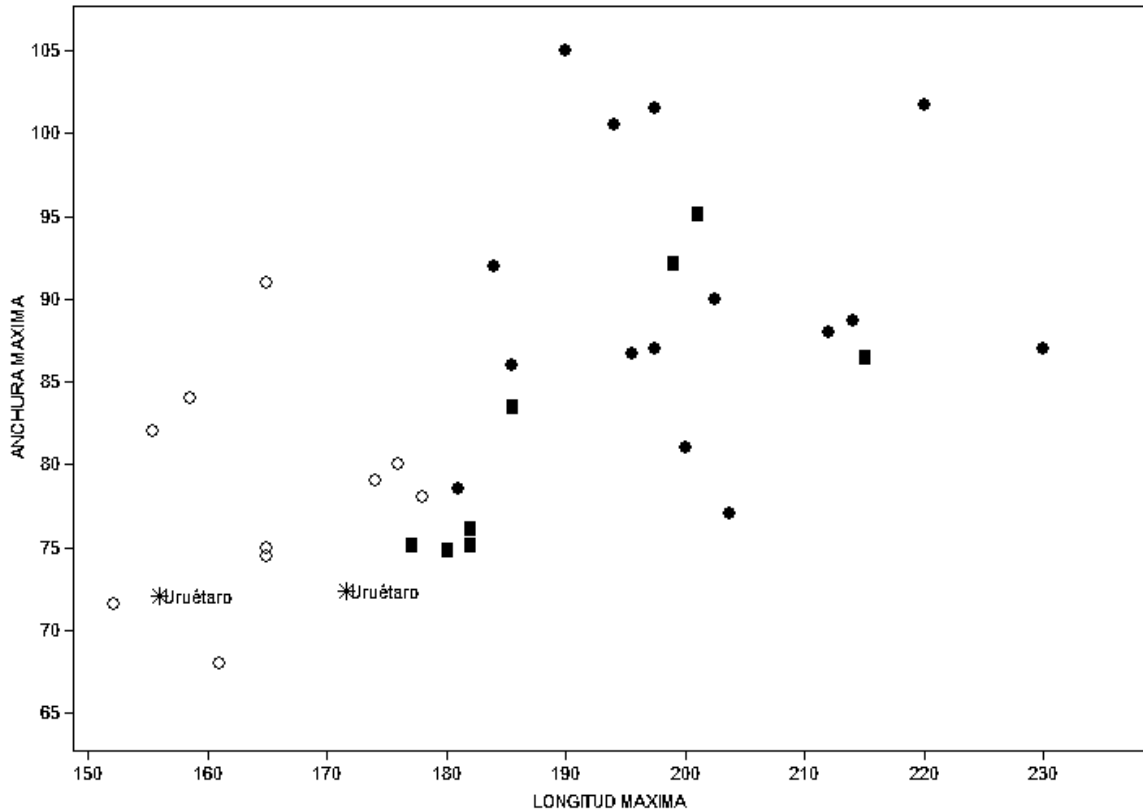


Figura 12. Análisis bivalente de los dientes m3 inferiores (Abreviaturas y simbología: ● Ste. *Stegomastodon* ■ Cuv *Cuvieronius* ○ Rhy. *Rhynchotherium* \* “Uruétaro”).

El análisis bivalente entre los géneros: *Rhynchotherium*, *Cuvieronius* y *Stegomastodon* del tercer molar inferior muestra que los elementos de *Stegomastodon* son de mayor tamaño que *Rhynchotherium* y algunos más grandes que *Cuvieronius*, que se traslapa entre *Stegomastodon* y *Rhynchotherium*.

Los dos elementos de Uruétaro se ubican en el espacio de *Cuvieronius* y *Rhynchotherium*, más pequeños que los de *Stegomastodon*, pero dentro de la variabilidad de los tres.

### **Asignación taxonómica y discusión:**

Se realizó la revisión de los caracteres diagnósticos de los géneros: *Rhynchotherium*, *Cuvieronius* y *Stegomastodon*, al revisar los caracteres morfológicos del fragmento de defensa y los molares de los fragmentos de mandíbulas de las localidades de estudio con las características reportadas por Alberdi y Corona (2005, 2006) y Lucas (2008) para *Cuvieronius* donde se menciona que presenta una banda de esmalte espiral en las defensas superiores. Esta característica se observa en el fragmento de colmillo UM564. Las mandíbulas presentan una sínfisis corta sin defensas en la edad adulta, es brevírotral. Los molares terceros, superiores e inferiores, presentan 4 a 4.5 lof(id)os, pudiendo en algunos ejemplares llegar a presentar 5. Las coronas de los molares son braquidontos y las figuras de desgaste de su superficie treboladas. En los molares encontrados se observan las formas treboladas de desgaste, los 3 molares terceros presentan 4 lofidos con cúspides simples y ligeramente más largos que los de *Rhynchotherium* (Prado y Alberdi, 2008) y en la parte posterior del fragmento de defensa encontrada se observa banda de esmalte y una cierta curvatura que confirma que los restos pertenecen al género *Cuvieronius*, a diferencia de *Stegomastodon* que tiene defensas más o menos curvadas o rectas y banda de esmalte solo en algunos juveniles (Recabarren *et al.*, 2014).

Las características de longitud máxima y anchura máxima de los molares se superponen entre los géneros *Rhynchotherium*, *Cuvieronius* y *Stegomastodon*, (Jiménez-Hidalgo y Pérez-Cruz, 2014). *Stegomastodon* presenta una mayor dispersión o intervalo de sus dimensiones que los otros dos géneros y los dientes de *Cuvieronius*, en general, son ligeramente más grandes que los de *Rhynchotherium*. El tamaño de los dientes estudiados se ubica más cerca de la mayoría de los de *Rhynchotherium* y *Cuvieronius* que de los de *Stegomastodon* y se asignan a *Cuvieronius* por las características observadas en el fragmento de la defensa.

La determinación no logra llegar al nivel de especie ya que en la literatura actual se menciona que es necesaria una revisión profunda de estos tres géneros para poder diferenciar sus especies en Norteamérica y por tanto en México.

*Cuvieronius* se considera monoespecífico en Norteamérica y Sudamérica como *Cuvieronius hyodon* (Lucas, 2008; Recabarren *et al.*, 2014; Juménez-Hidalgo y Pérez-Cruz, 2014). En este trabajo se asigna a *Cuvieronius* sp. por la falta de elementos más significativos taxonómicamente.

Orden: Perissodactyla (Owen, 1848)

Familia: Equidae (Gray, 1821)

Subfamilia: Equinae (Gray, 1821)

Tribu: Hipparionini (Quinn, 1955)

Género: *Nannippus* (Matthew, 1926)

*Nannippus* cf. *N. peninsulatus* (Cope), 1885

Sinonimias:

*Equus phlegon* Hay, 1899

*Hipparion cragini* Hay, 1917

*Nannippus hesperides* Mooser 1968

*Nannippus phlegon* MacFadden y Waldrop, 1980

**Espécimen tipo:** AMNH 8345 un molar M1-M2? de Loop Fork Tehuichila, México, la información precisa de la localidad no está disponible, posiblemente sea del Henfiliano (MacFadden, 1984).

#### **Distribución geográfica y estratigráfica**

Se extendió en el Sur de Norteamérica y Centroamérica durante el Blancano; en el Norte se conoce hasta Hageman, Idaho (MacFadden, 1984).

#### **Diagnosis:**

Matthew (1926) propuso a *Nannippus* como un subgénero de *Hipparion* por ser hipsodontes, pequeños y extremadamente gráciles con tres dedos y sin vestigios del quinto dígito y del trapezium.

El género *Nannippus* pertenece al grupo polifilético de la tribu *Hipparionini*, que incluye a las especies: *N. minor* (Sellards), 1916, *N. ingenuus* (Leidy), 1885, *N. beckensis* (Dalquest y Donovan), 1973 y *N. peninsulatus* (Cope), 1885. Se caracteriza por tener protoconos aislados en los dientes superiores, además de extremidades tridáctilas (MacFadden y Waldrop, 1980).

Los miembros de este género son hipparionines con dientes hipsodondos a muy hipsodontos, pequeños y gráciles, con rostrum relativamente alargado, con

diastema postcanino, ausente fosa preorbital dorsal (DPOF *dorsal preorbital facial fossa*), dientes superiores con protocono ovalado, premolar superior segundo (P2) con pequeña proyección del paralofio, con moderado desarrollo de cemento en los bordes de las fosetas, dientes inferiores con ectofléxido relativamente profundo, pliegue caballínido presente o ausente, metacónido y metastílido extensamente separados, protostílido pobremente desarrollado o ausente y muy alargado y relativamente esbeltos metapodiales.

El género *Nannippus* difiere de otros caballos además de por la ausencia o rudimento de la fosa preorbital, por un incremento relativo en el tamaño del protocono, por su pequeño tamaño, tridactilos con metapodiales alargados y gráciles.

La especie *N. peninsulatus* ausente fosa preorbital dorsal (DPOF *dorsal preorbital facial fossa*), tamaño muy pequeño, media de medida de la longitud de la serie P2 - M3 (TRL *tooth row length*) 101.55 mm, el soporte del incisivo esta curvado transversalmente como espátula en el plano anteroposterior, el diastema postcanino alargado, dientes muy hipsodontos, altura de la corona al mesostilo del M1 (M1MSTHT *Mesostyle crown height of M1*) con poco desgaste de 55-66 mm (MacFadden, 1984). Los dientes de la maxila con coronas muy altas, protocono ovalado con bordes redondeados o en algunos casos angulares, pliegue caballínido de 1 - 0, los bordes internos de las fosetas están algo más plegados, el sello hipoconal varía de forma, en la prefoseta el pliegue protolofio y pliegue protoconido usualmente consiste en un simple pliegue, la postfoseta puede presentar varios pliegues. El protocono en dientes deciduales, DP2-DP4, es oval-alargado y en estadios avanzados de desgaste está conectado con el protolofio.

En los dientes inferiores el paracónido está pobremente desarrollado, el ectofléxido varia de ligero a moderadamente profundo, el pliegue caballínido está de 1 - 0, protostílido bien desarrollado en dp3 y dp4, parastílicos moderadamente desarrollados, los protostílicos están ausentes, el ectofléxido es moderadamente profundo en premolares y muy profundo en molares (Fig. 13), metapodiales muy alargados y gráciles de tres dedos y sin vestigios del quinto dígito o trapezium (MacFadden y Waldrop, 1980).

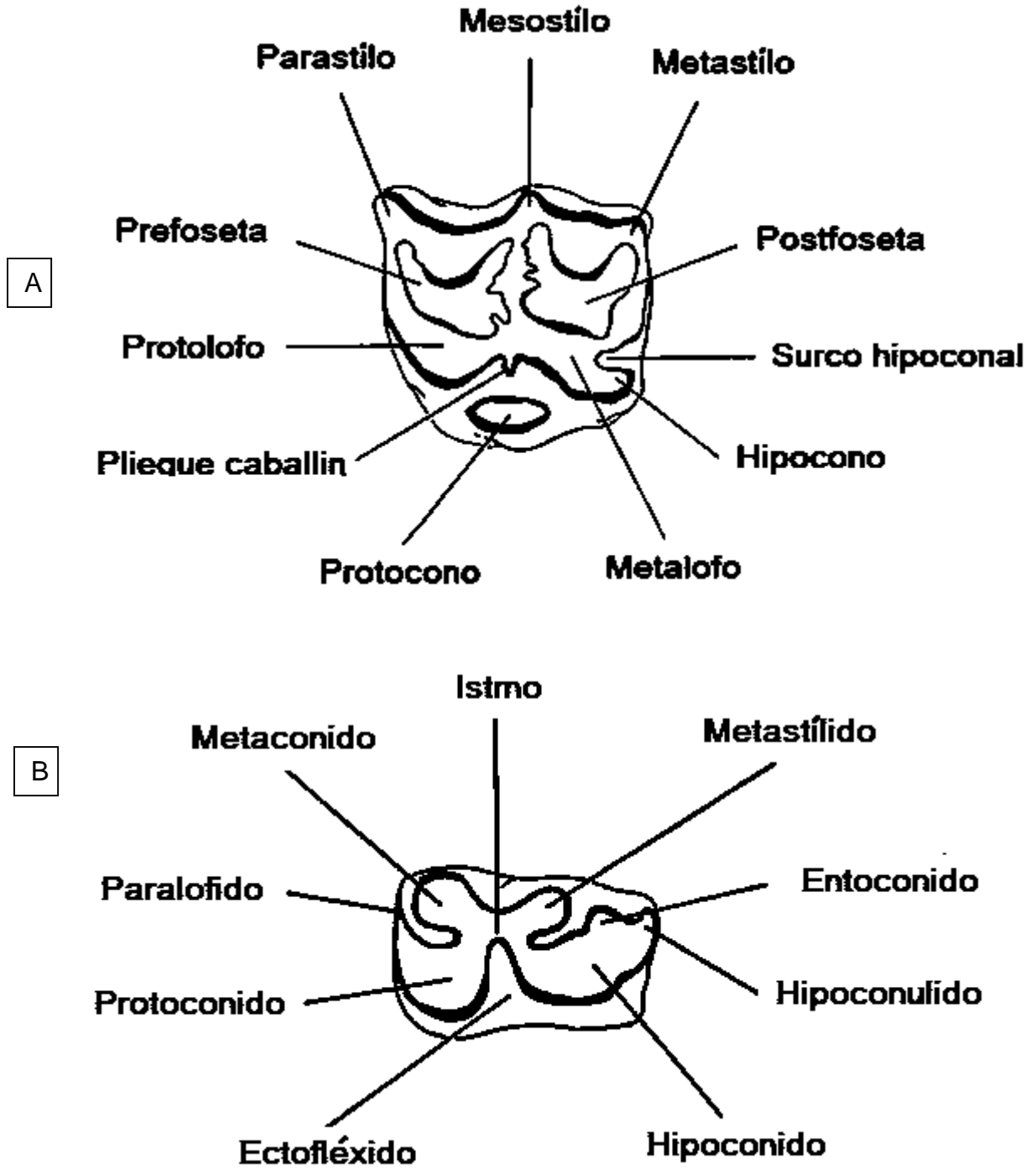


Figura 13.- Morfología de los dientes de *Nannippus phlegon* (A) superiores y (B) inferiores de vista oclusal (tomado y modificado de MacFadden y Waldrop, 1980).

**MATERIAL ASIGNADO:**

Localidad: "Uruétaro"

Elementos dentarios superiores e inferiores:

UM 558, P3/4 premolar superior derecho, UM 560, P3/4 premolar superior izquierdo, UM 559, M1/2 molar superior derecho, UM 1711, M3 Molar superior izquierdo y UM 1714, p3/4 premolar inferior izquierdo (Fig. 14).

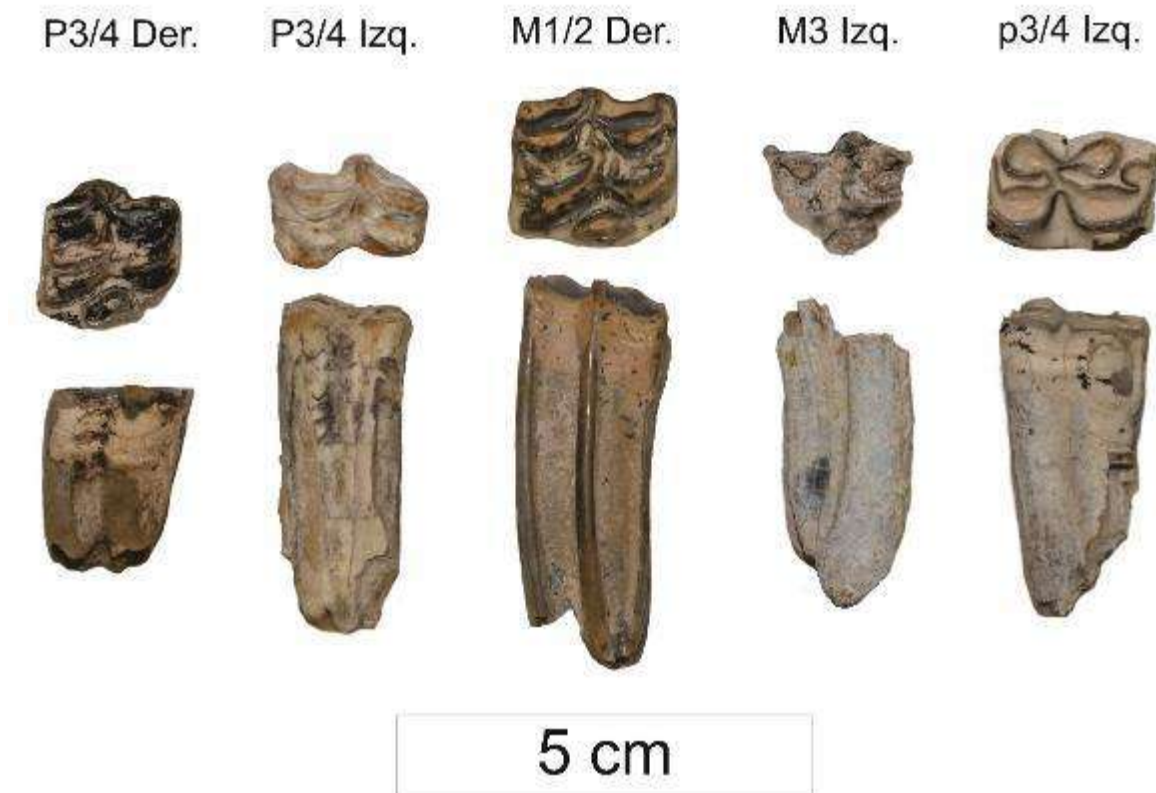


Figura 14.- Elementos dentarios superiores e inferiores de *Nannippus*. cf. *N. peninsulatus* de "Uruétaro", vista oclusal y labial.

Localidad: Misión del Valle

Elementos dentarios superiores e inferiores:

UM 1726, P3/4 premolar superior derecho, UM 1727, M1/2 molar superior izquierdo, UM 1728, M3 molar superior derecho, UM 1730, p2 premolar inferior derecho, UM 1719, p2 premolar inferior derecho, UM1739, p2 molar inferior derecho UM 1737, p3/4 premolar derecho (Fig. 15).

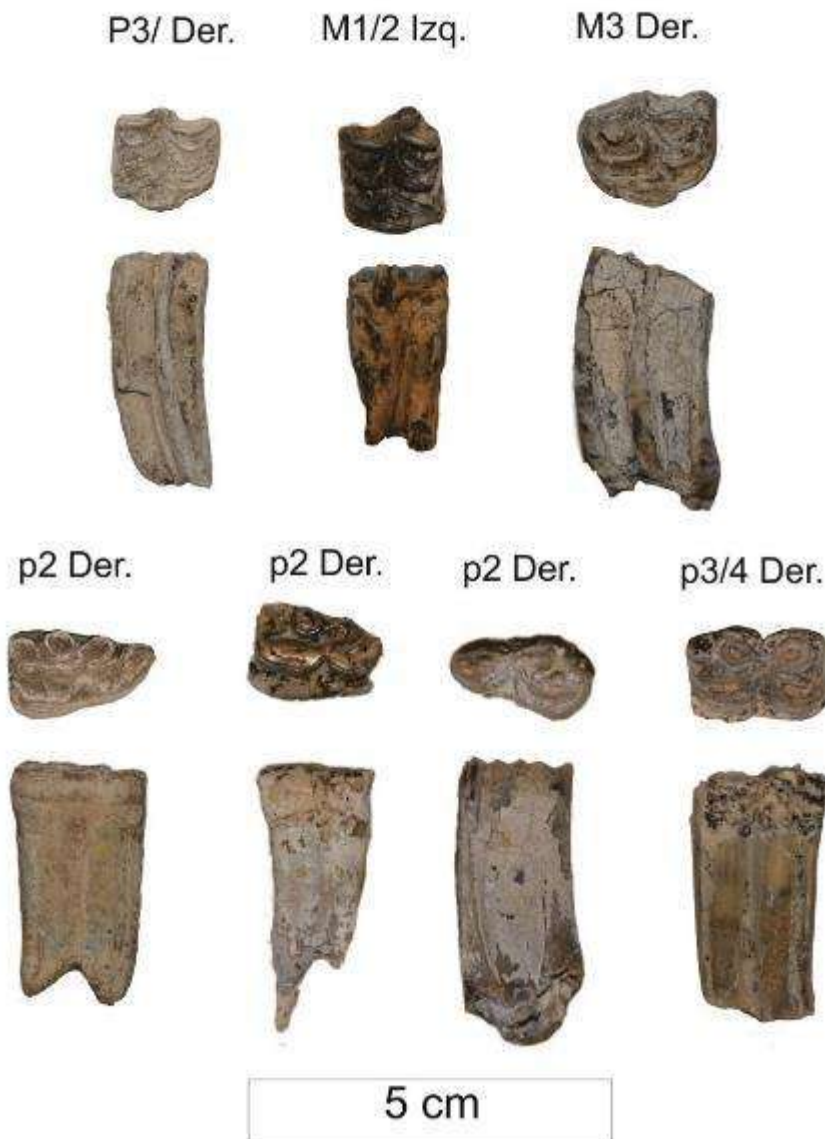


Figura 15.- Elementos dentarios superiores e inferiores de *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de "Misión del Valle", vista oclusal y labial.

**Análisis bivalente con medidas de los molares:**

Se realizó un análisis bivalente con las medidas longitud anteroposterior y ancho transversal tomadas de los elementos dentales en estudio con las existentes en la literatura (Lance, 1950; Mooser, 1960, 1968, 1973; Dalquest y Donovan, 1973; Vorhies, 1974; Hulbert, 1993; Fosten y Eisenmann, 1995) para el género *Nannippus* por elemento dental que se presenta a continuación (Figs. 16,17,18,19 y 20):

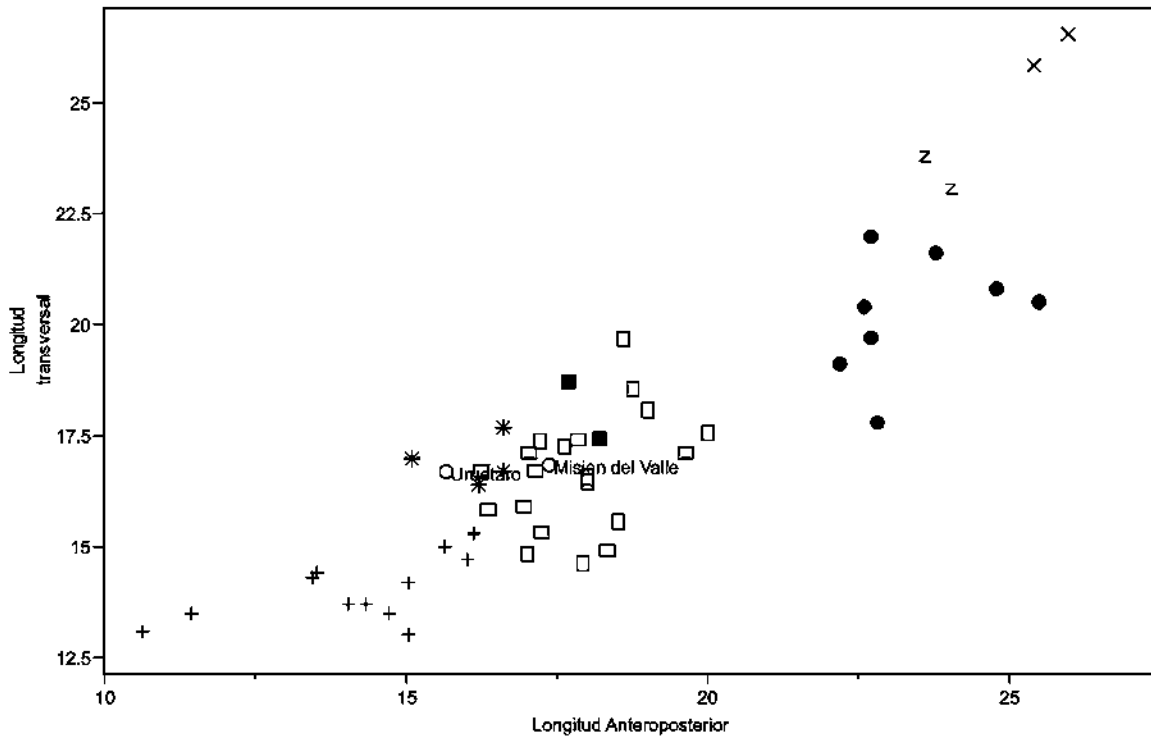


Figura 16. Análisis bivalente de los P3/4 superiores. (Abreviaturas y simbología: +, *Nannippus minor*, □, *Nannippus peninsulatus*, □, *Nannippus westoni*, \*, *Nannippus beckensis*, ■, *Nannippus ingenuus*, X, *Neohipparion affine*, Z, *Neohipparion gidleyi*, ●, *Neohipparion eurystile*, ○ “Uruétaro” y ○ “Misión del Valle”).

En el análisis bivalente de los P3/4 superiores con las variables de longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que las especies *Neohipparion affine*, *Neohipparion gidleyi* y *Neohipparion eurystile* se separan claramente de las demás formas de *Nannippus* que son mucho más pequeñas, los elementos de estudio se ubican con *Nannippus peninsulatus* y muy cerca de *Nannippus westoni*, así como de *Nannippus ingenuus*, y éstas a su vez están separadas de la especie *Nannippus minor* la especie más pequeña, por ser mucho más grandes.



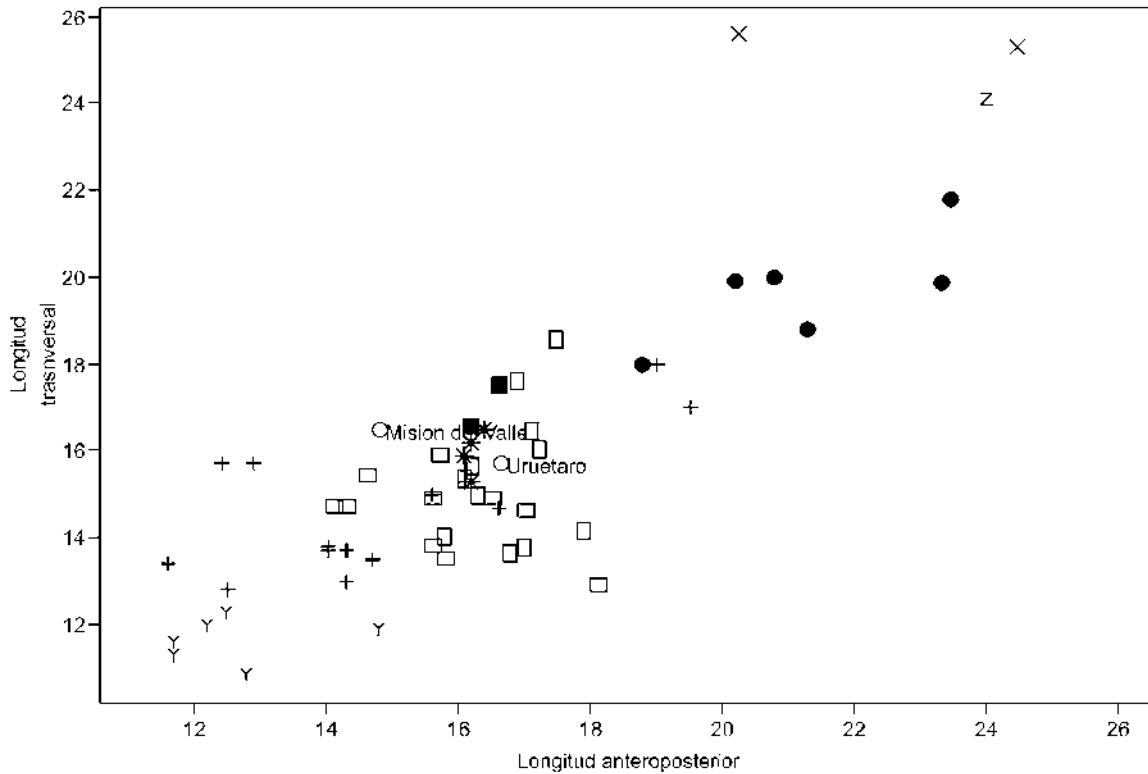


Figura 17. Análisis bivalente de los M1/2 superiores (Abreviaturas y simbología: +, *Nannippus minor*, □, *Nannippus peninsulatus*, ◻, *Nannippus westoni*, \*, *Nannippus beckensis*, ■, *Nannippus ingenuus*, X, *Neohipparion affine*, Z, *Neohipparion gidleyi*, ●, *Neohipparion eutystile*, ○ “Uruétaro” y ○ “Misión del Valle”).

Al igual que en el anterior en el análisis bivalente de los M1/2 superiores con las variables de longitud anteroposterior y longitud transversal de igual manera que en los anteriores se observa que las especies *Neohipparion affine*, *Neohipparion gidleyi* y *Neohipparion eutystile* se separan claramente de las demás formas de *Nannippus* que son mucho más pequeños, solamente un individuo de *Neohipparion eutystile* se traslapa con *Nannippus peninsulatus*. Los elementos de estudio se ubican con *Nannippus peninsulatus* y muy cerca de *Nannippus westoni*, así como de *Nannippus ingenuus* y *Nannippus beckensis* y éstas a su vez separadas de la especie *Nannippus minor* la especie más pequeña, por ser mucho más grandes.

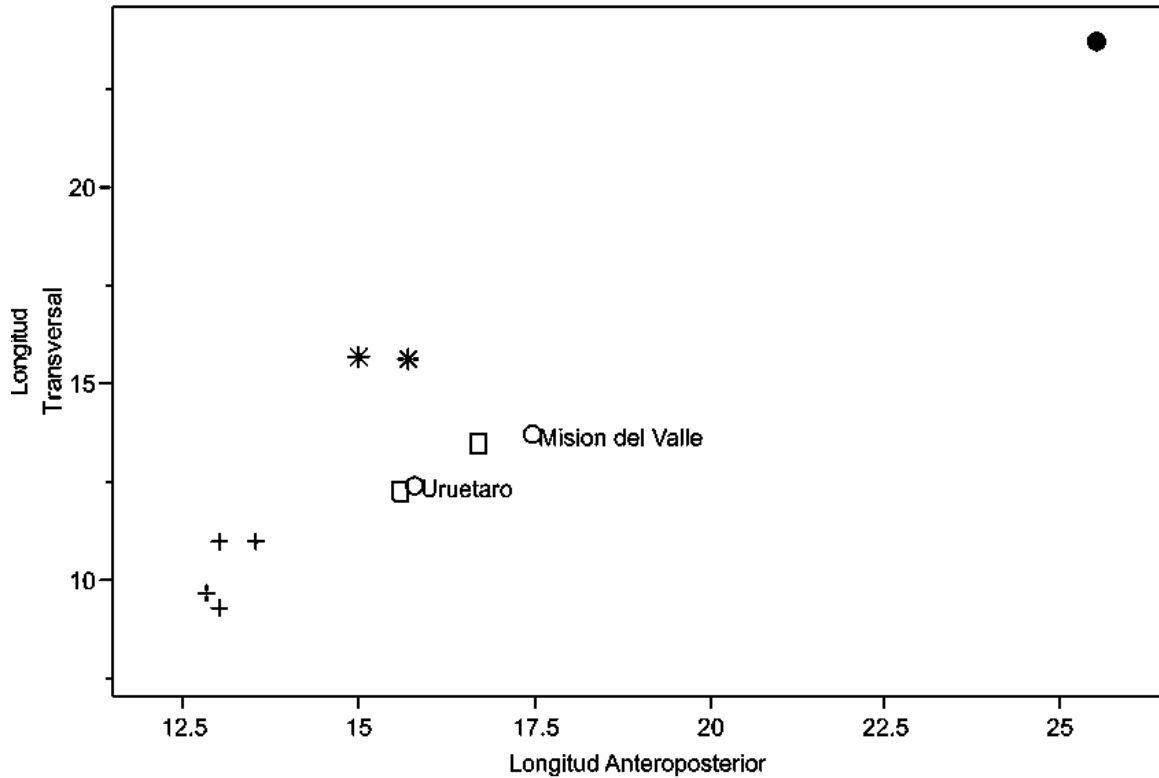


Figura 18. Análisis bivalente de los M3 superiores (Abreviaturas y simbología: +, *Nannippus minor*, □, *Nannippus peninsulatus*, \*, *Nannippus beckensis*, ●, *Neohipparion eustyle* ○ "Uruétaro" y ○ "Misión del Valle").

En el análisis bivalente de los M3 superiores con las variables de longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que la especie *Neohipparion eustyle* se separa claramente de las demás formas de *Nannippus* que son mucho más pequeños, los elementos de estudio se ubican con *Nannippus peninsulatus* y muy cerca de *Nannippus beckensis* y estas a su vez se separan de la especie *Nannippus minor* la especie más pequeña, por ser más grandes.

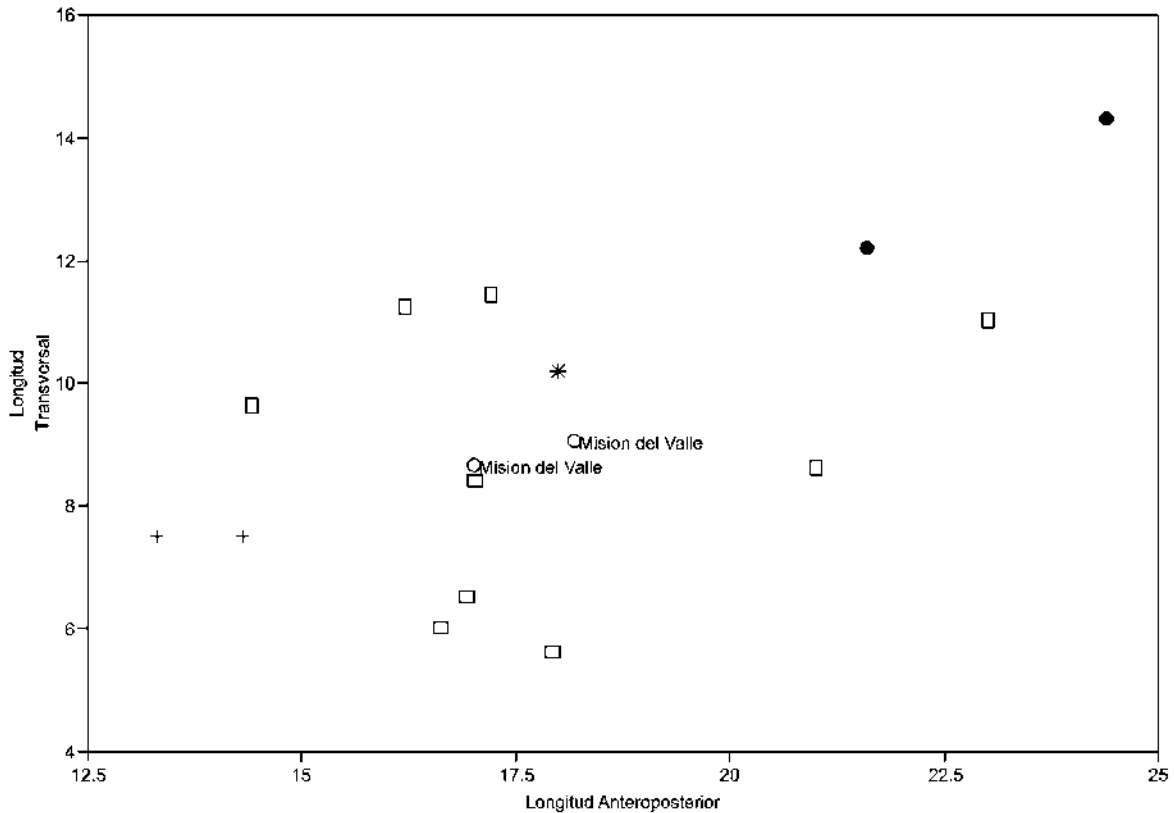


Figura 19. Análisis bivalente de los p2 inferiores (Abreviaturas y simbología: + N. min; *Nannippus minor*, □ N. pen; *Nannippus peninsulatus*, □ N. wes; *Nannippus westoni*, \* N. beck; *Nannippus beckensis*, ● N. eur; *Neohipparion eurystile* ○ “Misión del Valle”).

