



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Reconstrucción del paleoambiente de la localidad, “las
Tazas” en Valsequillo, Puebla

Tesis que para obtener el título de
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

Azarael Tomas Mosso

DIRECTOR:

Dr. Carlos Castañeda Posadas



Mayo 2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres por siempre estar conmigo

A mis hermanos por el apoyo

El presente trabajo es dedicado a mis maestros que me han apoyado durante todo este tiempo y no perder la fe en mí, a pesar de todo el tiempo, gracias por la paciencia, generosidad y amistad.

*Se puede caer y volverse a levantar
Y siempre vale la pena volver a empezar
una y mil veces mientras uno esté vivo.*

Pepe Mujica

Agradecimientos...

Es necesario agradecer a quienes me apoyaron a lo largo de este trabajo, ya que, como muchos otros, requieren necesariamente la colaboración y participación de mucha gente.

Quiero agradecer a mis padres que soportaron pacientemente el prolongado trabajo durante todo este tiempo, por apoyarme en la buenas y malas decisiones, no los decepcionare ¡Gracias por todo y por siempre!

*A mis hermanos: Jhonatan y Evidey por recorrer y compartir la vida conmigo por enseñarme tanto
Por lo vivido y por lo mucho que nos falta recorrer y vivir.*

A mi hermana Alma Rosa por compartir valioso de tiempo, por estar cuando te necesite.

Al Laboratorio de Paleobiología BUAP y a la Facultad de Ciencia Biológicas BUAP

Al Dr. Carlos Castañeda Posadas por la dirección en este proyecto, generando en mí una pasión por la paleontología por todo el apoyo, la paciencia, el tiempo.

Al Dr. Iván Alarcón Duran y al M. en C. Diego Enrique Lozano Carmona por los valiosos comentarios, consejos y paciencia al revisar este trabajo.

Al Dr. José Alberto Cruz Silva por su apoyo valioso apoyo durante las salidas de campo y tiempo en la realización de este trabajo.

A todos mis compañeros que me asistieron en el trabajo de campo.

ÍNDICE

Resumen	1
1. Antecedentes.....	2
2. Introducción.....	4
2.1 Pleistoceno en el centro de México	5
2.2 Marco geológico	9
3. Objetivo general	11
3.1 Objetivos particulares	11
4. Hipótesis	11
5. Área de estudio	12
6. Metodología.....	13
6.1 Trabajo de campo.....	13
6.2 Trabajo de gabinete.....	15
6.3 Extracción de palinomorfos (tratamiento fisicoquímico en sedimentos)	15
6.4 Identificación y clasificación de polen y mamíferos fósiles de la colección paleontológica BUAP	19
7. Resultados.....	21
7.1 Caracterización y descripción de polen fósil	22
7.2 Paleontología sistemática.....	22
7.3 Identificación y catalogación de las piezas de los mamíferos fósiles.....	34
7.4 Paleontología sistemática (Clase Mamalia)	34
8. Discusión	53
9. Conclusión	56
10. Bibliografía.....	58

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.- Flora que compone las diferentes zonas altitudinales asignadas en el proyecto Comunicación Puebla-Tlaxcal (Straka y Ohngemch (1975).....	7
Tabla 2.- Mamíferos (Xenarthra, Perissodactyla, Artiodactyla, Proboscidea y Carnivora) pertenecientes a la megafauna reportados para el Pleistoceno tardío en la Zona de Valsequillo, Pue (Jiménez Hidalgo et al., 2015).	8
Tabla 3.- Comparación de medidas en mm de la pieza BUAPAL 755, con las especies de Bison reportadas Skinner y Kaisen, 1947, donde podemos observar la longitud de los cuernos de punta a punta (LTPP), el diámetro vertical de los núcleos del cuerno y su circunferencia (DVCC), longitud relativa del cuerno (LRC) y la anchura de los cóndilos occipitales (ACO).	40

Tabla 4.- Comparación de medidas (en mm) de ulna y la pieza BUAPAL 754 y lo reportado por Cabrera Pérez; 2011 y McDonald et al., (2002) (*medidas aproximadas). 43

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.- Estratigrafía presentada por Gonzales y Huddart en 2008, donde se pueden apreciar los diferentes estratos presentes en la región de Valsequillo ubicando a la localidad de Las Tazas por arriba de Xalnene.	10
Figura 2.- Mapa de la ubicación de la cuenca de Valsequillo en el centro del estado de Puebla, México y la carta Geológica-Minera del estado de Puebla (zona fosilífera Las Tazas) modificada de INEGI en una escala 1:50,000. (Ramírez García., 2016).	12
Figura 3.- Muestreo de sedimentos utilizados para la extracción de polen fósil.	14
Figura 4.- Excavación A, B, C, protección C (férula de yeso) y extracción de los restos fósiles.	15
Figura 5.- Proceso fisicoquímico para la extracción de palinomorfos (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J y K), montaje de laminillas (L, M, N y Ñ), microscopio utilizado para la observación y análisis (O).	18
Figura 6.- Después de retirar la férula (A) se procede a la limpieza de los restos fósiles, con el uso de exploradores dentales y a tratar con una mezcla de yeso, pegamento blanco y sellador 5:1 B y C.	19
Figura 7.- La columna estratigráfica de 5 metros, se subdivide en 11 estratos compuestos por arcillas, limos, conglomerados y arenas finas, de los cuales fueron extraídos sedimentos para el análisis de palinomorfos. Los fósiles se recuperaron del estrato 6 al 8, estratos compuestos en su mayoría por conglomerados, arenas finas y arcillas, a su vez podemos observar una disconformidad al final del estrato 5.	21
Figura 8.- Grano de polen signado al género Pinus (A) perteneciente a la localidad Las Tazas, comparadas con lo mencionado por García-Ortega y Belmonte Soler, 2008 (B). Escala 10 µm.	23
Figura 9.- Grano de polen perteneciente a la localidad Las Tazas (A) comparado con lo mencionado por Martínez-Hernández et al., 1980 (B) debido a las características se asignó al género Amaranthus. Escala 20µm.	24
Figura 10.- (A) grano de polen fósil perteneciente a la localidad Las Tazas, (B) imagen tomada de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017). Perteneciente a la familia Asteraceae. Escala 10 µm.	26
Figura 11.- Grano de polen perteneciente a la localidad Las Tazas (A), (B) imagen tomada de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017). Escala 30 µm.	27
Figura 12.- Polen fósil perteneciente a la localidad Las Tazas (A), comparado con el ejemplar señalado por Flores-Cruz et al., 2006(B). Escala 10 µm.	28
Figura 13.- Polen obtenido de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017) (A), utilizado para comparar con el obtenido en la localidad Las Tazas (B). 50 µm.	30
Figura 14.- Grano de polen perteneciente a la localidad Las Tazas (A), polen tomado de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017) (B) utilizado para comparación. Escala 10 µm.	31
Figura 15.- Grano de polen obtenido de la localidad Las Tazas (A), comparado con el tomado de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017), (B). Escala 10µm.	32
Figura 16.- Polen fósil obtenido de la localidad Las Tazas (A), comparado con el tomado de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017) (B). Escala 30µm.	34
Figura 17.- Piezas fósiles BUAPAL 773 y 774 (A) asignadas a Equus conversidens, comparadas con las mencionadas por Priego-Vargas et al., en 2017 (B). Escala 8 cm.	35

Figura 18.-Mandíbula de ejemplar de aproximadamente 3 meses, donde podemos observar los premolares y una radiografía donde las zonas oscuras marcan falta de crecimiento. Escala 10 cm.	37
Figura 19.- Molares asignados a <i>Equus</i> sp. pertenecientes a la colección paleontológica que son de tamaño pequeño.	38
Figura 20.- (A), Cráneo de <i>B. antiquus</i> perteneciente a la Colección Paleontológica BUAP (BUAPAL 755), (B), comparado con el mencionado por Cabrera (2011).	39
Figura 21.- Mandíbula de <i>B. antiquus</i> perteneciente a la Colección Paleontológica BUAPAL 756 (A), comparada con la mandíbula perteneciente a Tong et al., (2016) (B). Escala 10cm.	41
Figura 22.- Escapula perteneciente a <i>B. antiquus</i> con la ilustración correspondiente a este género.	42
Figura 23.- BUAPAL 754, Ulna perteneciente al <i>B. antiquus</i> en etapa juvenil (B), comparada con la reportada por Cabrera Pérez (2011) (A). Escala 5 y 10 cm respectivamente.	43
Figura 24.- Astrágalo derecho perteneciente a la Colección Paleontológica BUAP.	44
Figura 25.-Metacarpianos pertenecientes al género <i>Bison</i> BUAPAL 764 (A), comparados con los mencionados por Kirillova et al., (2018), (B, C, D).	45
Figura 26.-Vértebrae lumbares pertenecientes a <i>B. antiquus</i> BUAPAL 762 (A), muestras para comparar por Cabrera, (2011), (B).	46
Figura 27.- Vértebrae lumbares pertenecientes a <i>B. antiquus</i> , (A) vista frontal, (B) vista caudal.	47
Figura 28.- BUAPAL 757, calcáneo izquierdo perteneciente a la Colección Paleontológica BUAP (A), Comparado con lo mencionado por Laurito y Valerio (2016). (B).	49
Figura 29.- Nomenclatura de los osteodermos de los <i>Pampatherios</i> (Modificada de Góis Lima., 2013.), basada en la especie <i>Scirrotherium carinatum</i> (A-B-C) osteoderma móvil y fijo. Escala 1cm.	49
Figura 30.- Osteodermos pertenecientes a la Colección Paleontológica BUAP, A osteoderma móvil, B fragmento de osteoderma móvil, C osteodermos fijos.	51
Figura 31.- Fémur perteneciente a la Colección Paleontológica BUAP (BUAPAL 775).	53

RESUMEN

El Pleistoceno en México está representado por episodios glaciares (periodos fríos) que cubrieron las zonas elevadas del territorio mexicano (Faja Volcánica Transmexicana (FVT), la Sierra Madre Oriental y zonas elevadas del sur, así como la Sierra Madre Occidental), así como periodos interglaciares (periodos cálidos), cuyos cambios se encuentran mayormente representados durante el Pleistoceno tardío, ya que se presentaron modificaciones climáticas en la flora y fauna. Hasta la fecha se han reportado en México un aproximado de 776 localidades de las cuales sobresalen los trabajos realizados en la FVT donde se registró la presencia de fósiles de vertebrados y se describen restos de organismos provenientes de las regiones Neártica y Neotropical. En el presente trabajo se presenta un nuevo yacimiento fosilífero nombrado Las Tazas, perteneciente a la cuenca de Valsequillo, Puebla, México. Sitio donde afloran sedimentos pertenecientes al Pleistoceno tardío con abundante material fósil. Como resultado se tiene la identificación de 20 ejemplares de megafauna y 32 ejemplares de polen fósil recuperados de la misma secuencia. Todo el material se encuentra resguardado en la Colección Paleontológica del Laboratorio de Paleobiología perteneciente a la Facultad de Ciencias Biológicas en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Se identificaron cuatro órdenes de megafauna (Artiodactyla, Cingulata, Perissodactyla, y Proboscidea), cinco familias (Bovidae, Camelidae, Elephantidae, Equidae y Glyptodontidae), cinco géneros que incluyen a *Bison*, *Camelops*, *Pampatherium*, *Equus*, y *Mammutus*; las especies identificadas son seis, que incluyen a *Pampatherium mexicanus*, *Equus conversidens*, *E.cf. mexicanus*, *Bison antiquus*, *Camelops hestermus*, *Mammutthus columbi*; en cuanto al registro polínico identificado se constituye por dos órdenes (Pinales, Fagales), dos familias (Pinaceae, Fagaceae) y dos géneros (*Pinus*, *Quercus*) así como un conjunto de polen perteneciente a pastizales. La presencia del género *Bison* confirma el

periodo temporal conocido como Rancholabreano (Pleistoceno tardío-Holoceno temprano). La localidad de Las Tazas se convierte en el sitio paleontológico con mayor diversidad de taxones de megafauna reportados en un solo sitio paleontológico del Estado de Puebla. La asociación faunística junto con el registro palinológico sugiere un peleoambiente de comunidades mixtas, es decir con unidades de pastizal con zonas boscosas abierta de *Pinus* y *Quercus*, en un clima templado-húmedo.

1. ANTECEDENTES

La localidad nombrada como Valsequillo en el Estado de Puebla, es considerado un sitio con gran riqueza paleontológica; donde se han desarrollado un gran número de investigaciones, como lo son las realizadas por Irwin-Williams (1962, 1964, 1966, 1967 a y b, 1969, 1978), Irwin-Williams y Armenta-Camacho (1963), Guenther *et al.*, (1973), y Angebroad (2005), entre otros, de las cuales sobresalen los trabajos de Armenta en 1959 y 1978, donde se reportó el hallazgo de un fémur de Proboscídeo con un pedernal incrustado. Cuatro años más tarde en la zona arqueológica de Hueyatenco en Valsequillo Puebla, se reportó un fragmento de cintura pélvica con grabados aparentes de diversos animales del Pleistoceno (Steen-McIntyre, 1981). Algunos otros trabajos desarrollados en la localidad describen la presencia de megafauna pleistocénica (Gliptodontes, camellos, osos, bisontes, felinos entre otros (Guenther y Bunde 1973; Cruz-Muños *et al.*, 2001) igual que lo reportado por Guenther y Pichardo en 1997 y 2000. Aunque se han presentado una serie de conflictos en la zona de Valsequillo debido a que el control estratigráfico donde se colectaron los fósiles no fue tomado de manera correcta y se desconoce el sitio original al cual pertenecen las piezas fósiles (Cruz-Muños, 2001; Gonzales *et al.*, 2006). En 2008 Gonzales y Huddart reportaron huellas humanas y animales en las “Cenizas de Xalnene” pertenecientes al volcán doluquilla (Figura 1), en Valsequillo de las cuales en un análisis de cenizas da un estimado de 22,000

años antes del presente (AP.) o incluso 40,000 años AP. Señalando a Valsequillo como un lago poco profundo durante el Pleistoceno.

En cuanto a la vegetación en el sector central de Puebla-Tlaxcala existen secuencias del Pleistoceno tardío. (Straka y Ohngemach., 1978) A diferencia de la abundancia de vertebrados pleistocénicos que existen para la zona de Valsequillo, el registro paleobotánico es menor (Velasco de León *et al.*, 2007). Straka y Ohngemach en 1978 a cargo del proyecto “Comunicaciones Puebla-Tlaxcala” organizado por la Fundación Alemana para la Investigación Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG por sus siglas en alemán) donde se determinó que la vegetación del cuaternario presento cambios variados durante diferentes épocas (periodo de 35.000 a 8 o 7,000 AP.) que permiten dividir al Pleistoceno tardío en un inicio con dominancia de bosques de *Pinus* en el volcán la Malinche, posteriormente en un segundo momento se registra *Alnus* sustituyendo a *Picea* que se extingue, un tercer momento corresponde a un avance de *Pinus*, seguida de una zona con poco o nulo polen. El último momento es caracterizado por un bosque mixto de *Pinus* y *Alnus* así como una presencia baja en cuanto a *Gramineae*, lo cual sugiere que en la Malinche existió una glaciación tras una época interglaciar hace aproximadamente 2,000 AP., por lo que Heine (1976) supone que esa época debió ser más fría y con mayor precipitación que la actual. Por último, señala una transición gradual hacia el tipo de vegetación actual, con un bosque mixto de pino.

Los autores antes mencionados nos muestran los estudios a grandes escalas donde se involucran variables únicas (polen y mamíferos fósiles), en este trabajo se realizó un estudio local centrado en una descripción paleoambiental a partir del análisis palinológico y del grupo de mamíferos presentes, así como el aporte de conocimiento a la representación taxonómica tanto de flora como faunas referentes a la zona de Valsequillo, Puebla.

2. INTRODUCCIÓN

El Pleistoceno tardío es considerado desde los 120,000 a los 10,000 AP., fue una edad de grandes cambios en el ambiente que dieron origen a una gran variedad de ecosistemas que fueron hábitat de muchas especies de mamíferos las cuales la mayoría se encuentran extintas, los restos de estos se encuentran ampliamente distribuidos en el país (Pérez-Crespo *et al.*, 2008). El Pleistoceno se encuentra dividido en dos edades por los mamíferos para Norteamérica, el Irvigtoniano y el Rancholabreano (Bell *et al.*, 2006). El Irvigtoniano abarca desde hace 2.5 millones de años aproximadamente hasta hace 400 mil años AP. establecido por Savage en 1951, recibiendo el nombre a partir de su localidad tipo en Irvigton, California, E.U.A. por otro lado, el Rancholabreano inició hace 400 mil años llegando al fin hace 11,500 años, igualmente establecida por Savage en 1951, recibiendo el nombre de su localidad tipo en Rancho La Brea, California, E. U. A.

Actualmente el Pleistoceno tardío es definido como Rancholabreano comprendiendo un intervalo de tiempo que comprende desde hace 160,000 años hasta hace 9,500 años, abarcando una distribución geográfica que va desde los 55° de latitud norte hacia el sur de Norteamérica y se inicia con la primera aparición en el registro fósil del género *Bison* y finaliza con la extinción de la megafauna pleistocénica (Bell *et al.*, 2004). A esta época paleontológica le corresponde el mayor número de localidades de megafauna descubiertas; en México existen más de 770 localidades pertenecientes al Cuaternario (Arroyo-Cabrales *et al.*, 2008).

De manera general, la dieta y el hábitat de estas especies han sido inferidos a través del uso del actualismo biológico (Arrollo-Cabrales *et al.*, 2010), por ejemplo, se ha asumido que la dieta de los caballos pleistocénicos se basaba principalmente de pastizales los cuales también

habitaban, tal como sus parientes actuales, al encontrar sus restos fósiles en alguna localidad se asume que en el pasado se presentaba dicho tipo de vegetación (Arrollo-Cabrales *et al.*, 2010), sin embargo, generalmente se omite, que las dietas y hábitat de los animales pueden variar debido a los factores geográficos como la longitud, latitud y altitud, los cuales influyen en el clima y por ende, la distribución de las plantas, animales, al igual que sus preferencias alimentarias y hábitat (Smith, 2001).

2.1. Pleistoceno en el centro de México

La diversidad biológica de México es explicada por la extensión latitudinal como longitudinal, así como por la orografía lo que propicio que gracias a la convergencia de las regiones Neártica y Neotropical se presentaran regiones templadas y tropicales en la región central del país (Challenger y Sobéron, 2008). Por lo tanto, la región central de México presenta un patrón de vegetación complejo dado por una historia ecológica y geológica (Mastretta-Yanes *et al.*, 201). Donde la característica más sobresaliente es la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) (Ferrari *et al.*, 2012).

Durante el Pleistoceno en México se manifiestan episodios glaciares (periodos fríos) donde grandes mantos de hielo cubrieron las zonas elevadas del territorio mexicano (Faja Volcánica Transmexicana, zonas elevadas del sur y la Sierra Madre Oriental así como la Sierra Madre Occidental), así como por periodos interglaciares (periodos cálidos) dichos cambios son marcadamente sobresalientes en el Pleistoceno tardío, debido a las modificaciones climáticas que trajeron un efecto a la flora y fauna (Arroyo-Cabrales *et al.*, 2002).

Hasta la fecha se han reportado un aproximado de 776 localidades con mamíferos pertenecientes al Pleistoceno principalmente (Tovar *et al.*, 2013). De las cuales se han identificado 13 órdenes, 44 familias, 147 géneros y 280 especies (Ferrusquía-Villafranca *et*

al, 2010), sobresalen los realizados en el Estado de Guanajuato donde se describen restos de organismos provenientes de Sudamérica (Carreño y Montellano-Ballesteros, 2005). Mientras que la región del Estado de Tlaxcala son pocos los trabajos donde se reconocen un aproximado de diez localidades de las cuales poco material ha sido formalmente publicado (Castillo-Cerón *et al.*, 1996), para el Estado de Puebla, se reportaron en la zona de Valsequillo fósiles pertenecientes a los órdenes Carnivora, Proboscidea, Perissodactyla, Eriodactyla y Xenarthra (Cuadro 2), así mismo se estableció la estratigrafía, que permitió determinar la edad del Pleistoceno para los sedimentos (Castañeda-Posadas, 2015).

El papel del clima en el efecto de la fisonomía de la flora moderna como fósil en México es determinante gracias a las sucesiones sedimentarias en el Pleistoceno lo que permite desarrollar un estudio referente a la paleobiodiversidad de las floras y faunas gracias al análisis de evidencias representadas por el registro fósil (Sears y Clisby, 1955).

En cuanto a la vegetación perteneciente a la FVT uno de los estudios más sobresaliente es el proyecto llevado a cabo por Straka y Ohngemch (1975) mediante el proyecto Comunicaciones Puebla-Tlaxcala, dirigido por la Fundación Alemana DFG, donde se analizaron distintas muestras de polen a las zonas altas de México (área Puebla-Tlaxcala) con lo que proponen cuatro zonas altitudinales en cuanto a la distribución vegetal (cuadro 1) donde la zona I representa una mayor altitud, mientras la zona IV representa la menor.

Tabla 1.- Flora que compone las diferentes zonas altitudinales asignadas en el proyecto Comunicación Puebla-Tlaxcal (Straka y Ohngemch (1975).

Zona altitudinal	Flora que la compone
Zona I 35000-31000 AP.	El polen de <i>Quercus</i> alcanza un aproximado de 20%, mientras que el polen de pino entre el 50 y 80 %, al igual que polen abeto, ciprés y aliso, y en menor cantidad <i>Liquidambar</i> , <i>Alnus</i> , <i>Fraxinus</i> , nuez y por último el polen no arbóreo (NAP) representa aproximadamente un 10%.
Zona II 31000-18000 AP.	El polen de <i>Quercus</i> disminuye, generalmente por debajo del 20%, <i>Abies</i> , <i>Picea</i> , <i>Alnus</i> y <i>Cupressus</i> permanecen en valores bajos mientras que el polen arbóreo restante (AP) y NAP se producen un poco más frecuente que en la Zona I.
Zona III 18000-8500 AP.	El polen de <i>Quercus</i> disminuye alcanzando un 15% o desaparecen por completo, el valor de pino es un poco mayor, los tipos de AP restantes se mantienen como en la Zona II, mientras que NAP se presenta al doble. Ceca del final de la Zona III hay un último máximo de polen de <i>Quercus</i> y un aumento de polen de <i>Alnus</i> y el final de la Zona III se caracteriza por una disminución repentina en el NAP.
Zona IV 8500-8000/7000 AP	El polen de Pinos es dominante, mientras <i>Abies</i> solo se comrende de 0.2 a 2% mientras que el límite entre la Zona III y la Zona IV aparentemente coinciden con el final del período frío, es decir, la transición del Pleistoceno tardío.

Tabla 2.- Mamíferos (Xenarthra, Perissodactyla, Artiodactyla, Proboscidea y Carnivora) pertenecientes a la megafauna reportados para el Pleistoceno tardío en la Zona de Valsequillo, Pue (Jiménez Hidalgo et al., 2015).

Orden	Género y especie	Fuente
Xenarthra	<i>Glyptotherium cylindricum</i> <i>Holmesina septentrionalis</i> <i>Glyptotherium mexicano</i>	Guenther (1973)
Perissodactyla	<i>Equus conversidens</i> <i>Equus francisci</i> <i>Equus mexicanus</i> <i>Tapirus tarijensis</i>	Pichardo (1997, 2000) Guenther (1973)
Artiodactyla	<i>Camelops minidokae</i> <i>Hemiauchemia macrocephala</i> <i>Camelops hesternus</i> <i>Bison antiquus</i> <i>Tetrameryx shuleri</i> <i>Tetrameryx conklingi</i>	Pichardo (1997) Guenther (1973)
Proboscidea	<i>Cuviernius tarijensis</i> <i>Mammuth americanum</i> <i>Mammuthus columbi</i>	Pichardo (1997) Guenther (1973)
Carnivora	<i>Smilodon cf. Gracilis</i> <i>Canis latrans</i> <i>Canis dirus</i> <i>Artodus simus</i>	Kurten (1967) Guenther (1973)

2.2. Marco geológico

Valsequillo es una zona de gran diversidad que presenta una gran cantidad de registro fósil (Herrera Flores, 2017), debido a su gran historia y en cuanto a los estudios que se han llevado a cabo desde el siglo pasado, debido a que esta una de las primeras localidades de la región central de México con una gran diversidad de fósiles de mamíferos (Herrera Flores, 2017).

La región de Valsequillo se encuentra al sur de la capital Poblana (Puebla, Pue. México en las coordenadas 18°54'45" N, 98°06'30" O). La zona de Valsequillo presenta un basamento compuesto por rocas calizas marinas pertenecientes al Cretácico Temprano. Sobre este basamento se formaron cuencas sedimentarias que se rellenaron con conglomerados rojos de edad Eoceno-Oligoceno (Pichardo, 1997). La zona también presenta lavas andesíticas y tobas riolíticas, las cuales posiblemente fueron depositadas por la actividad volcánica durante la formación de la FVT durante el Mioceno-Plioceno. Las capas pleistocénicas están conformadas por tobas basálticas y lava, a un que la mayor parte de sedimentos que cubren el área de Valsequillo se compone de depósitos volcánicos retrabajados, arcilla-arenoso carbonatada y limos, según lo describe Jimenes-Hidalgo *et al.* (2015).

Sobre esta zona se encuentran depósitos de sedimentos lacustres, fluviales y ceniza volcánica en los cuales se encuentra la megafauna del Pleistoceno. Es aquí donde la primera estratigrafía es propuesta señalando tres estratos con base en sus características sedimentarias. Los restos de vertebrados se presentan el estrato medio y superior de la columna.

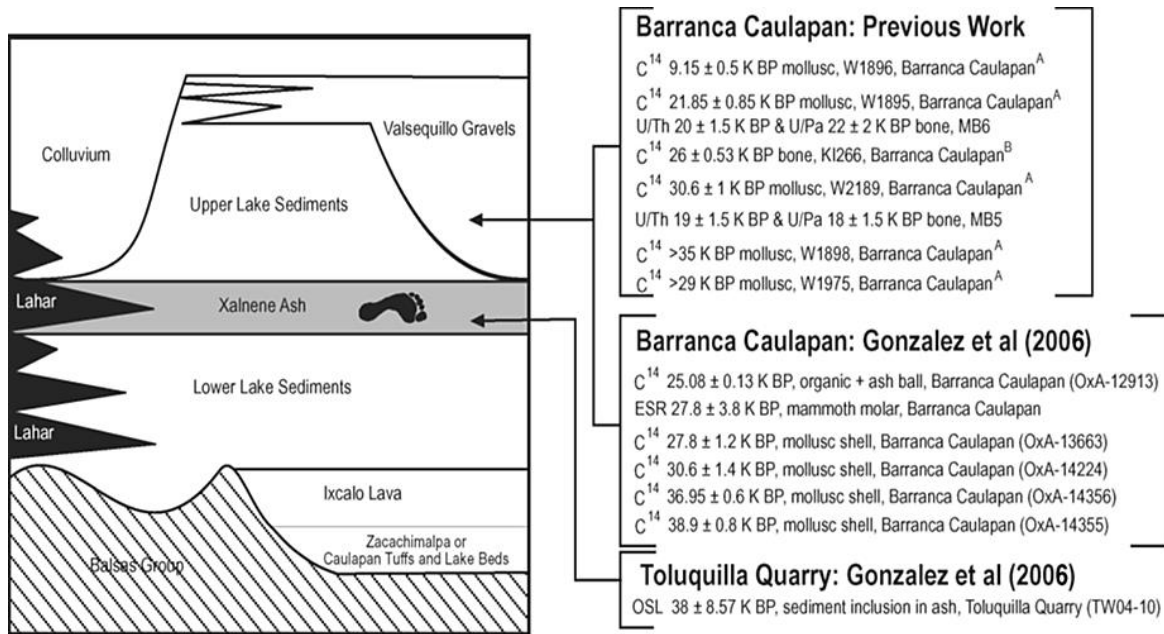


Figura 1.- Estratigrafía presentada por Gonzales y Huddart en 2008, donde se pueden apreciar los diferentes estratos presentes en la región de Valsequillo ubicando a la localidad de Las Tazas por arriba de Xalnene.

Aunado a esto el estudio de la composición isotópica de las conchas de moluscos en el famoso sitio del Pleistoceno tardío Valsequillo (Stevens *et al.* 2012) y la combinación de los estudios arqueológicos paleontológicos, estratigráficos y la investigación palinológica permiten generar un mayor enfoque a los trabajos paleoambientales indicando que hubo una variación estacional significativa en la cantidad de precipitación en la cuenca de Valsequillo durante el Pleistoceno tardío.

La cuenca de Valsequillo se formó a partir de un sistema de fallas normales, así como por cierres originados por la obstrucción de derrames y/o cenizas volcánicas o por ambos fenómenos geológicos generados por el arco volcánico (FVT) donde muy pocas de las formaciones pertenecen a una secuencia volcánica específica lo que hace que sea prácticamente difícil establecer una correlación estratigráfica (Miller y Carranza-Castañeda, 1982) para estas localidades, sin embargo un gran número de taxones de vertebrados fósiles

se han localizado en secuencias lacustres (lutitas y limolitas, fluviales de grano fino o en volcanoclásticos de características similares.

3. OBJETIVO GENERAL

- Realizar una interpretación paleambiental de la localidad de Las Tazas a partir de un análisis polínico y de vertebrados fósiles pleistocénicos.

3.1. Objetivos particulares

- Descripción, interpretación e identificación de los palinomorfos de la localidad de Las Tazas en Valsequillo, Puebla.
- Descripción e identificación de los fósiles de vertebrados presentados en la localidad de Las Tazas en Valsequillo, Puebla.
- Determinación del paleoambiente a partir del material polínico y de vertebrados fósiles presentes en la localidad Las Tazas en Valsequillo, Puebla.

4. HIPÓTESIS

La información perteneciente al Pleistoceno en el centro de México en zonas ecológicas templadas nos señala que los taxones tanto de plantas como de animales se encontraban asociados a condiciones ambientales de zonas abiertas y espacios boscosos. Las zonas compuestas por árboles se integraban por pinos, encinos entre otros, donde habitaban toxodones, gomfoterios, mastodontes, pumas, comadrejas, nutrias entre otros; mientras que las zonas de vegetación abierta integrada por pastizales en donde se encontraban mamuts, caballos, camellos, bisontes entre otros. (Metcalf *et al.*, 2000 y Arroyo-Cabrales *et al.*, 2010).

Por lo tanto, si los registros palinológicos y de mamíferos en la localidad de Las Tazas corresponde al Pleistoceno tardío, entonces, la composición de plantas y animales deberían ser similares

5. ÁREA DE ESTUDIO

La localidad Las Tazas perteneciente a la junta auxiliar de Santo Tomas Chautla, en Valsequillo, Puebla, México, se encuentra ubicada al sur del estado de Puebla, en las coordenadas 17°57'06.9" N, y 98°08'08.9" O, a una altitud de 2076 msnm. (Figura 2). Colindando al norte con la ciudad de Puebla, al sur con el Zoológico Africam Safari, al oeste con San Baltazar Torija, mientras que al este colinda con San Pedro Zacachimalpa.