En el análisis bivalente de los p2 inferiores con las variables de longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que la especie *Neohipparion eurystile* se separa claramente de las demás formas de *Nannippus* que son mucho más pequeñas, los elementos de estudio se ubican con *Nannippus peninsulatus* y muy cerca de *Nannippus westoni*, así como de *Nannippus beckensis* y éstas a su vez están separadas de la especie *Nannippus minor* la especie más pequeña, por ser mucho más grandes.

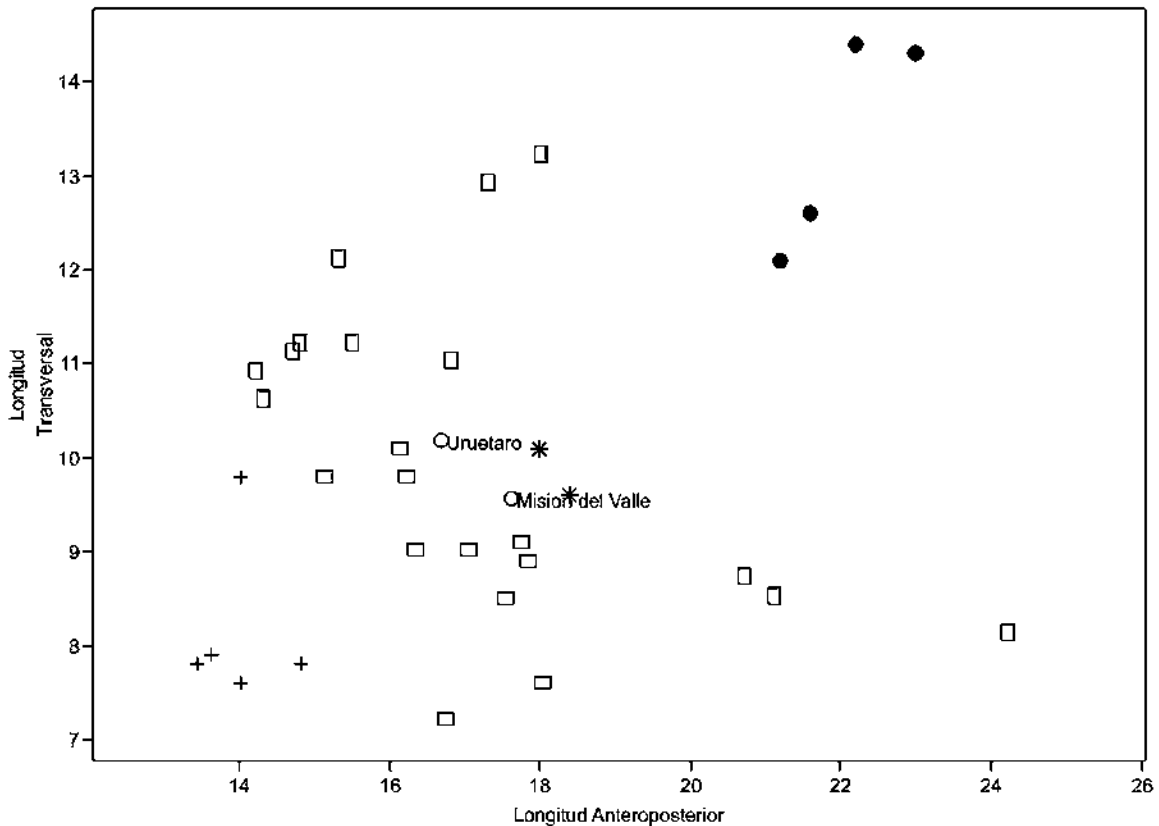


Figura 20. Análisis bivalente de los p3/4 inferiores (Abreviaturas y simbología: +, *Nannippus minor*, □, *Nannippus peninsulatus*, □, *Nannippus westoni*, \*, *Nannippus beckensis*, ■, *Nannippus ingenuus*, X, *Neohipparion affine*, Z, *Neohipparion gidleyi*, ●, *Neohipparion eurystile*, ○ “Uruetaro” y ○ “Misión del Valle”).

En el análisis bivalente de los p3/4 inferiores con las variables de longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que la especie *Neohipparion eurystile* se separa claramente de las demás formas de *Nannippus* que son mucho más pequeñas, los elementos de estudio se ubican cerca de *Nannippus peninsulatus*, *Nannippus westoni* y de *Nannippus beckensis* y éstas a su vez están separadas de la especie *Nannippus minor*, por ser mucho más grandes, sólo un individuo de *Nannippus minor* se coloca cerca de las especies medianas de *Nannippus* por una mayor longitud transversal que los demás de *N. minor*.

### **Asignación taxonómica y discusión**

Las características craneales diagnósticas del género *Nannippus* como rostrum relativamente alargado, diastema postcanino alargado, fosa preorbital dorsal (DPOF *dorsal preorbital fossa*) ausente, no pudieron analizarse por falta de material craneal, por lo que los elementos de este estudio se les realizó la comparación de los caracteres morfológicos de la superficie oclusal de los molares según Eisenmann *et al.* (1988) y MacFadden y Waldrop (1980). Se les atribuye al género *Nannippus* principalmente por la presencia de un protocono aislado diagnóstico del género en los molares superiores y parcialmente unido al protocono en relación al estado de desgaste, en dientes inferiores con ectoflexido relativamente profundo, pliegue caballinido de 1 - 0, metacónido y metastílido extensamente separado aproximadamente del mismo tamaño, protostílido pobremente desarrollado o ausente.

De la misma manera se asigna a la especie *Nannippus peninsulatus* por que difiere de todos los demás caballos del género *Nannippus* como *N. minor*, que es de menor tamaño, *N. ingenius* y *N. beckensis* más grandes, presenta coronas altas, extrema hipsodoncia, virtualmente completa la ausencia de protostílicos y muy alargados y gráciles metapodiales, el material dentario en estudio está asociado a un metacarpo III derecho y un radio derecho de tamaño pequeño y alargados, además el registro biogeográfico y temporal para las especies del género *Nannippus* indican que *Nannippus peninsulatus* habitaba durante el Blanco en el sur de Norteamérica y Norte y Centro de México (Lance, 1950; Repenning, 1962; Mooser, 1968; MacFadden y Waldrop, 1980; MacFadden, 1984; Miller y Carranza-Castañeda, 1984; Carranza-Castañeda y Miller, 1988) siendo este uno de los reportes más al sur de la especie.

Tribu: Equini (Gray, 1821)

Género: *Equus* (Linnaeus, 1758)

Especie: *Equus* cf. *E. simplicidens* (Cope, 1892)

**Sinonimias:**

- 1892 *Equus simplicidens* Cope
- 1901 *Pliohippus simplicidens* Gidley
- 1930 *Plesippus shoshonensis* Gidley
- 1930 *Plesippus simplicidens* Gidley
- 1940 *Equus shoshonensis* Stirton
- 1944 *Hippotigris simplicidens* McGrew
- 1958 *Asinus pons* Quinn
- 1966 *Equus pons* Azzaroli
- 1970 *Equus (Plesippus) simplicidens* Howe
- 1972 *Equus (Dolichohippus) simplicidens* Skinner

**Espécimen tipo:**

TMM 40282-6, es un molar superior izquierdo (M1), descrito por Cope (1892).

**Diagnosis:**

El género *Equus* se diferenció en varios linajes a finales del Plioceno y alcanzó su mayor diversidad específica durante el Pleistoceno (MacFadden, 1992). Actualmente está representado por ocho especies en las que se incluyen los caballos, las cebras y los asnos (Wilson y Reeder, 2005).

El género *Equus* se caracteriza por tener pobremente desarrollado o ausente la fosa preorbital dorsal (DPOF dorsal preorbital facial fossa), metápodo del tercer dedo bien desarrollado ya sea robustos o gráciles y los laterales reducidos (dedos 2 y 4), bien desarrollado el tubérculo intermedio distal en el húmero.

Este género está representado durante el Blancano de Norteamérica por *Equus simplicidens*, un caballo de talla grande, longitud basicraneal alrededor de 500 mm, rostro elongado y estrecho pero no substancialmente más amplio en la parte anterior que a lo largo del diastema. *Equus* cf. *E. simplicidens*, *E. sanmeniensis*, *E. przewalskii*, *E. simplicidens*, *E. grevyi*, y *E. enormis*, pero *E. enormis* es más grande en tamaño total y la longitud del vértice se sitúa entre 521 y 620 mm. La

relación entre la anchura frontal (mayor anchura transversal en el borde posterior de las órbitas) y la longitud basilar proporciona un índice cefálico de (0,40 a 0,42) para *E. simplicidens*, para *E. grevyi* (0,38 a 0,40), *E. sanmeniensis* (0,38) y *E. przewalskii* entre 0,42 y 0,45, mientras que *Equus (Asinus) mexicanus* tiene un índice de 0,45 (Eisenmann, 1983).

**Distribución geográfica:**

En EUA se reporta para el Blanco en los estados de Arizona (Harrison, 1978), California (Czaplewski 1993; Cassiliano, 1999) Texas (Dalquest, 1975), Idaho (Hirschfeld y Webb, 1968), Kansas (Hibbard, 1956), Colorado (Hager, 1975), Nebraska (Barbour y Schultz, 1937), Nevada (Reynolds y Lindsay, 1999, Kelly, 1994), Nuevo Mexico (Tomida, 1987) y Washington (Gustafson, 1978).

En México se reporta para el Blanco en los estados de Jalisco (Miller y Carranza-Castañeda, 1998), Baja California Sur (Miller, 1980), Guanajuato (Miller y Carranza-Castaneda, 1984), Hidalgo (Miller y Carranza-Castañeda, 1998) y Michoacán (Repenning, 1962).

**Material asignado:**

Localidad: Uruétaro

UM 563, P3/4 premolar superior izquierdo, UM 562, M3 molar superior izquierdo, UM 1712, p3/4 premolar inferior derecho, UM1713, m3 molar inferior izquierdo (Fig. 21).

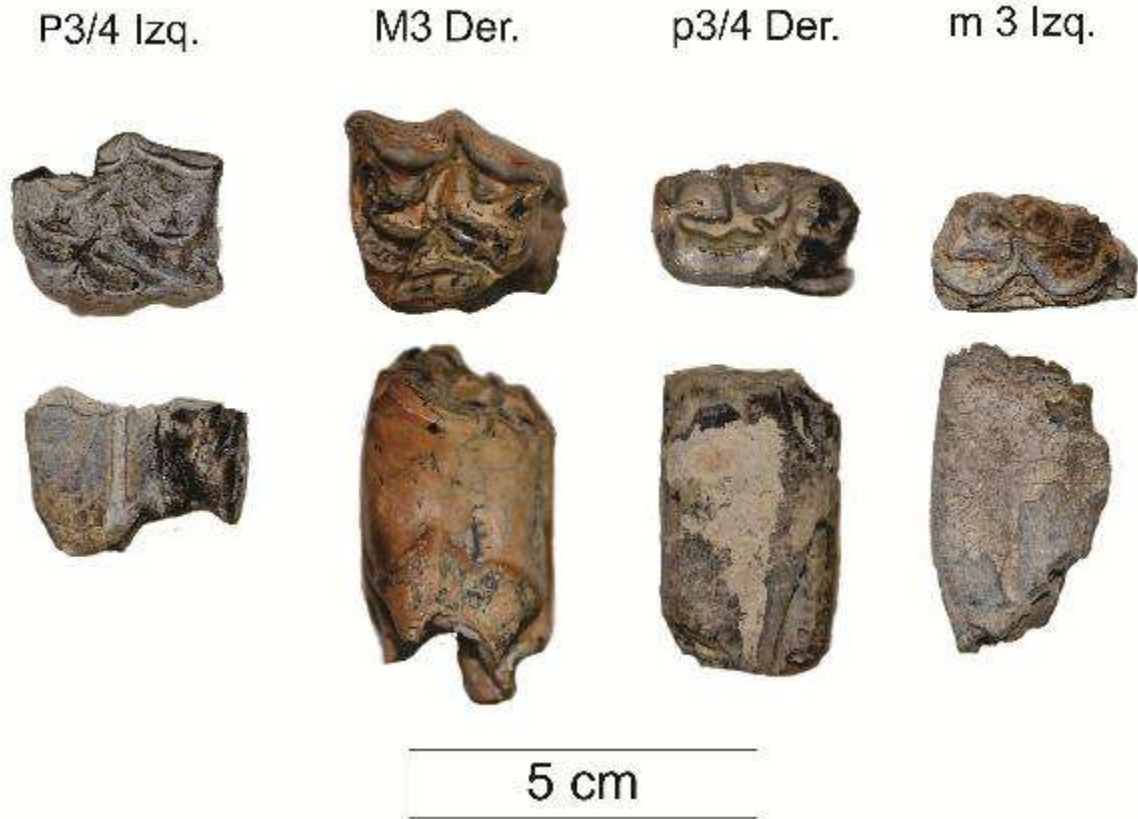


Figura 21. Elementos dentarios superiores e inferiores *Equus* cf. *E. simplicidens* de “Uruétaro”, vista oclusal y labial.



Localidad: Misión del Valle

Elementos dentarios superiores: UM 1725, P2 premolar superior izquierdo, UM 1715, P3/4 molar superior derecho, UM 1716, P3/4 premolar superior izquierdo y UM 1724, M1/2 molar superior derecho (Fig. 22).



Figura 22. Elementos dentarios superiores de *Equus* cf. *E. simplicidens* de “Misión del Valle”, vista oclusal y labial.

Localidad: Misión del Valle

Elementos dentarios inferiores: UM 1729, p3/4 premolar inferior izquierdo, UM 1717, m1/2 molar inferior izquierdo, UM 1718, m3 molar inferior izquierdo, UM 1720, p2 premolar inferior derecho y UM 1721, m3 molar inferior derecho, (Fig. 23).

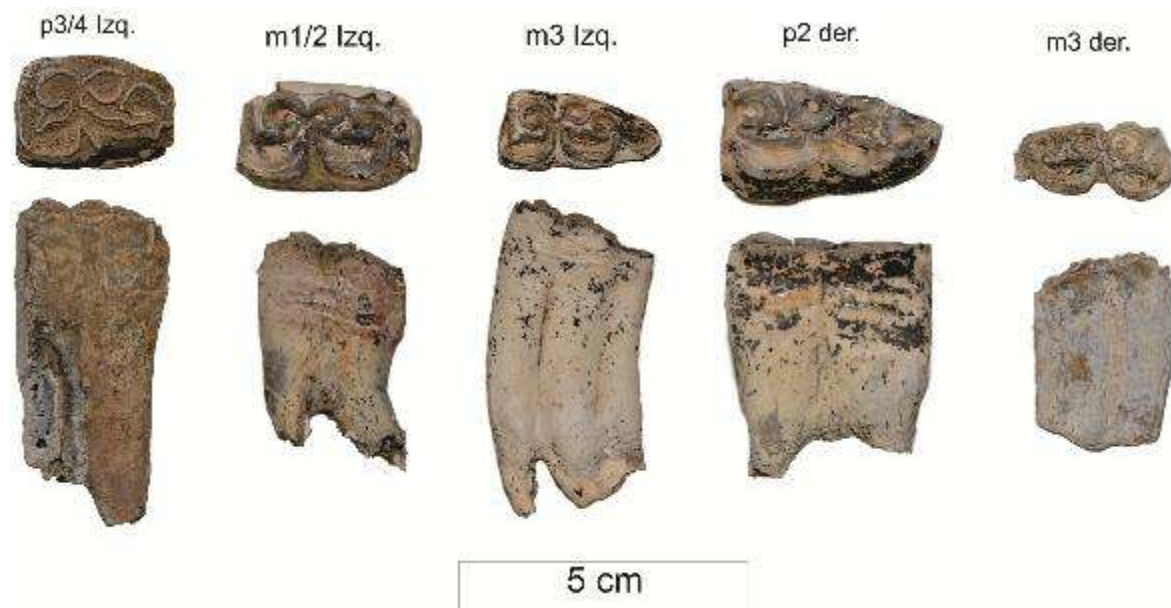


Figura 23. Elementos dentarios inferiores *Equus* cf. *E. simplicidens* de “Misión del Valle”, vista oclusal y labial.

Localidad: El Pirul

Elemento dentario superior:

UM 1723 molar superior derecho M2 (Fig.24).



Figura 24. UM 1723 elemento dentario M2 superior de *Equus* cf. *E. simplicidens* de “El Pirul”, vista oclusal y labial.

**Análisis bivariante con medidas de los molares:**

Se realizó un análisis bivariante con las medidas tomadas de las piezas dentales bajo estudio con las medidas existentes en la literatura para el género *Equus* (Gidley, 1930; Lance, 1950; Howe, 1970; Mooser, 1973; Dalquest, 1978, Dalquest y Mooser, 1980; Downs y Miller, 1994; Fosten y Eisenmann, 1995; Repenning *et al.*, 1995) por elemento dental que se presenta a continuación (Figs. 25,26,27,28,29,30,31 y 32):

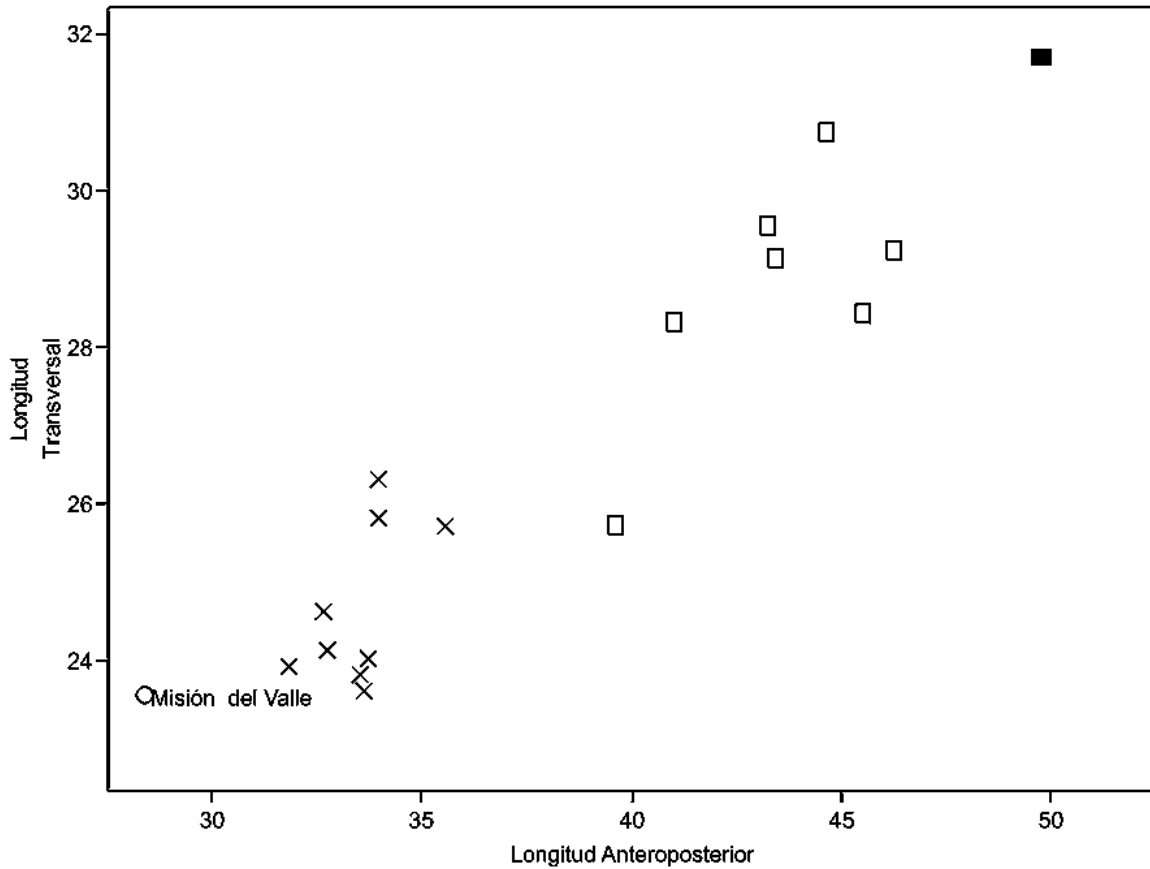


Figura 25. Análisis bivalente de los elementos P2 superiores (Abreviaturas y simbología: □, *Equus simplicidens*, ■, *Equus enormis*, X, *Dinohippus mexicanus* ○, Misión del Valle).

En el análisis bivalente de los dientes P2 superiores con las variables longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que el género *Dinohippus* representado por la especie *Dinohippus mexicanus* son de talla pequeña y se separa claramente de las especies de *Equus*, las especies *E. simplicidens* y *E. cf. E. simplicidens* se agrupan en talla mediana y *E. enormis* de talla grande, el elemento en estudio de la localidad de Misión del Valle se agrupan cerca de *Dinohippus mexicanus* teniendo menor tamaño en las dos variables.

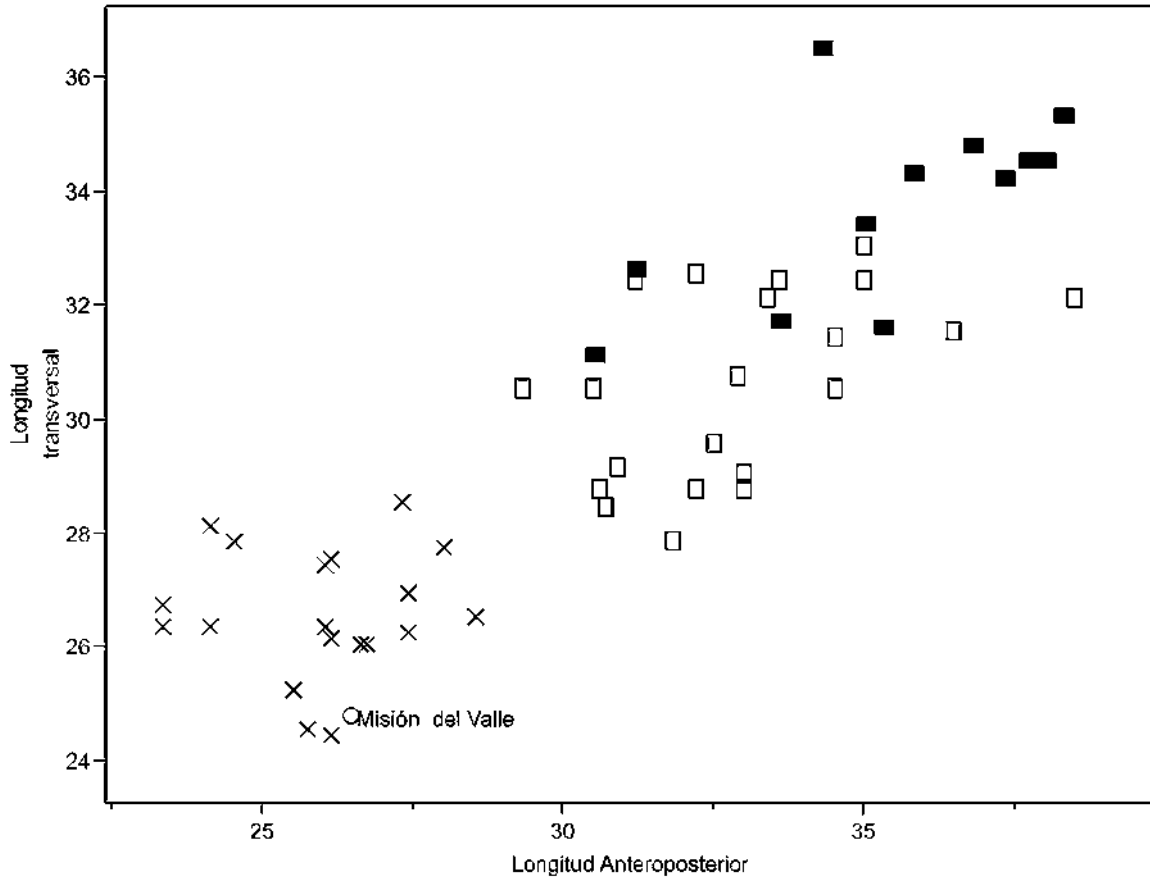


Figura 26. Análisis bivalente de los elementos P3/4 superiores (Abreviaturas y simbología: □, *Equus simplicidens*, ■, *Equus enormis*, X, *Dinohippus mexicanus* ○, Misión del Valle).

En el análisis bivalente de los dientes P3/P4 superiores con las variables longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que el género *Dinohippus* representado por la especie *Dinohippus mexicanus* son de talla pequeña y se separa claramente de las especies de *Equus*, *E. simplicidens* se agrupa en talla mediana y *E. enormis* en talla grande, los elementos en estudio se agrupan cerca de *Dinohippus mexicanus* estando el elemento de la localidad de Misión del Valle alejado por tener menor longitud transversal.

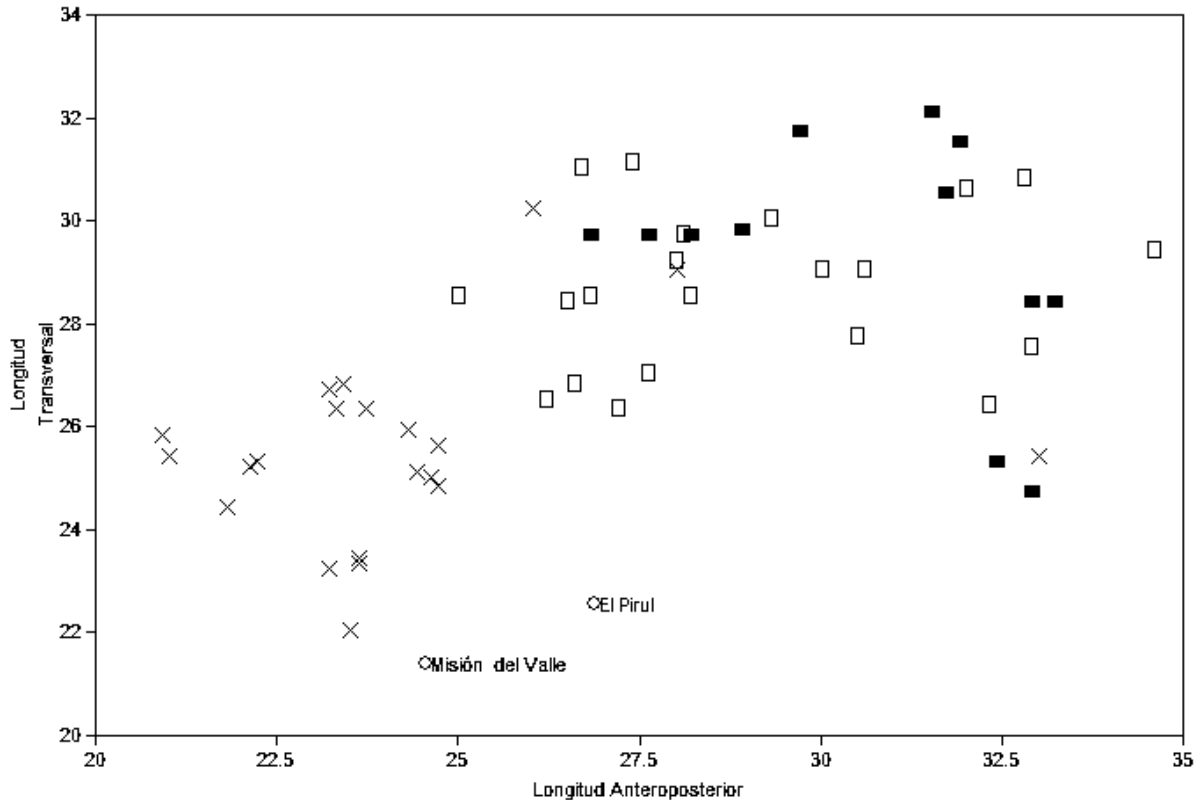


Figura 27. Análisis bivalente de los elementos M1/M2 superiores (Abreviaturas y simbología: □, *Equus simplicidens*, ■, *Equus enormis*, X, *Dinohippus mexicanus* ○, Misión del Valle y ○, El Pirul).

En el análisis bivalente de los elementos M1/M2 superiores con las variables longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que el género *Dinohippus* representado por la especie *Dinohippus mexicanus* son de talla pequeña y se separan claramente de las especies de *Equus*. *E. simplicidens* se agrupa en talla mediana y *E. enormis* en talla grande. El elemento de El Pirul se agrupa cerca de *E. simplicidens* y *Equus* cf. *E. simplicidens* en longitud transversal pero menor longitud anteroposterior. El elemento de “Misión del Valle” se agrupa cerca de *Dinohippus mexicanus* en talla un poco más pequeña que las especies de *Equus*.

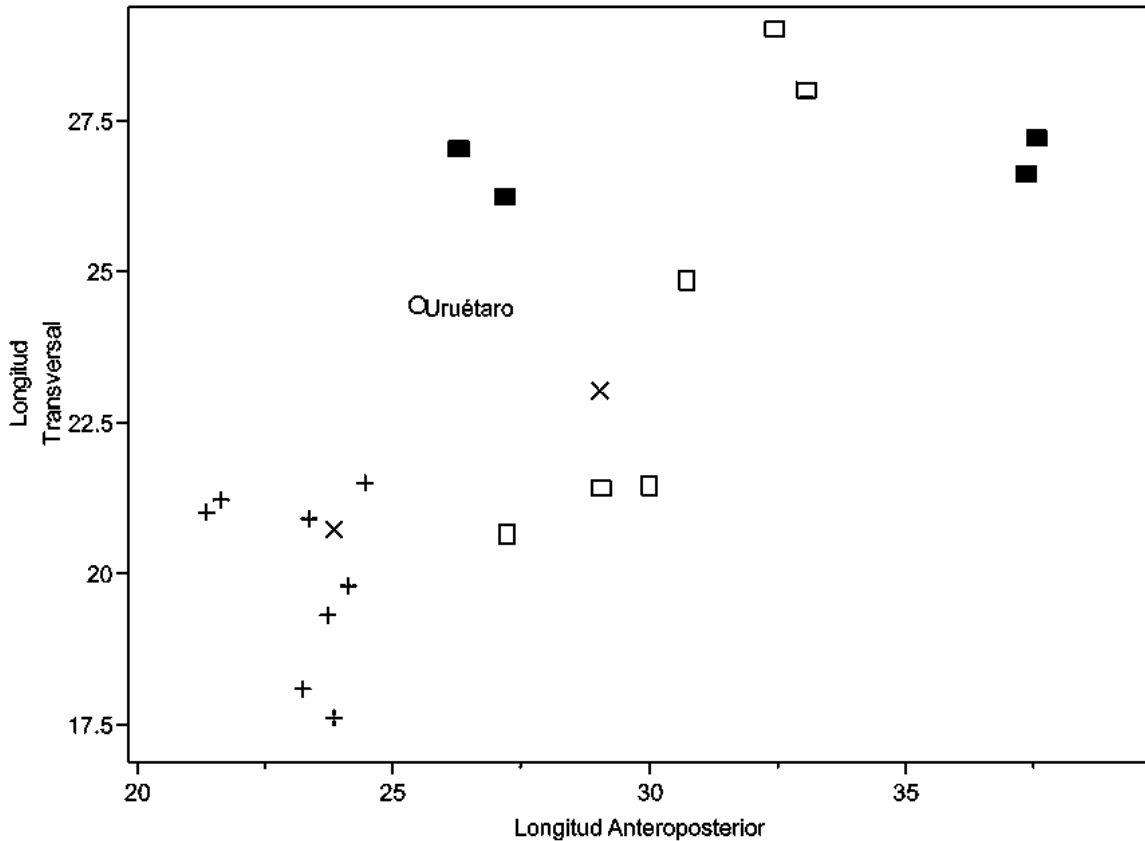


Figura 28. Análisis bivalente de los elementos M3 superiores (Abreviaturas y simbología: □, *Equus simplicidens*, ■, *Equus enormis*, X, *Dinohippus mexicanus*, X, *Dinohippus* ○, Uruétaro).

En el análisis bivalente de los elementos M3 superiores con las variables longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que el género *Dinohippus* representado por la especie *Dinohippus mexicanus* son de talla pequeña y se separan claramente de las especies de *Equus*, las especies *E. simplicidens* se agrupa en talla mediana y *E. enormis* en talla grande, un individuo de *Equus*. cf. *E. simplicidens* se ubica alejado de los demás por una longitud transversal mayor que los demás, el elemento de “Uruétaro” se agrupa cerca de *E. simplicidens* y *Equus* cf. *E. simplicidens* y de dos individuos de *E. enormis*, solo ligeramente más pequeño.