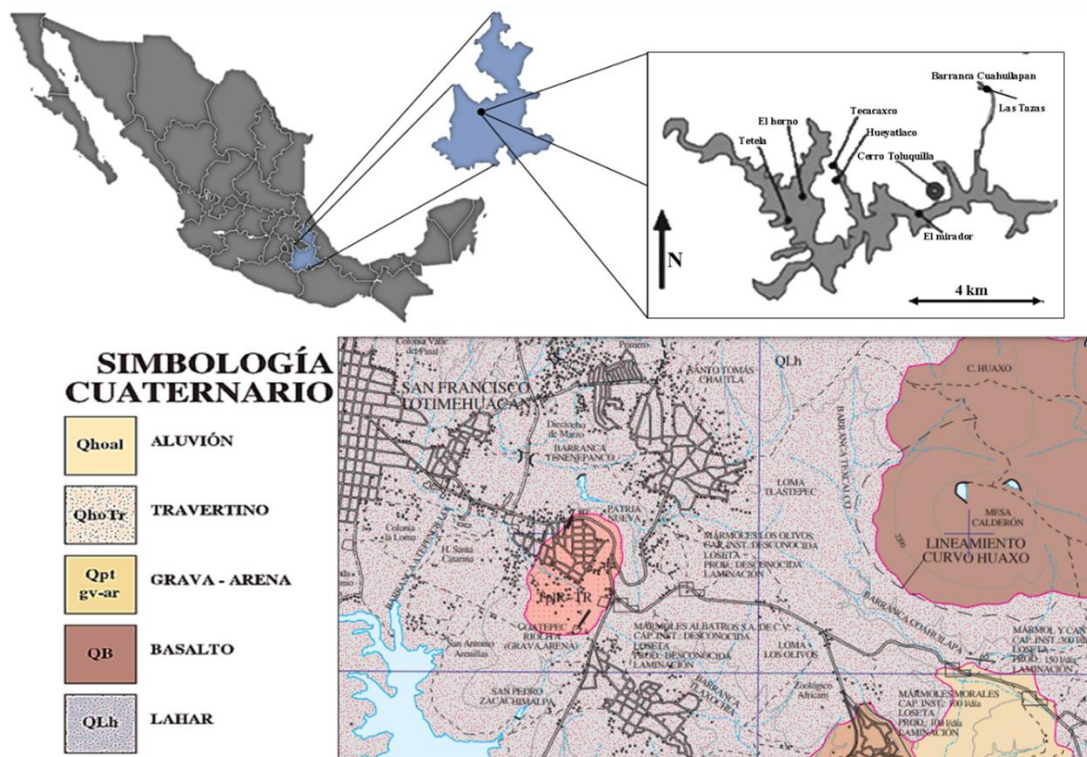


Figura 2.- Mapa de la ubicación de la cuenca de Valsequillo en el centro del estado de Puebla, México y la carta Geológica-Minera del estado de Puebla (zona fosilífera Las Tazas) modificada de INEGI en una escala 1:50,000. (Ramírez García., 2016).

Dentro de la Junta Auxiliar de Santo Tomas Chautla, se encuentra la localidad fosilífera denominada Las Tazas donde se rescataron los ejemplares pertenecientes a la Colección Paleontológica de la Facultad de Ciencias Biológicas BUAP. La localidad Las Tazas se encuentra en la ladera oeste de la Barranca Cuahuilapan, la cual se ubica a un kilómetro del Bulevar Capitán Carlos Camacho Espíritu, cerca de la desviación hacia el Zoológico Africam Safari, se puede acceder a la zona fosilífera en una caminata de quince minutos.

6. METODOLOGÍA

6.1. Trabajo de campo

En la localidad se identificó y midió cada uno de los estratos ubicados en un corte geológico. Posterior a la identificación y caracterización de los estratos se procedió al levantamiento de la columna estratigráfica, al finalizar se realizó la colecta de muestras para la extracción de palinomorfos, con el martillo de geólogo se desprendió una parte de la pared de tal manera que afloraran sedimentos al fresco para evitar la contaminación. Posteriormente con ayuda de una nucleadora (figura 3) se extrajeron 80 gramos (por muestra) de sedimento de cada uno de los estratos. Se inició desde la base a la cima de la columna guardado cada una de las muestras en bolsas de plástico etiquetadas. Con esto se evitó su contaminación. Después fueron trasladadas al laboratorio de Paleontología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP.



Figura 3.- Muestreo de sedimentos utilizados para la extracción de polen fósil.

Para la extracción de restos fósiles de megafauna se realizó la exploración, así como una excavación sistemática en cada uno de los estratos que afloraban a lo largo de la ladera de la barranca Coahuilapan. La mayoría de los fósiles fueron encontrados en el estrato compuesto por conglomerados. En el estrato superior al conglomerado compuesto por sedimentos limo-arcillosos, se presentaron fragmentos asociados a los restos presentes en el conglomerado. Al hallar algún fósil se procedió a descubrirlo parcialmente retirando la mayor cantidad posible del estrato donde se alojaba mediante el uso de herramientas como cepillos, brochas, picahielos y agujas de disección. Para la extracción de cada fósil se excavó una zanja alrededor del ejemplar utilizando herramientas como picos, palas y martillos paleontológicos generando así una base. Una vez realizada la base se procedió a realizar una cubierta (férula de yeso). Primero se recubrió el fósil con papel previamente humedecido, posteriormente con vendas previamente remojadas en yeso se procedió a envolver el ejemplar, finalizando con un embalaje de yeso, el fósil fue removido cuidadosamente (figura 4).



Figura 4.- Excavación A, B, C, protección C (férula de yeso) y extracción de los restos fósiles.

6.2. Trabajo de gabinete

Para describir las muestras de polen se utilizó la terminología basada en Hessen (2010).

Utilizando las características como polaridad, forma, tamaño, apertura y ornamentación.

Del número de granos de polen se describieron los más representativos y con mejor vista, a su vez se realizó un conteo que ayudo a saber cuáles se encuentran mayormente representado, permitiendo así estructurar la vegetación.

6.3. Extracción de palinomorfos (tratamiento fisicoquímico en sedimentos)

Para la extracción de palinomorfos (figura 5) se aplicó un proceso químico (Martínez Hernández *et al.* 1980) el cual se describe a continuación.

- Cada muestra fue triturada en su totalidad con ayuda de un mortero hasta obtener sedimentos finos de 5mm. (fig. 5A)

- De los sedimentos triturados, se pesan 30 gramos de cada una de las muestras para aplicar el proceso químico.
- Se agrega ácido clorhídrico al 10%, manteniendo la muestra 24 horas en la solución para eliminar carbonatos.
- Con ayuda de un agitador de tubos vortex y agua destilada se lavan las muestras hasta neutralizar, alcanzado un pH de 7 (medido con tiras de pH).
- Posteriormente se agrega ácido fluorhídrico al 100% para eliminar silicatos manteniéndola 24 horas. Sumergiendo los tubos de las muestras en agua destilada para evitar su calentamiento.
- Al finalizar las 24 horas se procede a lavar las muestras con agua destilada hasta neutralizar.
- Luego se procede a la oxidación de la materia orgánica agregando solución Schultz (mezcla saturada de ácido nítrico y clorato de potasio) durante 3 minutos. Algunas muestras son sometidas a acetólisis (ácido acético y ácido sulfúrico en proporción 9:1) excluyendo, los casos con solución Schultz.
- Se procede a lavar las muestras con agua destilada (para el proceso Schultz).
- En caso de las muestras acetolizadas se detiene la reacción con ácido acético, lavándose dos veces con este, posteriormente se lava con agua destilada hasta neutralizar.
- Se separa la materia orgánica por densidad, para lo cual se emplea Bromuro de zinc a una densidad de 1.95, disuelto en agua y en cantidad suficiente se agita vigorosamente para después centrifugar durante 10 minutos a 1,500 rpm.
- Después se lava con agua destilada hasta neutralizar.

- Se decanta el agua y se procede a la elaboración de las laminillas palinológicas (montaje de muestras).
- El sedimento (que contiene los palinomorfos) es homogenizado con una pipeta, luego se coloca una gota de muestras sobre un cubreobjetos junto con una pequeña cantidad de hidroxietilcelulosa (HEC), los cuales son mezclados y distribuidos sobre la superficie.
- Inmediatamente el cubreobjetos es secado con la ayuda de una plancha eléctrica a una temperatura menor de 25°C.
- Posteriormente, se agrega bálsamo de Canadá como medio de montaje y se coloca en el portaobjetos. Todas las preparaciones se etiquetaron debidamente con el número de colecta (se elaboraron 45 laminillas).
- Finalmente se procede al secado de las laminillas en la estufa durante 3 días a una temperatura 40°C. Después de la obtención de las laminillas son revisadas bajo el microscopio óptico empleando una técnica de luz normal y contraste de fases. Donde los palinomorfos son descritos, medidos y posteriormente determinados con base en estudios palinológicos de las cuencas del valle de México y Centroamérica.

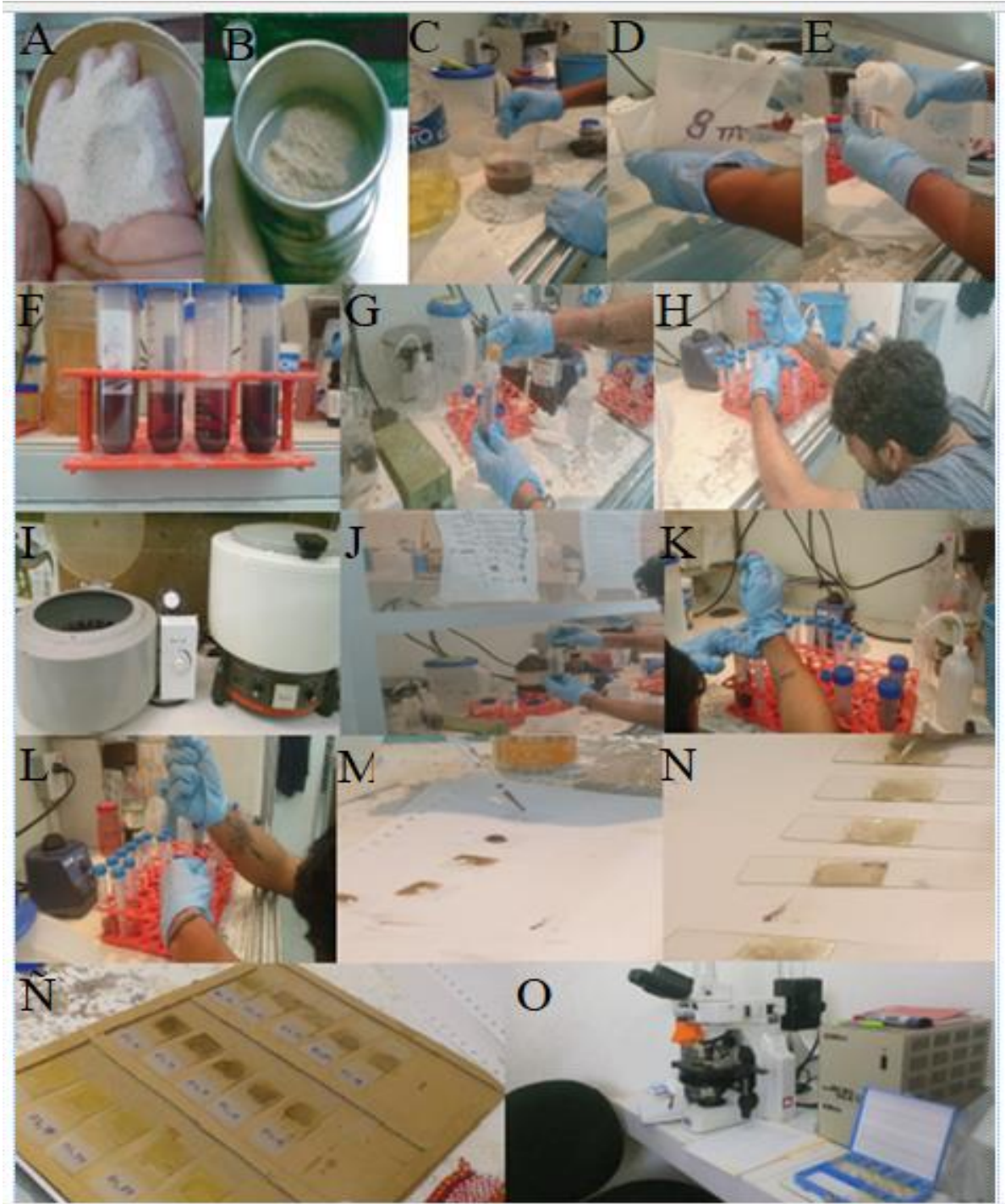


Figura 5.- Proceso fisicoquímico para la extracción de palinomorfos (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J y K), montaje de laminillas (L, M, N y Ñ), microscopio utilizado para la observación y análisis (O).

En cuanto a las piezas fósiles fueron tratados con una solución de sellado con agua 5:1, con el propósito de evitar su deterioro, mientras que para los ejemplares fragmentados fueron

tratados y estabilizados con una base de yeso, pegamento blanco y polyform (figura 6). Los ejemplares fueron fotografiados con un fondo blanco y una escala en centímetros para su referencia métrica.



Figura 6.- Después de retirar la férula (A) se procede a la limpieza de los restos fósiles, con el uso de exploradores dentales y a tratar con una mezcla de yeso, pegamento blanco y sellador 5:1 B y C.

6.4. Identificación y clasificación de polen y mamíferos fósiles de la colección paleontológica BUAP

Las laminillas se revisaron el microscopio trilocular a 10x, 40x, y 100x. Con la finalidad de reconocer algunos de los caracteres morfológicos del material polínico y posteriormente realizar la identificación taxonómica de los palinomorfos.

La identificación de los palinomorfos se realizó a nivel familia, por medio de comparación de caracteres morfológicos de los fósiles descritos en publicaciones especializadas (Perveen, 1999; Van Wichelen *et al.*, 1999).

Para la identificación ósea del material fósil se tomaron como referencia, el Atlas de Anatomía de los animales domésticos (Sisson y Grossman, 1978), el Atlas de Osteología de los Mamíferos Domesticados de la Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona (Lopez-Plana *et al.*, 2010), el libro de Osteología Comparada, un Laboratorio y una guía de campo de Animales Norteamericanos (Adams y Crabtree, 2001). En cuanto a la determinación de los órdenes de los vertebrados se consultaron los registros de la megafauna de La Edad de Hielo de CONABIO (2012), El Inventario de la Colección Paleontológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAPAL), así como se consultó bibliografía especializada tanto de mamíferos fósiles como actuales (de los cuales destacan los trabajos realizados por Skinner y Kaisen, 1947; Schmid, 1972; Von den Driesch, 1976; Gillette y Ray, 1981; Dixon, 1993; Laurito, 2016; Raymond y Prothero, 2011; Campos-Camacho, 2012; Góis Lima, 2013; Ramírez-Cruz, 2011 y Montellano-Ballesteros, 1991; Tong *et al.*, 2017).

7. RESULTADOS

En la localidad se realizó el levantamiento de la columna estratigráfica. Se midieron y describieron los parámetros de litología, color, diámetro de los clastos, al igual que su naturaleza y textura, las estructuras sedimentarias, formas, las discontinuidades y el contenido fósil (figura 7).

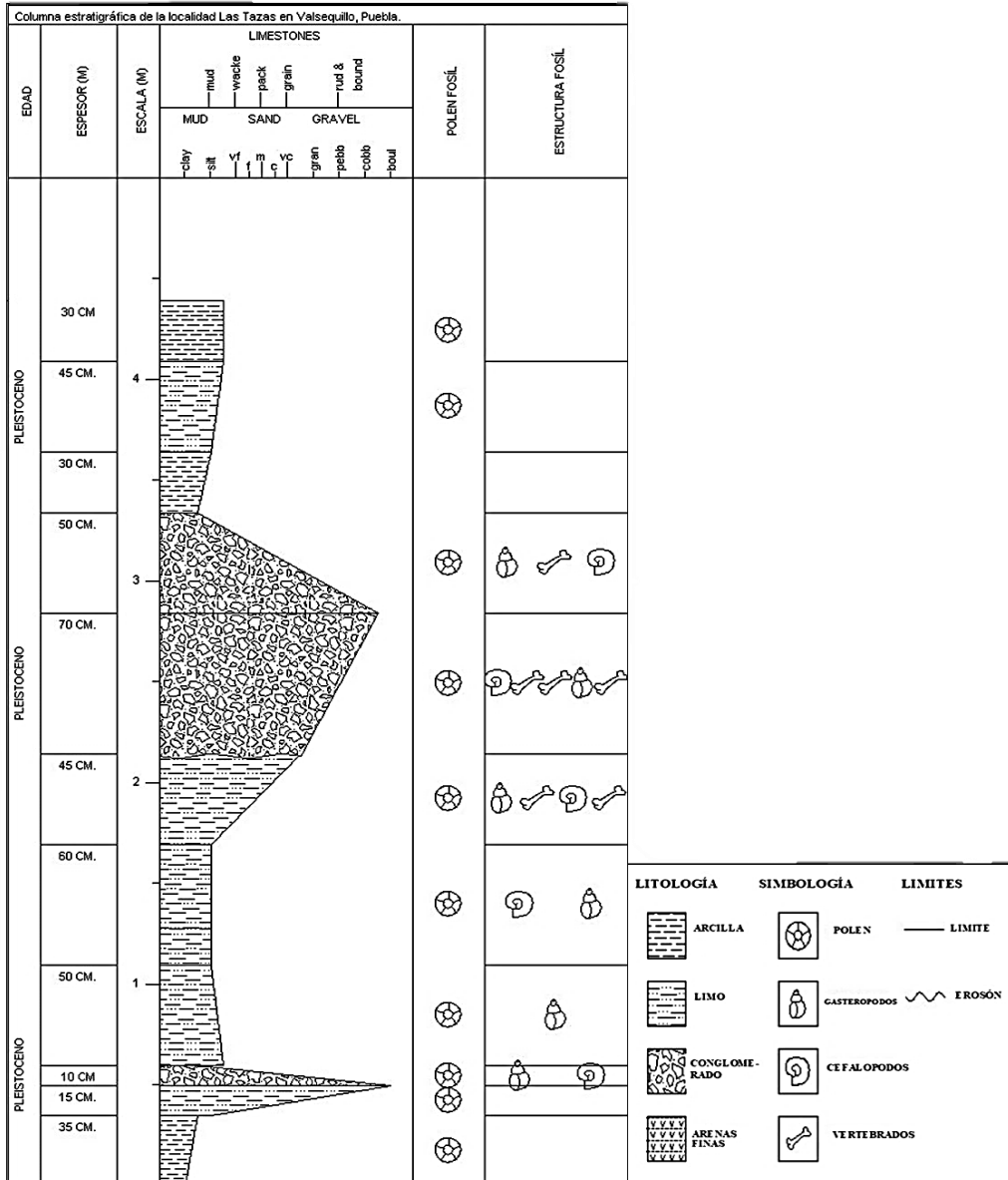


Figura 7.- La columna estratigráfica de 5 metros, se subdivide en 11 estratos compuestos por arcillas, limos, conglomerados y arenas finas, de los cuales fueron extraídos sedimentos para el análisis de palinomorfos. Los fósiles se recuperaron del estrato 6 al 8, estratos compuestos en su mayoría por conglomerados, arenas finas y arcillas, a su vez podemos observar una disconformidad al final del estrato 5.

7.1. Caracterización y descripción de polen fósil

A partir de los sedimentos de la localidad Las Tazas se obtuvieron 45 laminillas en las cuales fueron encontrados un total de 32 granos de polen fósil reconocibles de los cuales se identificaron tentativamente ocho ordenes, ocho familias y seis géneros. Del número de granos de polen fósil obtenido se describen a continuación los más representativos.

7.2. Paleontología sistemática

Clase: Pinopsida, Burnett, 1835

Orden: Pinales, Gorozhankin, 1904

Familia: Pinaceae, Rudolphi, 1830

Género: *Pinus*, Linnaeus, 1753

Especie: *Pinus sp.* Linnaeus, 1753

Lamina: #1

Estrato: 1

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Descripción: Generalmente árboles, con madera blanda, resinosa y no porosa, la copa puede ser redondeada, se reproducen por medio de semillas ubicadas entre las escamas de los conos (Perry, 1991) con hojas lineales o aciculares que van de 2 a 5, con dos o más canales resiníferos en cada una, va de los 15 a 50 metros de altura. Con una distribución altitudinal que entre los 1,500 y 3, 000 m.s.n.m. (Sánchez-González, 2008).

Descripción del grano de polen fósil: Los ejemplares fueron observados desde diferentes vistas. Heteropolar, de simetría bilateral, con dos sacos aeríferos laterales con estructura alveolar, de oblado a oblado-esferoidal. Tamaño de mediano a muy grande (85 micras).

Discusión: El material observado presenta los dos sacos aeríferos, así, como un cuerpo central con forma semielíptica, lo cual permitió compararlo con lo reportado por García-Ortega y Belmonte Soler. (2008) asignando al género *Pinus* (figura 8).

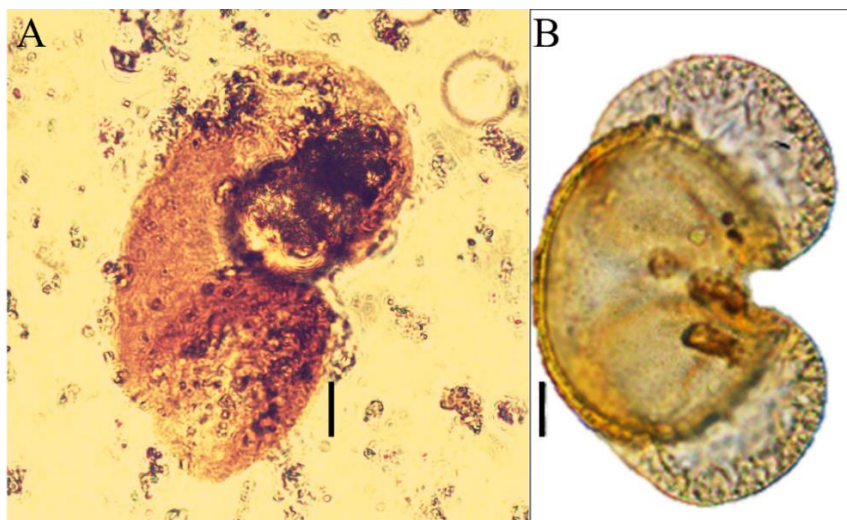


Figura 8.- Grano de polen signado al género *Pinus* (A) perteneciente a la localidad Las Tazas, comparadas con lo mencionado por García-Ortega y Belmonte Soler, 2008 (B). Escala 10 μ m.

Clase: Dicotyledonea, Ozaki, 1974.

Orden: Centrospermales, Chandler, 1963.

Familia: Amaranthaceae, Jussieu, 1789.

Género: *Amaranthus*, Linnaeus, 1753.

Lamina: #1

Estrato: 2

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Descripción: Arbustos que van de 40 cm. a 1.5 m, con ramas volubles, hojas lanceoladas, las flores pueden presentar cierta variedad de colores, cubiertas por brácteas y agrupadas en

densas espigas, axilares y terminales, los frutos son pequeños y florecen todo el año. Habita en la selva baja caducifolia en la vegetación secundaria, que va desde el nivel del mar hasta 1,500 m.s.n.m. (Martínez-Hernández, *et al.*, 1980).

Descripción del grano de polen fósil: Los ejemplares (figura 9) presentan una apertura de tipo periporada, con poros semicirculares en todo el grano, un tamaño pequeño que va de 10 a 25 micras (μm), con una polaridad de tipo isopolar, generalmente encontrado en monadas de forma esferoidal con una exina de 1.6 μm de espesor.

Discusión: El material presenta poros semicirculares en todo el grano, con un tamaño pequeño, presente en monadas, como los mencionados por Martínez-Hernández *et al.* (1980), así como una delgada capa de exina por lo que fue asignado a este género.

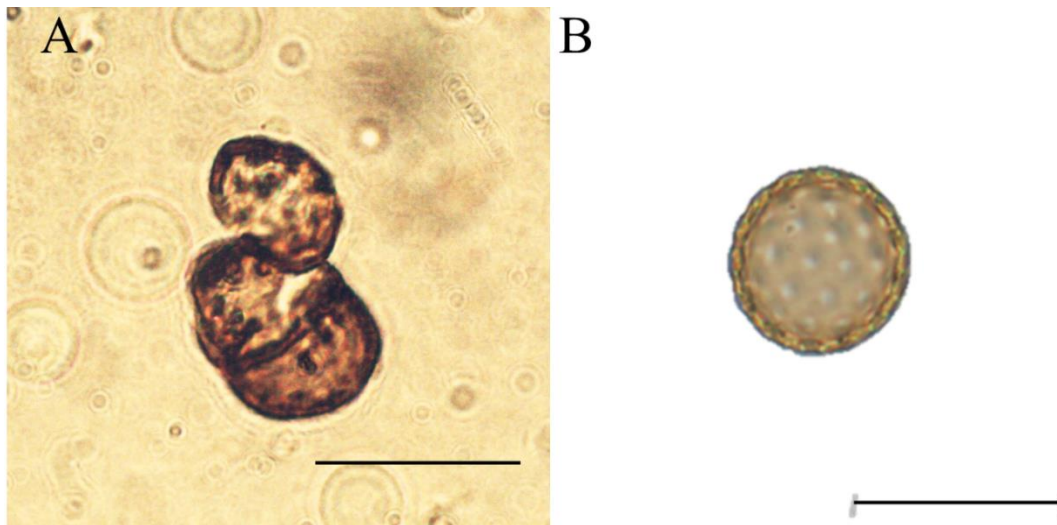


Figura 9.- Grano de polen perteneciente a la localidad Las Tazas (A) comparado con lo mencionado por Martínez-Hernández *et al.*, 1980 (B) debido a las características se asignó al género *Amaranthus*. Escala 20 μm .

Clase: Magnoliopsida, Croquist *et al.*, 1996.

Orden: Asterales, Link, 1829.

Familia: Asteraceae (Compositae), Berchtold y Presl, 1820

Lamina: #2

Estrato: 3

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Descripción: Plantas herbáceas pueden ser perenes o anuales, raramente árboles con hojas sin estípulas, generalmente alternas. Que van desde centímetros hasta varios metros de altura, habitan en bosques de pino-encino, selva baja caducifolia y en la vegetación secundaria y van desde el nivel del mar hasta 1,000 m.s.n.m.

Descripción del grano de polen fósil: El ejemplar (figura 10) generalmente se presenta en monadas con una polaridad isopolar con una apertura tricolporada de forma oblado esferoidal, con un tamaño que va de pequeño a mediano (10-25 μm), una exina tectada (1-3 μm) con espinas sólidas algunas veces difícil de apreciar.

Discusión: El material presenta una forma semicircular, con un tamaño aproximado de 24 μm . y ausencia de poros, así como lo señalado por Villegas, (2016) Y Martínez-Hernández *et al.* (1993) al igual que una ornamentación compuesta por espinas (Ludlow-Wiechers *et al.*, 2003) con una separación igual lo que permite designar a la familia Asteraceae.

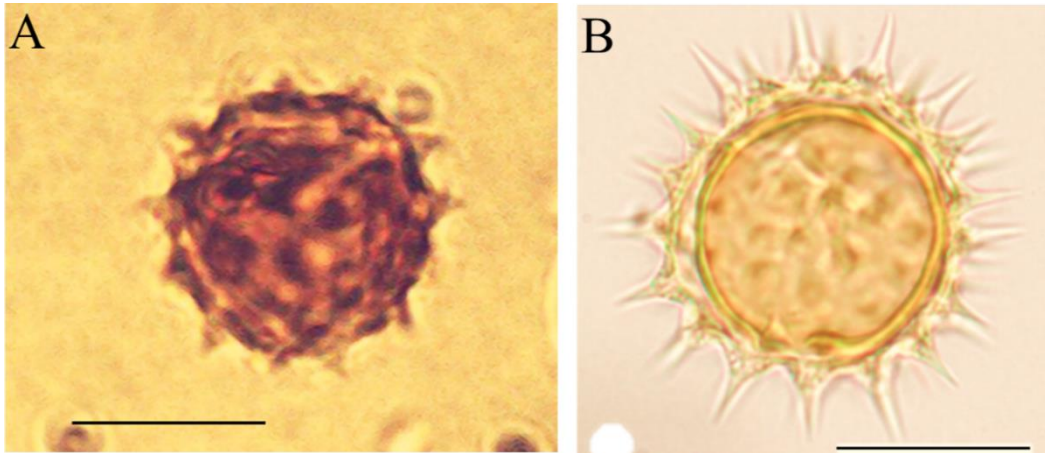


Figura 10.- (A) grano de polen fósil perteneciente a la localidad Las Tazas, (B) imagen tomada de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017). Perteneciente a la familia Asteraceae. Escala 10 μm .

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Lamiales, Bromhead, 1838.

Familia: Oleaceae, Hoffmannsegg y Link, 1809.

Género: *Fraxinus*, Linnaeus, 1753.

Lamin: #3

Estrato: 4

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Descripción: Árboles con corteza rugosa, parada puede llegar a medir de 10 a 40 m de altura. Sus hojas son opuestas e imparipinadas, sésiles y dentadas, habita en los bosques mesófilos hasta los 2,500 m.s.n.m.

Descripción del grano de polen fósil: granos de polen isopolar, con simetría radial, suboblato-esferoidal, con un tamaño de pequeño a mediano (18-23 μm). Trizonicolporados,

con aberturas largas y estrechas. Con tectum parcial, la exina, de mayor tamaño que la nexina, reticulada, con lúmenes irregulares de 1.2-1.3 μm . Exina de alrededor de 2 μm de espesor.

Discusión: El ejemplar presenta una simetría radial, con forma esferoidal, la exina de gran tamaño, comparado (figura 11) con lo señalado por Martínez-Hernández *et al.* (1993) y Gutiérrez *et al.* (2001) por lo que se asignó al género *Fraxinus*.