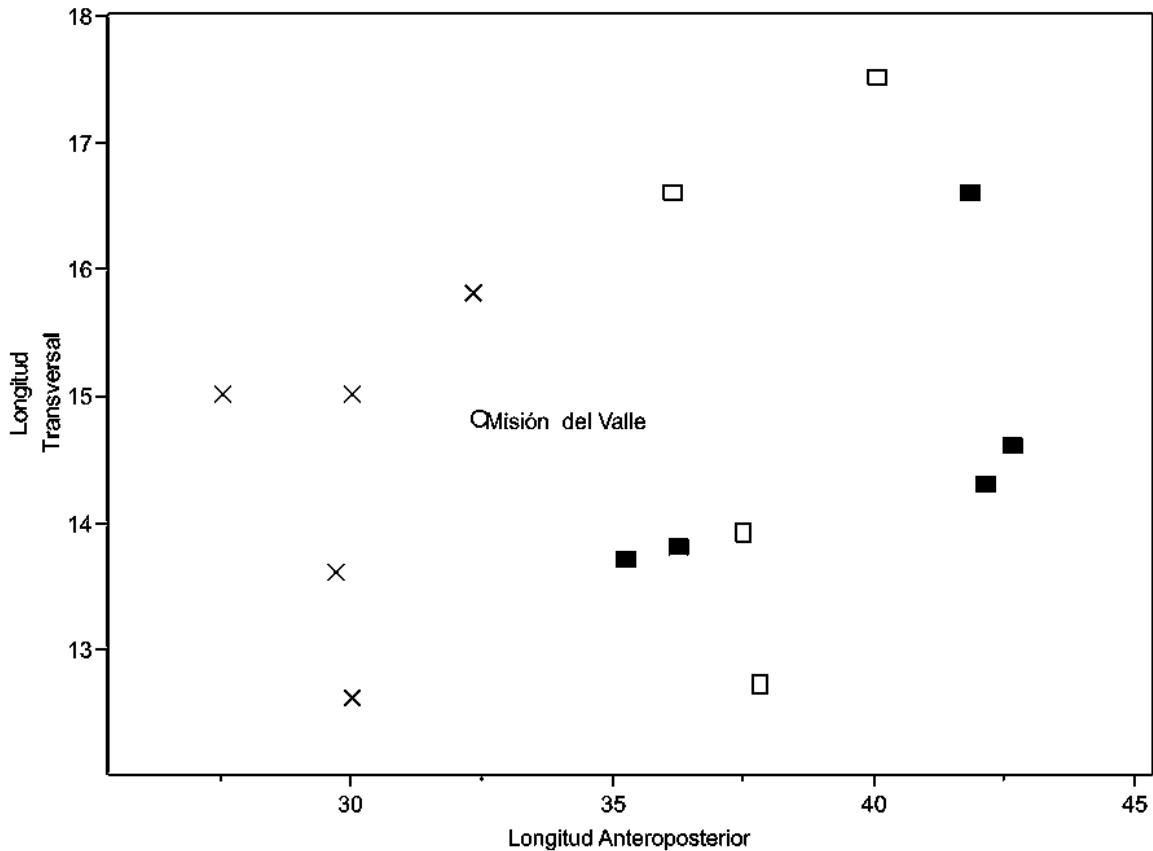


Figura 29. Análisis bivalente de los elementos p2 inferiores (Abreviaturas y simbología: □, *Equus simplicidens*, ■, *Equus enormis*, X, *Dinohippus mexicanus* o, Misión del Valle).

En el análisis bivalente de los elementos p2 inferiores con las variables longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que el género *Dinohippus* representado por la especie *Dinohippus mexicanus* son de talla pequeña y se separan claramente de las especies de *Equus*, *E. simplicidens* y *E. enormis* de talla mayor no se agrupan claramente ya que presentan variación en las dos medidas utilizadas y dentro de los cuales el elemento de estudio de la localidad de “Misión del Valle” se localiza en un punto medio.



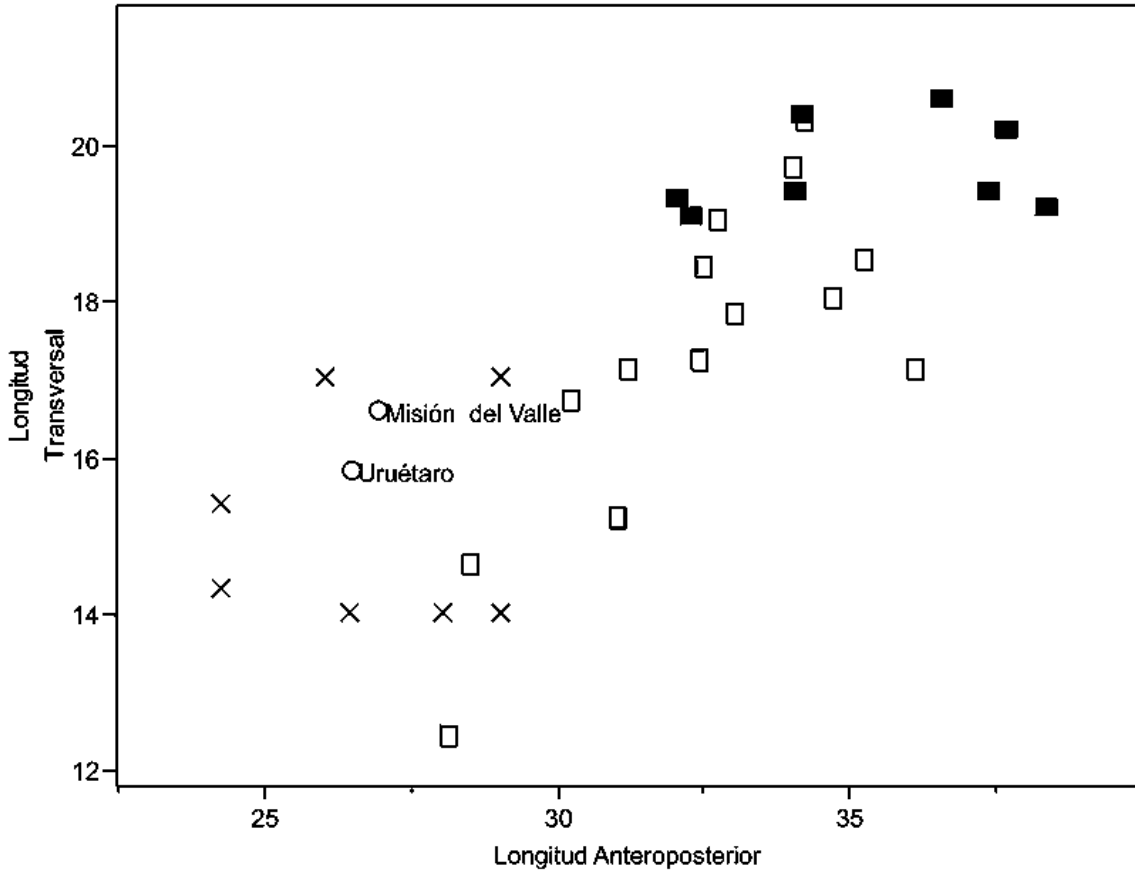


Figura 30. Análisis bivalente de los elementos p3/p4 inferiores (Abreviaturas y simbología: □, *Equus simplicidens*, ■, *Equus enormis*, X, *Dinohippus mexicanus* ○, Uruétaro y ○, Misión del Valle).

En el análisis bivalente de los elementos p3/p4 inferiores con las variables longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que el género *Dinohippus* representado por la especie *Dinohippus mexicanus* son de talla pequeña, la especie de *E. enormis* de talla grande, la especie *E. simplicidens* se traslapa con las dos especies mencionadas ya que tiene individuos de las tres tallas así mismo los dos elementos de estudio se ubican cerca de *Dinohippus mexicanus* y algunos individuos de *E. simplicidens*.

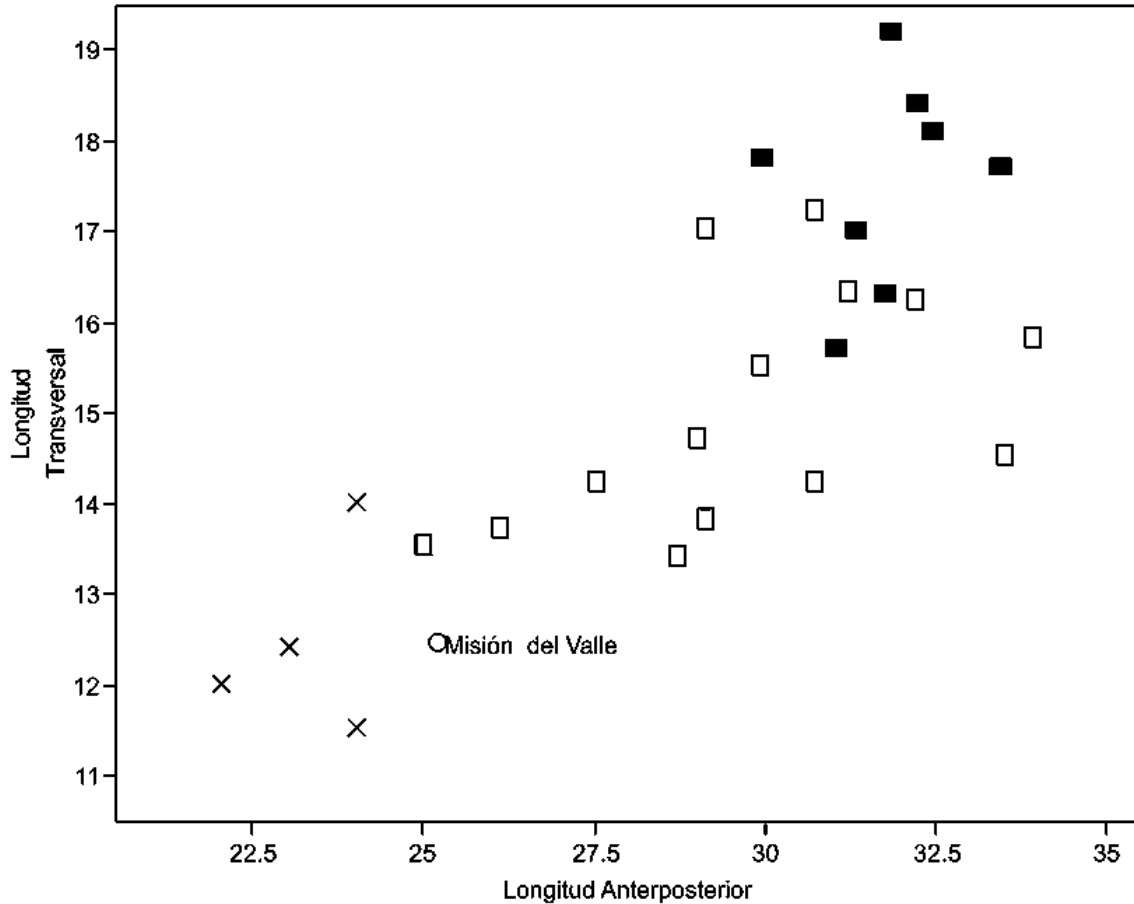


Figura 31. Análisis bivalente de los elementos m1/m2 inferiores (Abreviaturas y simbología: □, *Equus simplicidens*, ■, *Equus enormis*, X, *Dinohippus mexicanus* o, Misión del Valle).

En el análisis bivalente de los elementos m1/m2 inferiores con las variables longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que el género *Dinohippus* representado por la especie *Dinohippus mexicanus* son de talla pequeña, la especie de *E. enormis* se agrupa de talla grande y la especie *E. simplicidens* de talla mediana a grande en algunos individuos que se traslapan con *E. enormis*, el elemento de “Misión del Valle” se localiza cerca de *E. simplicidens* apenas un poco más grande que *Dinohippus mexicanus*.

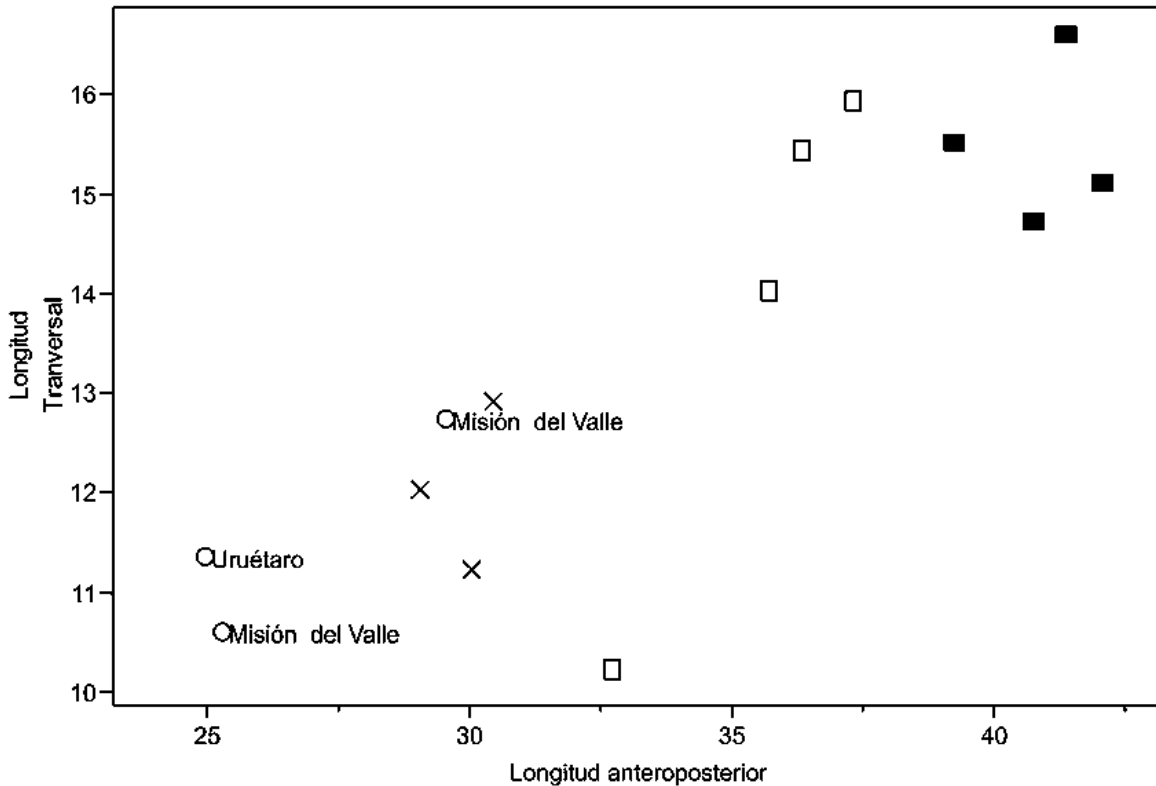


Figura 32. Análisis bivalente de los elementos m3 inferiores (Abreviaturas y simbología: □, *Equus simplicidens*, ■, *Equus enormis*, X, *Dinohippus mexicanus*, ○, Uruétaro y ○, Misión del Valle).

En el análisis bivalente de los elementos m3 inferiores, con las variables longitud anteroposterior y longitud transversal, se observa que los dientes del género *Dinohippus* representado por la especie *Dinohippus mexicanus* son de talla media, la especie *E. enormis* de talla grande y la especie *E. simplicidens* de talla mediana a grande muy cercana a *E. enormis*, un individuo de *E. simplicidens* separado por presentar longitud transversal mucho menor que los demás elementos del análisis. Los elementos de estudio uno de “Misión del Valle” se localiza cerca de *Dinohippus mexicanus* y uno de “Misión del Valle” y uno de “Uruétaro” de menor tamaño que los elementos de comparación.

### **Asignación taxonómica y discusión**

En los análisis estadísticos se utilizaron las medidas disponibles de la literatura para comparar *Equus simplicidens* especie característica del Blanco (5.3 y 1.35 Ma) en EUA y México. Además se usaron datos de *Plessipus shoshonensis* una sinonimia de *E. simplicidens*, así como la especie de mayor tamaño del género *E. enormis* reportada en Estados Unidos para el Blanco tardío, así como una especie del género *Dinohippus*, *Dinohippus mexicanus* (en la literatura se encuentra como *Dinohippus muelleri*, *Equus mesamexicanus* y cf. *Dinohippus*, para su aclaración consultar Downs y Miller, 1994, y Janis *et al.*, 1998).

Las características craneales diagnósticas del género *Equus* como rostrum relativamente alargado, diastema postcanino alargado, fosa preorbital dorsal (DPOF dorsal preorbital fossa) ausente, no pudieron analizarse por falta de material craneal, por lo que las comparaciones de este estudio se realizaron con los caracteres morfológicos de la superficie oclusal de los molares según Eisenmann *et al.* (1988), donde se puede observar en los elementos de estudio de las localidades “Misión del Valle”, “Uruétaro” y un elemento de “El Pirul” son ligeramente más pequeños que los de la literatura para *E. simplicidens* sin embargo presentan las características diagnósticas por lo que se asigna a esta especie, cabe destacar que en Howe (1970) se hace una revisión de la variación de medidas de esta especie con los ejemplares encontrados en las localidades de Estados Unidos, identificando grandes rangos de medidas entre los individuos siendo las características diagnósticas las que corroboran la identificación de esta especie así como la asociación faunística de los yacimientos donde se conoce *E. simplicidens*, como Fort Hancock Formation y Camp Rice Formation del Blanco en Texas que presenta *Equus simplicidens* asociado a *Nanippus peninsulatus*, *Gigantocamelus*, *Glyptotherium*, *Megalonix* y *Sigmodon hudsouthensis*, así como en la localidad de La Goleta en México se reporta *Rhynchotherium falconeri*, *Paenemarmota boarbouri*, *Pliohippus* y *Equus (Dolichohippus) simplicidens* Woodburne (2004).

El material se asigna al género *Equus* por presentar las características diagnósticas de los molares mencionadas en Downs y Miller, 1994, y Janis *et al.*,

1998 como alta hipsodoncia, protocono conectado al protofofo, en los dientes de la mandíbula los ectofléxidos poco profundos, pliegue caballino bien desarrollado, pliegues complejos en esmalte así como metapodiales monodáctilos de tamaño grande.

La especie del género *Equus* encontrada durante el Plioceno en Estados Unidos y México en diversos reportes corresponde a *Equus simplicidens* Cope, (1982), con las sinonimias: *E. shoshonensis*, *E. pons*, *E. occidentalis*, *E. calobatus*, *E. cumminsi*, *E. achates* y *E. tau* (Janis *et al.*, 1998) por lo que el material en estudio se asigna a la especie *Equus* cf. *E. simplicidens* por las características diagnósticas aquí mencionadas y asociadas a la fauna con *Nannippus peninsulatus* y *Paenemarmota* sp., reportados en localidades del Blancano en Estados Unidos y México con otras especies como *Gigantocamelus*, *Glyptotherium*, *Megalonix* y *Sigmodon hudspehensis*, así como en la localidad de La Goleta en México se reporta asociado a *Rhynchotherium falconeri*, *Paenemarmota boarbouri* Woodburne (2004), así como la comparación con los promedios de esta especie realizados por Howe (1970) en un numeroso material dental en localidades de Estados Unidos y con la consideración de *conformis* por el escaso material con el que se cuenta en las localidades de estudio.

Orden: Artiodactyla (Owen, 1848)

Superfamilia: Suoidea (Gray, 1821)

Familia: Tayassuidae (Palmer, 1897)

Género: *Platygonus* (LeConte, 1848)

*Platygonus* sp.

Sinonimias:

*Hyops* (LeConte, 1848)

*Protochoerus* (LeConte, 1848)

*Euchoerus* (Leidy, 1853)

**Diagnosis:**

Los Tayassuidae se habrían diferenciado de su antecesor común con los Suidae durante el Eoceno tardío en Eurasia. A partir de ese momento habrían migrado hacia América del Norte, donde alcanzaron su mayor diversidad. Desde allí migraron hacia América del Sur durante el “Gran Intercambio Biótico Americano” (GIBA), siendo uno de los primeros inmigrantes norteamericanos, detrás de los prociónidos (Mammalia, Carnivora) y roedores cricétidos (Mammalia, Rodentia). El género *Platygonus* representa uno de los tres linajes de la familia Tayassuidae que se diferenciaron en Norteamérica y luego migraron hacia Sudamérica. *Platygonus* es un taxón indicador de ambientes secos y relativamente abiertos (Gasparini, 2008).

El género *Platygonus* se caracteriza por tener un premolar bicuspidado, bunolofodonte, mesodonte y con un cíngulo de esmalte rodeando todo el diente (Quintana, 1992).

**Edad:**

El género *Platygonus* es conocido desde el Mioceno tardío hasta el Pleistoceno tardío en Norteamérica y apareció por primera vez en Sudamérica en el Pleistoceno temprano (Baskin y Thomas, 2007).

**Distribución geográfica:**

En EUA se reporta para Arizona (Johnson *et al.*, 1975; Tomida, 1987), Florida (Morgan y Ridgway, 1987), Texas (Meade, 1945), California (Schultz, 1937), Colorado (Hager, 1975), Idaho (Gazin, 1938), Kansas (Hibbard, 1970), Nebraska (Barbour y Schultz, 1937), Nevada (Reynolds y Lindsay, 1999), Nuevo Mexico (Tomida, 1987) y Washington (Gustafson, 1978).

Para el Blanco el género se reporta en México en el estado de Guanajuato (Miller y Carranza-Castaneda, 1984) y Jalisco (Miller y Carranza-Castañeda, 1998b).

**Material asignado:**

Localidad: Uruétaro

UM 569 m3 molar inferior, UM 570 P4 premolar superior y UM 25 P4 premolar superior (Fig. 33).

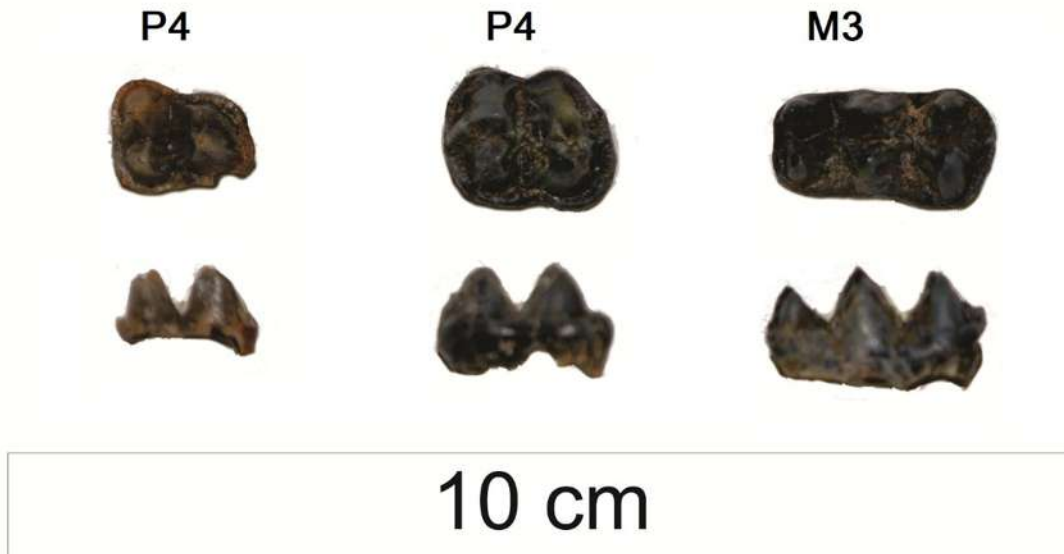


Figura 33. Elementos dentarios superiores UM 570, P4 premolar superior, UM 1735, P4 premolar superior UM 569, m3 molar inferior, de *Platygonus sp.* vista oclusal y lingial.

Los elementos dentales son bunolofodontes, es decir presentan una doble serie de cónulos opuestos entre sí y provistos de cónulos accesorios más pequeños, presenta un contorno rectangular con protocónido, metacónido, hipocónido y entocónido bien definidos

**Asignación taxonómica y discusión:**

Se compararon las características morfológicas de los molares y se asigna al género *Platygonus*, las características descritas por Quintana (1992) y Hoare *et al.* (1964) son: un premolar bicuspido, con un cíngulo de esmalte que se encuentra rodeando el diente, y un molar inferior bunolofodonte con cónulos accesorios, con esto se determina al espécimen como perteneciente al género *Platygonus* y por la escasez de material no se considera a nivel de especie.



Familia: Cervidae (Rafinesque, 1832)

Subfamilia: Odocoileinae (Agnarsson y May-Collado, 2008).

Género: *Odocoileus* (Rafinesque, 1832)

*Odocoileus* sp.

**Sinonimias:**

- 1832 *Odocoileus* Rafinesque
- 1935 *Odocoileus* Schultz y Howard
- 1953 *Odocoileus brachyodontus* Oelrich
- 1988 *Odocoileus* Carroll
- 1989 *Odocoileus* Shoshani *et al.*
- 1998 *Odocoileus* Webb
- 2003 *Odocoileus* Hassanin y Douzery
- 2005 *Odocoileus* Cisneros
- 2008 *Odocoileus* Agnarsson y May-Collado

**Diagnosis:**

Ciervos de tamaño mediano con grandes astas, con extremidades largas, delgadas y muy fuertes, cada una posee cuatro dedos, de los cuales dos están reducidos y los otros dos se encuentran bien desarrollados como pezuñas estrechas y agudas, las cuales sostienen el peso del cuerpo (Roa, 1986; Janis *et al.*, 1998).

Los machos están provistos de un par de astas iguales caducas, formada cada una por una rama principal de hasta 30 cm de longitud que se curva hacia adelante y de la cual salen de dos a cinco puntas sin ramificar dependiendo la edad. Las astas se encuentran en la parte superior de la cabeza, a la altura de las orejas, son prolongaciones óseas de los huesos frontales que se caen y renuevan cada año (Ceballos y Miranda, 1986).

Los incisivos inferiores, son seis y están bien desarrollados, forman una fila semicircular que se adapta perfectamente a la almohadilla córnea superior para cortar la hierba. Los molares selenodontos (en forma de media luna) presentan cada uno cuatro islotes rodeados de esmalte en la superficie de desgaste (Romerowski, 1991).

### **Edad:**

En el Mioceno tardío, hace 11.2 Ma apareció *Odocoileinae*, subfamilia de los *Cervidae* a la que pertenece *Odocoileus*, en el registro fósil de Europa y Asia (McKenna y Bell, 1997).

Al inicio del Plioceno tardío, hace unos 3 Ma aparece el género *Odocoileus* en el registro fósil de Norteamérica (Kurtén y Anderson, 1980; Webb, 2000).

Hace unos 1.7 - 0.53 Ma en el Pleistoceno, la colonización de Centroamérica por *Odocoileus* (McKenna y Bell, 1997) es representado por *O. cariacou* a través del Istmo de Panamá hasta Suramérica (Marshall, 1985; Webb, 1985). Previamente a esta etapa, Los Andes del norte y las tierras bajas de Colombia y Venezuela ya habían adquirido sus configuraciones actuales (Díaz de Gamero, 1996; Gregory-Wodzicki, 2000).

Existen numerosos fósiles de *Odocoileus* provenientes del Pleistoceno pero los reportes del Plioceno son relativamente raros y generalmente no son identificados a nivel de especie (Webb, 1998; Wheatley y Ruez, 2006).

Solo una especie de *Odocoileus* del Plioceno fue reconocida *O. brachyodontus*, por Webb (1998) y Mead y Taylor (2004), pero las características de su determinación demostraron ser las mismas de muestras modernas de *O. hemionus* y *O. virginianus* (Wheatley y Ruez, 2006).

### **Distribución geográfica:**

En Estados Unidos el género se reporta durante el Blancano en los estados de Florida (Morgan y Hulbert, Jr., 1995; Morgan y Ridgway, 1987), Kansas (Hibbard, 1950), Arizona (Johnson *et al.*, 1975; McCord *et al.*, 2002), Texas (Dalquest, 1975), California (Cassiliano, 1999), Nevada (Kelly, 1994) Nuevo México (Tedford, 1981) y Washington (Tedford y Gustafson, 1977).

En México durante el Blancano se reporta en los estados de Chihuahua y Sonora (Lindsay, 1984).

**Material asignado:**

Localidad: Uruétaro

UM 571, molar inferior m1/m2 (Fig. 34)



Figura 34. UM 571 elemento dentario m1/m2 molar inferior de *Odocoileus* sp., vista oclusal y lingial.

UM 571: m1/m2 molar inferior selenodonto con cuatro islotes rodeados de esmalte bien diferenciados en los que se observa muy poco desgaste en la superficie oclusal, con una longitud anteroposterior de 14.40 cm y 6.74 cm de ancho transversal.

**Asignación taxonómica y discusión:**

Se compararon las características morfológicas de los molares descritos por Rafinesque (1832) y Romerowski (1991) y se asigna al género *Odocoileus* por la presencia de molares selenodontos con cuatro islotes, cada uno rodeados de esmalte en la superficie oclusal, para el nivel de especie se requiere más material así como de la revisión de los registros del Blancano para *Odocoileus*.

Suborden Tylopoda (Illiger, 1811)

Familia: Camelidae (Gray, 1821)

Subfamilia: Camelinae (Zittel, 1893)

Tribu: Camelini (Webb, 1965)

Género: *Megatylopus* (Matthew y Cook, 1909)

*Megatylopus* sp.

### **Diagnosis:**

Los dientes de la mandíbula de *Megatylopus* son más hipsodontos que *Titanotylopus* pero mucho menos que en *Megacamelus*, *Gigantocamelus* y *Camelus*.

El incisivo tercero (I3) y canino superior e inferior (C1/c1) son largos y redondeados, pero más pequeños que otros Camelini excepto *Procamelus*, el premolar superior e inferior (P1/p1) presente, los premolares (P2 y p2) ausentes, los premolares superiores e inferiores (P3/p3 y P4/p4) reducidos y de coronas bajas con tamaños entre los géneros: *Procamelus* y *Camelus* sin cemento en las fosetas de los molares que es la característica diagnóstica del género *Megatylopus* (Jiménez-Hidalgo y Carranza-Castañeda, 2010), estílicos pobremente desarrollados en los molares de la mandíbula inferior (característica llamada Llama Buttress) pero muy marcados en los dientes superiores, nasales aplastados en la parte transversal, extremidades largas (Matthew *et al.*, 1909; Webb, 1965; Harrison, 1979).

El Molar superior (M1) es mesodonto, con un prominente parastilo y mesostilo, con las dos fosetas en forma de "V", profundas y con cemento ausente en las fosas de estos dientes, el esmalte del lado labial es más grueso que el esmalte en el lado lingual y el cíngulo basal ausente (Jimenez-Hidalgo y Carranza-Castañeda, 2010).

El género *Megatylopus* es morfológicamente diferente a *Camelops* por los estilos pobremente desarrollados y menor hipsodoncia, es diferente a *Gigantocamelus* por tener las coronas más bajas y menor tamaño y diferente a *Titanotylopus* porque éste presenta mayor tamaño y braquiodoncia en los dientes (Webb, 1965; Honey *et al.*, 1998).

**Edad:**

Clarendoniano tardío al Blancano temprano y posiblemente Blancano tardío o Blancano III en México (Honey *et al.*, 1998; Jiménez-Hidalgo y Carranza-Castañeda, 2010).

**Distribución geográfica:**

El género *Megatylopus* presentó una amplia distribución en Norteamérica en el Blancano temprano, junto con *Hemiauchenia blancoensis* actualmente identificada como sinonimia de *Hemiauchenia macrocephala* y *Camelops* sp. y hasta el sur y centro de México (Jiménez-Hidalgo y Carranza-Castañeda, 2010).

**Material asignado:**

Localidad: El Pirul

UM 1736, molar segundo inferior m2 (Fig. 35).



Figura 35. UM 1736 elemento dentario, molar segundo inferior m2 de *Megatylopus* sp., vista oclusal y labial.

**Asignación taxonómica y discusión:**

Las medidas del molar segundo inferior de estudio son: Longitud anteroposterior 40.6 mm y ancho transversal 20.42 mm, la longitud anteroposterior de este molar es muy parecida a los ejemplares UCMP 30280 y UCMP 30277; segundo molar inferior con 43 mm y 30.3 identificados como *Megatylopus matthewi* y muy diferente de *Paleolama guanajuatensis* con 20.9 mm en su molar inferior segundo, de Rancho el Ocote reportados por Montellano-Ballesteros (1989). El ejemplar presenta las características del género *Megatylopus* que son: estilos pobremente desarrollados, coronas bajas, fosetas en forma de “V”, profundas y con cemento ausente, el esmalte es más grueso en la parte labial que el lado lingual, con cíngulo basal ausente.

Se asigna al género *Megatylopus*, sin embargo para una determinación a nivel de especie se requiere de mayor número de muestra y elementos postcraneales asociados.

## Discusión

Los resultados de la riqueza taxonómica de las localidades en estudio del Blanco, representan cuatro ordenes (Rodentia, Proboscidea, Perissodactyla y Cetartiodactyla) de los ocho órdenes reportados, seis familias (Siuridae, Gomphotheriidae, Equidae, Tayassuidae, Cervidae y Camelidae) de las 18 reportadas, siete géneros (*Paenemarmota*, *Cuvieronius*, *Nannippus*, *Equus*, *Platygonus*, *Odocoileus* y *Megatylopus*) de los 32 reportados y dos especies: *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* y *Equus* cf. *E. simplicidens* de las 24 especies, que se conocen en el registro fósil del Blanco en Norteamérica, lo que indica que los yacimientos en estudio presentan una gran diversidad faunística.

En relación a la edad asignada a las áreas de estudio, en la actualidad existe una discusión sobre la subdivisión de la edad del Blanco en México con base en asociaciones faunísticas. La localidad de “Las Tunas” en Baja California se le asigna una edad de Blanco temprano por la presencia de *Borophagus* y *Equus simplicidens*; a la localidad de “Yepómera”, en Chihuahua se le asignó una edad de Henfiliano tardío y a la localidad de “La Concha”, también en Chihuahua se le asigna una edad de Blanco temprano. Para el Rancho “El Ocote” se asigna una edad de Blanco con una edad entre 4.6 a 4.7 Ma. Las localidades de “Tehuichila” en Hidalgo y “La Goleta” en Michoacán, presentan dificultades en su información estratigráfica por lo que la edad referida está en discusión, para la localidad de “Tehuichila” se asigna a Blanco por la presencia de *Nannippus peninsulatus*, esta especie también se reporta en la localidad de “San Miguel de Allende” por lo que también se asigna al Blanco y debido a que esta especie no se encuentra en localidades del Henfiliano se conoce como fósil índice del Blanco (Carranza-Castañeda, 2002), el caso de “La Goleta” es la localidad Blanca más cerca a las de este estudio, tiene una edad asignada de Plioceno Medio (Ferrusquia-Villafranca, 1978), posteriormente al encontrarse *Equus simplicidens* considerado índice estratigráfico del Blanco (Lindsay, 1984) se asigna al Blanco y por fechamiento de cenizas volcánicas se obtuvo una edad de 3.6 Ma correspondiente al Blanco inferior (Plioceno inferior), la fauna de esta

localidad está compuesta por: *Rhynchotherium falconeri*, *Paenemarmota barbouri*, *Nannippus* cf. *N. montezuma*, *Nannippus peninsulatus*, *Pliohippus*, *Equus*, una hiena, un tapir, un pecari, un camello y un antilocaprido (Bell *et al.*, 2004). Por lo tanto la asociación de la mastofauna de las localidades de estudio “El Pirul”, “Uruétaro” y “Misión del Valle” indican que pertenecen a la edad de mamíferos del Blanco por la presencia del género *Nannippus*, la especie *Equus simplicidens* y el género *Megatylopus*, fósiles índice del Blanco (Bell *et al.*, 2004; Morgan y Lucas, 2014).

### **Conclusiones**

La determinación taxonómica de la fauna de las localidades de estudio confirman la presencia de: cuatro ordenes, seis familias, siete géneros y dos especies, *Paenemarmota* sp., *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus.*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp. indicando que las localidades de estudio: “El Pirul”, “Uruétaro” y “Misión del Valle”, Michoacán en el Centro Occidente de México presentan una gran riqueza faunística de la edad de mamíferos del Blanco.

De ser confirmada la presencia de la especie *Equus simplicidens* sería el primer registro para el estado de Michoacán.

Con el registro de estos taxones del Blanco se extiende la distribución geográfica para el Centro Occidente de México.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alberdi, M. T., Prado, J. L., y Cartelle, C. 2002. **El registro de Stegomastodon (Mammalia, Gomphotheriidae) en el Pleistoceno superior de Brasil.** Revista Española de Paleontología, 17(2), 217-235.

Alberdi, M. T. y E. Corona-M. 2005. **Revisión de los Gonfoterios en el Cenozoico tardío de México.** Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 22, núm. 002 UNAM, Querétaro, México pp. 246-260.

Azzaroli, A., y Voorhies, M. R. 1993. **The genus Equus in North America. The Blancan species.** Palaeontographia Italica, 80, 175-198.

Baskin, J. A., y R. G. Thomas, 2007. **South Texas and the Great American Interchange.** Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions, v. 57, pp. 37-45.

Barbour, E. H., y Schultz, C. B. 1937. **An early Pleistocene fauna from Nebraska.** American Museum of Natural History.

Bell, C. J., Lundelius Jr., E. L., Barnosky, A. D., Graham, R. W., Lindsay, E. H., Ruez Jr., D. R., Semken Jr., H. A., Webb, S. D. y Zakrzewsky, R. J. 2004. Chapter 7: **The Blancan, Irvingtonian and Rancholabrean Mammal Ages** En: M. O. Woodburne (ed.), Late Cretaceous and Cenozoic mammals of North America: Biostratigraphy and Geochronology. Columbia University Press. New York, U.S.A. 319pp.

Boule, M., y Thevenin, A. 1920. **Mammifères fossiles de Tarija.** Imprimerie nationale.

Cuenca Bescós, G. C., y Canudo, J. I. **El Origen de la Marmota Europea (Sciuridae, Rodentia, Mammalia).** XXI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Gestión e Investigación de la Paleontología en el Siglo XXI. Sevilla 4-8 de octubre de 2005. Eds. E. Bernáldez, E. Mayoral y A. Guerreiro dos Santos, 141-142.

Carranza-Castañeda, O. y W. Miller, 1988. **Roedores Caviomorfos de la Mesa Central de México, Blancano temprano (Plioceno tardío) de la fauna local Rancho Viejo, Estado de Guanajuato.** Revista mexicana de ciencias geológicas, ISSN 1026-8774, v. 7, núm. 2, pp. 182-189.

Carranza–Castañeda, O., 1989, **Rinocerontes de la Fauna Local Rancho El Ocote, Mioceno tardío (Henfiliano tardío) del estado de Guanajuato**: Revista del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 8(1), 88–99.

Carranza-Castañeda, O., 1992. **Una nueva localidad del Henfiliano Tardío en la Mesa Central de México**, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Revista 2(10): 179-196.

Carranza-Castañeda, O. y W. E. Miller, 1993. **Hemphillian and Blancan equids from Hidalgo, Mexico**. Journal of Vertebrate Paleontology, núm. 13(3), pp. 29A.

Carranza-Castañeda, O., y Espinosa-Arrubarrena, L. 1994. **Late Tertiary equids from the state of Hidalgo, México**. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 11, 182-192.

Carranza-Castañeda, O. 2006. **Late Tertiary Fossil Localities in Central México Between 19°–23° N**. Advances in late Tertiary vertebrate paleontology in Mexico and the Great American Biotic Interchange, 45-60.

Carranza-Castañeda, O. C. 2013. **Paleomastozoología de la Cuenca de San Miguel de Allende, Estado de Guanajuato, sus contribuciones: el intercambio biótico entre las Américas**. Paleontología Mexicana, 3(1), 73-83.

Ceballos, G. y A. Miranda, 1986. **Los Mamíferos de Chamela Jalisco**. Instituto de Biología. UNAM. México.

Chávez-Aponte, E. O., Alfonso-Hernández, I., & Carrillo-Briceño, J. D. 2008. **Morfología dentaria de los gonfoterios de la localidad de muaco, estado falcón, venezuela**. *Interciencia*, 33(10).

Cassiliano, M. L. 1999. **Biostratigraphy of Blancan and Irvingtonian mammals in the Fish Creek-Vallecito section, southern California, and a review of the Blancan–Irvingtonian boundary**. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 19(1), 169-186.

Cope, E. D. 1892. **A contribution to the vertebrate paleontology of Texas**. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 30(137), 123-131.

Czaplewski, N. J. 1987. **Sigmodont rodents (Mammalia; Muroidea; Sigmodontinae) from the Pliocene (early Blancan) Verde Formation, Arizona.** *Journal of Vertebrate Paleontology*, 7(2), 183-199.

Czaplewski, N. J. 1993. **Late Tertiary bats (Mammalia, Chiroptera) from the southwestern United States.** *The Southwestern Naturalist*, 111-118.

Czaplewski, N., y Smith, K. 2003. **The gomphothere Stegomastodon (Mammalia: Proboscidea) in the late Pliocene or early Pleistocene of Oklahoma.** *Oklahoma Geology Notes*, 63(3), 104-111.

Dalquest Walter W. y Donovan Terrence J. 1973. **A new three-toed horse (Nannippus) from the Late Pliocene of scurry, Texas.** *Journal of Paleontology* Vol. 47, No. 1, January 1973 pp. 34-45.

Dalquest, W. W. 1975. **Vertebrate fossils from the Blanco local fauna of Texas.** Museum, Texas Tech University.

Dalquest, W. W. 1978. **Phylogeny of American horses of blancan and pleistocene age.** In *Annales Zoologici Fennici* pp. 191-199.

Dalquest, W. W., & Mooser, O. 1980. **Late hemphilian mammals of the ocote local fauna, Guanajuate, México.** The pearse-Sellards Series (32) 1-25.

Dalquest, W. W. 1988. **Astrohippus and the origin of Blancan and Pleistocene horses.** Texas Tech University Press.

Díaz De Gamero, M. L. 1996. **The Changing Course of the Orinoco River during the Neogene: a Review.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, núm. 123, pp. 385-402.

Dixon D, Cox B, Savage RJ, Gardiner B 1988 **Illustrated Encyclopedia of Dinosaurs and Prehistoric Animals.** Marshall. Londres, RU. 312 pp.

Downs, T., y Miller, G. J. 1994. **Late Cenozoic equids from the anza-borrego desert of California.** *Natural history museum of Los Angeles county. Contributions in science* 440, pp. 1-90.

Eisenmann, V., Alberdi, M. T., De Giuli, C., & Staesche, U. 1988. **Collected papers after the "New York International Hipparion conference, 1981". studying fossil horses,** 1, 1-72.

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: 53-104.

Forsten, A., y Eisenmann, V. 1995. ***Equus (plesippus) simplicidens (cope), not dolichohippus***. *Mammalia*, 59(1), 85-90.

Frassinetti, D., y Alberdi, M. T. 2000. **Revisión y estudio de los restos fósiles de Mastodontes de Chile (Gomphotheriidae): Cuvieronius hyodon, Pleistoceno superior**. *Estudios Geológicos*, 56(3-4), 197-208.

Gasparini, G. M. 2008. **Sistemática, Biogeografía, Ecología y Bioestratigrafía de los Tayassuidae (Mammalia, Artiodactyla) Fósiles y Actuales de América del Sur, con Especial Énfasis en las Especies Fósiles de la Provincia de Buenos Aires**. *Mastozoología Neotropical*, U.S. Department of Commerce Argentina, v. 15, núm. 1, pp. 144-146.

Gazin, C. L. 1938. **Fossil peccary remains from the upper Pliocene of Idaho**. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 28(2), 41-49.

Gazin, C. L. 1942. **The late Cenozoic vertebrate faunas from the San Pedro Valley, Ariz.** Smithsonian Inst., United States National Museum.

Gregory-Wodzicki, K. M. 2000. **Uplift history of the Central and Northern Andes: a review**. *Geological Society of America Bulletin*, núm. 112, pp. 1091-1105.

Gidley, J. W. 1930. **A new Pliocene horse from Idaho**. *Journal of Mammalogy*, 11(3), 300-303.

Gutiérrez-Bedolla, M., 2011, **Estudio paleontológico y estratigráfico de Uruétaro, municipio de Álvaro Obregón, Michoacán**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. pp. 102.

Golz, D. J., Jefferson, G. T., y Kennedy, M. P. 1977. **Late Pliocene vertebrate fossils from the Elsinore fault zone, California.** *Journal of Paleontology*, 864-866.

Gustafson, E. P. 1978. **The vertebrate faunas of the Pliocene Ringold Formation, south-central Washington.** *Bulletin of the Museum of Natural History, University of Oregon*, núm. 23, pp. 1–62.

Hager, M. W. 1975. **Late Pliocene and Pleistocene history of the Donnelly Ranch vertebrate fauna, southeastern Colorado.** *Contributions to Geology, Special Paper. 2:* pp. 3-62.

Harrison, J. A. 1978. **Mammals of the Wolf Ranch local fauna: Pliocene of the San Pedro Valley, Arizona.** (No. 59 UNI). University of Kansas. Museum of Natural History. pp.18.

Harrison, J. A. 1979. **Revision of the Camelinae (Artiodactyla, Tylopoda) and a description of the new genus Alforjas.** *University of Kansas Paleontological Contributions*, 95:1–20.

Hirschfeld, S. E., y Webb, S. D. 1968. **Plio-Pleistocene megalonychid sloths of North America.** University of Florida.

Hoare, R. D., J. R. Coash, C. Innis y T. Hole, 1964. **Coash, Charles Innis, y Thornton Hole, 1964. Pleistocene Peccary *Platygonus compressus* LeConte from Sandusky County, Ohio.** *The Ohio Journal of Science*, v. 64(3): pp. 207-214.

Honey, J. G., Harrison, J.A., Prothero, D.R., Stevens, M.S., 1998. **Evolution of Tertiary Mammals of North America. Volume 1: Terrestrial Carnivores, Ungulates, and Ungulalike Mammals.** Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Howe, J. A. 1970. **The range of variation in *Equus (plesippus) simplicidens* cope from the broadwater quarries of Nebraska.** *Journal of Paleontology*, vol. 44 (5). 958-968.

Hulbert Jr, R. C. 1989. **Phylogenetic interrelationships and evolution of North American late Neogene Equinae**. The evolution of perissodactyls, 176-196.

Hulbert, R.C. JR.1993. **Late Miocene *Nannippus* (mammalia): perissodactyla) from Florida, with a description of the smallest hipparionine horse**. Department of Geology and Geography, Georgia Southern University. Journal of vertebrate Paleontology 13(3): 350-366.

Hibbard, C. W. 1956. **Vertebrate fossils from the Meade Formation of southwestern Kansas**. University of Michigan Press.

Janis, C. M., Scott, K. M., & Jacobs, L. L. 1998. **Evolution of tertiary mammals of North America: volume 1, terrestrial carnivores, ungulates, and ungulate like mammals** (Vol. 1). Cambridge University Press.

Jimenez Hidalgo, E. and Carranza Castañeda, O. 2010. **Blancan camelids from San Miguel Allende, Guanajuato, México**. Journal of Paleontology. P 51-65.

Jiménez-Hidalgo, E., y Pérez-Cruz, L. A. 2014. **Primer registro de Cuvieronius (Proboscidea: Gomphotheriidae) en el Pleistoceno del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, sur de México, algunas consideraciones sobre su taxonomía y distribución geográfica en México**. Revista mexicana de ciencias geológicas, 31(3), 354-360.

Johnston, C. S., y Savage, D. E. 1955. **A survey of various late Cenozoic vertebrate faunas of the panhandle of Texas**. University of California Press.

Kelly, T. S. 1994. **Two Pliocene (Blancan) vertebrate faunas from Douglas County, Nevada**. *PaleoBios*, 16(1).

Kurtén, B. Y E. Anderson, 1980. **Pleistocene mammals of North America**. Columbia University Press, Nueva York, USA, pp.442.

Lance, J. F. 1950. **Paleontología y estratigrafía del plioceno de Yepomera, estado de chihuahua. 1a parte: équidos, excepto *Neohipparion***. Instituto de Geología, Universidad Autónoma de México. Boletín (54) 81pp.

Laurito, C. A., Valerio, A. L., y Rojas-Sibaja, N. 2016. **El mastodonte bajo el agua: el registro de *Cuvieronius hyodon* Fischer (1814) en la plataforma continental interna del Pacífico de Costa Rica, playa Caletas, provincia de Guanacaste.** *Revista Geológica de América Central*, (55).

Lindsay, E. H. 1984. **Late Cenozoic mammals from northwestern Mexico.** *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 4, pp. 208-215.

López-García, J. R. 2008. **Estudio Estratigráfico, Sedimentológico y Paleontológico de la Región de Indaparapeo-Charo, Paleolago de Cuitzeo, Mich., México.** Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, tesis Maestría, pp. 129.

Lucas, S. G., Morgan, G. S., Estep, J. W., Mack, G. H., y Hawley, J. W. 1999. **Co-occurrence of the proboscideans *Cuvieronius*, *Stegomastodon*, and *Mammuthus* in the lower Pleistocene of southern New Mexico.** *Journal of Vertebrate Paleontology*, 19(3), 595-597.

Lucas, S. 2008. ***Cuvieronius* (Mammalia, Proboscidea) from the Neogene of Florida.** *Neogene Mammals: Bulletin 44*, 44, 31.

MacFadden Bruce J., y Waldrop John S. 1980. ***Nannipus phlegon* (mammalia, equidae) from the pliocene (blanco) of Florida.** *Bulletin of the Florida State Museum Biological Sciences*. Vol. 25 (1):1-37.

Macfaden, Bruce J. 1984. **Systematics and phylogeny of *hipparion*, *neohipparion*, *nannippus*, and *cormohipparion* (mammalia, equidae) from the miocene and pliocene of the new world.** *Bulletin of the American Museum of Natural History*. Volume 179 (1) 1-196.

MacFadden, B. J. 1992. ***Fossil horses: systematics, paleobiology, and evolution of the family Equidae.*** Cambridge University Press.

MacFadden, B. J., Solounias, N., & Cerling, T. E. 1999. **Ancient diets, ecology, and extinction of 5-million-year-old horses from Florida.** *Science*, 283(5403), 824-827.

Matthew, W. D., Cook, H. J., Thomson, A., Moodie, R. L., & Stein, W. 1909. **A Pliocene fauna from western Nebraska.** Bulletin of the AMNH; v. 26, article 27.

Matthew, W. D. 1926. **The Evolution of the Horse: A Record and Its Interpretation.** The Quarterly Review of Biology, v. 1, núm. 2, pp. 139-185.

Marshall, L. G. 1985. **Geochronology and land-mammal biochronology of the Transamerican Faunal Interchange.** Pp. 49-85. En: F. G. Stehli y S. D. Webb (ed.). The Great American Biotic Interchange. Plenum Press, Nueva York, USA.

McKenna, M. C. y S. K. Bell, 1997. **Classification of mammals above the species level.** Columbia University Press, Nueva York, USA, pp. 631.

Mead, J. I., y L. H. Taylor, 2004. **Pleistocene (Irvingtonian) Artiodactyla from Porcupine Cave.** pp. 280-292 in A. D. Barnosky (ed.). **Biodiversity Response to Climate Change in the Middle Pleistocene:** The Porcupine Cave Fauna from Colorado. University of California Press, Berkeley, California.

Miller, W. E., y Carranza-Castañeda, O. 1984. **Late Cenozoic mammals from central Mexico.** Journal of Vertebrate Paleontology, 4(2), 216-236.

Miller, W. E. y O. Carranza-Castañeda, 1998a. **Importance of late tertiary carnivores and equids from the transmexican volcanic belt.** *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 15, núm. 2, pp. 161-166.

Miller, W. E. y O. Carranza-Castañeda, O. 1998b. **The Tecolotlán Basin, Central Mexico: A new area for Late Cenozoic terrestrial vertebrates.** *Journal of Vertebrate Paleontology*, Supplement, núm. 18(3), pp. 26.

Miller, W. E., y Castañeda, O. C. 1998. **Importance of late tertiary carnivores and equids from the transmexican volcanic belt.** *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 15(2), 161-166.

Mooser, O. 1960. **Un équido fósil del género *neohipparion* de la Mesa Central de México.** México (City), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Anales, 30, 375-388.

Mooser, O. 1968. **Fossil equidae from the middle pliocene of the Central Plateau of México.** The Southwestern Naturalist, 13 (1)1-12.



Mooser, O. 1973. **Pliocene horses of the Ocote local fauna, Central Plateau of México.** *The Southwestern Naturalist*, vol. 18 (3). 257-268.

Montellano-Ballesteros, M. M., y Castañeda, O. C. 1986. **Descripción de un Milodóntido del Blanco Temprano de la Mesa Central de México.** *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 6(2), 193-203.

Montellano-Ballesteros, M. 2002. **New *Cuvieronius* finds from the Pleistocene of central Mexico.** *Journal of Paleontology*, 76(3), 578-583.

Morgan, G., y Ridgway, B. S. 1987. **Late Pliocene (late Blancan) vertebrates from the St. Petersburg times site, Pinellas County, Florida, with a brief review of Florida Blancan faunas.** Florida Museum of Natural History, University of Florida.

Morgan, G. S., y Lucas, S. G. 2003. **Chapter 12: mammalian biochronology of Blancan and Irvingtonian (Pliocene and early Pleistocene) faunas from New Mexico.** *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 269-320.

McKenna, M. C. Y S. K. Bell, 1997. **Classification of mammals above the species level.** Columbia University Press, Nueva York, USA, pp. 631.

Prado, J. L., M. T. Alberdi, B. Sánchez, B. Azanza y D. Frassinetti, 2001. **The Pleistocene Gomphotheriidae (Proboscidea) from South America: diversity, habitats and feeding ecology.** En: *The World of Elephants – International Congress*, Roma, pp. 337-240.

Prothero, D. R., y Schoch, R. M. 1989. **The evolution of Perissodactyls (Vol. 15).** Oxford University Press, USA. 537 pp.

Quintana, C. A. 1992. **Notas para una Actualización del Conocimiento de la Fauna de la “Formación” San Andrés (Pleistoceno Inferior), Provincia de Buenos Aires, Argentina.** *Ameghiniana*, Buenos Aires, Argentina, núm. 31 (4), pp. 331-332.

Recabarren, O. P., Pino, M., y Alberdi, M. T. 2014. **La Familia Gomphotheriidae en América del Sur: evidencia de molares al norte de la Patagonia chilena.** *Estudios Geológicos*, 70(1), 001.

Repenning, C. 1962. **The Giant Ground Squirrel *Paenemarmota***. Journal of Paleontology, v. 36, pp. 540-556.

Repenning, C. A., Weasma, T. R., & Scott, G. R. 1995. **The early pleistocene (latest blancan-earliest irvingtonian). froman ferry fauna and history of the Glenss ferry formation, Southwestern Idaho**. U.S. Geological Survey Bulletin (No. 2105), 86 pp.

Reynolds, R. E., & Lindsay, E. H. 1999. **Late Tertiary basins and vertebrate faunas along the Nevada-Utah border**. *Vertebrate paleontology of Utah: Utah Geological Survey Miscellaneous Publications*, 99, 469-478.

Roa, R. M. 1986. **El Venado Cola Blanca Como Animal de Zoológico**. I Simposio Sobre Venado en México. Memorias FMVZ. UNAM. AZARM. México.

Romerowski, B. V. 1991. **Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*)**. Tesis Profesional. FMVZ. UNAM. México.

Tomida, Y. 1987. **Small mammal fossils and correlation of continental deposits, Safford and Duncan basins, Arizona, USA**. Tokyo: National Science Museum. 141 pp

Voorhies, M.R. 1974, **The pliocene horse *Nannipus minor* in Georgia: geologic implications**. Tulane Studies in Geology and Paleontology. Vol. 11. Geology Departaament. University of Georgia.

Voorhies, M. R., & Corner, R. G. 1986. **Megatylopus (?) cochrani (Mammalia: Camelidae): a re-evaluation**. Journal of Vertebrate Paleontology, 6(1), 65-75.

Voorhies, M. R. 1988. **The giant marmot *Paenemarmota sawrockensis* (new combination) in Hemphillian deposits of northeastern Nebraska**. Transaction of the Nebraska Academy of Sciences. XVI: pp. 165-172.

Von Meyer, H., 1840, **Über Sammlung mexikanischen Antiquitäten, Mineralien und Petrefakten**. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, pp. 576-587.

Webb, S. D., 1965, **The osteology of *Camelops***. Bulletin of the Los Angeles Country Museum, Science 1:1-54.

Webb, S. D. 1985. **Late Cenozoic Mammal Dispersals between the Americas**. pp. 357-386. En: F. G. Stehli y S. D. Webb (eds.). **The Great American Biotic Interchange**. Plenum Press, Nueva York, USA.

Webb, S. D. 1998. Cervidae and Bovidae; pp. 508-510 in C. M. Janis, K. M. Scott, y L. L. Jacobs, 1998. **Evolution of Tertiary Mammals of North America. Volume 1: Terrestrial Carnivores, Ungulates, and Ungulatelike Mammals**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Webb, S. D. 2000. **Evolutionary History of New World Cervidae**. pp. 38-64. En: E. S. Vrba y G. B. Schaller (eds.). **Antelopes, Deer, and Relatives - Fossil Record, Behavioral Ecology, Systematics, and Conservation**. Yale University Press, New Haven, USA.

Wheatley, P. V. y D. R. Ruez Jr., 2006. **Pliocene *Odocoileus* from Hagerman Fossil Beds National Monument, Idaho, and comments on the taxonomic status of *Odocoileus brachyodontus***. *Journal of Vertebrate Paleontology* núm. 26, pp. 462-465.

Woodburne, M. O. Ed. 2004. **Late cretaceous and cenozoic mammals of North América: biostratigraphy and geochronology**. Columbia University Press. 391pp.

Wilson, D. E., y Reeder, D. M. 2005. **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. JHU Press.

## ANEXOS

Tabla 1. Elementos dentales por taxón de las localidades de estudio:

No. Catalogo	Pieza	Taxon	Localidad
UM1734	Fragmento de mandibula con m1-m3 derecho	<i>Paenemarmota</i> sp.	Uruétaro
UM564	Fragmento de defensa	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro
UM566	Fragmento de mandibula con m2 y m3 derecho	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro
UM567	Fragmento de mandibula con m3 izquierdo	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro
UM568	Fragmento de mandibula con m2 y m3 izquierdo	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro
UM558	P3/4 Derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Uruétaro
UM560	P3/4 izquierdo	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Uruétaro
UM1726	P3/4 Derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle
UM1727	M1/2 izquierdo	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle
UM559	M1/2 Derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Uruétaro
UM1711	M3 izquierdo	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Uruétaro
UM1728	M3 Derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle
UM1730	p2 derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle
UM1719	p2 derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle
UM1737	p2 derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle
UM1731	p3/4 derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle
UM1725	P2 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle
UM563	P3/4 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro
UM1715	P3/4 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle
UM1716	P3/4 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle
UM1724	M1 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle
UM1723	M1/M2 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	El Pirul
UM562	M3 Derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro
UM1720	p2 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle
UM1712	p3/4 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro
UM1738	p3/4 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro
UM1729	p3/4 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle
UM1717	m1/2 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle
UM1713	m3 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro
UM1718	m3 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle
UM1721	m3 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle
UM1735	P4	<i>Platygonus</i> sp.	Uruétaro
UM570	P4	<i>Platygonus</i> sp.	Uruétaro
UM569	m3	<i>Platygonus</i> sp.	Uruétaro
UM571	m1-m2 derecho	<i>Odocoileus</i> sp.	Uruétaro
UM1736	M2 derecho	<i>Megatylopus</i> sp.	El Pirul

Tabla 2. Base de datos de los principales géneros de la familia Gomphotheriidae tomadas de Alberdi y Corona (2005). Abreviaturas: LM: longitud máxima; A1-A4: ancho de cada uno de los lof(id)os; A.Max.: anchura máxima de los lof(id)os; I.A.: índice de anchura (Osborn, 1936).

SIGLA	Identificación	LOCALIDAD	ESTADO	ELEMENTO	Longitud máxima	Ancho de Lofos 1 - 4				TALÓN	Anchura Máxima	Índice de anchura I.A.
						A1	A2	A3	A4			
DP-5770	<i>Rhynchotherium</i>	Taxco	Gro.	M2 der	112	78	81.9	79.8			81.9	73.13
DP-5771	<i>Rhynchotherium</i>	Taxco	Gro.	M2 l Izq	110.8	77.1	83	83.1			83	75
DP-5772	<i>Rhynchotherium</i>	Taxco	Gro.	M3 der	153	82.5	81	76	70	43	82.5	53.92
DP-5773	<i>Rhynchotherium</i>	Taxco	Gro.	M3 l Izq	161.5			79	73	41.2	79	48.92
DP-5774	<i>Rhynchotherium</i>	Taxco	Gro.	m2 der	114		73	80			80	70.18
DP-5775	<i>Rhynchotherium</i>	Taxco	Gro.	m2 l Izq	116	64	73	79.7			79.7	68.71
DP-5776	<i>Rhynchotherium</i>	Taxco	Gro.	m3 der	176	76	74	80	74	52	80	45.45
DP-5777	<i>Rhynchotherium</i>	Taxco	Gro.	m3 l Izq	178	72	75	78	76	52	78	43.82
IGM 58.13	<i>Rhynchotherium</i>	El Ocote	Gto.	m2 l Izq	143	85	82	88			88	61.54
IGM 58.13	<i>Rhynchotherium</i>	El Ocote	Gto.	m3 der	165	91	83	75.3			91	55.15
IGM 58.13	<i>Rhynchotherium</i>	El Ocote	Gto.	m3 l Izq	174	79	70	75			79	45.4
MPG-SN	<i>Rhynchotherium</i>	Ajijic	Jal.	M3 der	167	94	91.5	85.5	68.7	37	94	56.29
MPG-709	<i>Rhynchotherium</i>	Chapala - Zacoalco	Jal.	m3 l Izq	161	67	68	67.5	55	35	68	42.24
MGUNAM-263	<i>Rhynchotherium</i>	Charo	Mich.	m2 l Izq	120							
MGUNAM-263	<i>Rhynchotherium</i>	Charo	Mich.	m3 l Izq	165	68	71	74.5	64		74.5	45.15
IGM 49.179	<i>Rhynchotherium</i>	La Goleta	Mich.	m3 der	165	68.1	75	72.5	59.8	28	75	45.45
IGCU-874	<i>Rhynchotherium</i>	La Goleta	Mich.	m2 der	122	68	74.5	75.2			75.2	61.64
IGCU-874	<i>Rhynchotherium</i>	La Goleta	Mich.	M2 der	109	74	83	76			83	76.15
IGCU-874	<i>Rhynchotherium</i>	La Goleta	Mich.	m2 l Izq	115.2	69.5	76	75			76	65.97
IGCU-874	<i>Rhynchotherium</i>	La Goleta	Mich.	m3 der	155.5	79.5	82	80			82	52.73
IGCU-874	<i>Rhynchotherium</i>	La Goleta	Mich.	M3 der	143	85	83	73	57.5		85	59.44
IGCU-874	<i>Rhynchotherium</i>	La Goleta	Mich.	m3 l Izq	158.5	78.5	84	81	64		84	53
IGM 49.179	<i>Rhynchotherium</i>	La Goleta	Mich.	m3 l Izq	165							
MGUNAM-254	<i>Rhynchotherium</i>	Sin Localidad		M2	101			76.1			76.1	75.35
MGUNAM-254	<i>Rhynchotherium</i>	Sin Localidad		M3	145	80	77	71.8	56.5		80	55.17
SIGLA	Identificación	LOCALIDAD	ESTADO	ELEMENTO	LM	A1	A2	A3	A4	TALÓN	A. MAX	I.A.
MGUNAM-235	<i>Cuvieronius</i>	Zumpango del Río	Gro.	m2 l Izq	115	75.6	85	84.2			85	73.91
MRG-10-307995	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M2 der	124	79	83	83			83	66.94
MRG-10-307995	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M2 l Izq	125.8	84	85.3	80.7			85.3	67.81
MRG-10-307995	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 der	181	84.5	84.8	82.3	72	48	84.8	46.85
MRG-10-307995	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 l Izq	184	87.6	86.5	83.2	75	44.3	87.6	47.61
MPG-712	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 der	189	90	88	86.5	70	70?	90	47.62
MPG-713	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m3 der	167	67	68.5	69	61	44	69	41.32
MPG-718	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m2 l Izq	116	57	65	66		51	66	56.9
MPG-722	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 l Izq	171	98	91	88	76	39	98	57.31
MPG-723	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 l Izq	202	76	87	85	72	47	87	43.07
MPG-724	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m2 l Izq	119	63	71	71.5		49	71.5	60.08
MPG-724	<i>Cuvieronius</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m3 l Izq	180	70	74.7	74	59	40.5	74.7	41.5
IGM 4007	<i>Cuvieronius</i>	Tequixquiac	Mex.	m3 der	199	78	92	92	80	92	92	46.23
IGM 4007	<i>Cuvieronius</i>	Tequixquiac	Mex.	m3 l Izq	201	80	79	95	78	44	95	47.26
DP-5779	<i>Cuvieronius</i>	Nexpa	Mor.	m3 l Izq	178				69	47	69	38.76
MGUNAM-237	<i>Cuvieronius</i>	Acultzingo	Pue.	m3 l Izq	185.5	73.4	79	83.3	71.3		83.3	44.91
IGM-6084	<i>Cuvieronius</i>	Rancho Gerardo	Pue.	mi der	99	57.7	67	73			73	73.74
IGM-6084	<i>Cuvieronius</i>	Rancho Gerardo	Pue.	mi l Izq	101	62.5	68	74			74	73.27
IGM-6084	<i>Cuvieronius</i>	Rancho Gerardo	Pue.	m2 der	131	75	80	89			89	67.94
IGM-6084	<i>Cuvieronius</i>	Rancho Gerardo	Pue.	m2 l Izq	127.5	73	79	89		36	89	69.8
MRP 66R17-2	<i>Cuvieronius</i>	Valsequillo	Pue.	m2 l Izq	134	72	77	84			84	62.69
MGUNAM-236	<i>Cuvieronius</i>	Acultzingo	Pue.	M3 l Izq	174	100	97	96.5	87.7	48	100	57.47
MRG-10-295044	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		m2 der	134	71	78	79		34	79	58.96
MRG-10-295044	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		m2 l Izq	132	67	80	79			80	60.61
MRG-10-295048	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		m3 der	182	68	74	76	65.5	41	76	41.76
MRG-10-295051	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		m3 der	215	78	83	86.3	79	31.5	86.3	40.14
IGM-412	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		m3	182	74.5	75	72.7	70.1		75	41.21
IGM-64-2	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		m3 der	177		75	75	65.5	43.5	75	42.37
MGUNAM-272	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		M2 l Izq	117.5	81	82	82			82	69.79
MPG-SN	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		M2 der	123	82	87	84		42	87	70.73
MPG-SN	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		M2 l Izq	115	88.5	92	88.5		49	92	80
MPG-SN	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		M3 der	196	96	99	93	79	51	99	50.51
MPG-SN	<i>Cuvieronius</i>	Sin localidad		M3 l Izq	190	94	99	90	77	54	99	52.11
SIGLA	Identificación	LOCALIDAD	ESTADO	ELEMENTO	LM	A1	A2	A3	A4	TALÓN	A. MAX	I.A.
LACM(CIT) 105/106	<i>Stegomastodon</i>	Yepómera	Chi.	M2	101	59	64	67.6			67.6	66.93
LACM(CIT) 105/106	<i>Stegomastodon</i>	Yepómera	Chi.	m3 l Izq	181	69	78.5	76	64		78.5	43.37
IGCU2634-Gto2	<i>Stegomastodon</i>	El Ocote	Gto.	m3 l Izq	195.5	80.5	81.3	86.7	76	56	86.7	44.35
IGCU2635-Gto2	<i>Stegomastodon</i>	El Ocote	Gto.	m2 l Izq	127.8			75			75	58.69
IGCU408-Gto2c	<i>Stegomastodon</i>	El Ocote	Gto.	m3 der	202.5	81	84.3	90	76.2	48.3	90	44.44
IGCU6725-Gto2	<i>Stegomastodon</i>	El Ocote	Gto.	M3 l Izq	213	109	114.6	105	91	65	114.6	53.8
IGCU677-Gto2c	<i>Stegomastodon</i>	El Ocote	Gto.	m3 der	203.7	75.2	74.2	77	73.8	56.6	77	37.8
MGUNAM-239	<i>Stegomastodon</i>	Zacualtipán	Hgo.	M3 der	220	94.8	98.2	101.7	89.1		101.7	46.23
MRG-SN	<i>Stegomastodon</i>	Ameca	Jal.	m3 der	200			81	71	57	81	40.5
MRG-SN	<i>Stegomastodon</i>	Ameca	Jal.	m3 l Izq	197.5		87	84.2	72	58	87	44.05
MRG-10-295046	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M2 der	121	78	80	81			81	66.94
MRG-10-295046	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M2 l Izq	124	80	84	81			84	67.74
MRG-10-295046	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 der	185.5	86	86	75	66	54	86	46.36
MRG-10-295046	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 l Izq	184	92	84	78	72	48	92	50
MRG-10-295049	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m2 l Izq	134	65	69	70		34.7	70	52.24
MRG-10-295-SN	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M2 l Izq	131							
MRG-10-295-SN	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 der	194	94	100.5	94	76.3	58	100.5	51.8
MRG-10-295-SN	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 l Izq	197.5	101	101.5	93	79	65	101.5	51.39
MPG-4	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m2 der	142	69.2	77	81		51	81	57.04
MPG-725	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m3 l Izq	212	85	80	88	87	61	88	41.51
MPG-SN	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m2 der	141	68	77	76.5		54	77	54.61
MPG-SN (Chapala)	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	M3 l Izq	203.5							
MPG-SN (Chapala)	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m3 der	190	105	105	98	84	40	105	55.26
MPG-SN (Chapala)	<i>Stegomastodon</i>	Chapala-Zacoalco	Jal.	m3 l Izq	214	82	86	88.7	82	64	88.7	41.45
MRP-64-I-Y-4	<i>Stegomastodon</i>	Valsequillo	Pue.	m3 l Izq	230	80	84	87	79.5	42.5	87	37.83
MGUNAM-246	<i>Stegomastodon</i>	Sin localidad		M3 der	227	86	97.1	93.5	91		97.1	42.78
MGUNAM-247	<i>Stegomastodon</i>	Sin localidad		M3 l Izq	239	88.8	103.5	95.2	91.4		103.5	43.31
MPG-T4	<i>Stegomastodon</i>	Sin localidad		M2 der	116.6	81	84	82			84	72.04
MPG-T4	<i>Stegomastodon</i>	Sin localidad		M2 l Izq	117.5	79.4	83	84			84	71.49
MPG-T4	<i>Stegomastodon</i>	Sin localidad		M3 der	160	79	83	80	75	45	83	51.88
MPG-T4	<i>Stegomastodon</i>	Sin localidad		M3 l Izq	160	78.5	80	77	75	46	80	50
MPG-T5	<i>Stegomastodon</i>	Sin localidad		M3 der	189	88.7	89	86	77.5	59	89	47.09
MPG-T5	<i>Stegomastodon</i>	Sin localidad		M3 l Izq	195.3	95.5	89	88.7	82	72.6	95.5	48.9

Tabla 3. Medidas tomadas a la dentición de *Paenemarmota* sp. en milímetros.