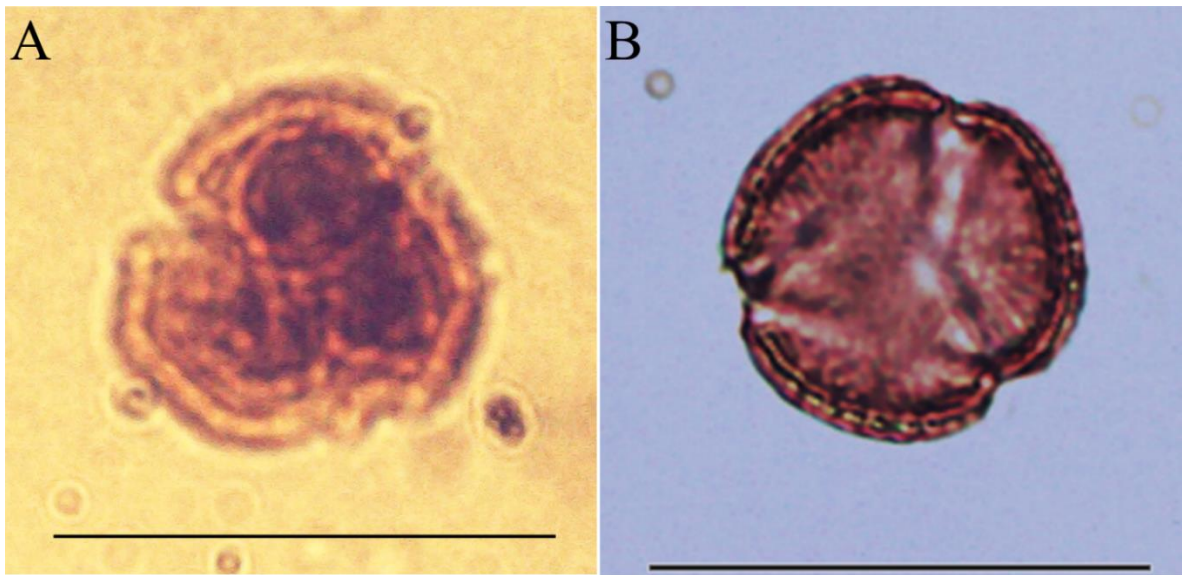


Figura 11.- Grano de polen perteneciente a la localidad Las Tazas (A), (B) imagen tomada de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017). Escala 30 μm .

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Fabales, Bromhead, 1838.

Familia: Fabaceae, Lindley, 1836.

Género: *Mimosa*, Linnaeus, 1753.

Lamina: #2

Estrato: 6

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Descripción: Especies de herbáceas, arbustos, subarbustos, árboles y trepadoras leñosas presenta un crecimiento rápido, con hojas bipinnadas a veces modificadas a espinas. Comprenden unas 500 especies alrededor del mundo, crecen en regiones tropicales, subtropicales, áridas y semiáridas, siendo más escasas en zonas templadas, van desde el nivel del mar hasta alturas de 2850 m.s.n.m.

Descripción del grano de polen fósil: Generalmente se presenta en tétradas, con forma casi elíptica ligeramente comprimida, con una exina de 1.3 μm , con un tamaño de entre 27 a 47 μm .

Discusión: el ejemplar se encuentra en tétradas, con una región distal convexa poco robusta y una forma casi elíptica ligeramente comprimida (figura 12) similar a lo mencionado por Flores-Cruz *et al.* (2006) lo cual nos permite asignar al género *Mimosa*.

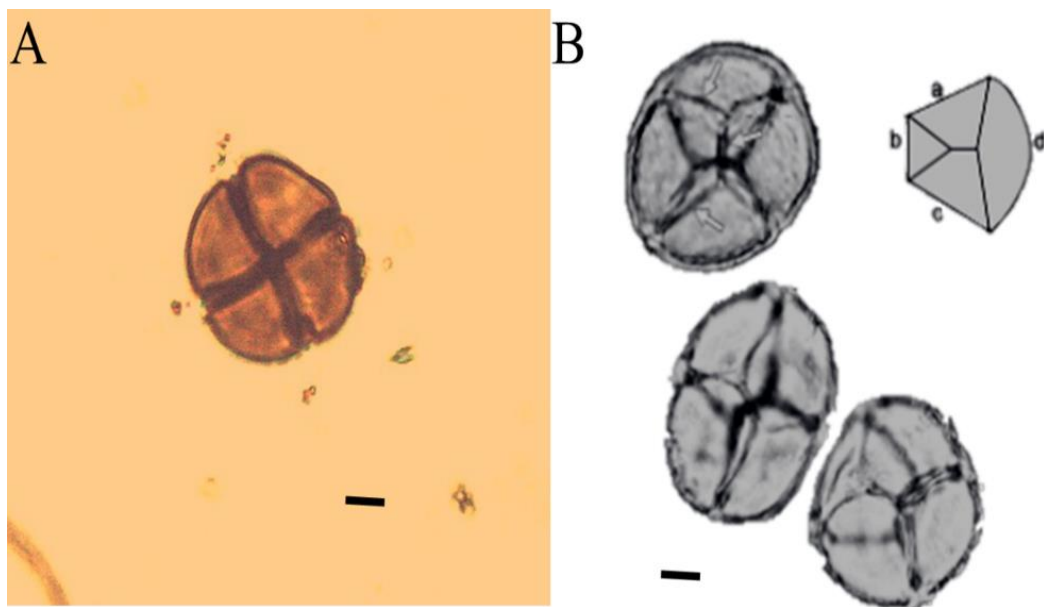


Figura 12.-Polen fósil perteneciente a la localidad Las Tazas (A), comparado con el ejemplar señalado por Flores-Cruz *et al.*, 2006(B). Escala 10 μm .

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Fagales, Engler, 1892.

Familia: Fagaceae, Dumortier, 1829.

Género: *Quercus*, Linnaeus, 1753.

Lamina: #3

Estrato: 10

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Descripción: Son árboles, rara vez arbustos, pueden ser de follaje permanente, caducifolios, su corteza suele ser liza en ejemplares jóvenes, con una altura de entre 25 a 30 m., en México crece entre los 1,000 hasta los 2,000 m.s.n.m.

Descripción del grano de polen fósil: Generalmente esférico u ovalado, isopolares, con simetría radial, trilobulado subtriangular en vista polar, con un tamaño que va de 20 a 40 μm , con tres aperturas compuestas de tipo poro, con una exina de 2 μm de grosor aproximadamente con una superficie aparentemente granular.

Discusión: El ejemplar presenta 3 aperturas opuestas, así como una exina gruesa lo que permite comparar (figura 13) con lo mencionado por Ricardi-Branco *et al.* (2015) permitiendo signar este grano de polen al género *Quercus*.

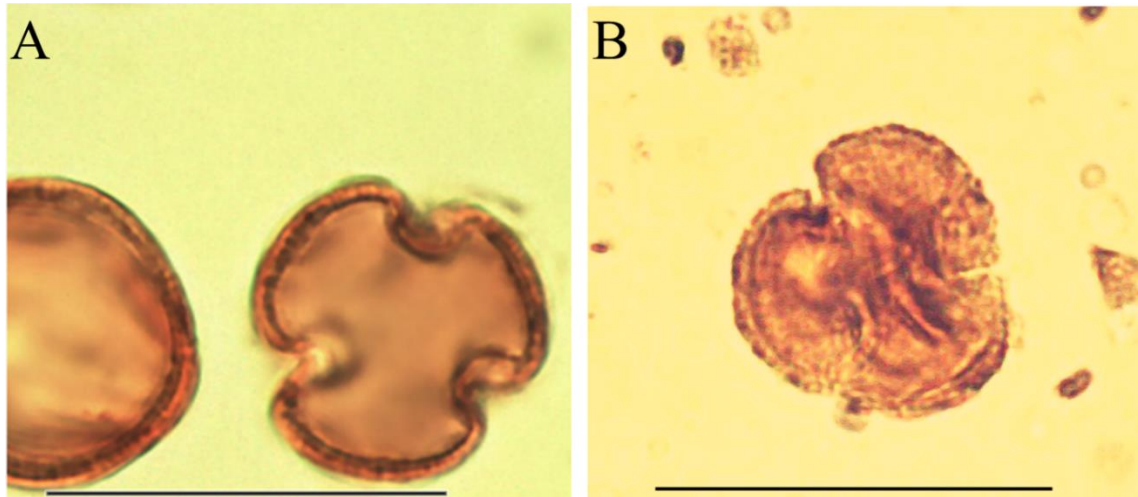


Figura 13.-Polen obtenido de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017) (A), utilizado para comparar con el obtenido en la localidad Las Tazas (B). 50 μ m.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Rosales, Berchtold y Presl, 1820.

Familia: Ulmaceae, Brisseau-Mirbel, 1815.

Género: *Ulmus*, Linnaeus, 1753.

Lamina: #4

Estrato: 8

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Descripción: Árboles, raras veces arbustos, caducifolios, pocas veces perennifolios, alcanzando unos 40m de altura. La corteza es parda, resquebrajada. Presenta hojas simples y serradas en algunos casos, distribuido en ambos hemisferios, a excepción de las zonas polares. Habita en la selva alta caducifolia y el bosque mesófilo a una altura de entre 500 y 1,900 m.s.n.m.

Descripción del grano de polen fósil: Presenta simetría radial, esferoidal o subcircular, con un tamaño mediano (23-30 μm), con una exina de que va de 1 a 1.5 μm difícil de distinguir. Presenta aperturas simples en la zona ecuatorial y con una ornamentación que parecen pequeños gránulos.

Discusión: El ejemplar (figura 14) contiene unas aperturas simples, con una exina delgada isopolar similar a lo mencionado por Martínez-Hernández *et al.* (1993) permitiendo asignar al grano al género *Ulmus*.

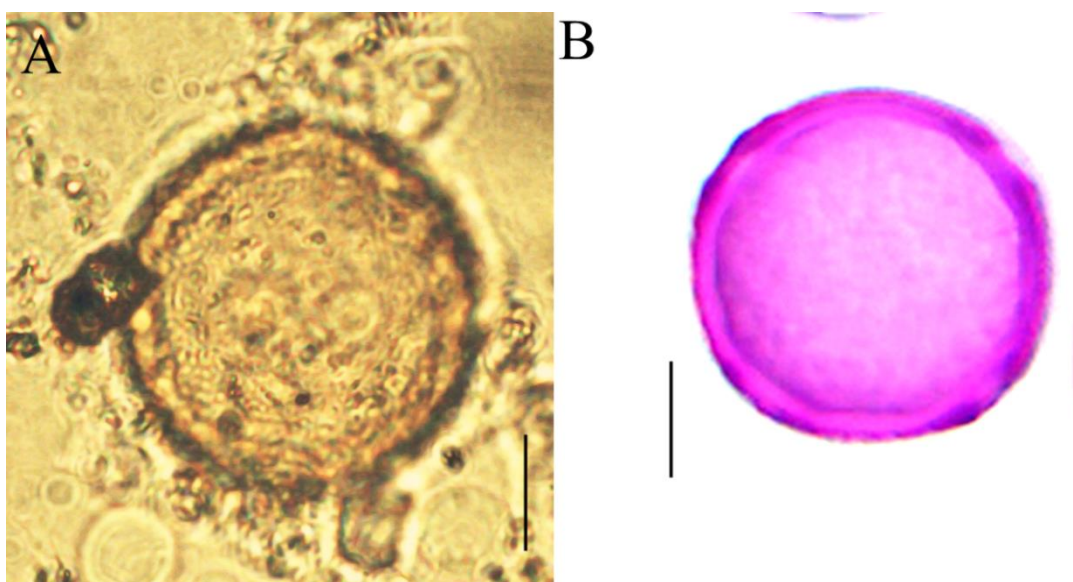


Figura 14.- Grano de polen perteneciente a la localidad Las Tazas (A), polen tomado de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017) (B) utilizado para comparación. Escala 10 μm .

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Malpighiales, Berchtold y Presl, 1820.

Familia: Salicaceae, Brisseau-Mirbel, 1815.

Género: *Salix*, Linnaeus, 1753.

Lamina: #3

Estrato: 4

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Descripción: Árboles raramente arbustos caducifolios, puede medir de 8 a 15 m de altura, hojas simples, alternas, en ocasiones opuestas, el margen puede variar de entero a aserrado. Encontrado generalmente en climas húmedos y en zonas frías del hemisferio norte.

Descripción del grano de polen fósil: Con forma isopolar, raramente circular, un tamaño que va de pequeño a mediano (23-30 μm), aperturas de tipo colpo con una superficie reticulada, con una capa de exina delgada.

Discusión: El grano (figura 15) presenta aperturas en forma de colpo, poco apreciables, una forma ovalada con una capa de exina delgada como lo mencionado por Lozano-García *et al.* (2014), permitiendo asignar al grano al género *Salix*.



Figura 15.- Grano de polen obtenido de la localidad Las Tazas (A), comparado con el tomado de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017), (B). Escala 10 μm .

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Lamiales, Bromhead, 1838.

Familia: Oleaceae, Hoffmannsegg y Link, 1809.

Lamina: #2

Estrato: 2

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Descripción: Árboles o arbustos de hoja perenne, hojas opuestas, simples o compuestas, inflorescencia en racimo alcanza alturas de hasta 3 m de altura distribuidos en regiones templadas y tropicales como lo son selvas altas perennifolias (Martínez-Hernández *et al.*, 1993)

Descripción del grano de polen fósil: Presentan una forma esférica a elíptica, de tamaño pequeño a mediano (18-23 μ m), con tres o, con menos frecuencia cuatro. Una exina de aproximadamente 2 μ m de grosor.

Discusión: El grano (figura 16) de polen presenta una exina delgada, isopolar esferoidal con poros casi visibles como lo menciona Martínez-Hernández *et al.* (1993) lo que permite asignar a la familia Olaceae.



Figura 16.- Polen fósil obtenido de la localidad Las Tazas (A), comparado con el tomado de The Global Pollen Project (Martin y Hervey., 2017) (B). Escala 30µm.

7.3. Identificación y catalogación de las piezas de los mamíferos fósiles

En la realización de este proyecto, se revisó material perteneciente a la Colección Paleontológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAPAL) de la cual se tomaron 20 elementos óseos fósiles de ejemplares de megafauna que corresponden a cuatro órdenes, cinco familias y seis especies a las cuales se les asignó un número de inventario señalado como BUAPAL (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Paleontología).

7.4. Paleontología sistemática (Clase Mamalia)

Orden: Perissodactyla, Owen, 1848.

Familia: Equidae, Gray, 182.

Género: *Equus*, Linnaeus, 1758.

Especie: *Equus conversidens*, Owen, 1869.

Edad: Pleistoceno tardío.

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Material referido: Molares superiores M2i y M3d (respectivamente BUAPAL 773 y 774 (figura 17), asignados a *Equus conversidens*.

Descripción: BUAPAL 773 y 774: Los molares M2i y M3d son de tamaño mediano (24.6x23.81 mm. y 24.33x19.31 mm; LxA respectivamente), se conserva en buen estado el esmalte y se observa su configuración oclusal, donde el borde lingual del protocono es moderadamente cóncavo, el plegamiento del esmalte en el borde externo de las fosetas simples y profundo, el pliegue caballin es simple -ligero en el M2i y muy desarrollado en el M3d.

Discusión: Las piezas fósiles BUAPAL 773 y 774, no alcanzan las dimensiones de *E.mexicanus* y es más grande que las especies pequeñas como *E. cedralensis*, pero presenta medidas similares a las que presenta la especie *E.conversidens*, que son mencionadas por Ballester y Rosales; (1994), Sánchez Salinas *et al.*, (2016) y Priego-Vargas *et al.*, (2017) por lo cual es asignado a este.