Sigla	Taxón	Localidad	Estado	Diente	Longitud anteroposterior	Ancho transversal
UM1734	<i>Paenemarmota</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	m1	7.14	6.48
UM1734	<i>Paenemarmota</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	m2	7.98	7.39
UM1734	<i>Paenemarmota</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	m3	8.22	6.87

Tabla 4. Medidas tomadas a la dentición de *Cuvieronius* sp. propuestas en Alberdi *et al.* (2002), de las localidades de estudio. Abreviaturas: LM: longitud máxima; A1-A4: ancho de cada uno de los lof(id)os; A.Max.: anchura máxima de los lof(id)os; I.A.: índice de anchura (Osborn, 1936).

Sigla	Taxón	Localidad	Estado	Diente	Longitud maxima	Ancho de Lofos 1 - 4				Anchura Maxima	Indice de anchura I.A. (osborn, 1936)
						A1	A2	A3	A4		
UM 566	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	m/2	118.45	60.8	66.7	68.8		68.82	58.10
UM 566	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	m/3 Fracturado	Incompleto	67.8	73.9			73.89	
UM 567	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	m/3	155.98	65.8	69.8	72.1	59.53	72.1	46.22
UM 568	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	m/2	116.3	63.5	64.7	60.4		64.71	55.64
UM 568	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	m/3	171.55	69.3	72.4	71.2	48.66	72.37	42.19

Tabla 5. Medidas tomadas a la dentición superior de *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* propuestas en Eisenmann *et al.* (1988). INC: incompleto.

Sigla	Taxón	Localidad	Estado	Diente	Long anteroposterior	Long transversal	Protocono	Altura
UM 558	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Uruétaro	Michoacán	P3/4 Derecho	15.65	16.69	7	17.35
UM560	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Uruétaro	Michoacán	P3/4 Izquierdo	15.91	INC	INC	INC
UM559	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Uruétaro	Michoacán	M1/2 Derecho	16.66	15.7	6.22	41.83
UM1711	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Uruétaro	Michoacán	M3 Izquierdo	15.8	12.4	5.95	INC
UM 1726	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Michoacán	P3/4 Derecho	17.38	16.82	6.16	40.72
UM 1727	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Michoacán	M1/M2 Izquierdo	14.82	16.47	6.19	16.84
UM 1728	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Michoacán	M3 derecho	17.48	13.73	8.42	29.88

Tabla 6. Medidas de la dentición inferior de *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* propuestas en Eisenmann *et al.* (1988). INC: incompleto.

Sigla	Taxón	Localidad	Estado	Diente	Long anteroposterior	Long transversal	Altura
UM1719	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Michoacán	p2 derecho	17.02 INC	8.68	29.98
UM1714	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Uruétaro	Michoacán	p3/4 izquierdo	16.69	10.19	30.35
UM 1730	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Michoacán	p2 derecho	18.19	9.07	29.55
UM 1731	<i>N. cf. N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Michoacán	P3/P4 derecho	17.62	9.57	29.83

Tabla 7. Medidas tomadas a la dentición superior de *Equus* cf. *E. simplicidens* recomendadas en Eisenmann *et al.* (1988) de las localidades “Uruétaro”, “Misión del Valle” y “El Pirul”, INC: incompleto.

Sigla	Taxón	Localidad	Estado	Diente	Altura	Longitud Oclusal	Longitud Protocono	Anchura Oclusal
UM1725	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Michoacán	P2 izquierdo	43.03	28.43	6.61	23.56
UM563	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Uruétaro	Michoacán	P3/4 izquierdo	incompleto	28.73	9.05	22.06
UM1715	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Michoacán	P3/4 Derecho	33.19	26.47	inc	24.8
UM1716	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Michoacán	P3/4 izquierdo	42.83	inc	inc	inc
UM1723	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	El Pirul	Michoacán	M1/2 derecho	57.93	26.87	10.48	22.57
UM1724	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Michoacán	M1/2 Derecho	39.22 inc	24.56	9.21	21.4
UM562	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Uruétaro	Michoacán	M3 Derecho	41.41	25.48	13	24.45

Tabla 8. Medidas de la dentición inferior de *Equus* cf. *E. simplicidens* recomendadas en Eisenmann *et al.* (1988) de las localidades “Uruétaro” y “Misión del Valle”. Inc: incompleto.

Sigla	Taxón	Localidad	Estado	Diente	Altura	Longitud Oclusal	Anchura Oclusal	Largo Base	Anchura Base
UM1720	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Michoacán	p2 derecho	32.06	32.46	14.83	30.76	16.14
UM1729	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Michoacán	p3/4 izquierdo	53.58	26.96	16.61	23.98	14.4
UM1712	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Uruétaro	Michoacán	p3/4 derecho	44.19	26.49	15.84	27.11	15.32
UM1717	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Michoacán	m1/2 izquierdo	29.17	25.21	12.46	21.19	13.84
UM1713	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Uruétaro	Michoacán	m3 izquierdo	44.11	24.97 inc	11.36	25.23 inc	11.21 inc
UM1718	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Michoacán	m3 derecho	33.65	25.27 inc	10.6	24.16	10.69
UM1721	<i>E. cf. E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Michoacán	m3 izquierdo	49.49	29.56	12.75	29.65	11.52

Tabla 9. Medidas tomadas a la dentición de *Platygonus* sp. en milímetros.

Sigla	Taxón	Localidad	Estado	Diente	Longitud anteroposterior	Ancho transversal
UM 569	<i>Platygonus</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	M3	20.3	10.94
UM 570	<i>Platygonus</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	P/4	15.6	12.91
UM1735	<i>Platygonus</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	P/4	12.86	10.91

Tabla 10. Medidas tomadas a la dentición de *Odocoileus* sp. en milímetros.

Sigla	Taxón	Localidad	Estado	Diente	Longitud anteroposterior	Ancho transversal
UM 571	<i>Odocoileus</i> sp.	Uruétaro	Michoacán	m1	14.4	6.74

Tabla 11. Medidas tomadas a la dentición de *Megatylopus* sp. en milímetros.

Sigla	Taxón	Localidad	Edad	Estado	Diente	Longitud anteroposterior	Ancho transversal
UM1736	<i>Megatylopus</i> sp.	El Pirul	Blanco	Michoacán	m2	40.6	20.42

## **CAPITULO II.**

### **ANÁLISIS DEL MICRODESGASTE DENTAL DE UNA COMUNIDAD MASTOFAUNÍSTICA DEL BLANCO EN EL CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO**

Ramón A. Plata-Ramírez<sup>1</sup>, Javier Ponce-Saavedra<sup>2</sup>, María T. Alberdi<sup>5</sup>, Joaquín Arroyo-Cabrales<sup>4</sup>, María L. García-Zepeda<sup>1</sup>, Tiberio Monterubio-Rico<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Paleontología, Edif. R 2°. Piso. Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México. [ramon\\_plata@hotmail.com](mailto:ramon_plata@hotmail.com)

<sup>2</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz Edif. B4 2°. Piso. Ciudad Universitaria. C.P. 58060, Morelia, Michoacán, México. [javierpon@gmail.com](mailto:javierpon@gmail.com)

<sup>3</sup>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. [tiberio@umich.mx](mailto:tiberio@umich.mx)

<sup>4</sup>Laboratorio de Arqueozoología “M. en C. Ticul Álvarez Solórzano”, Instituto Nacional de Antropología e Historia, C.P. 06060 Ciudad de México. [arromatu@hotmail.com](mailto:arromatu@hotmail.com)

<sup>5</sup>Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, C.P. 28006 Madrid, España. [malberdi@mncn.csic.es](mailto:malberdi@mncn.csic.es)

**[ramon\\_plata@hotmail.com](mailto:ramon_plata@hotmail.com)**



## Resumen

En el presente trabajo se infiere la dieta y el tipo de hábitat de las especies de mamíferos pliocénicos provenientes de las localidades de: “El Pirul”, “Uruétaro” y “Misión del Valle”, Michoacán, en el Centro Occidente de México con una edad del Blanco compuesta por: *Paenemarmota* sp., *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp., usando el modelo ecomorfológico (microdesgaste de baja magnificación), que consiste en analizar las marcas microscópicas presentes en el esmalte dental dejadas por la abrasión de los alimentos, indicando la dieta de los taxones en estudio. Nuestros resultados indican que existen tres tipos de categorías dietarias en las localidades en estudio. El grupo de los ramoneadores con una dieta ligeramente abrasiva, compuesto por el venado *Odocoileus* sp. y un équido de tamaño pequeño *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*. Las especies de dieta mixta con una alimentación medianamente abrasiva, compuesto por un gonfoterio *Cuvieronius* sp., un pecarí *Platygonus* sp., con tendencia a ramoneador, un camélido *Megatylopus* sp. y un caballo *Equus* cf. *E. simplicidens*, con tendencia a pacedor con una dieta altamente abrasiva, y los pacedores un individuo de *Equus* cf. *E. simplicidens* de la localidad de “El Pirul”, Charo. Los resultados del microdesgaste nos indican que para esa zona existía un ambiente heterogéneo, compuesto por vegetación poco abrasiva como árboles, arbustos y plantas altamente abrasivas como los pastos y herbáceas.

Palabras clave: Mamíferos, dieta, hábitat, esmalte dental.

## Abstract

The present work infer the diet and habitat type of Pliocene mammal species from “El Pirul”, “Uruétaro” and “Misión del Valle”, Michoacán, in the Center West of Mexico with an Blanco age composed of: *Paenemarmota* sp., *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp., Using the ecomorphological model (low magnification microwear), which consists of analyzing the microscopic marks present in the dental enamel left by the abrasion of the food, indicating the diet of the taxa in study. The microwear result suggests that the analyzed taxa are classified into three different dietary categories: leaf browser, with a high consumption of low abrasive plants (trees and shrubs), represented by the genus *Odocoileus* sp. and *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, species with a mixed diet did consume plants with different physical degree of abrasion, like *Cuvieronius* sp., *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp. and *Megatylopus* sp.; and the grazers, which ingested highly abrasive plants as *Equus* cf. *E. simplicidens* from “El Pirul” (Charo municipality). The dental microwear results suggests that there was a heterogeneous environment for this zone, composed of little abrasive vegetation such as trees, shrubs and highly abrasive plants such as grasses and herbaceous plants.

Key words: Mammals, diet, habitat, dental enamel.

## Introducción

Una de las técnicas propuestas para inferir el tipo de alimentación en animales fósiles es el microdesgaste (Solounias y Semprebon, 2002; Rivals *et al.*, 2012). Este análisis es usado generalmente para estudiar el comportamiento alimenticio de poblaciones de especies fósiles, usando un mínimo de muestra para tener resultados significativos para una población y así conocer las preferencias alimentarias de los organismos fósiles en los últimos días de vida.

El método del microdesgaste estudia la topografía del esmalte dental y las cicatrices producidas por la comida (fitolitos presentes en pastos), las hojas, frutos y semillas también arena y polvo en la superficie de la vegetación por medio de dos técnicas, una de ellas microdesgaste de alta magnificación y microdesgaste de baja magnificación para observar variables básicas del microdesgaste en rayones (*scratches*) y fosas (*pits*) en fotografías del esmalte dental en microscopio electrónico de barrido y estereoscópico respectivamente (Solounias y Semprebon, 2002; Rivals *et al.*, 2012; Marín-Leyva *et al.*, 2013; Scott y Halcrow, 2017).

Solounias y Semprebon (2002) proponen que para el análisis de microdesgaste de baja magnificación se realice con base en la observación la segunda banda de esmalte del paracono en moldes de resina dental epóxica de los segundos molares superiores, los cuales son observados a baja magnificación (35x) con un microscopio estereoscópico estándar. Con esta técnica se logra inferir tres niveles tróficos: ramoneador (frugívoros, come hojas), dieta mixta y pacedor en 50 taxones actuales y cinco fósiles.

Al estudiar el gremio trófico de los organismos con esta técnica los alimentadores mixtos son difíciles de identificar usando promedios de fosas y rayones y los análisis discriminantes (Semprebon y Rivals, 2010), las señales de microdesgaste de algunos organismos alimentadores mixtos se traslapa con el morfoespacio (promedio de rayones/fosas) con los ramoneadores y pacedores, por lo que usando los valores de la variable: porcentaje por taxón con menos de 17 estrías por área, se puede separar a los comedores mixtos de los ramoneadores y pacedores (Solounias y Semprebon, 2002), ya que si del 72.7 a 100% de individuos tienen de 0 a 17 estrías son ramoneadores, si es del 0 a

22.2% de individuos son pazedores y si es del 20.9% a 70% de individuos son mixtos (Semprebon y Rivals, 2007).

Las marcas en el esmalte dental de los organismos indican los productos masticados semanas antes de la muerte, indicando la dieta del tiempo antes de la muerte, este desgaste dental es causado por la abrasión, atrición y erosión, donde la abrasión es causada por el contacto con partículas abrasivas en la comida, la atrición es causada por el roce de diente con diente y la erosión es causada por el contacto con sustancias acidas en el ambiente (Scott y Halcrow, 2017).

En este estudio se realizó el microdesgaste dental con base en lo comprobado por Semprebon *et al.* (2004), Rivals *et al.* (2012), Gutiérrez Bedolla (2014) y Marín-Leyva *et al.* (2016). Es el primer estudio con un enfoque paleoecológico que utiliza microdesgaste dental de baja magnificación para faunas del Blanco en México, con la finalidad de conocer los patrones de micro abrasión causados por la alimentación, los cuales nos indican la posible alimentación de estos grupos fósiles aportando información sobre el paleoambiente de esta edad de mamíferos en el Centro Occidente de México.

## **Materiales y métodos**

### **Muestra y limpieza de dientes**

Se utilizaron 21 elementos dentales fósiles colectados en las localidades “El Pirul”, “Uruétaro” y “Misión del Valle” (Fig. 1), así como el material depositado en la Colección del Laboratorio de Paleontología de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se revisaron muestras de seis taxones: *Cuvieronius* sp. (5), *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* (4), *Equus* cf. *E. simplicidens* (7), *Platygonus* sp. (3), *Odocoileus* sp. (1) y *Megatylopus* sp. (1), de los que en paréntesis se indica el número de muestra. Posteriormente en laboratorio se limpiaron y eliminó cualquier resto de sedimento, laca o endurecedores que pudieran estar presentes en la superficie de los dientes mediante la aplicación de removedor de lacas. Después con bolas e hisopos de algodón y alcohol al 96%, se limpió varias veces, para garantizar que las superficies de esmalte quedaran libres de removedor y no hubiera restos que pudieran obscurecer o solapar las marcas de desgaste. Con la finalidad de aumentar el tamaño de la muestra se incluyeron los elementos dentales P4, M1, M2 y M3 disponibles siguiendo a Rivals *et al.*, (2015) y no solo el M2 como se indica en el método original de Solounias y Semprebom (2002).

### **Moldeado**

La superficie de los dientes se moldeó usando material de impresión dental de alta precisión polivinilsiloxano, donde el primer molde se desechó como medida de limpieza, el segundo molde se conservó para hacer un contra molde transparente en resina epóxica.

La resina epoxica y el catalizador se mezclaron y se centrifugó a baja velocidad por 4-6 minutos, posteriormente se vertió en los moldes lentamente hasta llenarlo y se dejándose secar por dos días antes de retirarlo del molde.

### **Análisis de fotografías**

Se tomaron fotografías a una magnificación de 35x usando un Microscopio estereoscópico Leica® EZ4 D, 7 led de luz incidente, oblicua y transmitida y cámara Leica® EZ4 HD, con captura imágenes en color de 3 megapíxeles, con el software Leica® LAS EZ. El análisis del desgaste dental (fosas) y los rayones (estrías) se identificaron y contaron en un cuadrante de 0.04 x 0.04 mm en el software Microwear 4.02 (Ungar, 2002).

Se elaboró una matriz con las 21 fotografías de cada diente con los valores: 1) número de fosas, 2) número de estrías, 3) número estrías cruzadas, 4) número de fosas grandes, 5) número de estrías finas, 6) número de estrías gruesas, 7) número de estrías mixtas, 8) porcentaje de estrías cruzadas, 9) porcentaje de fosas grandes, 10) porcentaje de despostillado, 11) porcentaje de estrías finas, 12) porcentaje de estrías gruesas, 13) porcentaje de estrías mixtas (tabla 13).

En los taxones donde se contó con más de un ejemplar se tomaron los valores promedio de la población, *Cuvieronius* sp. (5), *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* (4), *Equus* cf. *E. simplicidens* (7), *Platygonus* sp. (3) como: 1) número promedio de fosas, 2) número promedio de los rayones, 3) porcentaje de individuos por taxón mostrando más de cuatro grandes fosas por campo, 4) porcentaje de individuos con más de cuatro rayas cruzadas por campo, 5) porcentaje de individuos por taxón con el porcentaje de rayones finos, 6) porcentaje con rayas gruesas, 7) con una mezcla de rayas finas y gruesas, 8) porcentaje de individuos por taxón con gouges presentes, 9) porcentaje de individuos por taxón con menos de 17 rayones por área, 10) coeficiente de amplitud de rayones (tabla 14).

Se registraron las rayas cruzadas por el campo microscópico, los rayones finos, gruesos o mixtos (porcentajes). El tamaño relativo de los fosas y rayones se tomaron con base en las diferencias en la difracción de la luz de cada característica que mencionan Semprebon *et al.* (2004).

### **Análisis de datos**

Los valores individuales y los promedios por población de fosas y rayones de los taxones se compararon con la base de datos construida para ungulados y proboscidos actuales y algunos fósiles de Solounias y Semprebon (2002) (tabla 12) utilizando el paquete estadístico JMP 8.0 (SAS, 2009).

Se realizó un análisis bivalente entre número y promedio de fosas y estrias por muestra para identificar a que grupo dietario pertenecen los taxa en estudio (ramoneadores, pacedores y mixtos) con dos elipses de densidad a 95% una para el grupo dietario ramoneador y otra para pacedor (Fig. 36).

Posteriormente se llevó a cabo un análisis discriminante lineal y covarianza común con un valor crítico de  $p > 0.0005$  para identificar la relación entre el grupo dietario asignado y las variables de microdesgaste acorde a lo propuesto por Semprebon y Rivals (2010) (Fig. 37).

Para separar los alimentadores mixtos y agruparlos en el morfoespacio de los ramoneadores o pacedores, se realizó el análisis del porcentaje de individuos por taxón con menos de 17 rayones por área, si es de: 72.7 a 100% de individuos, son ramoneadores, si es del 0 a 22.2% de individuos son pacedores y si es del 20.9% a 70% de individuos son mixtos (Semprebon y Rivals, 2007) (Fig. 38).

Así mismo se incluyó en la matriz, valores de microdesgaste de una población de 70 muestras de *Nannippus peninsulatus* de la localidad de Ogallala Group, Crosby County, Texas del Blanco (Semprebon *et al.*, 2016), una población de 67 muestras de *Equus simplicidens* de la localidad de Kiem Formation, Sand Draw, Ainsworth Area, Brown County, Nebraska del Blanco temprano y una de Hagerman Horse Quarry, Idaho (Semprebon *et al.*, 2016). También los resultados de microdesgaste de poblaciones de *Megatylopus* sp. de dos sitios de Texas del Blanco, cuatro de Arizona y uno de Nevada del Henfiliano tardío (Semprebon y Rivals, 2010) para compararse con los valores de microdesgaste obtenidos para los mismos taxones en este trabajo y observar si las preferencias dietarias varían geográficamente de estas especies.

## Resultados

### **Análisis bivariante de los valores promedio de fosas y estrías:**

Los valores individuales de fosas y estrías de los taxones en estudio se agruparon en elipses de 95% de agrupación al compararlos con la base de datos de ungulados y probocideos fósiles y actuales de Solounias y Semprebon (2002), una elipse para el grupo de dieta de ramoneadores y uno para pacedores, donde en el morfoespacio de dieta ramoneadora se ubican: *Odocoileus* sp., *Platygonus* sp. y *Megatylopus* sp., en el espacio intermedio de ramoneadores y pacedores se ubican los de dieta mixta donde se encuentran : *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens* y *Cuvieronius* sp., que se ubican en el límite de los pacedores y sólo la muestra de *Equus* cf. *E. simplicidens* de la localidad de “El Pirul” se ubica en el morfoespacio de pacedor (Fig. 36).



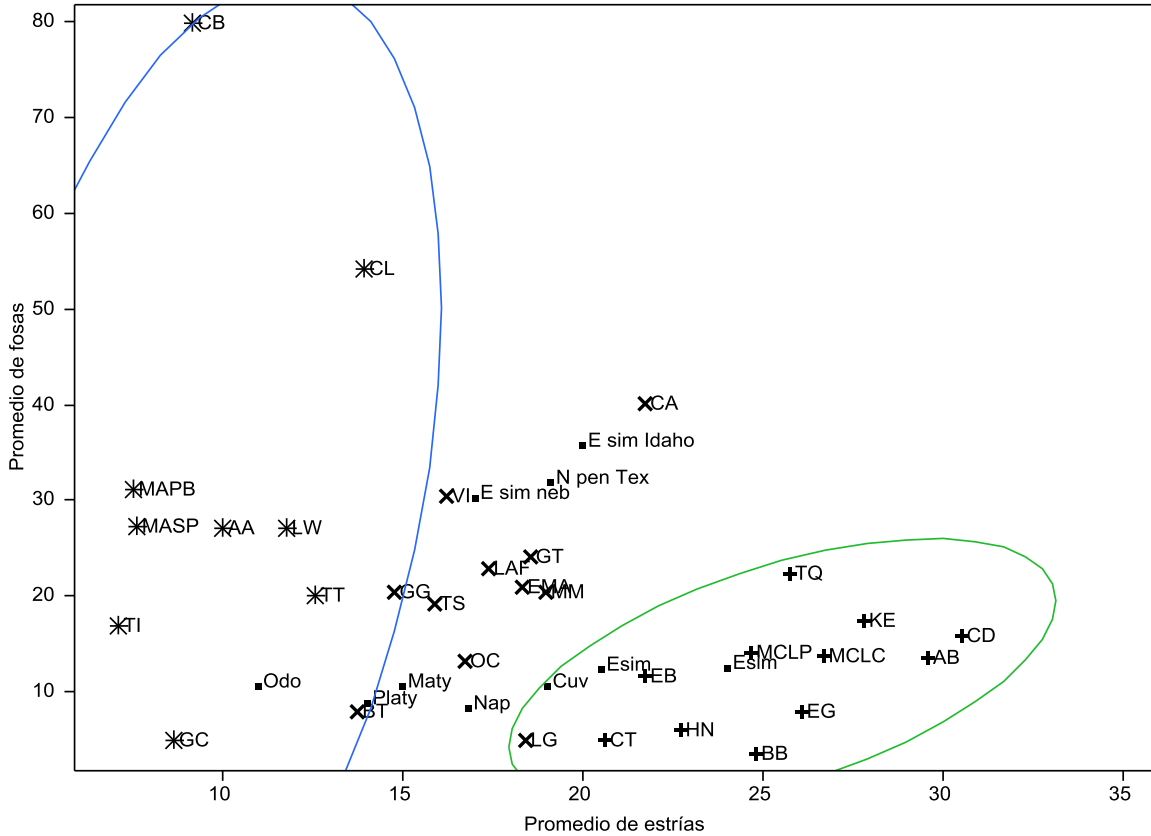


Figura 36. Análisis bivalente del promedio de fosas y promedio de estrías con elipses de densidad de 95%; Ramoneadores (elipse azul), y pacedores (elipse verde). \*, Ramoneadores, X, Mixtos, +, Pacedores. Abreviaturas: *Cuvieronius* sp. (Cuv), *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* (Nap), *Equus* cf. *E. simplicidens* (Esim), *Platygonus* sp. (Platy), *Odocoileus* sp. (Odo), *Megatylopus* sp. (Maty), *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de Nebraska (N pen neb), *Equus* cf. *E. simplicidens* de Idaho (E sim Idaho), *Equus* cf. *E. simplicidens* de Texas (E sim Tex), *Alces alces*: AA; *Ammodorcas clarkei*: EI; *Antilocapra americana*: AM; *Tragelaphus euryceros*: BE; *Capreolus capreolus*: OL; *Dicerorhinus sumatrensis*: DS; *Diceros bicornis*: DB; *Giraffa amelopardalis*: GC; *Litocranius walleri*: LW; *Odocoileus hemionus*: OH; *Odocoileus virginianus*: OV; *Okapia johnstoni*: OJ; *Rhinoceros sondaicus*: RS; *Tragelaphus strepsiceros*: TT; *Cephalophus dorsalis*: CD; *Cephalophus niger*: CN; *Cephalophus silvicultor*: CS; *Aepyceros melampus*: Me; *Antidorcas marsupialis*: Ma; *Axis axis*: Ax; *Axis porcinus*: Ap; *Boselaphus tragocamelus*: Tr; *Budorcas taxicolor*: Bt; *Camelus dromedarius*: Cl; *Capra ibex*: Ci; *Capricornis sumatraensis*: Cs; *Cervus elaphus canadensis*: Cc; *Rucervus duvaucelii*: Rd; *Rusa unicolor*: Cu; *Nanger grantii*: Gg; *Eudorcas thomsonii*: Gt; *Lama glama*: Lg; *Vicugna vicugna*: Lv; *Ourebia ourebi*: Oo; *Ovibos moschatus*: Om; *Ovis canadensis*: Oc; *Redunca fulvorufula*: Rf; *Rhinoceros unicornis*: Ru; *Saiga tartarica*: St; *Syncerus caffer*: Sc; *Taurotragus oryx*: To; *Tetracerus quadricornis*: Tq; *Tragelaphus angasii*: Ta; *Tragelaphus imberbis*: Ti; *Tragelaphus scriptus*: Ts; *Muntiacus muntjak*: Mm; *Alcelaphus buselaphus*: ab; *Alcelaphus lichtensteini*: al; *Bison bison*: bb; *Ceratotherium simum*: cs; *Connochaetes taurinus*: ct; *Damaliscus lunatus*: dl; *Equus quagga*: eb; *Equus grevyi*: eg; *Hippotragus equinus*: he; *Hippotragus niger*: hn; *Kobus ellipsiprymnus*: ke; *Redunca redunca*: rr.

### **Análisis discriminante del promedio de fosas y estrías:**

Los resultados en el análisis discriminante indican una correcta clasificación de 86.49% con 5 casos mal clasificados (Wilks' Lambda, Value 0.1  $p > 0.0001$ ) (Fig. 37).

Para este análisis se tienen 3 elipses de densidad que representan las diferentes dietas entre los grupos dietarios (Ramoneadores, Mixtos y Pacedores), con una elipse de 95% y una de 50% para las agrupaciones de las muestras, con el porcentaje de probabilidad de situarse en la categoría dietaria entre paréntesis, para la elipse de ramoneadores se ubica el venado *Odocoileus* sp. (80% ramoneador), para la elipse de categoría dietaria para mixtos se ubican: el camello *Megatylopus* sp. (71% mixto), el caballo *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* (82% mixto), el gonfoterio *Cuvieronius* sp. (75% mixto), el caballo *Equus* cf. *E. simplicidens* (62% y 36% de pacedor) y el pecari *Platygonus* sp. (60% y 38 % ramoneador) para la dieta pacedor solo se ubica la muestra del caballo *Equus* cf. *E. simplicidens* (79% pacedor) de la localidad de "El Pirul" (Fig.37).

La poblaciones comparadas del caballo *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de Texas presentan una dieta mixta (86%) y el caballo *Equus* cf. *E. simplicidens* de Nebraska presenta una dieta también mixta (77%).

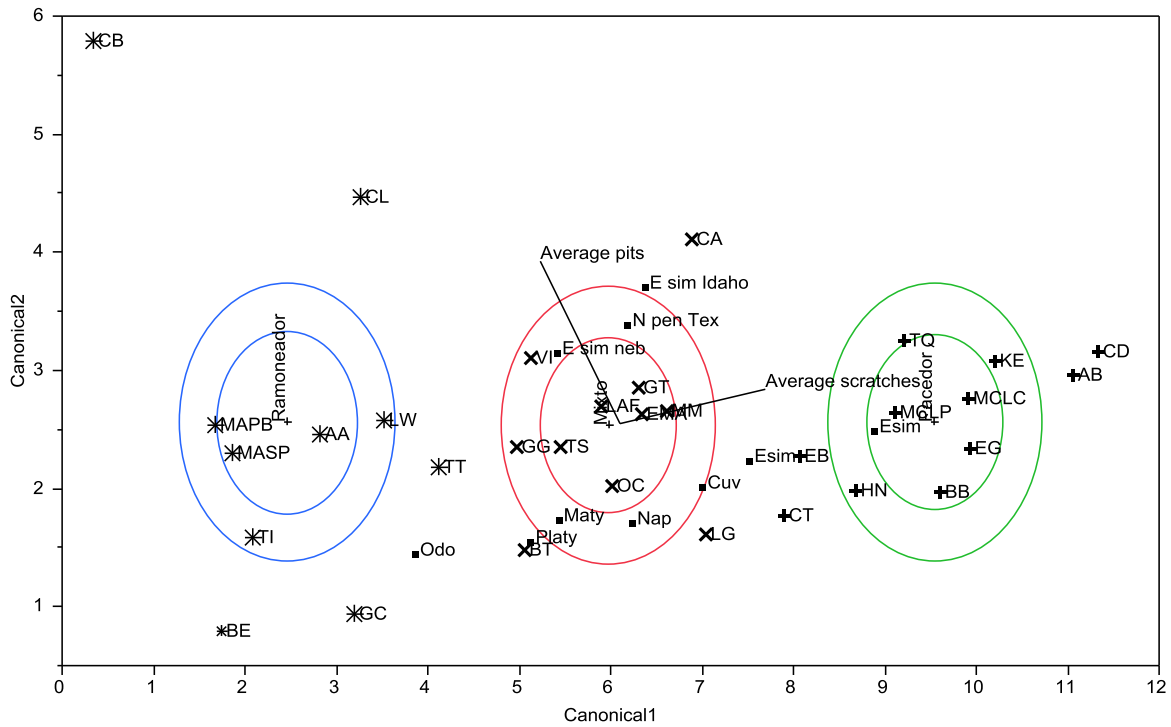


Figura 37. Análisis discriminante del promedio de fosas, promedio de estrías y el tipo de dieta pacedores, ramoneadores y mixtos con elipses de 95% y 50%. \*, Ramoneadores (elipse azul) , X, Mixtos (elipse roja) , +, Pacedores (elipse verde). Abreviaturas: *Cuvieronius* sp. (Cuv), *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* (Nap), *Equus* cf. *E. simplicidens* (Esim), *Platygonus* sp. (Platy), *Odocoileus* sp. (Odo), *Megatylopus* sp. (Maty), *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de Nebraska (N pen neb), *Equus* cf. *E. simplicidens* de Idaho (E sim Idaho), *Equus* cf. *E. simplicidens* de Texas (E sim Tex), *Alces alces*: AA; *Ammodorcas clarkei*: EI; *Antilocapra americana*: AM; *Tragelaphus euryceros*: BE; *Capreolus capreolus*: OL; *Dicerorhinus sumatrensis*: DS; *Diceros bicornis*: DB; *Giraffa amelopardalis*: GC; *Litocranius walleri*: LW; *Odocoileus hemionus*: OH; *Odocoileus virginianus*: OV; *Okapia johnstoni*: OJ; *Rhinoceros sondaicus*: RS; *Tragelaphus strepsiceros*: TT; *Cephalophus dorsalis*: CD; *Cephalophus niger*: CN; *Cephalophus silvicultor*: CS; *Aepyceros melampus*: Me; *Antidorcas marsupialis*: Ma; *Axis axis*: Ax; *Axis porcinus*: Ap; *Boselaphus tragocamelus*: Tr; *Budorcas taxicolor*: Bt; *Camelus dromedarius*: Cl; *Capra ibex*: Ci; *Capricornis sumatraensis*: Cs; *Cervus elaphus canadensis*: Cc; *Rucervus duvaucelii*: Rd; *Rusa unicolor*: Cu; *Nanger granti*: Gg; *Eudorcas thomsonii*: Gt; *Lama glama*: Lg; *Vicugna vicugna*: Lv; *Ourebia ourebi*: Oo; *Ovibos moschatus*: Om; *Ovis canadensis*: Oc; *Redunca fulvorufula*: Rf; *Rhinoceros unicornis*: Ru; *Saiga tartarica*: St; *Syncerus caffer*: Sc; *Taurotragus oryx*: To; *Tetracerus quadricornis*: Tq; *Tragelaphus angasii*: Ta; *Tragelaphus imberbis*: Ti; *Tragelaphus scriptus*: Ts; *Muntiacus muntjak*: Mm; *Alcelaphus buselaphus*: ab; *Alcelaphus lichtensteini*: al; *Bison bison*: bb; *Ceratotherium simum*: cs; *Connochaetes taurinus*: ct; *Damaliscus lunatus*: dl; *Equus quagga*: eb; *Equus grevyi*: eg; *Hippotragus equinus*: he; *Hippotragus niger*: hn; *Kobus ellipsiprymnus*: ke; *Redunca redunca*: rr.

### **Análisis bivariante de porcentaje de individuos con 0-17%:**

Los taxones: *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens* y *Platygonus* sp. presentan una dieta mixta y para agruparlos en ramoneadores o pacedores, se realizó el análisis del porcentaje de individuos por taxón con menos de 17 rayones por área, para el porcentaje de 72.7 a 100% de individuos de categoría ramoneadores se encuentran: *Platygonus* sp. con 100%, *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* con 75%, para los porcentajes entre 20.9% y 70% de categoría mixta, se encuentran: *Cuvieronius* sp. con 25% y *Equus* cf. *E. simplicidens* con 33.3%. para el porcentaje de 0 a 22.2% con dieta pacedora, no se ubicó ninguna muestra en estudio, también se comparó con poblaciones de los taxones *Nannippus peninsulatus* de Texas y *Equus* cf. *E. simplicidens* de Nebraska que presentan dieta mixta (Fig. 38).

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con una  $F \leq 0.001$  que indica que existen diferencias significativas entre los valores de porcentajes de individuos por población con menos de 17 estrías por área incluidos en la base de datos utilizada de (Solounias y Semprebon 2002) y los elementos dentales de este estudio. La prueba de Tukey-Kramer HSD muestra que existen tres grupos: los ramoneadores, mixtos y pacedores.

Debido al escaso material de los taxones: *Paenemarmota* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp. se aporta variación individual y no se presentan en este análisis, por lo que para separar los hábitos alimenticios por medio de esta variable será necesario aumentar el número de muestra que aporte información de varios individuos de dichos taxones.

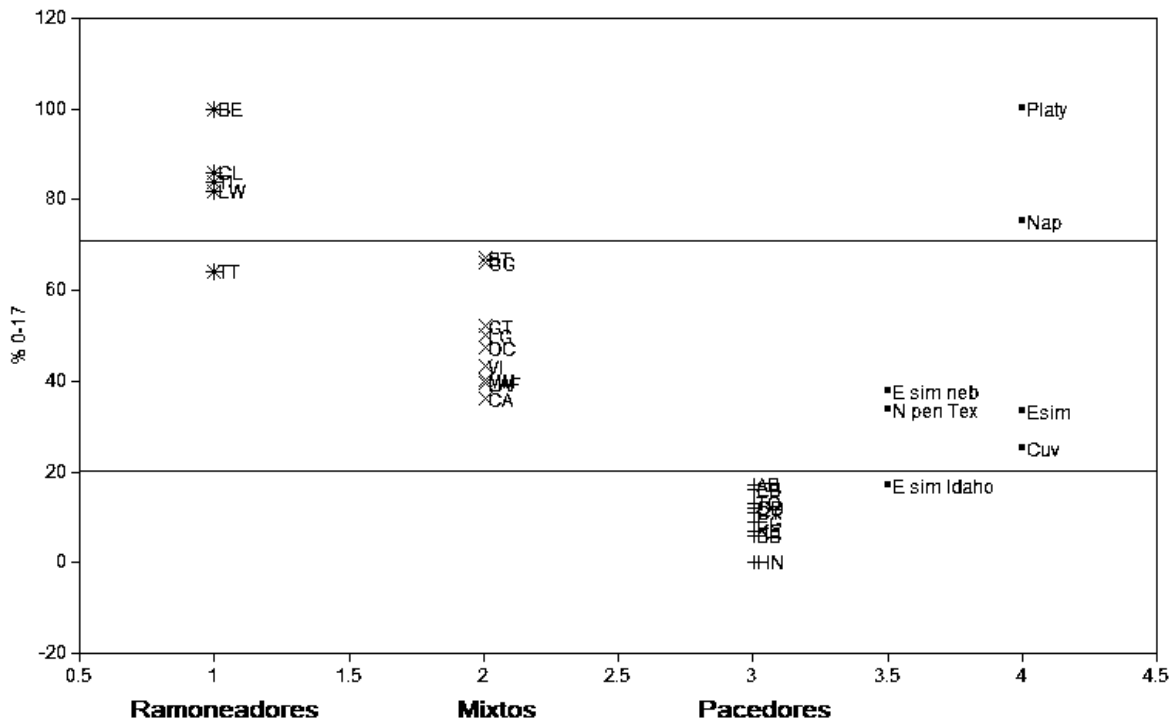


Figura 38. Análisis bivalente de dieta y porcentaje de individuos por taxón con menos de 17 rayones por área (0-17%) y las categorías de dieta pacedores, ramoneadores y mixtos. \*, Ramoneadores, X, Mixtos, +, Pacedores. Abreviaturas: *Cuvieronius* sp. (Cuv), *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* (Nap), *Equus* cf. *E. simplicidens* (Esim), *Platygonus* sp. (Platy), *Odocoileus* sp. (Odo), *Megatylopus* sp. (Maty), *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de Nebraska (N pen neb), *Equus* cf. *E. simplicidens* de Idaho (E sim Idaho), *Equus* cf. *E. simplicidens* de Texas (E sim Tex), *Alces alces*: AA; *Ammodorcas clarkei*: El; *Antilocapra americana*: AM; *Tragelaphus euryceros*: BE; *Capreolus capreolus*: OL; *Dicerorhinus sumatrensis*: DS; *Diceros bicornis*: DB; *Giraffa amelopardalis*: GC; *Litocranium walleri*: LW; *Odocoileus hemionus*: OH; *Odocoileus virginianus*: OV; *Okapia johnstoni*: OJ; *Rhinoceros sondaicus*: RS; *Tragelaphus strepsiceros*: TT; *Cephalophus dorsalis*: CD; *Cephalophus niger*: CN; *Cephalophus silvicultor*: CS; *Aepyceros melampus*: Me; *Antidorcas marsupialis*: Ma; *Axis axis*: Ax; *Axis porcinus*: Ap; *Boselaphus tragocamelus*: Tr; *Budorcas taxicolor*: Bt; *Camelus dromedarius*: Cl; *Capra ibex*: Ci; *Capricornis sumatraensis*: Cs; *Cervus elaphus canadensis*: Cc; *Rucervus duvaucelii*: Rd; *Rusa unicolor*: Cu; *Nanger grantii*: Gg; *Eudorcas thomsonii*: Gt; *Lama glama*: Lg; *Vicugna vicugna*: Lv; *Ourebia ourebi*: Oo; *Ovibos moschatus*: Om; *Ovis canadensis*: Oc; *Redunca fulvorufula*: Rf; *Rhinoceros unicornis*: Ru; *Saiga tartarica*: St; *Syncerus caffer*: Sc; *Taurotragus oryx*: To; *Tetracerus quadricornis*: Tq; *Tragelaphus angasii*: Ta; *Tragelaphus imberbis*: Ti; *Tragelaphus scriptus*: Ts; *Muntiacus muntjak*: Mm; *Alcelaphus buselaphus*: ab; *Alcelaphus lichtensteini*: al; *Bison bison*: bb; *Ceratotherium simum*: cs; *Connochaetes taurinus*: ct; *Damaliscus lunatus*: dl; *Equus quagga*: eb; *Equus grevyi*: eg; *Hippotragus equinus*: he; *Hippotragus niger*: hn; *Kobus ellipsiprymnus*: ke; *Redunca redunca*: rr.

## Discusión

Los taxones de las localidades de “Uruétaro”, “Misión del Valle” y “El Pirul”, muestran dietas muy variables en los últimos días de vida, identificadas en los análisis de microdesgaste de baja magnificación (ramoneadores, pacedores y mixtos).

Los resultados sugieren que la población de *Cuvieronius* sp. de las áreas de estudio tenía una dieta medianamente abrasiva con un patrón de abrasión muy parecido a *Lama glama* (Solounias y Semprebon, 2002), lo que indicaría una posible alimentación entre herbáceas y hojas de árboles.

Para la población de *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de las áreas de estudio indica que tenía una dieta ligeramente abrasiva de tipo ramoneador con patrones muy parecidos a *Ovis canadensis* (Solounias y Semprebon, 2002) que indicaría una posible alimentación principalmente de hojas de árboles, posiblemente habitando bosques y la comparación de la firma de microdesgaste de *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de Texas (Semprebon *et al.*, 2016) se encontraron diferencias en los patrones de abrasión, ya que la población de Texas presenta un patrón medianamente abrasivo de tipo mixto, parecido a *Gazella thomsoni*, lo que indicaría una posible variabilidad geográfica en la alimentación de esta especie, posiblemente causada por cambios ambientales así como comportamiento ecléctico.

La especie *Equus* cf. *E. simplicidens* de las áreas de estudio tenía una dieta medianamente abrasiva, con un patrón muy similar a *Equus burchelli* y *Capricornis sumatraensis* (Solounias y Semprebon, 2002) que indicaría una posible alimentación de herbáceas y hojas de árboles, mixto con tendencia a pacedor, también se encontró que la única muestra de esta especie de la localidad de “El Pirul” presenta un patrón de abrasión alto parecido a *Bison bison* (Solounias y Semprebon, 2002) que indica una posible dieta de herbáceas. Al comparar la firma de microdesgaste de *Equus* cf. *E. simplicidens* de “Uruétaro” y “Misión del Valle” con una población de Nebraska (Semprebon *et al.*, 2016) se encontraron similitudes de alimentación medianamente abrasiva (mixta) parecido a *Lama vicugna* lo que indicaría que esta especie tenía una dieta similar en Nebraska y las

localidades de estudio, la población de Idaho presentó un patrón de abrasión alto tipo pacerador silimar a la muestra de la localidad de “El Pirul”.

La población de *Platygonus* sp. de la localidad de “Uruétaro” presenta un patrón ligero de abrasión de ramoneador muy similar a *Budorcas taxicolor* y *Diceros bicornis* (Solounias y Semprebon, 2002) que sugiere una alimentación de hojas de árboles.

La muestra de *Odocoileus* sp. de la localidad de “Uruétaro” presenta un patrón de baja abrasión parecido a *Litocranius walleri* (Solounias y Semprebon, 2002) que indicaría una alimentación ramoneadora de hojas de árboles.

Para el taxón *Megatylopus* sp. la muestra de la localidad de “El Pirul” presenta un patrón de abrasión bajo a medio muy similar a *Budorcas taxicolor* y *Diceros bicornis* (Solounias y Semprebon, 2002) que indicaría una alimentación mixta de herbáceas y hojas de árboles. Al comparar la firma de microdesgaste de *Megatylopus* sp de “El Pirul”, Michoacán con poblaciones de *Megatylopus* sp. de dos sitios de Texas del Blanco, cuatro de Arizona y uno de Nevada del Henfiliano tardío (Semprebon y Rivals, 2010) se encontraron diferencias en los patrones de abrasión, ya que estas poblaciones presentan un patrón ligeramente abrasivo (ramoneador), lo que indicaría una posible variabilidad en la alimentación de esta especie en las localidades de estudio en el Centro Occidente de México.

En este estudio se realizó el análisis de microdesgaste de baja magnificación propuesto por Solounias y Semprebon (2002) con una magnificación de 35x, cabe destacar que el estudio de microdesgaste de alta magnificación (Solounias y Moelleken, 1992) con una magnificación de 500x podría arrojar información complementaria sobre los patrones de abrasión del esmalte dental de los taxones en estudio. Además de la técnica de microdesgaste de alta magnificación en microscopio confocal en 3D, método propuesto por Scott *et al.* (2006) que analiza las fotografías en el software Toothfrax de forma automatizada y elimina la subjetividad del observador en indentificar las características de microdesgaste arrojando información mas precisa de la dieta de los taxones. Otra técnica que aportaría más información es el mesodesgaste para proboscídeos propuesto por

Saarinen *et al* (2015) que analiza el ángulo desgastado de los valles en la dentina indicando la abrasividad causada por la dieta.

Para enriquecer la información para la reconstrucción paleoambiental de las zonas de estudio se requiere de análisis palinológicos en los estratos que infieran los taxones vegetales que existieron en la zonas de estudio, así como análisis de isótopos estables de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$  en el esmalte dental de los taxones reportados, que determinen el tipo de dieta en un determinado tiempo de su vida que nos indicaría una aproximación más precisa de la composición del ambiente durante el Blancano en las localidades de estudio.



## Conclusiones

El patrón de abrasión en el esmalte dental de la mastofauna en estudio indica que en los últimos días de vida presentaron una dieta variable representada por tres categorías dietarias: ramoneadores (*Odocoileus* sp. y *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*), Mixtos (*Cuvieronius* sp., *Platygonus* sp., *Megatylopus* sp. y *Equus* cf. *E. simplicidens*) y Pacedores (*Equus* cf. *E. simplicidens* de la localidad de “El Pirul”).

Los resultados del microdesgaste de baja magnificación de la mastofauna en estudio indican que en las localidades de “Uruétaro”, “El Pirul” y “Misión del Valle”, en el Centro Occidente de México durante el Blanco existía un ambiente heterogéneo compuesto por plantas ligeramente abrasivas como arbustos y árboles (bosques) y altamente abrasivas como pastos y herbáceas (Pastizales o praderas) que fueron parte de la dieta en los últimos días de vida de los taxones en estudio.

La diferencia en los patrones de abrasión de la especie *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* en el Centro Occidente de México y Texas indicarían una plasticidad alimenticia. Mientras que la firma de microdesgaste en la especie *Equus* cf. *E. simplicidens* en el Centro Occidente de México y Nebraska indicaría similitudes en la preferencia alimenticia.

## Referencias bibliográficas

- Alberdi, M.T., Arroyo-Cabrales, J., Marín-Leyva, A.H., Polaco, O.J., 2014. **Study of Cedral Horses and their place in the Mexican Quaternary.** Rev. Mex. Cienc. Geol. 31 (2), 221-237.
- Damuth, J., y Janis, C. M. 2011. **On the relationship between hypsodonty and feeding ecology in ungulate mammals, and its utility in palaeoecology.** Biol. Rev. 86, 733-58.
- Fortelius, M., Solounias, N., 2000. **Functional characterization of ungulate molars using the abrasion-attrition wear gradient: a new method for reconstructing paleodiets.** Am. Mus. Novit. 3301, 1-36.
- Grine, F.E., 1986. **Dental evidence for dietary differences in *Australopithecus* and *Paranthropus*: a quantitative analysis of permanent molar microwear.** J. Hum. Evol. 15, 783-822.
- Gutiérrez-Bedolla, M., 2014, **La dieta y el hábitat de *Mammuthus columbi* (Falconer, 1857) en dos localidades del Pleistoceno tardío en el centro occidente de México.** Tesis de Maestría, Facultad de Biología, PIMCB, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, pp. 89.
- Kaiser, T.M., 2003. **The dietary regimes of two contemporaneous populations of *Hippotherium primigenium* (Perissodactyla, Equidae) from the Vallesian (Upper Miocene) of Southern Germany.** Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 198 (3-4), 381-402.
- Marín-Leyva, A.H., García-Zepeda, M.L., Ponce-Saavedra, J., Schaaf, P., Arroyo-Cabrales, J., Alberdi-Alonso, M.T., 2013, **Inferencias de paleodietas en ungulados y proboscidos: limitaciones conceptuales y técnicas.** Revista Biológicas julio de 2013, 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.

- Rivals, F., 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***. J. Vert. Paleontol. 26, 495-500.
- Rivals, F., Semprebon, G.M., 2011. **Dietary plasticity in ungulates: Insight from tooth microwear analysis**. Quat. Int. 245 (2), 279-284.
- Rivals, F., Semprebon, G. & Lister, A. 2012, **An examination of dietary diversity patterns in Pleistocene proboscideans (*Mammuthus*, *Palaeoloxodon*, and *Mammut*) from Europe and North America as revealed by dental microwear**. Quaternary International 255, 188-195.
- Rivals, F., Mithlbackler, M.C., Solounias, N., Mol, D., Semprebon, G.M., de Vos, J., Kalthoff, D.C., 2010. **Palaeoecology of the Mammoth Steppe fauna from the late Pleistocene of the North Sea and Alaska: Separating species preferences from geographic influence in paleoecological dental wear analysis**. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 286 (1-2), 42-54.
- Rivals, F., Julien, M. A., Kuitens, M., Van Kolfschoten, T., Serangeli, J., Drucker, D. G., y Conard, N. J. 2015. **Investigation of equid paleodiet from Schöningen 13 II-4 through dental wear and isotopic analyses: Archaeological implications**. Journal of Human Evolution, 89, 129-137.
- Scott, R. M., y Halcrow, S. E. 2017. **Investigating weaning using dental microwear analysis: A review**. Journal of Archaeological Science: Reports, 11, 1-11.
- Solounias, N., Moelleken, S.M.C., 1992. **Tooth microwear analysis of *Eotragus sansaniensis* (Mammalia: Ruminantia), one of the oldest known bovids**. J. Vert. Paleontol. 12, 113–121.
- 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).

- Semprebon, G. M., L. R. Godfrey, W. Jungers, and N. Solounias. 2004. **Can low-magnification stereomicroscopy be used to diagnose diet?**: Journal of Human Evolution 47:115–144.
- Semprebon, G., & Rivals, F., 2007, **Was grass more prevalent in the pronghorn past? An assessment of the dietary adaptations of Miocene to Recent Antilocapridae (Mammalia: Artiodactyla)**: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 253(3-4), 332-347.
- Semprebon, G. M., & Rivals, F., 2010, **Trends in the paleodietary habits of fossil camels from the Tertiary and Quaternary of North America**: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 295(1-2), 131-145.
- Semprebon, G. M., Rivals, F., Solounias, N., & Hulbert, R. C. 2016. **Paleodietary reconstruction of fossil horses from the Eocene through Pleistocene of North America**. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 442, 110-127.
- Ungar P, S., 2002, **Microware software 4.02** (04.10.2002) Buffalo edition. Fayetteville-AR, USA.

## Anexos

Tabla 12. Base de datos comparativa de microdesgaste de los taxones de las diferentes dietas: ramoneador, mixto y pacedor (Solounias y Semprebon, 2002). Abreviaturas: (para los análisis estadísticos)

Taxon	abbrev.	N	Hypso. <sup>a</sup>	Aver. Pits	Aver. Scratches	% cross scratches	% large pits	% Gouges	% fine scratches	% Coarse scratches	% Mixed scratches	Dieta	% 0-17
<b>Browsers</b>													
<i>Boocercus euryceros</i>	BE	15	Bra	6.77	5.13	13.33	53.33	0	100	0	0	Ramoneador	100
<i>Tragelaphus imberbis</i>	TI	19	Bra	16.84	7.08	22.22	27.78	47.37	83.33	0	16.67	Ramoneador	84
<i>Giraffa camelopardalis</i>	GC	28	Bra	5	8.66	54.17	20	0	91.67	0	8.33	Ramoneador	
<i>Camelus bactrianus</i>	CB	3	Hyp	79.83	9.17	100	66.67	66.67	33.33	33.33	33.33	Ramoneador	100
<i>Alces alces</i>	AA	9	Bra	27.15	10	44.44	0	0	66.67	0	33.33	Ramoneador	100
<i>Litocranius walleri</i>	LW	22	Bra	27.14	11.77	9.09	27.27	45.46	90.91	0	9.09	Ramoneador	82
<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	TT	11	Bra	20.09	12.59	18.18	63.64	36.36	90.91	9.09	9.09	Ramoneador	64
<i>Camelus dromedarius</i>	CL	7	Hyp	54.07	13.93	57.14	42.86	42.86	42.86	14.29	42.86	Ramoneador	86
<i>Diceros bicornis</i>	DB	11	Mes	8.5	14.27	95.24	0	0	85.71	9.52	4.76	Ramoneador	
<i>Antilocapra americana</i>	AM	44	Hyp	25.21	15.52	53.49	79.55	69.77	37.21	0	62.79	Ramoneador	87
<b>Seasonal-Regional Mixed</b>													
<i>Taurotragus oryx</i>	TO	20	Mes	39.83	12.23	55	55	42.11	44.44	16.67	38.89	Mixto estacional y regional	70
<i>Budorcas taxicolor</i>	BT	15	Hyp	7.97	13.73	33.33	56.25	0	100	0	0		67
<i>Gazella granti</i>	GG	41	Hyp	20.45	14.77	87.81	53.66	39.02	39.02	9.76	51.22	Mixto estacional y regional	66
<i>Tragelaphus scriptus</i>	TS	31	Bra	19.08	15.87	19.36	19.36	22.58	70.97	16.13	12.9	Mixto estacional y regional	
<i>Lama vicugna</i>	VI	7	Hyp	30.43	16.21	28.57	57.14	85.71	28.57	42.86	28.57	Mixto estacional y regional	43
<i>Ovis canadensis</i>	OC	19	Hyp	13.21	16.71	31.58	42.11	47.37	15.79	15.79	68.42	Mixto estacional y regional	47
<i>Lama glama</i>	LG	6	Hyp	4.92	18.42	100	0	16.67	100	0	0	Mixto estacional y regional	50
<i>Gazella thomsoni</i>	GT	23	Hyp	24.07	18.57	80.95	57.14	30.44	14.29	14.29	71.43	Mixto estacional y regional	52
<i>Capricornis sumatraensis</i>	CA	11	Hyp	40.14	21.73	55.56	44.44	80	77.78	0	22.22	Mixto estacional y regional	36
<i>Boselaphus tragocamelus</i>	TR	9	Mes	23.61	25.72	55.56	44.44	88.89	44.44	22.22	33.33	Mixto estacional y regional	22
<i>Axis axis</i>	AX	43	Mes	13.56	28.28	75.61	9.76	9.76	52.5	22.5	25	Mixto estacional y regional	21
<i>Muntiacus muntjak</i>	MM	10	Bra	20.45	18.95	80	72.73	30	20	0	80	Mixto estacional y regional	40
<b>Meal by Meal Mixed</b>													
<i>Cervus unicolor</i>	CU	11	Mes	21.27	26.27	100	36.36	100	18.18	45.46	36.36	Mixto no estacional	9
<i>Ovibos moschatus</i>	OM	20	Hyp	28.45	29.68	15	100	85	50	0	50	Mixto no estacional	5
<i>Cervus canadensis</i>	CC	28	Bra	18.64	30.63	96.43	42.86	21.43	82.14	0	17.86	Mixto no estacional	7
<i>Capra ibex</i>	CI	9	Hyp	7.56	25.17	30	50	20	10	0	90	Mixto no estacional	0
<b>Grazers</b>													
<i>Connochaetes taurinus</i>	CT	27	Hyp	4.93	20.61	44.44	40.74	7.41	44.44	7.41	48.15	Pacedor	11
<i>Equus burchelli</i>	EB	51	Hyp	11.52	21.72	60	48.98	50	40	10	50	Pacedor	16
<i>Hippotragus niger</i>	HN	5	Hyp	5.9	22.7	0	60	0	20	40	40	Pacedor	0
<i>Bison bison</i>	BB	18	Hyp	3.53	24.81	94.44	38.89	5.26	22.22	50	27.78	Pacedor	6
<i>Tetracerus quadricornis</i>	TQ	8	Mes	22.25	25.75	50	87.5	75	87.5	0	12.5	Pacedor	13
<i>Equus grevyi</i>	EG	11	Hyp	7.86	26.09	66.67	63.64	58.33	0	66.67	33.33	Pacedor	9
<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	KE	14	Hyp	17.39	27.79	57.14	76.92	53.85	20	0	80	Pacedor	7
<i>Acelaphus buselaphus</i>	AB	6	Hyp	13.58	29.58	12.5	75	62.5	0	12.5	87.5	Pacedor	17
<i>Cervus duvauceli</i>	CD	26	Mes	15.79	30.5	60	16	0	12	4	84	Pacedor	12

Tabla 13. Base de datos de microdesgaste por individuo de: *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp. tomadas con el software (Microwear 4.02).

No. Catalogo	Pieza	Especie	abbrev.	Localidad	Edad	N	No. de fosas	No. estrías	No. estrías cuzadas	% estrías cuzadas	No. Fosas grandes	% fosas grandes	% despostillado	No. Estrías finas	% estrías finas	No. estrías gruesas	% estrías gruesas	No. estrías mixtas	% estrías mixtas	CAR
UM1734	m1-m3 derecho	<i>Paenamarmota</i> sp.	Pae	Uruétaro	Blancano	1	10	10	2	20.00	0	0	0	1	10.00	5	50.00	4	40.00	1
UM1739	Frag molar	<i>Cuvieronius</i> sp.	Cuv	Misión del Valle	Blancano	1	8	32	5	15.63	0	0	0	16	50.00	1	3.13	15	46.88	1
UM1740	Frag molar	<i>Cuvieronius</i> sp.	Cuv	Uruétaro	Blancano	1	13	21	17	80.95	0	0	0	9	42.86	4	19.05	8	38.10	1
UM566	m2 derecho	<i>Cuvieronius</i> sp.	Cuv	Uruétaro	Blancano	1	9	14	4	28.57	0	0	0	6	42.86	1	7.14	7	50.00	1
UM567	m3 izquierdo	<i>Cuvieronius</i> sp.	Cuv	Uruétaro	Blancano	1	11	18	9	50.00	0	0	0	6	33.33	5	27.78	7	38.89	1
UM568	m3 izquierdo	<i>Cuvieronius</i> sp.	Cuv	Uruétaro	Blancano	1	14	23	11	47.83	0	0	0	8	34.78	4	17.39	11	47.83	1
UM1711	M3 izquierdo	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Nap	Misión del Valle	Blancano	1	6	16	2	12.5	0	0	0	8	50.00	4	25.00	4	25.00	1
UM1719	p2 derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Nap	Misión del Valle	Blancano	2	8	16	3	18.75	2	25.00	0	9	56.25	2	12.50	4	25.00	1
UM558	P3/4 Derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Nap	Uruétaro	Blancano	3	10	16	0	0	0	0	0	9	56.25	2	12.5	5	31.25	2
UM559	M1/2 Derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Nap	Uruétaro	Blancano	1	11	19	2	10.5	0	0	0	8	42.11	3	15.79	8	42.11	1
UM1723	M1/M2 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Esim	El Pirul	Blancano	2	13	24	6	25	2	15.38	0	14	58.33	1	4.17	9	37.5	0
UM1717	m1/2 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Esim	Misión del Valle	Blancano	1	13	10	0	0	0	0	0	8	80.00	1	10	1	10.00	0
UM1720	p2 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Esim	Misión del Valle	Blancano	2	9	20	7	35.0	0	0	0	10	50.00	5	25.00	5	25.00	0
UM1721	m3 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Esim	Misión del Valle	Blancano	1	14	18	7	38.89	0	0	0	10	55.56	4	22.22	4	22.22	0
UM171	p3/4 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Esim	Uruétaro	Blancano	2	9	18	11	61.1	0	0	0	9	50.00	3	16.67	6	33.33	0
UM1738	p3/4 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Esim	Uruétaro	Blancano	2	8	15	3	20.0	0	0	0	6	40.00	2	13.33	7	46.67	1
UM562	M3 Derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Esim	Uruétaro	Blancano	1	11	18	6	33.33	0	0	0	7	38.89	5	27.78	6	33.33	2
UM569	M1-M2	<i>Platygonus</i> sp.	Platy	Uruétaro	Blancano	1	8	12	0	0.00	0	0	0	3	25.00	3	25.00	6	50.00	1
UM570	P2-P3	<i>Platygonus</i> sp.	Platy	Uruétaro	Blancano	1	8	16	8	50.00	0	0	0	9	56.25	1	6.25	6	37.50	1
UM1735	P4	<i>Platygonus</i> sp.	Platy	Uruétaro	Blancano	1	12	14	6	42.86	0	0	0	5	35.71	5	35.71	4	28.57	1
UM571	m2 derecho	<i>Odocoileus</i> sp.	Odo	Blancano	Blancano	1	11	11	0	0.00	0	0	0	6	54.55	2	18.18	3	27.27	1
UM1736	M2 derecho	<i>Megatylopus</i> sp.	Maty	El Pirul	Blancano	1	11	15	1	6.67	0	0	0	11	73.33	1	6.67	3	20.00	1

Tabla 14. Base de datos de microdesgaste por población (promedio por taxón) de: *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, y *Platygonus* sp.

Especie	abbrev.	Localidad	Edad	N	No. de fosas	No. estrías	No. estrías cuzadas	% estrías cuzadas	No. Fosas grandes	% fosas grandes	% despostillado	No. Estrías finas	% estrías finas	No. estrías gruesas	% estrías gruesas	No. estrías mixtas	% estrías mixtas	% 0-17
<i>Cuvieronius</i> sp.	Cuv	Misión del Valle -Uruétaro	Blancano	5	11.75	19	10.25	51.84	0	0	0	7.25	38.46	3.5	17.84	8.25	43.70	25
<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Nap	Misión del Valle - Uruétaro	Blancano	4	8.75	16.8	1.75	10.44	0.5	6.25	0	8.5	51.15	2.75	16.45	5.25	30.84	75
<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Esim	Misión del Valle - Uruétaro	Blancano	6	12.83	20.5	6.7	35.6	0.3	2.6	0.0	10.7	62.1	3.5	19.9	6.3	34.7	33.3
<i>Platygonus</i> sp.	Platy	Uruétaro	Blancano	3	9.3	14	4.7	31.0	0.0	0.0	0.0	5.7	39.0	3.0	22.3	5.3	38.7	100

## CAPÍTULO III.

### ESTUDIO DE MARCADORES BIOQUÍMICOS (ISÓTOPOS DE $^{13}\text{C}$ Y $^{18}\text{O}$ ) DE UNA COMUNIDAD DEL BLANCANO DEL CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO

Ramón A. Plata-Ramírez<sup>1</sup>, Javier Ponce-Saavedra<sup>2</sup>, María T. Alberdi<sup>5</sup>, Joaquín Arroyo-Cabrales<sup>4</sup>, María L. García-Zepeda<sup>1</sup>, Tiberio Monterubio-Rico<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Paleontología, Edif. R 2°. Piso. Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México. ramon\_plata@hotmail.com

<sup>2</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz Edif. B4 2°. Piso. Ciudad Universitaria. C.P. 58060, Morelia, Michoacán, México. javierpon@gmail.com

<sup>3</sup>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. tiberio@umich.mx

<sup>4</sup>Laboratorio de Arqueozoología “M. en C. Ticul Álvarez Solórzano”, Instituto Nacional de Antropología e Historia, C.P. 06060 Ciudad de México. arromatu@hotmail.com

<sup>5</sup>Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, C.P. 28006 Madrid, España. malberdi@mncn.csic.es

**ramon\_plata@hotmail.com**

## Resumen

El presente estudio se enfoca en los materiales fósiles provenientes de las localidades de: “Uruétaro”, “El Pirul” y “Misión del Valle”, Michoacán, en el Centro Occidente de México donde se reporta la fauna de la edad del Blancano compuesta por: *Paenemarmota* sp., *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp., taxones a los que se les realizó un análisis de marcadores biogeoquímicos (isótopos estables de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ ). A partir de estos resultados se ha inferido la dieta y el hábitat de las especies reportadas. Los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  indican tres categorías alimentarias: una dieta ramoneadora con alto consumo de plantas  $\text{C}_3$  para *Megatylopus* sp. ( $\delta^{13}\text{C} = -9.34$  y  $\delta^{18}\text{O} = -2.40$ ), *Odocoileus* sp. ( $\delta^{13}\text{C} = -11.60$  y  $\delta^{18}\text{O} = -4.00$ ) y *Platygonus* sp. ( $\delta^{13}\text{C} = -10.79$  y  $\delta^{18}\text{O} = -3.17$ ); una dieta mixta, con un consumo de plantas  $\text{C}_3/\text{C}_4$ , para *Cuvieronius* sp. ( $\delta^{13}\text{C} = -8.48$  y  $\delta^{18}\text{O} = -5.40$ ) y *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* ( $\delta^{13}\text{C} = -3.33$  y  $\delta^{18}\text{O} = -3.28$ ); y dieta pacedora con alto consumo de plantas  $\text{C}_4$  para los taxones *Equus* cf. *E. simplicidens* ( $\delta^{13}\text{C} = -1.19$  y  $\delta^{18}\text{O} = -2.16$ ) y *Paenemarmota* sp. ( $\delta^{13}\text{C} = -0.26$  y  $\delta^{18}\text{O} = -3.10$ ). Estos resultados sugieren que las especies en estudio tenían plasticidad en su dieta; además de que en estas zonas existía un paisaje heterogéneo, compuesto por plantas  $\text{C}_3$  como arbustos y árboles así como plantas  $\text{C}_4$ , pastos y herbáceas, posiblemente zonas cerradas como bosques y zonas abiertas como praderas y pastizales durante la edad del Blancano.

Palabras clave: Isótopos, esmalte dental, dieta, hábitat, Mamíferos.



## Abstract

The present study focuses on fossil materials from “Uruétaro”, “El Pirul” and “Misión del Valle”, Michoacán, in the Center West of Mexico, where the fauna of a Blancan age is reported: by rodents *Paenemarmota* sp., proboscideans: *Cuvieronius* sp., equids: *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*; tayassuids: *Platygonus* sp., Cervids: *Odocoileus* sp.; and: camelids: *Megatylopus* sp., We performed stable isotope analysis ( $^{13}\text{C}$  and  $^{18}\text{O}$  stable isotopes), to infer the diet and habitat of the reported species from these results. The variation of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  values indicate three food categories: browsing diet which had high consumption of  $\text{C}_3$  plants in closed areas are: *Megatylopus* sp. with values of  $\delta^{13}\text{C}$  (-9.34) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-2.40), *Odocoileus* sp.  $\delta^{13}\text{C}$  (-11.60) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-4.00), and *Platygonus* sp.  $\delta^{13}\text{C}$  (-10.79) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-3.17), a mixed feeder diet with approximately equal consume of  $\text{C}_3$  and  $\text{C}_4$  plants are: *Cuvieronius* sp. with values of  $\delta^{13}\text{C}$  (-8.48) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-5.40) and *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*  $\delta^{13}\text{C}$  (-3.33) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-3.28); and grazer with a high ingest of  $\text{C}_4$  plants are: *Equus* cf. *E. simplicidens* with values of  $\delta^{13}\text{C}$  (-1.19) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-2.16) and *Paenemarmota* sp.  $\delta^{13}\text{C}$  (-0.26) and  $\delta^{18}\text{O}$  (-3.10). The results suggest that the species in study had plasticity in their diet. Besides that in these zones there was a heterogeneous landscape, composed of plants  $\text{C}_3$  like shrubs and trees, and plants  $\text{C}_4$ , grasses and herbaceous, which may have been closed areas (forests) and open areas (grasslands) during the Blancan.

Key words: Isotopes, dental enamel, diet, habitat, Mammals.

## Introducción

Algunas de las técnicas propuestas para inferir el tipo de alimentación son el microdesgaste dental (Solounias y Semprebom, 2000; Rivals *et al.*, 2012), el mesodesgaste (Fortelius y Solounias, 2002; Saarien *et al.*, 2015) y la composición isotópica de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$  (Koch *et al.*, 1998). Estos análisis son usados generalmente para estudiar el comportamiento alimenticio de poblaciones de especies fósiles, gracias a que se almacenan en los componentes duros de organismos vivos. La Paleontología, utiliza estos métodos para probar las hipótesis morfológicas, así como la dieta, la conformación de la cadena trófica, reconstrucción de patrones de migración y el mosaico de vegetación que existía (Koch *et al.*, 2004 y Pérez-Crespo, 2007).

De los isótopos más empleados en la investigación paleontológica está el hidrógeno para determinar fuentes de agua, el nitrógeno para la identificación de cadenas tróficas, el oxígeno para las temperaturas, el estroncio para los patrones migratorios y el carbono para la dieta y el tipo de vegetación; este último depende de la vía metabólica en que las plantas fijan el carbono atmosférico en los seres vivos por medio de la fotosíntesis con tres variantes:  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  y CAM. Las plantas  $\text{C}_3$  representan la vía metabólica más antigua, se encuentra en árboles y arbustos dicotiledóneos y algunas hierbas de zonas frías; las  $\text{C}_4$  tienen fotosíntesis por etapas, presente en herbáceas monocotiledóneas, algunos árboles, arbustos dicotiledóneos y pteridofitas en zonas tropicales y áridas y las de vía CAM, principalmente son plantas de zonas áridas como las cactáceas y agaváceas. (Ehleringer y Celrling, 2002). En consecuencia los mamíferos que se alimentan de plantas tipo  $\text{C}_3$  tendrán valores de  $\delta^{13}\text{C}$  comprendidos entre  $-10\text{‰}$  y  $-16\text{‰}$ , mientras que los animales que se alimentan de plantas tipo  $\text{C}_4$  tendrán valores de  $\delta^{13}\text{C}$  comprendidos entre  $+2\text{‰}$  y  $-2\text{‰}$ . Una alimentación de tipo mixta mostrará valores intermedios ( $-2\text{‰}$  a  $-9\text{‰}$ ) (Quade *et al.*, 1992), los animales obtienen el carbono de plantas o de otro animal y sus valores son reflejados en los componentes de estos lo que nos indica la dieta de los herbívoros para los carnívoros para determinar la dieta de forma indirecta Redaccion checar este ultimo parrafo (Pérez-Crespo y Valdivia, 2010). Esta cita falta en la Bibliografía

El oxígeno integrado en el esmalte de los dientes también refleja el nicho ecológico y la conducta alimenticia de los organismos, debido a que se conoce que las plantas C<sub>4</sub> se encuentran más enriquecidas con <sup>18</sup>O con respecto a las C<sub>3</sub> y hay un menor proporción de <sup>18</sup>O en los organismos con hábitos ramoneadores o dieta mixta en comparación con los pacedores; esto sirve para distinguir el tipo de dieta en especies simpátricas y su conducta alimenticia (Kohn *et al.*, 1998; Bravo-Cuevas, 2007).