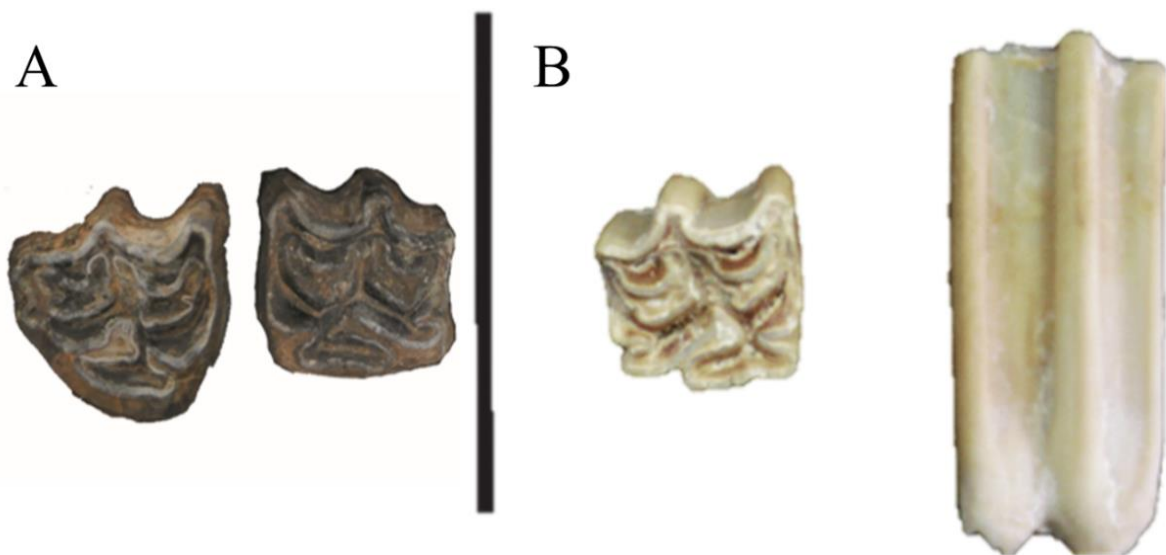


Figura 17.- Piezas fósiles BUAPAL 773 y 774 (A) asignadas a *Equus conversidens*, comparadas con las mencionadas por Priego-Vargas *et al.*, en 2017 (B). Escala 8 cm.

Orden: Perissodactyla.

Familia: Equidae.

Género: *Equus*, Linnaeus.

Especie: *Equus cf. mexicanus*, Hibbard, 1955.

Edad: Pleistoceno tardío.

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Material referido: BUAPAL 780: La pieza fósil es una hemimandíbula izquierda, con tres premolares completos (figura 18).

Descripción: La pieza BUAPAL 780: La hemimandíbula izquierda presenta tres premolares sin un desgaste aparente, el pm2 mide 35 mm, en la literatura los datos merísticos del pm3 en *Equus cf. mexicanus* generalmente son mayores a los 32mm.

Discusión: La pieza fósil BUAPAL 780: fue asignado a *Equus cf. mexicanus* al presentar los datos merísticos en el pm3 son mayores a 32 mm según señala Nacarino-Meneses *et al.*, (2016) y según lo señala González *et al.*, (2017), el ejemplar no rebasa los 4 meses, siendo el primer registro de cría de caballo para México.

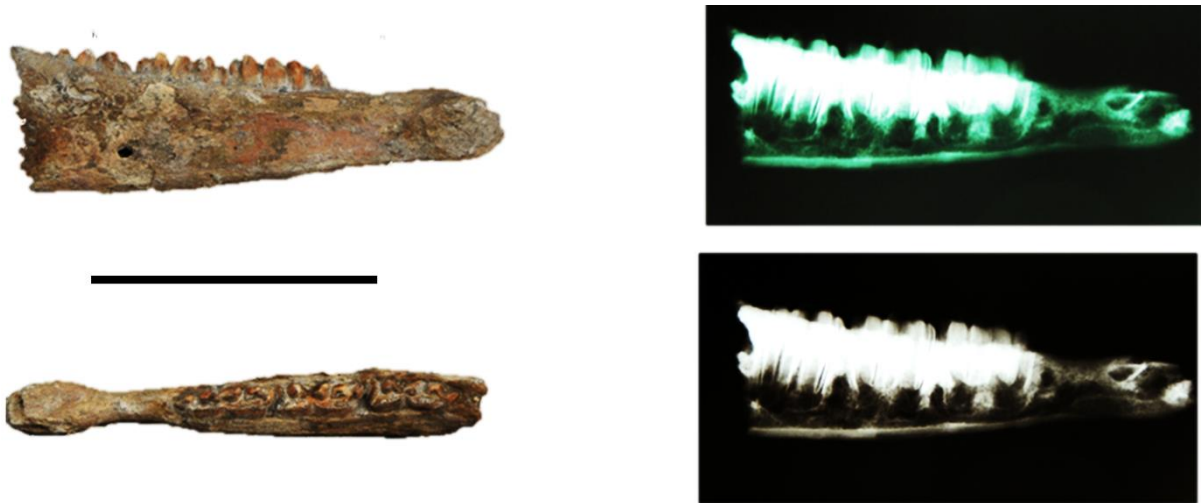


Figura 18.-Mandíbula de ejemplar de aproximadamente 3 meses, donde podemos observar los premolares y una radiografía donde las zonas oscuras marcan falta de crecimiento. Escala 10 cm.

Orden: Perissodactyla.

Familia: Equidae.

Género: *Equus*, Linnaeus.

Especie: *Equus sp.*, Leidy, 1858.

Edad: Pleistoceno tardío.

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Material referido: (Figura 19) Molares inferiores pm3-4, m2i (BUAPAL 771 y 772 respectivamente) asignados a *Equus sp.*

Descripción: Los molariformes pm3 y 4, son de tamaño mediano a pequeño (24.0x13.04 y 22.4x14.47 mm; LxA respectivamente, con unas cúspides bien definidas y ligeros daños.

Discusión: Los molares están por debajo de las medidas y características reportadas para *E. conversidens*, mientras que los rasgos oclusales están dentro de las descripciones y medidas

reportadas para caballos pequeños según (Ballesteros y Rosales; 1994, Sánchez Salinas *et al.*, 2016; y Priego-Vargas *et al.*, 2017 por lo cual no fue posible asignar a una especie y queda como *Equus* sp.

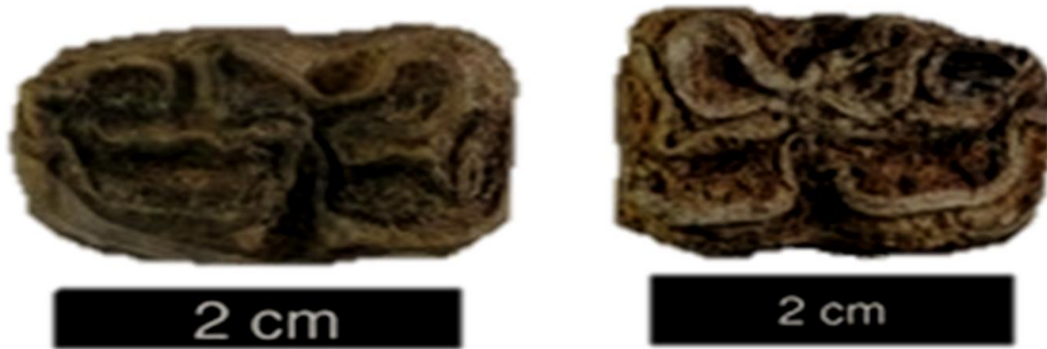


Figura 19.- Molares asignados a *Equus* sp. pertenecientes a la colección paleontológica que son de tamaño pequeño.

Orden: Artiodactyla, Owen, 1848.

Familia: Bovidae, Gray, 1821.

Género: *Bison*, Smith, 1827.

Especie: *Bison antiquus*, Leidy, 1825.

Edad: Pleistoceno tardío.

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Material referido: Fragmento derecho de cráneo con cornamenta BUAPAL 755, BUAPAL 781, BUAPAL 756, BUAPAL 761, BUAPAL 754, BUAPAL 764, BUAPAL 763, BUAPAL 762, BUAPAL 758 y BUAPAL 759.

Descripción y Discusión

BUAPAL 755: El fragmento de cráneo conserva parte del frontal izquierdo y del derecho desde la fosea orbital hasta el cóndilo occipital, el cuerno derecho tiene una longitud de 20mm, interna de 230 mm y externa de 295 mm de la punta hasta la base del cuerno, su circunferencia es de 290 mm y su diámetro es de 100 mm; lo que permite determinar al individuo como un adulto según Skinner y Kaisen, (1947) y Von den Driesch, (1976); mientras que los cuernos de punta a punta (LTPP) es de 700 mm (Skinner y Kaisen, 1947), (cuadro 3).

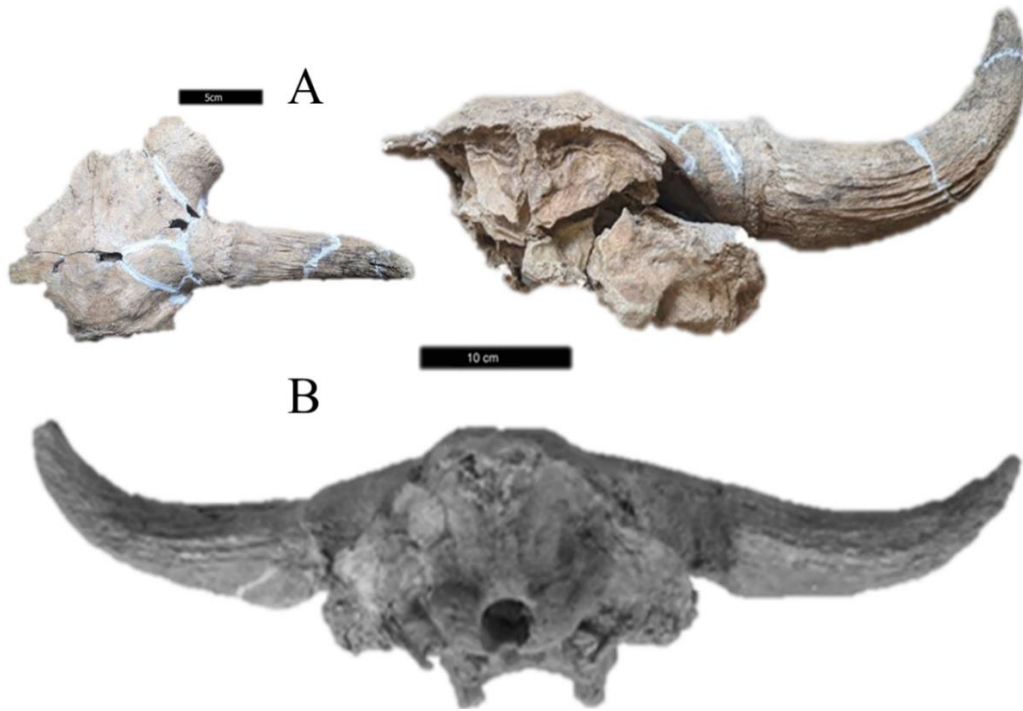


Figura 20.- (A), Cráneo de *B. antiquus* perteneciente a la Colección Paleontológica BUAP (BUAPAL 755), (B), comparado con el mencionado por Cabrera (2011).

Tabla 3.- Comparación de medidas en mm de la pieza BUAPAL 755, con las especies de Bison reportadas Skinner y Kaisen, 1947, donde podemos observar la longitud de los cuernos de punta a punta (LTPP), el diámetro vertical de los núcleos del cuerno y su circunferencia (DVCC), longitud relativa del cuerno (LRC) y la anchura de los cóndilos occipitales (ACO).

Medidas	BUAPAL 755	<i>Bison antiquus</i>	<i>B. latifrons</i>	<i>B. occidentalis</i>	<i>B. bison</i>	<i>B. athabascae</i>	<i>B. priscus</i>	<i>B. alaskensis</i>
(LTPP)	700	816-975	1445- 2235	626-1056	510- 778	542-848	751- 1064	800-1540
(DVCC)	---	90-105	107- 178	70-114	69-99	81-106	84-116	100-153
(LRC)	200	280-395	551- 1090	186-392	124- 270	165-323	285- 416	426-795
(ACO)	162	132-161	104- 179	111-151	111- 140	9118-139	127- 165	133-175
(LSM)	---	105.2- 106	100- 110	90-102	81.8- 97.9	92	-----	-----
(LSD)	---	107	107*	137-160	129- 157	143-158	-----	-----

BUAPAL 781: El molar M3d presenta la cara oclusal muy maltratada, es hipsodonto con endoestilo bien desarrollado, sus fosetas tienen forma de “u” con algunos pliegues y debido al desgaste del molar la pieza pertenece a un individuo adulto según lo comparado con lo señalado por Allen, (1876); Chandler, (1916) y Hillson (2005).

BUAPAL 756:(Figura 21) Hemimandíbula derecha con fragmento del pm3 y del m1 al m3 completos. Los molares presentan una foseta en forma de media luna, una cúspide en forma

de “u” lo que nos permite determinar que el material pertenece a un individuo adulto mientras que las medidas son similares a lo reportado por Tong *et al.*, (2016), Von den Driesch, (1976) y Cabrera Pérez, (2011).



Figura 21.- Mandíbula de *B. antiquus* perteneciente a la Colección Paleontológica BUAPAL 756 (A), comparada con la mandíbula perteneciente a Tong *et al.*, (2016) (B). Escala 10cm.

BUAPAL 761: Escapula derecha fragmentada, la cavidad glenoidea mide 88mm, el borde interno 165mm, el largo total es de 430mm, el omoplato presenta una ligera compresión, presenta los tubérculos infraglenoideos, supraglenoideos y el acromion. Asignando el fósil a un organismo adulto por las características antes señaladas y comparadas con lo mencionado por Von den Driesch (1976), France, (2008) y Raymond y Prothero (2011), (Figura 22).

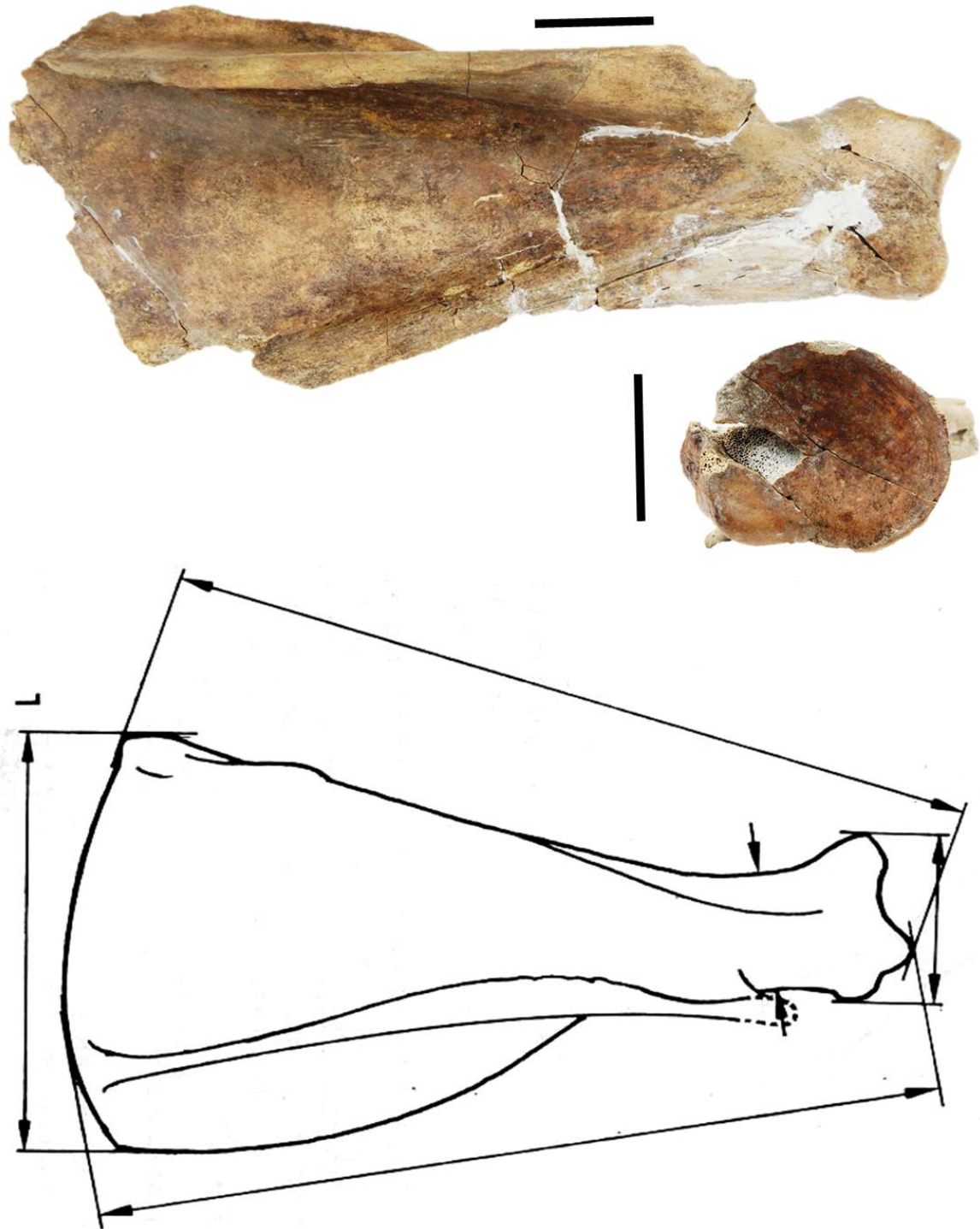


Figura 22.- Escapula perteneciente a *B. antiquus* con la ilustración correspondiente a este género.