El oxígeno se encuentra en el dióxido de carbono, como oxígeno atmosférico y en el agua en forma de <sup>16</sup>O y <sup>18</sup>O, este es incorporado de forma directa al organismo, para los mamíferos el agua es su principal fuente, también la respiración y los alimentos consumidos, se pierde por medio de la orina, la respiración y el sudor. Las proporciones de estos isótopos varían por factores climáticos, si es demasiado cálido el <sup>16</sup>O se evapora más fácilmente que el <sup>18</sup>O y el agua tendrá mayor proporción de este isótopo. Cuando el organismo consume esta agua incorpora una gran cantidad de <sup>18</sup>O. De esta manera se puede inferir las condiciones climáticas y el ambiente existente en el pasado donde habitaban los organismos fósiles ya que si presentan una menor concentración de <sup>18</sup>O y <sup>13</sup>C indicaría un ambiente cerrado como un bosque y de lo contrario una zona abierta como pastizal o sabana (Pérez-Crespo y Valdivia, 2010).

En el presente trabajo por primera vez se evalúa la dieta y el tipo de hábitat de una comunidad mastofaunística del Blanco en el Centro Occidente de México por medio de análisis biogeoquímicos (isótopos estables de <sup>13</sup>C y <sup>18</sup>O) de los elementos dentales para conocer la variación alimenticia y el hábitat de las especies reportadas, y así aportar datos para la reconstrucción Paleoambiental de las localidades de estudio del Blanco en México.

### **Materiales y métodos**

Se realizó un análisis de marcadores bioquímicos de isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ ), a las piezas dentales de las especies fósiles de las localidades "Uruétaro", "El Pirul" y "Misión del Valle", siguiendo el método propuesto por Koch *et al.* (1998).

Se eligieron 32 molares correspondientes a: *Paenemarmota* sp. (1), *Cuvieronius* sp. (5), *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* (8), *Equus* cf. *E. simplicidens* (13), *Odocoileus* sp. (1), *Platygonus* sp. (3) y *Megatylopus* sp. (1) colectados en buen estado, así como el material depositado en la Colección Paleontológica del Laboratorio de Paleontología de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Los ejemplares fueron medidos usando calibradores electrónicos y fotografiados con el objeto de tener un registro del estado y medida de los ejemplares antes de comenzar a extraer las muestras para los análisis.

### **Toma de muestras**

Para extraer el esmalte dental se utilizó un taladro de la marca Dremel con fresa de dentista de punta de diamante en forma de pera. Se tomaron entre 5 y 10 mg de esmalte de cada muestra de la parte mesial o distal de los dientes seleccionados en un área de entre 30 a 40 mm de forma vertical la que representa aproximadamente un año de crecimiento (Koch *et al.*, 1998; Hoppe *et al.*, 2004).

Una vez extraído el esmalte, se pulverizó en un mortero de ágata con pistilo y se tamizó en un tamiz de pruebas físicas de 149 micrones, con la finalidad de obtener un polvo fino.

El polvo se colectó en tubos eppendorf de 2 ml; posteriormente se realizó un tratamiento químico siguiendo las indicaciones del Laboratory Earth and Planetary Sciences, Stable Isotope, University of California en Santa Cruz, California para analizar las muestras que se describe a continuación:

1. Pesar entre 5-10 mg de esmalte en polvo en un tubo de microcentrífuga.
2. Añadir 1 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 30% (actualmente situado en el refrigerador del laboratorio) para 10 mg de muestra (escala de acuerdo con el peso de la muestra).
3. Cierre del tubo de microcentrífuga y agitar (en vórtice Genie) cada muestra durante 30-60 segundos.
4. Aflojar las tapas (de modo que el gas puede escapar) y permitir que las muestras se asienten y reaccionen durante 24 horas (agitar a menudo).
5. Centrifugar las muestras y decantar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> teniendo cuidado de dejar el polvo detrás.

6. Enjuagar la muestra y agregar de 1 ml de agua MilliQ y agitar. Después centrifugar y repetir un total de 5 lavados.

7. Una vez que las muestras han sido enjuagadas 5 veces, añadir 2 ml de ácido acético buffer 1M con acetato de calcio con pH de ~ 5\* para cada 25 mg de muestra (escala de acuerdo con el peso de la muestra). Actualmente, el ácido acético buffer con acetato de calcio se encuentra en la cabina de materiales inflamables.

8. Agitar las muestras y dejar reaccionar durante 24 horas\*\*

9. Centrifugar las muestras y decantar la solución de ácido acético buffer a distancia, teniendo cuidado de no perder nada de polvo.

10. Enjuagar la muestra mediante la adición de 1 ml de agua MilliQ y agitar. Después centrifugar y aspirar como en el paso 9. Repetir cuatro veces, dejando el polvo solamente (sin agua) después de la decantación final.

11. Destapar cada muestra y tapar con papel de aluminio. Usar algo afilado para hacer un pequeño agujero en la hoja que cubre cada tubo de muestra.

12. Congelar las muestras durante ~ 25 minutos o más.

13. Colocar las muestras en un liofilizador durante la noche.

14. Pesar entre 0,5 y 1 mg de Kiel y poner dentro de los recipientes de las muestras.

La Solución buffer debe hacerse mediante la mezcla de ácido acético 1 M con una solución acetato de calcio 1 M.

\*Utilizando la ecuación de Henderson-Hasselbach. Esto produce una solución de pH ~ 5. Confirmar este pH periódicamente. No utilizar la solución buffer si el pH cae por debajo de 4.5.

\*\* Tanto la temperatura y el tiempo de reacción puede afectar a la composición de isótopos de Carbono de la muestra. Es, por lo tanto, imperativo dejar muestras en solución durante exactamente 24 horas. Este valor no es aproximado. El tiempo de reacción era antes de 12 horas (y todavía puede ser de 12 horas para el esmalte).

Se analizaron 32 muestras por el Laboratorio de isótopos estables de la Universidad de Santa Cruz, California, Estados Unidos usando un Thermo MAT253 de doble entrada, espectrómetro de masas con un sistema dual de introducción de muestras acoplado a un Kiel IV dispositivo de Carbono. Los

estándares utilizados fueron de Mármol de Carrara (CM,  $\delta^{13}\text{C}= 1.97\text{‰}$  y  $\delta^{18}\text{O}= -1.61\text{‰}$ , ambos VPDB) (Vienna PeeDee Belemnite) , NBS-18 ( $\delta^{13}\text{C}= -5.03\text{‰}$  y  $\delta^{18}\text{O}= -23.01\text{‰}$ , VPDB) y NBS-19 ( $\delta^{13}\text{C}= 1.95\text{‰}$  y  $\delta^{18}\text{O}= -2.20\text{‰}$ , VPDB). Las desviaciones estándar para mediciones repetidas de CM (n= 32), NBS-18 (n= 19) y NBS-19 (n= 10) fueron 0.07‰, 0.22‰ y 0.02‰ para  $\delta^{13}\text{C}$  y 0.14‰, 0.34‰ y 0.05‰ para  $\delta^{18}\text{O}$ . Se realizaron análisis duplicados para ~ 20% de las muestras. La diferencia absoluta media para  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}_3}$  de 0.06‰ y 0.44‰, respectivamente y las desviaciones estándar de estas diferencias medias fueron 0.16‰ y 0.17‰ para  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}_3}$ , respectivamente.

### **Análisis de datos**

Se elaboró una base de datos con los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de los taxones en estudio (tabla 15) y una tabla con los valores promedio por población (tabla 16).

Las pruebas estadísticas realizadas con los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de los taxones reportados se utilizó un nivel de significancia de  $p < 0.05$  y el software utilizado fue el JMP 8.0 SAS Institute Inc.

Análisis de varianza (ANOVA): Se realizó esta prueba para encontrar diferencias significativas entre los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  y la prueba de Tukey-Kramer HSD para observar si existen grupos con valores similares de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de las poblaciones de mamíferos en estudio.

Para inferir el tipo de hábitat los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  se graficaron en conjunto siguiendo el modelo propuesto por White *et al.* (2009), donde los valores de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$  con tendencia a ser negativos indicarán zonas de vegetación tipo  $\text{C}_3$  (por ejemplo: bosques), y si ambos valores tienden a ser positivos, estos indicarán zonas de vegetación cálidas  $\text{C}_4$ , (por ejemplo: sabanas y praderas).

Análisis bivalente por taxón: se realizó con los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  por individuo para identificar características alimenticias de consumo de plantas de los taxones en estudio (Fig. 39), así como un análisis por separado de  $\delta^{13}\text{C}$  por muestra de cada taxón, para identificar la firma de carbono por taxón (Fig. 40), y el análisis de  $^{18}\text{O}$  por individuo para conocer la conducta alimenticia de los organismos (Fig. 41).

Análisis bivariante de promedio por población: se efectuó un análisis con los promedios de los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de las localidades en estudio para observar la preferencia de alimentación por población (Fig. 42).

## Resultados:

### Análisis bivalente de los valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ por taxón:

El análisis bivalente con los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  por individuo de los taxones de las localidades de estudio indican que *Paenemarmota* sp. de “Uruétaro” presenta un consumo de plantas  $\text{C}_4$ , para *Cuvieronius* sp. los individuos se encuentran en el límite entre consumo de plantas  $\text{C}_3$  y mixtos  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$ , el individuo de “Misión del Valle” presenta consumo mixto de plantas  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$  con mayor tendencia a plantas  $\text{C}_4$ , el caballo de talla pequeña *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* presenta un consumo mixto de plantas  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$ , dos individuos de esta especie de la localidad “Misión del Valle” presentan una tendencia hacia consumo de plantas  $\text{C}_4$ , el de talla mediana *Equus* cf. *E. simplicidens* de las 3 localidades de estudio presenta mayor consumo de plantas  $\text{C}_4$ , sólo el individuo de “El Pirul” presenta consumo de plantas  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$ , para *Platygonus* sp, *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp. presentan preferencia de consumo de plantas  $\text{C}_3$  con alimentación ramoneadora (Fig. 39).

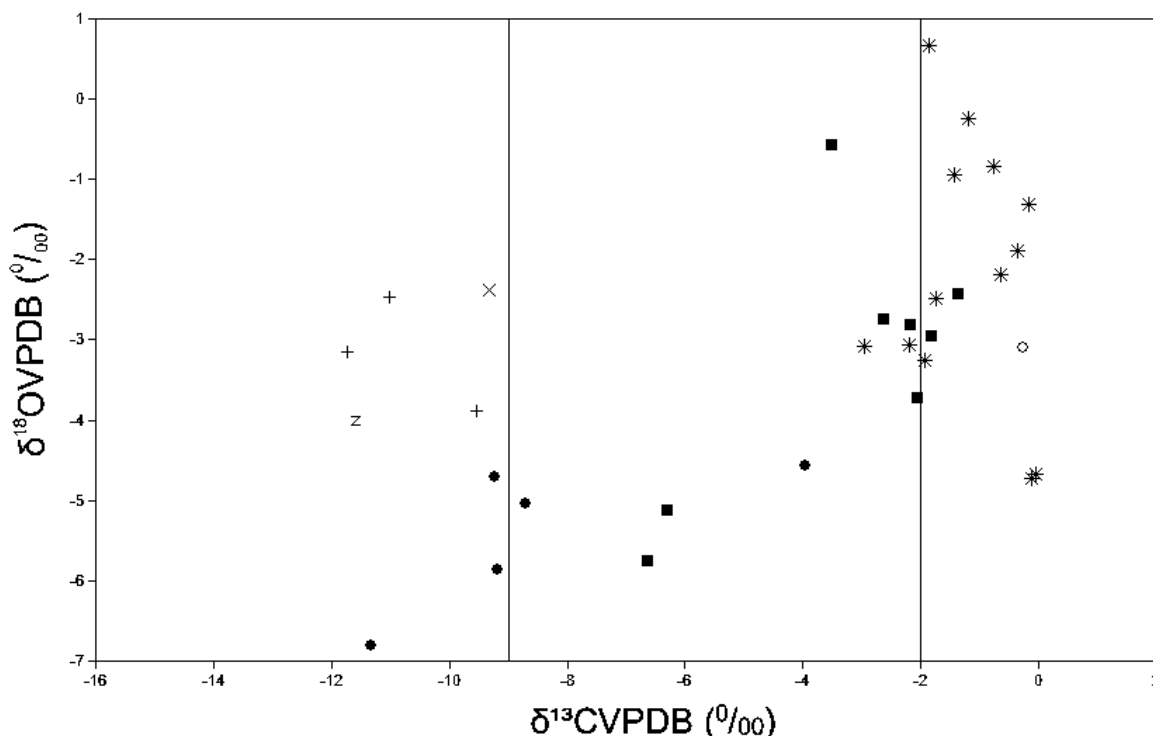


Figura 39. Análisis bivalentes de valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  por individuo (Simbología:  $\circ$ , *Paenemarmota* sp.,  $\bullet$ , *Cuvieronius* sp.,  $\blacksquare$ , *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*,  $*$ , *Equus* cf. *E. simplicidens*, Z, *Odocoileus* sp., +, *Platygonus* sp. y X, *Megatylopus* sp.).



### Análisis bivalente de los valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ por taxón:

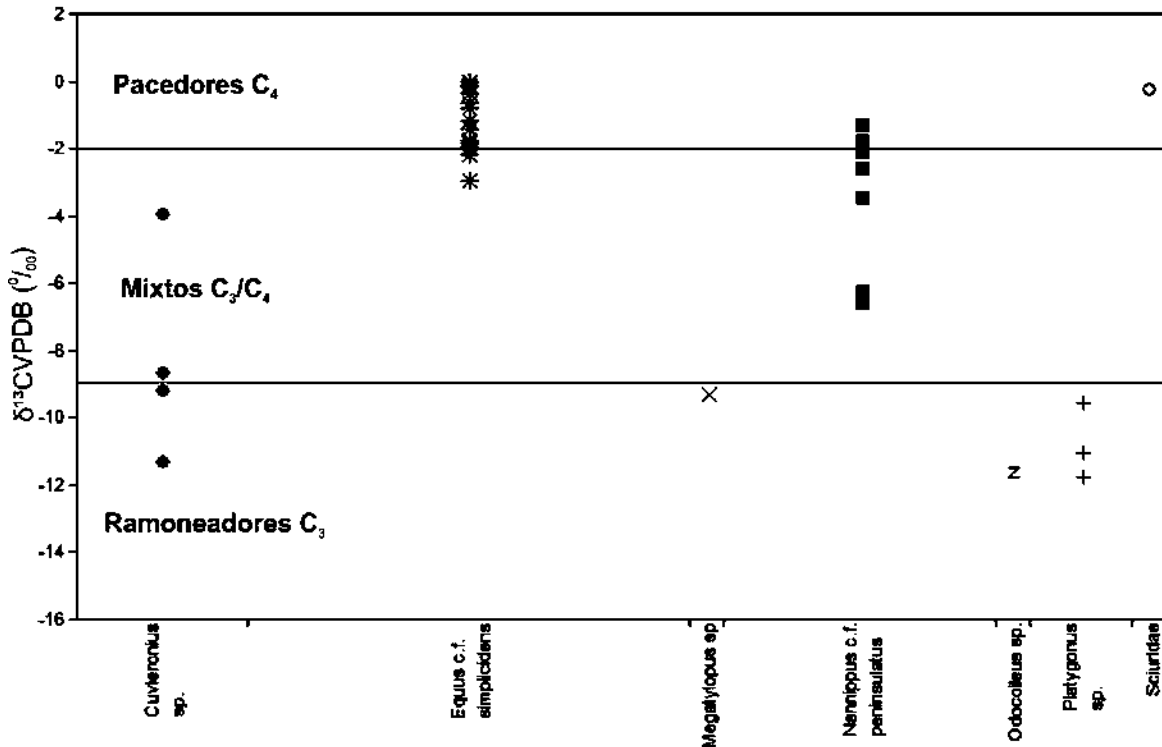


Figura 40. Análisis bivariantes de valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  por taxón (Simbología: ○, *Paenemarmota* sp., ●, *Cuvieronius* sp., ■, *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, \*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, Z, *Odocoileus* sp., +, *Platygonus* sp. y X, *Megatylopus* sp.).

Los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  por taxón indican una variación entre los individuos, *Paenemarmota* sp. que muestra una dieta pacedora C<sub>4</sub> y los individuos del género *Cuvieronius* sp. con valores de dieta mixta C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>; sin embargo un individuo de “Uruétaro” presenta valores bajos de carbono, indicando una dieta ramoneadora C<sub>3</sub>; por el contrario el individuo de “Misión del Valle” presenta valores positivos con dieta mixta C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>. Para la especie *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* sus valores isotópicos de carbono indican una dieta mixta C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>, mientras que solo un individuo de “Misión del Valle” se ubica con dieta pacedora C<sub>4</sub>. Los individuos de la especie *Equus* cf. *E. simplicidens* presentan valores que indican una dieta pacedora C<sub>4</sub>, mientras que para los géneros: *Odocoileus* sp., *Platygonus* sp. y *Megatylopus* sp. sus valores empobrecidos en carbono indican dieta ramoneadora C<sub>3</sub>.

### Análisis bivalente de los valores isotópicos $\delta^{18}\text{O}$ por taxón:

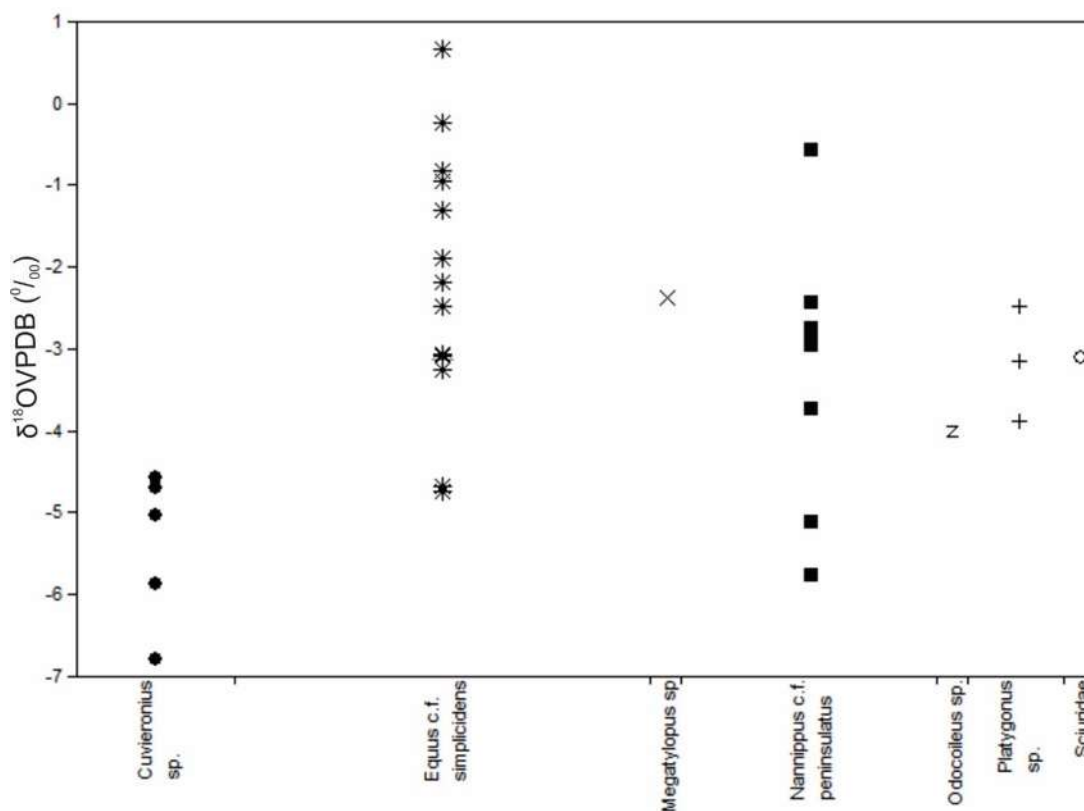


Figura 41. Análisis bivariantes de valores isotópicos de  $\delta^{18}\text{O}$  por taxón (Simbología: ○, *Paenemarmota* sp., ●, *Cuvieronius* sp., ■, *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, \*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, Z, *Odocoileus* sp., +, *Platygonus* sp. y X, *Megatylopus* sp.).

Los valores isotópicos de  $\delta^{18}\text{O}$  por taxón muestran variación entre los individuos, de manera que se identifican dos grupos, el primero conformado por el individuo de *Paenemarmota* sp. de “Uruétaro”, seis individuos *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de “Uruétaro” y “Misión del Valle”, nueve individuos de *Equus* cf. *E. simplicidens* de las tres localidades de estudio, dos individuos de *Platygonus* sp. de “Uruétaro” y el individuo de *Megatylopus* sp. que presentan valores altos de  $\delta^{18}\text{O}$ .

El segundo grupo con menores valores de  $\delta^{18}\text{O}$  estuvo conformado por: los cinco individuos de *Cuvieronius* sp. de “Uruétaro” y “Misión del Valle”, tres de *Equus* cf. *E. simplicidens* de “Uruétaro”, tres de *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* de “Uruétaro” y “Misión del Valle”, un individuo de *Platygonus* sp. de “Uruétaro” y el individuo de *Odocoileus* sp.

### Análisis bivalente de promedio por taxón de valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ :

Se efectuó un análisis con los promedios por taxón de los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de las localidades de estudio para observar la preferencia de alimentación por población (Fig. 42).

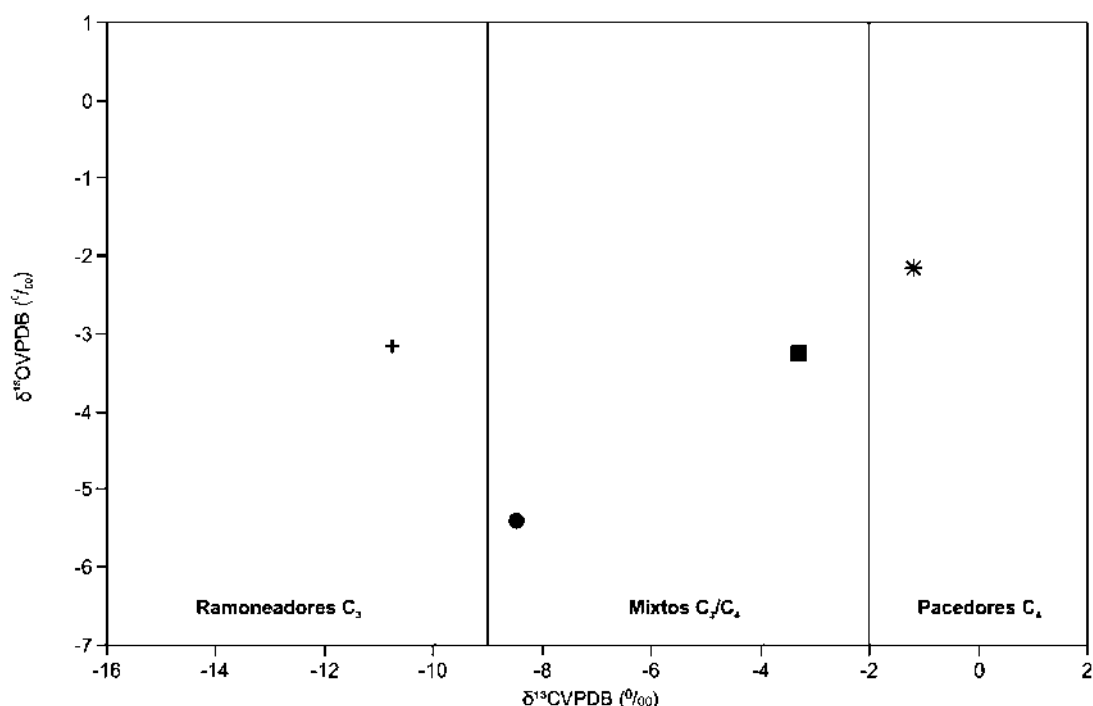


Figura 42. Análisis bivariantes de valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  por promedio de cada taxón (Simbología: ●, *Cuvieronius* sp., ■, *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, \*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, +, *Platygonus* sp.).

Los valores isotópicos por taxón indican que la población de *Cuvieronius* sp. presenta valores de consumo mixto de plantas  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$  con tendencia a consumo de plantas  $\text{C}_3$  de dieta ramoneadora, la población del caballo de talla pequeña *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* presenta consumo mixto de plantas  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$  con tendencia a pacer  $\text{C}_4$ , para la población del caballo de talla mediana *Equus* cf. *E. simplicidens* de las 3 localidades presenta mayor consumo de plantas  $\text{C}_4$  con dieta pacer, para el individuo de la localidad de “El Pirul” de *Equus* cf. *E. simplicidens* presenta valores de mayor consumo de plantas  $\text{C}_4$  con dieta pacer al igual que el individuo de *Paenemarmota* sp. La población de

*Platygonus* sp. mostró preferencia de consumo de plantas C<sub>3</sub> de alimentación ramoneadora y para los individuos de *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp. se presenta preferencia de consumo de plantas C<sub>3</sub> de alimentación ramoneadora.

El análisis de varianza (ANOVA) indica que existen diferencias ( $F = 22.3722$ ,  $\text{prob} \leq 0.001$ ), entre los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  analizados de las poblaciones de mamíferos en estudio. La prueba de Tukey-Kramer HSD muestra que existen dos grupos con valores similares de  $\delta^{13}\text{C}$  el primero compuesto por los individuos de *Paenemarmota* sp. y *Equus* cf. *E. simplicidens* de “El Pirul” así como las poblaciones de *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* y *Equus* cf. *E. simplicidens* de “Misión del Valle” y “Uruétaro”; mientras que el segundo grupo está integrado por los individuos de *Odocoileus* sp., *Megatylopus* sp., y las poblaciones de *Cuvieronius* sp. y *Platygonus* sp. de “Misión del Valle” y “Uruétaro”.

El análisis de varianza (ANOVA) indica que existen diferencias ( $F = 2.5886$ ,  $\text{prob} \leq 0.0386$ ), entre los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  analizados de las poblaciones de mamíferos en estudio. La prueba de Tukey-Kramer HSD muestra que solo existen diferencias en los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  entre las poblaciones de *Equus* cf. *E. simplicidens* y *Cuvieronius* sp., de “Misión del Valle” y “Uruétaro”, mientras que entre los individuos y poblaciones de *Paenemarmota* sp., *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Odocoileus* sp., *Megatylopus* sp. y *Platygonus* sp. de “Misión el Valle”, “Uruétaro” y “El Pirul” no existen diferencias significativas.

## Discusión

La mastofauna en estudio se agrupa en las tres categorías alimentarias propuestas por MacFadden y Cerling (1996), mayor consumo de plantas C<sub>4</sub> pacedor, consumo de plantas C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> mixto y mayor consumo de plantas C<sub>3</sub> ramoneador.

Los valores obtenidos a nivel especie o género son los siguientes:

*Paenemarmota* sp.: los valores isotópicos de la muestra analizada de este género de la localidad de “Uruétaro” indican que tuvo una preferencia alimenticia de plantas C<sub>4</sub> (pacedor), indicando que posiblemente habitaba zonas abiertas como pastizales, sabanas o praderas a diferencia de sus parientes más cercanos en la actualidad las marmotas (*Marmota*) que habitan zonas montañosas de Eurasia y Norteamérica adaptándose al frío (Cuenca Bescós y Canudo, 2005), estos resultados indican que es más parecido al estilo de vida del perrito de la pradera (*Cynomys mexicanus*) que vive en sitios áridos y semiáridos como desiertos y estepas y se alimenta 90% de hierbas y pastos (Ceballos-González *et al.*, 1999).

*Cuvieronius* sp.: los valores isotópicos indican que dos individuos de este género presentan un hábito alimentario de tipo mixto C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> y dos presentan valores en el límite entre mixtos y ramoneadores, con mayor preferencia de plantas C<sub>3</sub> de la localidad de Uruétaro, sin embargo la única muestra de la localidad de “Misión del Valle” presenta un hábito alimentario ramoneador C<sub>3</sub>. Los valores promedio para este taxón indican que *Cuvieronius* sp. tenía hábito alimentario mixto con tendencia a ramoneador por lo que posiblemente habitaba preferentemente zonas cerradas como bosques, lo que coincide con los ejemplares de *Cuvieronius* sp. del Pleistoceno tardío de Sonora y Chiapas en México indicando una dieta y hábitat similar, por lo que posiblemente este género tuvo la misma preferencia alimenticia y ambiental de la edad del Blancano hasta el Rancholabreano (Pérez-Crespo *et al.*, 2015, 2016).

*Nannippus* cf. *N. peninsulatus*: los valores isotópicos para esta especie nos indican que dos individuos de “Uruétaro” y cuatro de “Misión Valle” tuvieron un hábito alimentario mixto, consumo de plantas C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>, sin embargo un ejemplar de “Uruétaro” y uno de “Misión Valle” presentan hábito pacedor mayor consumo de

plantas C<sub>4</sub>, el promedio de la población de  $\delta^{13}\text{C}$  indica que esta especie tenía hábito alimentario mixto con consumo de plantas C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>, con tendencia a pacedor C<sub>4</sub> por lo que habitaba ambientes de zonas cerradas como bosques y zonas abiertas como pastizales. *Nannippus* sp. de Rancho El Ocote, Guanajuato, para la edad del Henfiliano tenía una dieta pacedora consumo de plantas C<sub>4</sub> (Wang *et al.*, 1994), la especie *Nannippus minor* de Florida para el Henfiliano tardío tenía una dieta ramoneadora C<sub>3</sub> con tendencia a pacedor (MacFadden *et al.*, 1999), *Nannippus peninsulatus* de Arizona para el Blanco tardío tenía una dieta pacedora consumo de plantas C<sub>4</sub> (Wang *et al.*, 1994). Esta variación alimenticia de *Nannippus* en nuestras localidades comparadas con otros sitios de Norteamérica para el Henfiliano y Blanco nos indicaría una variación en la dieta para este género.

Los valores isotópicos de los individuos de *Equus* cf. *E. simplicidens* indican que tuvo una preferencia alimenticia de plantas C<sub>4</sub> de tipo pacedor, sin embargo el único individuo de la localidad de “El Pirul” presenta un hábito mixto C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> con tendencia a pacedor C<sub>4</sub>. Los valores isotópicos por población indican que tuvo hábitos alimentarios de pacedor C<sub>4</sub> con consumo de herbáceas y pastos de ambientes abiertos como pastizales y sabanas. *Equus simplicidens* de dos sitios de Nebraska del Blanco medio y tardío tenían una dieta mixta C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> (Kita, 2011). La variación alimenticia de esta especie en nuestras localidades comparadas con otros sitios de Norteamérica para el Blanco medio y tardío nos indicaría una diferencia en la alimentación posiblemente causada por factores ambientales como la disponibilidad de recursos o un comportamiento ecléctico, a excepción del individuo de *Equus* cf. *E. simplicidens* de “El Pirul”.

*Platygonus* sp.: los valores isotópicos de la población de este género de “Uruétaro” indican que tenía hábitos alimentarios de tipo ramoneador, consumo de plantas C<sub>3</sub>, como hojas de árboles, lo que indica que habitaba posiblemente zonas cerradas como bosques. *Platygonus* sp. de dos sitios de Nebraska del Blanco medio y tardío tenían una dieta ramoneadora C<sub>3</sub> (Kita, 2011), mientras que en cinco sitios de Florida del Blanco tardío tenían una dieta mixta C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> (Feranec y

MacFadden, 2000), que nos indica una diferencia en la alimentación posiblemente causada por factores ambientales o un comportamiento ecléctico.

*Odocoileus* sp.: los valores isotópicos del individuo de este género de la localidad de “Uruétaro” indican que tenía un hábito alimentario ramoneador, consumo de plantas C<sub>3</sub> por lo que habitaba ambientes cerrados como bosques. *Odocoileus* sp. de tres localidades de Florida del Rancholabreano presenta una dieta ramoneadora, consumo de plantas C<sub>3</sub>, como hojas de árboles (Koch *et al.*, 1998), esto indica una similitud con el individuo en estudio de “Uruétaro”, por lo que posiblemente este género tuvo la misma preferencia alimenticia y ambiental en la edad del Blancano hasta el Rancholabreano, por otro lado los parientes actuales de *Odocoileus* sp. (*Odocoileus virginianus* y *Odocoileus hemionus*) tienen una dieta herbívora ramoneadora (Church 1993, Galindo-Leal y Weber 1998; Sáenz Aragón, 1999; González y Briones-Salas, 2012) indicando la misma preferencia alimenticia hasta la actualidad.

*Megatylopus* sp.: los valores isotópicos del individuo de este género de la localidad de “El Pirul” indican que tenía un hábito alimenticio de consumo de plantas C<sub>3</sub> (ramoneador), con tendencia a mixto C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>, que indicaría que posiblemente habitaba preferentemente zonas cerradas como bosques. *Megatylopus* sp. de una localidad de California y una de Nebraska del Claredoniano tardío (Mioceno medio) tenía una dieta de consumo de plantas C<sub>3</sub> (ramoneadora) y para una localidad de Nebraska del Henfiliano (Mioceno tardío) medio también presenta una dieta de consumo de plantas C<sub>3</sub> (ramoneadora) (Feranec y MacFadden, 2006; Kita *et al.*, 2011), esto indica una similitud para este género por lo que posiblemente este tuvo la misma preferencia alimenticia y ambiental desde la edad del Claredoniano hasta el Blancano.

## Conclusiones

Los valores isotópicos de los taxones estudiados los agrupan en tres categorías alimentarias y dos hábitats:

1.- Ramoneadores C<sub>3</sub> de zonas cerradas: El pecarí (*Platygonus* sp.), el venado (*Odocoileus* sp.) y el camello (*Megatylopus* sp.).

2.- Dieta Mixta C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> de zonas abiertas y cerradas: el gonfoterio (*Cuvieronius* sp.) y la especie de caballo pequeña (*Nannippus* cf. *N. peninsulatus*).

3.- Dieta Pacedora C<sub>4</sub> de zonas abiertas: la especie de caballo de talla mediana (*Equus* cf. *E. simplicidens*) y la marmota (*Paenemarmota* sp.).

Los valores negativos del isótopo  $\delta^{18}\text{O}$  de las cinco muestras de *Cuvieronius* sp. con un promedio de -5,40 ‰ sugieren que este taxón se desarrolló en un hábitat cerrado y los valores positivos de este isótopo de las trece muestras de *Equus* cf. *E. simplicidens* con promedio de -2.16‰ sugieren que se desarrolló en un hábitat abierto ya que estos dos taxones se encuentran en las localidades de “Uruétaro” y “Misión del Valle” posiblemente existieron ambientes abiertos y cerrados en las dos localidades.