BUAPAL 754: (figura 23) Fragmento de ulna con una ruptura en la diáfisis, se conserva la región proximal, presenta un olécranon aplanado, así como una cavidad mayor semilunar

bien definida. La curva del olécranon presenta una profundidad de 14mm. Estas características, así como la no fusión de esta con el radio, se concluye que pertenece a un organismo juvenil según lo señalado por France (2008).

Tabla 4.- Comparación de medidas (en mm) de ulna y la pieza BUAPAL 754 y lo reportado por Cabrera Pérez; 2011 y Mcdonald et al., (2002) (*medidas aproximadas).

Medidas	Ulna BUAPAL	Ulna UMPE-	Ulna bison <i>occidentalis</i>
Longitud	754	004	<i>MMMN V-1914</i>
Longitud	300	370*	333.00
anteroposterior	25.	98	32.00
Transversal	20.6	53.3	-----

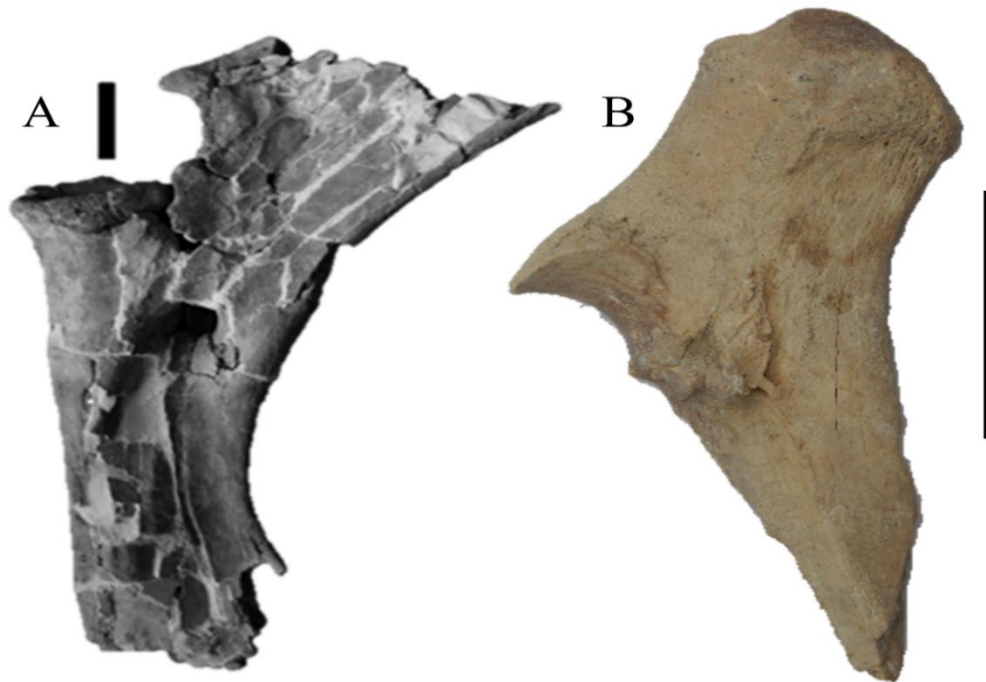


Figura 23.- BUAPAL 754, Ulna perteneciente al *B. antiquus* en etapa juvenil (B), comparada con la reportada por Cabrera Pérez (2011) (A). Escala 5 y 10 cm respectivamente.

BUAPAL 763:(figura 24) Astrágalo derecho, muestra una fosa subsustentacular bien desarrollada con una forma circu-ovalada, la superficie sigmoidea en forma de S con un daño en la faceta media, así como un cóndilo lateral alto y engrosado lo que nos permitió comparar con lo mencionado por Alberdti y Palomo, (2013).



Figura 24.- Astrágalo derecho perteneciente a la Colección Paleontológica BUAP.

BUAPAL 764: (figura 25) Metacarpo derecho, presenta una epífisis distal con un ligero daño en uno de los cóndilos articulares, la región proximal está bien representada, las superficies donde se establecen los metacarpos con un ligero desgaste, se presenta un foramen característico (Kirillova, *et al.*, 2019).



Figura 25.-Metacarpianos pertenecientes al género Bison BUAPAL 764 (A), comparados con los mencionados por Kirillova et al., (2018), (B, C, D).

BUAPAL 762: Sexta vértebra cervical, presenta la región caudal y craneal bien definida, el condilo rostral convexo, con el margen redondeado, el canal medular está presente; la apófisis articular es ancha con margen redondeado, la apófisis articular craneal es ancha con un margen redondeado la apófisis articula craneal es plana se encuentra incompleta, las apófisis transversas son planas y grandes de forma triangular mientras que las apófisis articulares se encuentran dañadas. Al ser comparadas con lo descrito por Cabrera (2011), lo que permitió asignar a la especie *B. antiquus*. (figura 26).

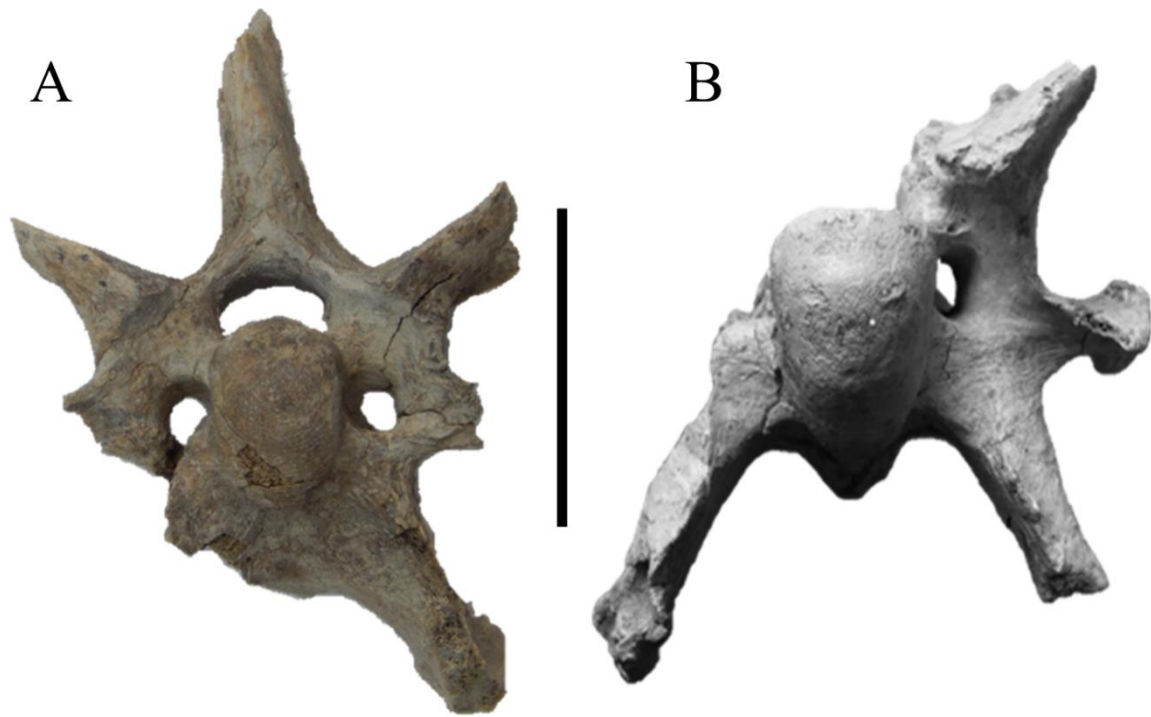


Figura 26.-Vértebras lumbares pertenecientes a *B.antiquus* BUAPAL 762 (A), muestras para comparar por Cabrera, (2011), (B).

BUAPAL 758-759: (figura 27) Las Vértebras lumbares están casi completas, presentan una región craneal, así como una parte caudal con una compresión en el cuerpo vertebral, un canal neural. La altura de la región craneal es de 52mm, al igual que la amplitud de las facies (52mm). Para le región caudal la amplitud de las facies es de 59mm y la medida del largo de las vértebras es de 73mm. Determinando que el material fósil pertenece a un adulto debido a la semejanza en las medidas (Von denDriesch, 1976; Skinner y Kaisen, 1947; Raymond y Prothero 2011).

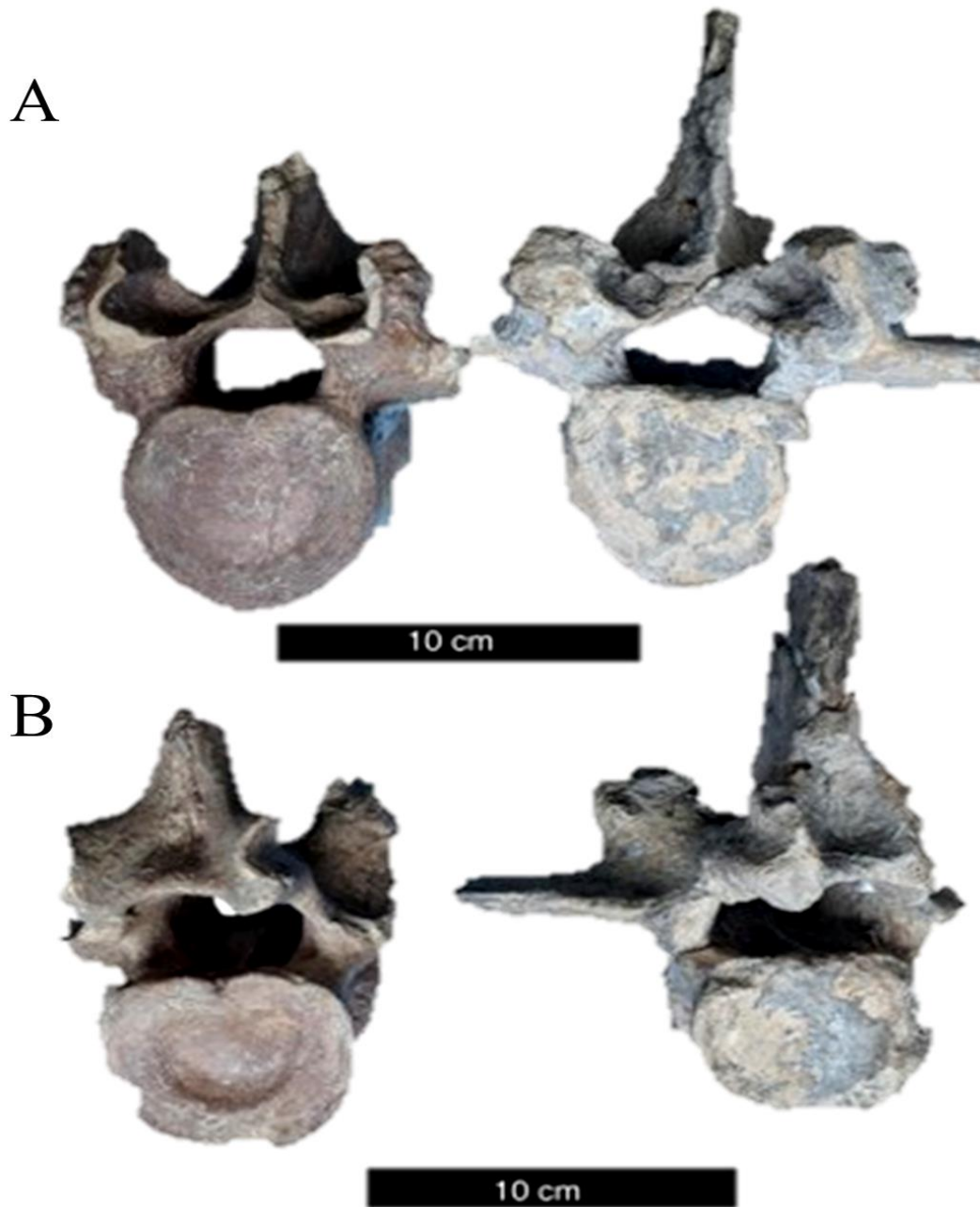


Figura 27.- Vértabras lumbares pertenecientes a *B. antiquus*, (A) vista frontal, (B) vista caudal.

En el área de Valsequillo se han descrito al menos dos especies pertenecientes al género *Bison*, donde encontramos a *B. anticus* y *B. occidentalis* actualmente se reconoce una sola especie para esta área *B. anticus* basado principalmente en la revisión de caracteres craneales (Díaz-Sibaja *et al.*, 2020).

Familia: Camelidae, Gray, 1821.

Género: *Camelops*, Leidy, 1854.

Especie: *Camelops* cf. *hesternus*, Leidy, 1873.

Edad: Pleistoceno.

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Material referido: Calcáneo izquierdo (BUAPAL757).

Descripción: El calcáneo izquierdo (BUAPAL 757) (figura 28), es robusto con una longitud de 158mm un ancho de cuerpo de 68mm y una curvatura interior de 35mm.

Discusión: El calcáneo izquierdo presenta unas medidas similares y una falta de costura debido a la fusión de las epífisis lo que permite compararlo con lo mencionado por Laurito y Valerio (2016) y a su vez señalar a la especie *Camelops hesternus*.

La familia camelidae durante el Pleistoceno tardío en el área de Valsequillo está representado por los géneros *Camelops*, *Hemchenia* y *Paleolama*, siendo estos los camélidos de mayor talla, estos se distribuyen en Norte América y avanza hasta Asia a partir del Mioceno tardío por el estrecho de Bering (Pickford *et al.*, 1995); esta familia puede encontrarse junto a otras especies del Pleistoceno tardío como lo son caballos y mamuts (Zazula *et al.*, 2017).



Figura 28.- BUAPAL 757, calcáneo izquierdo perteneciente a la Colección Paleontológica BUAP (A), Comparado con lo mencionado por Laurito y Valerio (2016). (B).