Los valores isotópicos de los taxones en estudio sugieren que en las localidades: “Uruétaro”, “El Pirul” y “Misión del Valle” en Michoacán, Centro Occidente de México en la edad de mamíferos del Blancano existían ambientes cerrados posiblemente compuestos por plantas C<sub>3</sub> compuestos de plantas como árboles y arbustos como bosques y ambientes abiertos con plantas C<sub>4</sub> compuestos de pastos y herbáceas como pastizales o sabanas.



## Referencias bibliográficas

- Bravo-Cuevas, V. M., Morales-García, N. M., y Cabral-Perdomo, M. A. 2015. **Description of mastodons (*Mammot americanum*) from the late Pleistocene of southeastern Hidalgo, central Mexico.** Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 67(2).
- Cerling, T. E., & Harris, J. M. 1999, **Carbon isotope fractionation between diet and bioapatite in ungulate mammals and implications for ecological and paleoecological studies:** *Oecologia*, 120(3), 347-363.
- Ceballos, G., Pacheco, J., y List, R. 1999. **Influence of prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) on habitat heterogeneity and mammalian diversity in Mexico.** *Journal of Arid Environments*, 41(2), 161-172.
- Church, D. C. D. C. 1993. **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición** (No. SF 768.2. R8. R8518 1993).
- Craig, H. 1957. **Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass-spectrometric analysis of carbon dioxide.** *Geochimica et cosmochimica acta*, 12(1-2), 133-149.
- Coplen, T. B. 1988. **Normalization of oxygen and hydrogen isotope data.** *Chemical Geology: Isotope Geoscience Section*, 72(4), 293-297.
- Ehleringer, J.R. y Cerling, T.H. 2002. Stable isotopes. Vol..2 **The Earth system: biological and ecological dimensions of global environmental change.** En Mooney, H. A. y Candadell, J. G. (Editores). *Enciclopedia of Global Environmental Change.* John Wiley y Sons, Ltd. Chichester, pp. 544-550.
- Feranec, R. S., & Macfadden, B. J., 2000, **Evolution of the grazing niche in Pleistocene mammals from Florida: evidence from stable isotopes:** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 162, 155-169.
- Feranec, R. S., & MacFadden, B. J. 2006. **Isotopic discrimination of resource partitioning among ungulates in C3-dominated communities from the Miocene of Florida and California.** *Paleobiology*, 32(2), 191-205.

- Galindo Leal, C., & Weber, M. 1998. **El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología manejo y conservación** (No. 636.294 G3).
- González, G., y Briones-Salas, M. 2012. **Dieta de *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en un bosque templado del norte de Oaxaca: México**. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 447-457.
- (a) Hoppe, K.A., Amundson, R., Vavra, M., McClaran, M.P., Anderson, D.L., 2004, **Isotope analyses of equid teeth from modern North American feral horses: implications for paleoenvironmental reconstructions**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 203, 299–311.
- (b) Hoppe, K.A., Stover, S.M., Pascoe, J.R., Amundson, R., 2004, **Patterns of tooth enamel biomineralization in modern domestic horses: Implications for isotopic microsampling**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 206, 355–365.
- Kita, Z. 2011. **New stable isotope record of paleoecological change in the late Neogene of the western Great Plains from enamel in large mammals**. *Dissertations & Theses in Earth and Atmospheric Sciences*. 18.
- Kohn, M. J., T. E. Cerling, 2002, **Stable isotope compositions of biological apatite**, *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 48:455-488.
- Kohn, M. J., McKay, M.P. y Knigh, J.L., 2005. **Dinning in the Pleistocene-Who`s on the menú?** *Geology* 33: 649-652.
- Koch, P.L., Tuross, N., Fogel, M.L., 1997, **The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbon in biogenic hydroxylapatite**: *Journal of Archaeological Science*, 24, 417-429.
- Koch, P.L., Hoppe, K.A., Webb, S.D., 1998, **The isotopic ecology of late Pleistocene mammals in North America**. Part 1. Florida: *Chemical Geology*, 152, 119-138.
- Koch, P.L. Diffenbaug, N.S. y Hoppe, K.A., 2004, **The effects of late Quaternary Climate and PCO<sub>2</sub> change on C<sub>4</sub> plan abundance in the south-central**

- United States.** Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology 207: 331-357.
- Lee-Thorp, J.A., Van Der Merwe, N.J., Brain, C.K., 1994, **Diet of Australopithecus robustus at Swartkrans from stable carbon isotopic analysis:** Journal of Human Evolution, 27, 361-372.
- Marín-Leyva, A.H., García-Zepeda, M.L., Ponce-Saavedra, J., Schaaf, P., Arroyo-Cabrales, J., Alberdi-Alonso, M.T., 2013, **Inferencias de paleodietas en ungulados y proboscidos: limitaciones conceptuales y técnicas.** Revista Biológicas julio de 2013, 15 (1): 1-10.
- MacFadden B., J. Cerling T., E. Prado J., 1996, **Cenozoic Terrestrial Ecosystem Evolution in Argentina Evidences from Carbon Isotopes of Fossil Mammal Teeth:** Palaios 11,319-327.pdf.
- MacFadden, B. J., Solounias, N., & Cerling, T. E. 1999. **Ancient diets, ecology, and extinction of 5-million-year-old horses from Florida.** Science, 283(5403), 824-827.
- MacFadden, B.J., 2008, **Geographic variation in diets of ancient populations of 5-million-year-old (early Pliocene) horses from southern North America:** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 266, 83-94.
- Mooser, O. y Dalquest, D.W. 1975, **Pleistocene mammals from Aguascalientes, Central Mexico.** Journal of mammalogy 56: 781-820.
- Nunez, E.E., MacFadden, B.J., Mead, J.I., Baez, A., 2010, **Ancient forests and grasslands in the desert: Diet and habitat of Late Pleistocene mammals from Northcentral Sonora, Mexico:** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 297, 391-400.
- Sáenz Aragón, J., 1999. **Hábitos alimenticios y uso del hábitat por el venado bura (Odocoileus hemionus crooki) en el sur de Nuevo León.** Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp.88.

- Saarinen, J., Karme, A., Cerling, T., Uno, K., Säilä, L., Kasiki, S., y Fortelius, M. 2015. **A New Tooth Wear-Based Dietary Analysis Method for Proboscidea (Mammalia)**. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 35(3), e918546.
- Pérez-Crespo V. A., 2007. **Reconstrucción paleoambiental de una comunidad pleistocénica en México usando isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ )**, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Oaxaca México, Tesis Maestría pp 65.
- Pérez-Crespo, V. A., Sánchez-Chillón, B., Arroyo-Cabrales, J., Alberdi, M. T., Polaco, O. J., Santos-Moreno, A., Morales-Puente, P., Benammi, M., Cienfuegos-Alvarado, E., 2009, **La dieta y el hábitat del mamut y los caballos del Pleistoceno tardío de El Cedral**: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 26 (2), pp. 347-355.
- Pérez-Crespo, V. A., y Valdivia, L. M. A. 2010. Isótopos estables: una alternativa en los estudios de los mamíferos fósiles. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 17(80), 31-34.
- Pérez-Crespo, V. A., Arroyo-Cabrales, J., Alva-Valdivia, I. M., Morales-Puente, P., & Cienfuegos-Alvarado, E., 2011, **Diet and habitat definitions for Mexican glyptodonts from Cedral (San Luis Potosí, México) based on stable isotope analysis**: *Geological Magazine*, 149(01), 153-157.
- Pérez-Crespo, V. A., Arroyo-Cabrales, J., Alva-valdivia, L.M. & Morales-puente, P. Cienfuegos-Alvarado, E., 2012, **Datos isotópicos ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) de la fauna pleistocénica de la Laguna de las Cruces, San Luis Potosí, México**: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 29 (2), pp. 299-307.
- Pérez-Crespo V. A., 2013. **Aplicación de los marcadores biogeoquímicos  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  y  $87\text{sr}/86\text{sr}$  en la dieta y los hábitos de los megaherbívoros del Pleistoceno tardío de México**, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciencias Biológicas, Distrito Federal, México, Tesis Doctorado pp 163.

- Pérez-Crespo, V. A., Arroyo-Cabrales, J., Corona-M, E., Morales-Puente, P., Cienfuegos-Alvarado, E., & Otero, F. J. 2015. **Diet of rinchothere (Proboscidea, Gomphotheriidae, Rhynchotherium Species) of Taxco, Guerrero, México.** *The Southwestern Naturalist*, 60(1), 97-98.
- Pérez-Crespo, V. A., Prado, J. L., Alberdi, M. T., Arroyo-Cabrales, J., & Johnson, E. 2016. **Diet and Habitat for Six American Pleistocene Proboscidean Species Using Carbon and Oxygen Stable Isotopes.** *Ameghiniana*, 71(1), 39-51.
- Quade, J., Cerling, T.E., Barry, J.C., Morgan, M.E., Pilbeam, D.R., Chivas, A.R., Lee-Thorp, J.A., Van Der Merwe, N.J., 1992, **A 16-Ma record of paleodiet using carbon and oxygen isotopes in fossil teeth from Pakistan:** *Chemical Geology (Isotope Geoscience Section)*, 94, 183-192.
- Rivals, F., & Athanassiou, A., 2008, **Dietary adaptations in an ungulate community from the late Pliocene of Greece:** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 265(1-2), 134-139.
- Rivals, F., 2012. **Ungulate feeding ecology and middle Pleistocene paleoenvironments at Hundsheim and Deutsch-Altenburg 1 (eastern Austria).** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 317, 27-31.
- Sánchez-Chillón, B., Prado, J. L., Alberdi, M. T., 2006, **Ancient feeding, ecology and extinction of Pleistocene horses from the Pampean Region, Argentina:** *Ameghiniana*, 43 (2), 427-436.
- Sponheimer, M. y Lee-Thorp, J.A., 2001, **The oxygen isotope composition of mammalian enamel carbonate from Morea Estate, South Africa.** *Oecologia*. 126: 153-157.
- 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).
- Wang, Y., Cerling, T. E., y MacFadden, B. J. 1994. **Fossil horses and carbon isotopes: new evidence for Cenozoic dietary, habitat, and ecosystem**

**changes in North America.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 107(3-4), 269-279.

Werner, R. A., & Brand, W. A. 2001. **Referencing strategies and techniques in stable isotope ratio analysis.** *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 15(7), 501-519.

White, T. D., Asfaw, B., Beyene, Y., Haile-Salassie, Y., OwenLevejoy, C., Suwa, G., y WoldeGabriel, G. 2009. **Ardipithecus ramidus and the paleobiology of Early hominds.** *Science*, 326:75-86.

## Anexos

Tabla 15. Valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de molares de: *Paenemarmota* sp., *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp.

Muestra	Sigla	Elemento	Taxon	Localidad	Edad	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$
1	UM1734	m1-m3	<i>Paenemarmota</i> sp.	Uruétaro	Blancano	-0.26	-3.10
2	UM566	m3	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro	Blancano	-8.70	-5.04
3	UM567	m3	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro	Blancano	-11.33	-6.80
4	UM568	m3	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro	Blancano	-9.23	-4.70
5	UM1732	fragmento	<i>Cuvieronius</i> sp.	Uruétaro	Blancano	-9.19	-5.87
6	UM1733	fragmento	<i>Cuvieronius</i> sp.	Misión del Valle	Blancano	-3.96	-4.57
7	UM 558	P3/4 Derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Uruétaro	Blancano	-2.08	-3.75
8	UM560	P3/4 Izquierdo	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Uruétaro	Blancano	-6.66	-5.78
9	UM1711	M3 Izquierdo	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Uruétaro	Blancano	-1.85	-2.98
10	UM1719	p2 derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Blancano	-2.66	-2.76
11	UM1726	P3/4 Derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Blancano	-1.38	-2.45
12	UM1728	m3 derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Blancano	-2.20	-2.83
13	UM1730	p2 derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Blancano	-3.53	-0.59
14	UM1731	P3/P4 derecho	<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	Misión del Valle	Blancano	-6.32	-5.14
15	UM562	M3 Derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro	Blancano	-1.20	-0.24
16	UM563	P3/4 Izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro	Blancano	-1.87	0.66
17	UM1712	p3/4 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro	Blancano	-0.17	-1.31
18	UM1738	p3/4 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro	Blancano	-1.74	-2.48
19	UM1720	p2 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Blancano	-2.20	-3.06
20	UM1715	P3/4 Derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Blancano	-0.37	-1.89
21	UM1716	P3/4 Izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Blancano	-1.43	-0.94
22	UM1713	m3 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Uruétaro	Blancano	-0.64	-2.19
23	UM1718	m3 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Blancano	-0.77	-0.83
24	UM1721	m3 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Blancano	-0.11	-4.73
25	UM1725	P2 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Blancano	-1.93	-3.26
26	UM1729	p3/p4 izquierdo	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	Misión del Valle	Blancano	-0.04	-4.67
27	UM1723	M1/M2 derecho	<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	El Pirul	Blancano	-2.97	-3.08
28	UM569	M1-M2	<i>Platygonus</i> sp.	Uruétaro	Blancano	-9.57	-3.89
29	UM570	P2-P3	<i>Platygonus</i> sp.	Uruétaro	Blancano	-11.05	-2.47
30	UM1735	P4	<i>Platygonus</i> sp.	Uruétaro	Blancano	-11.76	-3.15
31	UM571	m1-m2	<i>Odocoileus</i> sp.	Uruétaro	Blancano	-11.60	-4.00
32	UM1736	M2	<i>Megatylopus</i> sp.	El Pirul	Blancano	-9.34	-2.40

Tabla 16. Promedios de valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  por taxones: *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp.).

Taxon	N	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$
<i>Cuvieronius</i> sp.	5	-8.48	-5.40
<i>Nannippus</i> cf. <i>N. peninsulatus</i>	8	-3.33	-3.28
<i>Equus</i> cf. <i>E. simplicidens</i>	13	-1.19	-2.16
<i>Platygonus</i> sp.	3	-10.79	-3.17

## DISCUSIÓN GENERAL

### Taxonomía

En las localidades de estudio “El Pirul”, “Uruétaro” y “Misión del Valle” se reporta una fauna compuesta por: roedor: *Paenemarmota* sp., Proboscideo: *Cuvieronius* sp., Equidos: *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*; *Equus* cf. *E. simplicidens*, Tayasuido: *Platygonus* sp., Cervido: *Odocoileus* sp., y Camelido: *Megatylopus* sp., representando cuatro órdenes, seis familias, siete géneros y dos especies, de los cuales la presencia de *Nannippus peninsulatus*, *Equus simplicidens* y *Megatylopus*, le asignan a las localidades de estudio una edad relativa a la edad de mamíferos del Blancano (NALMA) de (5.33 - 1.35 Ma) ya que son considerados fósiles índice para esta edad (Bell *et al.*, 2004; Morgan y Lucas, 2014), sin embargo se requiere de fechamientos o fósiles índice de pisos que ubiquen la división del Blancano a la que pertenecen las localidades de estudio.

Para lograr la asignación a nivel especie de los taxones presentados en este estudio a nivel género se requiere de mayor número de muestra de elementos dentales y postcraneales que aporten más información sobre la taxonomía, para el caso de *Cuvieronius* sp. Lucas (2008) menciona que las características métricas y la variación morfológica de ejemplares de Norteamérica y Sudamérica asignados a las especies *Cuvieronius tropicus* y *C. hyodon* no presentan variación que las considere especies diferentes. De la misma manera para las dos especies conocidas típicamente para México *Cuvieronius tropicus* y *C. oligobunis* Montellano–Ballesteros (2002) menciona que los rasgos diagnósticos que separan a estas especies son vagos y representan las características propias del género. Por lo que en este trabajo se considera a nivel de género ya que se requiere de muestras que aporten las características diagnósticas específicas relacionadas a la banda del esmalte y mayor número de muestra en elementos dentales para confirmar la presencia de *Cuvieronius hyodon*.

Para el caballo *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* se usa la consideración de *conformis* por el escaso material con el que se cuenta en las localidades de estudio, por lo que se requiere de un mayor número de muestra de elementos craneales y postcraneales que confirmen la presencia de *Nannippus peninsulatus*.



El caballo *Equus* cf. *E. simplicidens* también se usa la consideración de *conformis* por el escaso material, ya que presenta las características diagnósticas de la especie, cabe mencionar que las medidas de los elementos de este taxón son ligeramente más pequeños que los de la literatura para *E. simplicidens*, sin embargo Howe (1970) hace una revisión de la variación de medidas de esta especie con los ejemplares encontrados en las localidades de Estados Unidos, identificando grandes rangos de medidas entre los individuos y los elementos de este estudio se agrupan dentro de esta variación.

De la misma manera la asignación a nivel género de *Paenemarmota* sp., *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp. requiere de más material que aporte caracteres diagnósticos a nivel específico.

#### **Dieta y hábitat por Microdesgaste de baja magnificación e isótopos estables de $^{13}\text{C}$ y $^{18}\text{O}$ por taxón:**

Los resultados de los valores isotópicos de la marmota gigante *Paenemarmota* sp. indican que tenía una dieta pasedora con un consumo de plantas  $\text{C}_4$ , por lo que posiblemente habitaba zonas abiertas como pastizales. Para este taxón no se realizaron análisis de microdesgaste dental ya que la base de datos existente en la literatura propuesta por Solounias y Semprebon (2002) incluye únicamente ungulados y probocideos, por lo que no existe una base de datos comparativa para este roedor.

El gonfoterio *Cuvieronius* sp. presenta una dieta mixta en los resultados de microdesgaste y en los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  (-8.48) y  $\delta^{18}\text{O}$  (-5.40) indicando que posiblemente siguió la misma tendencia alimenticia de consumo de plantas  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$  por lo que habitaba cerca de zonas cerradas como bosques y zonas abiertas como pastizales. Estos resultados son similares para *Cuvieronius* sp. del Pleistoceno tardío de Sonora y Chiapas en México (Pérez-Crespo *et al.*, 2015, 2016) por lo que este taxón posiblemente tuvo una dieta mixta del Blanco hasta el Rancho Labreano en México.

El caballo de talla pequeña *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* presenta una dieta medianamente abrasiva ramoneadora en los resultados de microdesgaste, en cambio los valores isotópicos indican que tuvo una dieta mixta, consumo de plantas C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> con tendencia a pacer, lo que podría indicar que tuvo una plasticidad en la dieta posiblemente causada por cambios ambientales en las zonas de estudio o habitando los dos tipos de ambientes. Estos resultados coinciden con los estudios de microdesgaste (Semperebon *et al.*, 2016) así como de isótopos <sup>13</sup>C y <sup>18</sup>O en Estados Unidos (Wang *et al.*, 1994; MacFadden *et al.*, 1999) donde se encontró una variación alimenticia de *Nannippus*.

El caballo *Equus* cf. *E. simplicidens* presenta una dieta medianamente abrasiva tipo mixta en los resultados de microdesgaste que representan los últimos días de vida, en cambio los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  indican que tuvo una dieta de consumo de plantas C<sub>4</sub>, con preferencia de zonas abiertas como pastizales o sabanas, sin embargo, en estudios de microdesgaste del Blanco (Semperebon *et al.*, 2016) y de isótopos estables del Blanco medio y tardío (Kita, 2011) de Nebraska. *Equus simplicidens* presentó dieta mixta lo que podría indicar que tuvo una plasticidad en la dieta, posiblemente tuvo una preferencia de ambientes abiertos en las zonas de estudio y en Nebraska habitaba ambientes abiertos y cerrados o alternaba su dieta por posibles cambios ambientales.

El pecarí *Platygonus* sp. presentó una dieta de baja abrasión ramoneadora en los resultados de microdesgaste y un consumo de plantas C<sub>3</sub> en los valores isotópicos, esto indica que posiblemente siguió la misma tendencia alimenticia de consumo de plantas C<sub>3</sub> y habitaba zonas cerradas como bosques en las zonas de estudio. Estos resultados coinciden con los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de *Platygonus* sp. de dos sitios de Nebraska del Blanco medio y tardío (Kita, 2011). Sin embargo en cinco sitios de Florida del Blanco tardío tenían una dieta mixta C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> (Feranec y MacFadden, 2000), que nos indica una diferencia en la alimentación posiblemente causada por factores ambientales o un comportamiento ecléctico al habitar posiblemente ambientes abiertos y cerrados en Florida.

El venado *Odocoileus* sp. presentó consumo de plantas poco abrasivas, en los resultados de microdesgaste y un consumo de plantas C<sub>3</sub> en los resultados de

isótopos estables de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  que indican una dieta ramoneadora, estos resultados sugieren que posiblemente habitaba ambientes cerrados como bosques en las zonas de estudio. En trabajos de isótopos de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$  del Rancholabreano en Florida de *Odocoileus* sp. presentó también una dieta ramoneadora, y sus parientes actuales (*Odocoileus virginianus* y *Odocoileus hemionus*) con base en histología de restos fecales tienen una dieta herbívora ramoneadora, (Church 1993, Galindo-Leal y Weber 1998; Marshal *et al.*, 2011) estos resultados indican que *Odocoileus* posiblemente tiene la misma preferencia alimenticia y de ambientes cerrados como bosques desde el Blancano hasta la actualidad.

El camello *Megatylopus* sp. presentó una dieta mixta con tendencia a ramoneador en los resultados de microdesgaste en sus últimos días de vida, en cambio los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  indican que tenía un hábito alimenticio de consumo de plantas  $\text{C}_3$  (ramoneador), con tendencia a mixto  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$  indicando que posiblemente habitaba zonas abiertas como pastizales y preferentemente zonas cerradas como bosques. En estudios para *Megatylopus* sp. de dos sitios de Texas del Blancano, cuatro de Arizona y uno de Nevada del Henfiliano tardío presentó patrones de ligera abrasión (ramoneador), (Semprebon y Rivals, 2010), así como en una localidad de California y una de Nebraska del Claredoniano tardío (Mioceno medio) y para una localidad de Nebraska del Henfiliano (Mioceno tardío) tenía una dieta de consumo de plantas  $\text{C}_3$  (ramoneadora) (Feranec y MacFadden, 2006; Kita *et al.*, 2011). Esto indica una similitud en la dieta, por lo que posiblemente tuvo la misma preferencia alimenticia de plantas  $\text{C}_3$  y ambiental de zonas cerradas como bosques desde la edad del Claredoniano hasta el Blancano.

Los resultados obtenidos en este estudio con base en análisis de microdesgaste de baja magnificación (Solounias y Semprebon, 2002) e isótopos estables de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$  (Koch *et al.* 1998) para inferir la dieta y el hábitat de los taxones reportados de las zonas de estudio nos indican tres tipos de categorías dietarias (ramoneador, mixto y pecedor) así como la preferencia de alimentación (plantas poco abrasivas  $\text{C}_3$  y altamente abrasivas  $\text{C}_4$ ) y los tipos de hábitat

(cerrados como bosques y abiertos como pastizales) que existieron en las zonas de estudio. Para enriquecer la información del paleoambiente es necesario aplicar técnicas a los elementos dentales que aporten más información como el análisis de microdesgaste de alta magnificación (500x) (Solounias y Moelleken, 1992), así como el análisis de alta magnificación en microscopio confocal en 3D, método propuesto por Scott *et al.* (2006) que no requiere de un observador que identifique las marcas de abrasión en los elementos dentales ya que analiza directamente las fotografías en el software Toothfrax. También el análisis de mesodesgaste para proboscídeos propuesto por Saarinen *et al.* (2015) que analiza el ángulo desgastado de los valles en la dentina indicando la abrasividad causada por la dieta, también el análisis de la relación de los isótopos de Estroncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) pueden ser usados para conocer el origen geográfico, los patrones de movilidad y la migración (Price *et al.*, 1994; Chamberlain *et al.*, 1997; Hoppe *et al.*, 1999). Así mismo se requiere de análisis palinológicos que infieran los taxones vegetales que existieron en las zonas de estudio para el Blancano ya que el único estudio que existe más cercano a las zonas de estudio es de Israde-Alcántara (2010) donde se analiza polen, diatomeas, geoquímica, carbono orgánico, isótopos y susceptibilidad magnética para conocer las variaciones climáticas del lago de Cuitzeo durante el Pleistoceno tardío – Holoceno. Los resultados de los taxa polínicos indican que para esta zona existía un ambiente compuesto por *Abies* representativo de bosque de *Abies*, *Pinus*, *Cupressus Juniperus*, *Quercus*, *Alnus* y *Buddleia* de bosques de pino-encino, *Liquidambar*, *Juglans*, *Fraxinus*, *Corylus-Carpinus* y *Betula* de bosques mesófilos, *Ambrosia*, pastos y compuestas de zonas abiertas y *Chenopodiaceae* - *Amaranthaceae* son elementos comunes de áreas de disturbio así como de condiciones pantanosas, por lo que este último estudio de poder realizarse aportaría la flora existente durante el Blancano en las áreas de estudio.

## CONCLUSIONES GENERALES

1.- La riqueza taxonómica de las localidades en estudio del Blanco en el Centro Occidente de México está compuesta por: *Paenemarmota* sp., *Cuvieronius* sp., *Nannippus* cf. *N. peninsulatus*, *Equus* cf. *E. simplicidens*, *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y de *Megatylopus* sp. de confirmarse la presencia de la especie *Equus simplicidens* representaría un nuevo registro para Michoacán.

2.- Los resultados de microdesgaste de baja magnificación así como los marcadores biogeoquímicos  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$  sugieren que la mastofauna se agrupa en tres categorías alimentarias, mayor consumo de plantas altamente abrasivas  $\text{C}_4$  (pacedor) como herbáceas y pastos que indicaría un ambiente abierto como pastizal o sabana habitado por *Paenemarmota* sp. y *Equus* cf. *E. simplicidens*, consumo de plantas medianamente abrasivo  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$  (mixto) representado por *Cuvieronius* sp. y *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* que indicaría una plasticidad alimentaria así como ambientes heterogéneos por la alternancia de alimentación y mayor consumo de plantas ligeramente abrasivas  $\text{C}_3$  (ramoneador) como árboles y arbustos que indicaría la existencia de un ambiente cerrado tipo bosque habitado por *Platygonus* sp., *Odocoileus* sp. y *Megatylopus* sp. durante el Blanco en las localidades de estudio en el Centro Occidente de México.

3.- Las diferencias entre las señales alimenticias obtenidas en el microdesgaste e isótopos estables de  $^{13}\text{C}$  y  $^{18}\text{O}$ , de las especies: *Nannippus* cf. *N. peninsulatus* y *Equus* cf. *E. simplicidens* tienen variaciones en la preferencia alimenticia, que pudieron deberse posiblemente a un comportamiento ecléctico o cambios ambientales que los obligaron a cambiar su dieta.

4.- Este trabajo es el primero en realizar estudios paleoecológicos con faunas del Centro Occidente que aportan información en la reconstrucción Paleambiental del Blanco en México.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS GENERALES

- Arroyo-Cabrales, J., A.L. Carreño, S. Lozano-García y M. Montellano-Ballesteros, 2008. **La diversidad en el pasado, en Capital natural de México**, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 227-262.
- Bell, C. J., Lundelius Jr., E. L., Barnosky, A. D., Graham, R. W., Lindsay, E. H., Ruez Jr., D. R., Semken Jr., H. A., Webb, S. D. y Zakrzewsky, R. J. 2004. Chapter 7: **The Blancan, Irvingtonian and Rancholabrean Mammal Ages En: M. O. Woodburne (ed.), Late Cretaceous and Cenozoic mammals of North America: Biostratigraphy and Geochronology.** Columbia University Press. New York, U.S.A. 319pp
- Bravo-Cuevas, V.M., Priego-Vargas, J., 2009, **Dietary evaluation of a Hipparionini horses population from the Middle Miocene of Oaxaca, Southeastern Mexico:** Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 26(2), 356-366.
- Bravo-cuevas, V. M., & Priego-vargas, E. J.-hidalgo J., 2011, **Taxonomía y hábito alimentario de Equus conversidens (Perissodactyla , Equidae ) del Pleistoceno Tardío ( Rancholabreano ) de Hidalgo, centro de México:** Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 28, (1), 65-82.
- Carranza-Castañeda, O. y W. Miller, 1988. **Roedores Caviomorfos de la Mesa Central de México, Blancano temprano (Plioceno tardío) de la fauna local Rancho Viejo, Estado de Guanajuato.** Revista mexicana de ciencias geológicas, ISSN 1026-8774, v. 7, núm. 2, pp. 182-189.
- Carranza-Castañeda, O. 1992. **Nueva localidad del Henfiliano tardío en la Mesa central de México.** Universidad Autónoma de México, Instituto de Geología. Revista, v. 10, núm. 2. pp. 179-196.
- Carranza-Castañeda, O. y W. E. Miller, 1993. **Hemphillian and Blancan equids from Hidalgo, Mexico.** Journal of Vertebrate Paleontology, núm. 13(3), pp. 29A.

- Ehleringer, J.R. y Cerling, T.H. 2002. Stable isotopes. Vol..2 **The Earth system: biological and ecological dimensions of global environmental change**. En Mooney, H. A. y Canadell, J. G. (Editores). Encyclopedia of Global Environmental Change. John Wiley y Sons, Ltd. Chichester, pp. 544-550.
- Feranec, R. S., & Macfadden, B. J., 2000, **Evolution of the grazing niche in Pleistocene mammals from Florida: evidence from stable isotopes**: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 162, 155-169.
- Forester, R. M. 1991. **Pliocene-climate history of the western United States derived from lacustrine ostracodes**. Quaternary Science Reviews, 10(2), 133-146.
- Fortelius, M., Solounias, N., 2000, **Functional characterization of ungulate molars using the abrasion-attrition wear gradient: a new method for reconstructing paleodiets**: American Museum Novitates, 3301, 1-36.
- García-Torres, L. 1996. **El Género *Paspalum* (Gramineae) en la cuenca de Cuitzeo, Michoacán, México**. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, División de Ciencias y Humanidades, tesis profesional, pp. 11-14.
- Gutiérrez-Bedolla, M., 2011, **estudio paleontológico y estratigráfico de uruétero, municipio de Álvaro Obregón, Michoacán**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. pp. 102.
- Guevara-Féfer, F., Rzedowski, J., & Zamudio, S. 1981. **Excursión a la Tierra Caliente de Michoacán (Morelia-Pátzcuaro, Ario de Rosales-Presa Zicuirán**. en Guías botánicas de excursiones en México. V Congreso Mexicano de Botánica. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán (pp. 87-88).
- Guevara F., F. 1989. **La Herpetofauna (anfibios y reptiles)**. En Historia General de Michoacán, Vol. I, Cap. III. Gobierno del Estado de Michoacán e Instituto Michoacano de Cultura, Morelia, pp. 77-83.

- Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, 2009. **Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Álvaro Obregón**. Diario Oficial del Gobierno del Estado, Núm. 67, 5ª secc. Tomo CXLVI, Morelia, Mich., pp. 5-6.
- Israde Alcántara, I., Velázquez-Durán, R., Lozano García, M., Bischoff, J., Domínguez Vázquez, G., y Garduño Monroy, V. H. 2010. **Evolución Paleolimnológica del Lago Cuitzeo, Michoacán durante el Pleistoceno-Holoceno**. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 62(3), 345-357.
- Koch, P.L., Hoppe, K.A., Webb, S.D., 1998, **The isotopic ecology of late Pleistocene mammals in North America**. Part 1. Florida: Chemical Geology, 152, 119-138.
- Kohn, M.J., Schoeninger, M.J., Valley, J.W., 1998, **Variability in oxygen isotope compositions of herbivore teeth: reflections of seasonality or developmental physiology?**: Chemical Geology, 152,97-112.
- Koch, P. L., Diffenbaugh, N. S., & Hoppe, K. A. 2004. **The effects of late Quaternary climate and pCO<sub>2</sub> change on C<sub>4</sub> plant abundance in the south-central United States**. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 207(3), 331-357.
- López-García, J. R. 2008. **Estudio Estratigráfico, Sedimentológico y Paleontológico de la Región de Indaparapeo-Charo, Paleolago de Cuitzeo, Mich., México**. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, tesis Maestría, pp. 129
- Marín-Leyva, A.H., García-Zepeda, M.L., Ponce-Saavedra, J., Schaaf, P., Arroyo-Cabral, J., Alberdi-Alonso, M.T., 2013, **Inferencias de paleodietas en ungulados y proboscidos: limitaciones conceptuales y técnicas**. Revista Biológicas julio de 2013, 15 (1): 1-10.
- MacFadden, B. J. 2000. **Cenozoic mammalian herbivores from the Americas: reconstructing ancient diets and terrestrial communities**. Annual Review of Ecology and Systematics, 31(1), 33-59.



- MacFadden, B.J., 2008, **Geographic variation in diets of ancient populations of 5-million-year-old (early Pliocene) horses from southern North America**: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 266, 83-94.
- Mooser, O. y Dalquest, D.W. 1975, **Pleistocene mammals from Aguascalientes, Central Mexico**. *Journal of mammalogy* 56: 781-820.
- Saarinen, J., Karme, A., Cerling, T., Uno, K., Sällä, L., Kasiki, S., y Fortelius, M. 2015. **A New Tooth Wear–Based Dietary Analysis Method for Proboscidea (Mammalia)**. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 35(3), e918546.
- Pérez-Crespo V. A., 2007. **Reconstrucción paleoambiental de una comunidad pleistocénica en México usando isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ )**, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Oaxaca México, Tesis Maestría pp 65.
- Pérez-Crespo, V. A., Sánchez-Chillón, B., Arroyo-Cabrales, J., Alberdi, M. T., Polaco, O. J., Santos-Moreno, A., Morales-Puente, P., Benammi, M., Cienfuegos-Alvarado, E., 2009, **La dieta y el hábitat del mamut y los caballos del Pleistoceno tardío de El Cedral**: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 26 (2), pp. 347-355.
- Pérez-Crespo, V. A. y Valdivia, L. M. A. 2010. **Isótopos estables: una alternativa en los estudios de los mamíferos fósiles**. *Elementos* 80. Pp. 31-34.
- Pérez-Crespo, V. A., Arroyo-Cabrales, J., Alva-Valdivia, I. M., Morales-Puente, P., & Cienfuegos-Alvarado, E., 2011, **Diet and habitat definitions for Mexican glyptodonts from Cedral (San Luis Potosí, México) based on stable isotope analysis**: *Geological Magazine*, 149(01), 153-157.
- Rivals, F., & Athanassiou, A., 2008, **Dietary adaptations in an ungulate community from the late Pliocene of Greece**: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 265(1-2), 134-139.

Rzedowski, J., & McVaugh, R. 1966. *La vegetación de Nueva Galicia*. University Herbarium, University of Michigan.

Rzedowski, J., & de Rzedowski, G. C. 1987. *El bosque tropical caducifolio de la región mexicana del Bajío*.

Solounias, N., McGraw, W.S., Hayek L.A. y Werdelin, L., 2000, **The paleodiet of the Giraffidae. In ES Vrba y GB Schaller (edits), Antelopes. Deer, and Relatives: Fossil Record, Behavioural Ecology, Sistematics, and Conservacion.** pp 84-95. New Haven and London: Yale University Press.