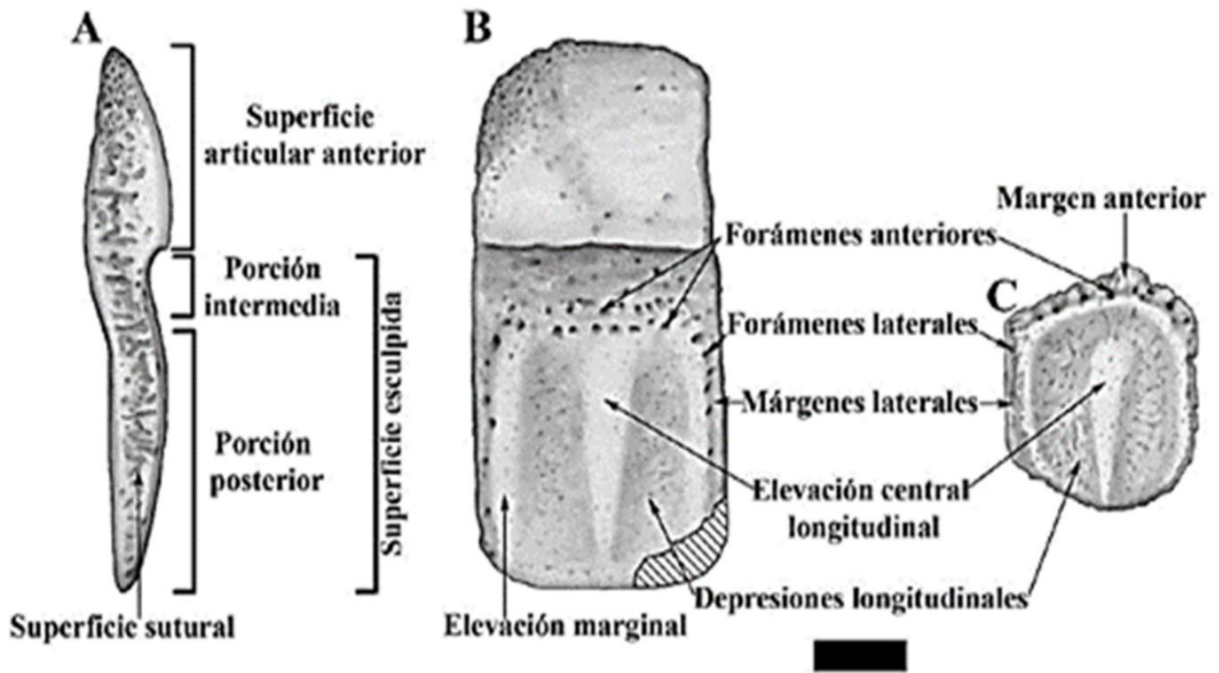


Figura 29.- Nomenclatura de los osteodermos de los Pampatherios (Modificada de Góis Lima., 2013.), basada en la especie *Scirrotherium carinatm* (A-B-C) osteodermo móvil y fijo. Escala 1cm.

Orden: Cingulata, Illiger, 1811.

Familia: Pampatheriidae, Paula Couto, 1954.

Género: *Pampatherium*, Gervais y Ameghino, 1880.

Especie: *Pampatherium cf. mexicanum*, Edmund, 1996.

Edad: Pleistoceno.

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Material referido: Osteodermo (placa ósea dérmica) móvil (BUAPAL 768), fragmento de osteodermo móvil (BUAPAL 767) y dos escudos fijos escapulares (BUAPAL 769 y 779) Asignados a *Pampatherium cf. mexicanum*, (figura 30).

Descripción y discusión:

BUAPAL 768: Osteodermo móvil (figura 30, A) de forma rectangular se observa en tres partes (Montellano-Ballesteros, 1991). La parte inferior (45mm), se pueden observar una serie de forámenes poco profundos en el margen inferior; la parte media (30mm), es rugosa y presenta una curvatura en la unión cerca de la parte superior de 35mm de largo, es lisa en su totalidad (Montellano-Ballesteros, 1991; Góis Lima., 2013).

BUAPAL 767:(figura 30, B) Fragmento de osteodermo móvil, se conserva solo la parte superior (25mm) de forma rectangular, así como reticulaciones en la superficie articular anterior y una serie de puntos en la superficie esculpida y en el contorno de la superficie (Montellano-Ballesteros, 1991).

BUAPAL 769 y 770: (figura 30, C) Osteoderms fijos pertenecientes a la región escapular, presenta una ornamentación poco marcada compuesta por múltiples y pequeños poros, su

elevación marginal es aplanada o difusa, mientras que las depresiones longitudinales son superficiales según lo mencionado por Montellano-Ballesteros (1991).

La familia Pamphateriidae en México se encuentra representada por dos géneros, *Pamphaterium* y *Holmesina*, esta familia se caracteriza por presentar osteodermos particularmente importantes para distinguir a estos taxones (Edmund, 1996; Scillato-Yané *et al.*, 2005). Los osteodermos móviles (figura 29) del género *Pamphaterium* son débilmente ornamentados, la banda marginal puede estar ausente particularmente en la población mexicana o puede consistir en una banda estrecha de poros foliculares en la parte posterior y en los márgenes laterales; la banda marginal no está significativamente deprimida por debajo de la banda submarginal y en la región central es amplia, baja y sin protuberancias ni quilla elevada (Edmund, 1996).

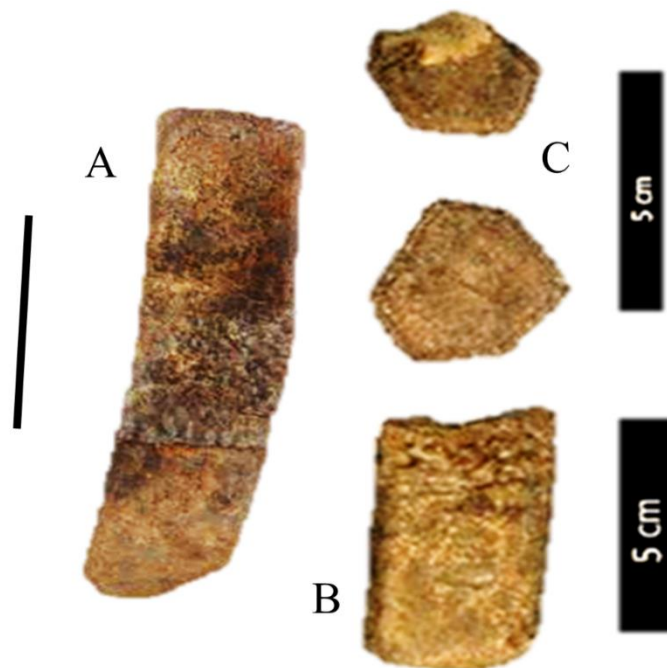


Figura 30.- Osteodermos pertenecientes a la Colección Paleontológica BUAP, A osteodermo móvil, B fragmento de osteodermo móvil, C osteodermos fijos.

Orden: Proboscidea, Illiger, 1811.

Familia: Elephantidae, Gray, 1821.

Género: *Mammuthus*, Brookes, 1828.

Especie: *Mammuthus columbi*, Falconer, 1857.

Edad: Pleistoceno tardío.

Localidad: Las Tazas, Valsequillo, Puebla.

Material referido: Fémur izquierdo (BUAPAL 775), (figura 31).

Descripción: El cuerpo del fémur presenta un largo de 130cm, con la región proximal de 23cm y la distal de 28cm bien definidas, así como una diáfisis esvelta.

Discusión: El fémur es de gran tamaño presenta el trocánter mayor y menor bien definidos, también se presenta el cóndilo femoral interno y externo, así como la foseta en la región del trocánter menor lo que nos permitió asignar a la especie *Mammuthus columbi*.

La especie *Mammuthus columbi* es actualmente la única que se reconoce para el Pleistoceno tardío en México, se trata del proboscideo de mayor tamaño, más grande que los representantes de la familia Mammutidae y Gonphotheridae, estuvo ampliamente distribuido en Norte América, el centro del país cuenta con más de 270 localidades registradas (Arroyo-Cabrales *et al.*, 2010; Kurtén y Anderson, 1980; Agenbroad, 2005).



Figura 31.- Fémur perteneciente a la Colección Paleontológica BUAP (BUAPAL 775).

8. DISCUSIÓN

El estudio del registro fósil es importante para conocer los cambios de flora y fauna en el tiempo geológico en el territorio mexicano, a partir de los sedimentos pleistocénicos ampliamente distribuidos en el país siendo estos los sitios donde se genera información sobre los procesos de extinción y diversificación de ciertos grupos, al igual que la distribución (Ferrusquía-Villafranca *et al.*, 2017). Hasta el 2002 se han reportado 776 localidades fosilíferas en México con mamíferos pleistocénicos, principalmente de megafauna (Ballesteros y Arroyo-Cabrales, 2002).

La localidad de Valsequillo es la zona fosilífera del Pleistoceno tardío más representativa de estado de Puebla (Jiménez Hidalgo *et al.*, 2015), debido a la importancia de este sitio se realizan diversos trabajos de investigación (Gonzales *et al.*, 2006). El continuo descubrimiento de piezas fósiles en la localidad permite complementar la riqueza taxonómica tanto vegetal como animal y las diferentes comunidades pleistocénicas al igual que aportar conocimiento que se pueda contrastar con los patrones paleobiológicos presentes en otras regiones (Jiménez Hidalgo *et al.*, 2015).

La localidad de Las Tazas dentro del área de Valsequillo se caracteriza por su riqueza particular de mamíferos pleistocénicos que no habían sido reportados en un mismo sitio y en conjunto con él componente de especies vegetales permite resaltar su heterogeneidad en la vegetación de esta localidad, lo que permite asumir que existía un aprovechamiento diferencial del follaje por ramoneadores a distintas alturas, la vegetación en zonas bajas y abiertas disponible para los paseadores, así como para los herbívoros de dietas mixtas (Louys *et al.*, 2011).

De la misma manera la existencia de pastizales se asocia a la presencia de bisontes, mamuts y caballos, así como las zonas arbustivas que pueden asociarse con los camellos (Green *et al.*, 2005; Pérez-Crespo *et al.*, 2009), debido a lo antes mencionado se puede inferir un paleoambiente dominado por grandes pastizales con bosque hacia una mayor altitud.

En tanto a la diversidad de especies vegetales que han sido documentadas en el estado de Puebla son muy importantes, ya que existen pocos trabajos que nos muestren la biodiversidad botánica, respecto al registro fósil pasa lo mismo muy pocos trabajos que nos muestran la historia pasada y el origen de la flora en Puebla, donde Ohgermach y Straka (1973), son quienes presentan un análisis palinológico en la secuencia Seco-Oriental considerando a este como el primer registro palinológico para el estado, donde se reporta la presencia de *Alnus*, *Carpinus*, *Junglans*, *Ulmus Fraxinus*, *Liquidambar* y *Fagus* lo que coincide con lo registrado por Stevens *et al.*(2012), que señala que hace aproximadamente 20, 000 años AP. el clima de Valsequillo era más frío y tal vez con condiciones climáticas más secas al ser comparadas con las actuales, por lo que debido a los cambios en las condiciones climáticas las especies habrían tenido que adaptarse y posteriormente Metcalfe *et al.*(2016), señaló la presencia de arbustos leñosos y pinos , al igual que la existencia de

lagos poco profundos de acuerdo al polen fósil encontrado, lo que permite asociar la vegetación actual de pino-encino en la que habitaba la megafauna, esto apoyado por el registro de maderas de angiospermas como *Cordia*, *Dalbergia* y *Prioria*, entre otros registros apoyando las idea de zonas con manchones de bosque y mayor disponibilidad de agua (Sainz-Reséndiz, 2011).

Por lo que el estudio de material polínico fósil permite inferir patrones sobre el cambio poblacional de la vegetación presente en la localidad de Las Tazas de manera efectiva siempre que lo datos se encuentren en localidades similares (Ferrusquía-Villafranca *et al.*, 2010).

Esta localidad y la importancia que radica en cuanto a la asociación de la flora y fauna presente comparada con las localidades del centro de del país, se encuentra en la diversidad de especies con los mismos requerimientos ecológicos que sugieren que los organismos pertenecían a la misma comunidad, debido a que el daño en los huesos es elevado, pero con un gran número de piezas presentes en esta zona (Castillo-Cerón *et al.*, 1996; Herrera Flores, 2017).

Debido a los elementos botánicos que constituían la comunidad vegetal en la localidad Las Tazas que comparte semejanzas con varios conjuntos palinológicos pleistocénicos en la Cuenca de México donde domina una vegetación de *Pinus* y *Quercus*, en combinación con conjuntos herbáceos compuestos por Poaceae, Asteraceae y Amaranthaceae entre otros (Lozano-García *et al.*, 2005), de esta manera la flora en la localidad Las Tazas es semejante a los actuales con clima de tipo templado subhúmedos, así como cálidos mayormente localizados en las zonas del centro de México.

9. CONCLUSIÓN

Mientras que parte de la heterogeneidad de la vegetación ambiental es proporcionada por las muestras polínicas, también se encuentra determinado por la población de herbívoros presentes en la localidad Las Tazas ya que son mayormente herbívoros, puesto que la estructura vegetal está conformada por un estrato arbóreo (*Pinus* y *Quercus*) y un estrato herbáceo (*Oleaceae*, *Mimosa*, *Asteraceae* (compositae)).

En cuanto al análisis de los estratos nos permitió contabiliza el registro palinológico con un total de 32 gramos de polen donde los grupos dominantes son representados por *Pinus* (con un 48%) al igual que *Quercus* (con 62%).

La asociación de granos de polen fósil encontrados en la columna presenta una variación en la dominancia de elementos, donde los 3 primeros estratos de la base de la columna presentan una mayor dominancia de pinos, mientras que en los estratos 4, 5 y 6 se presenta una dominancia entre *Pinus* y *Quercus*. Para los estratos finales 7, 9 y 10 (el estrato 8 no presento ningún grano de polen) se encontró una mayor dominancia de árboles, arbustos y plantas rastreras, lo cual nos permite inferir un ambiente compuesto por un bosque mixto semiabierto dominado en su mayoría por pinos y encinos.

Mientras que las piezas fósiles de mamíferos pleistocénicos donde encontramos Artiodáctilos (*Bison* y *Camelops*), proboscídeos (*Mammuthus*) équidos (*Equus conversidens*, *E. mexicanus*) y pampaterios (*Pampaterium mexicanus*), los cuales corresponden a una asociación rancholabreana concordando con los registros referidos por Ceballos *et al.* (2010), Ferrusquía-Villafranca *et al.* (2010 y 2017) así como el registro fósil del género *Bison*.

Por lo tanto, el paleoambiente inferido en la localidad de Las Tazas se encontraba dominado por un conjunto arbóreo compuesto por un Bosque Templado-húmedo, así como zonas

abiertas con grandes cuerpos de agua, determinado a partir del material polínico, así como por los vertebrados fósiles encontrados siendo estos en su mayoría grandes herbívoros con dietas más definidas como lo son los paseadores y ramoneadores por lo que la vegetación secundaria era aprovechada por los distintos herbívoros aquí reportados.

Durante el Pleistoceno tardío la megafauna dominaba el paisaje de la localidad de Las Tazas, si bien forma parte de las características presentes en los ecosistemas pleistocénicos de Valsequillo con una gran diversidad, esta localidad es distinta a cualquier otro ecosistema presente en la zona, muestra que esta localidad es distinta a cualquier otro ecosistema antes reportado por lo cual se sugiere continuar con los trabajos de investigación en esta localidad.

10. BIBLIOGRAFÍA

Adams, B., and Crabtree, P. (2011). Comparative osteology a laboratory and field guide of common. North American Animal: Academic Press, 433.

Agenbroad, L. D. (2005). North American Proboscideans: Mammoths: The state of knowledge. Quaternary International, 126, 73-92.

Alberdi, M. T., and Palombo, M. R. (2013). The late Early to early Middle Pleistocene stenoroid horses from Italy. Quaternary International, 288, 25-44.

Allen, J. A. (1876). The American bisons, living and extinct (Vol. 10). University Press, Welch, Bigelow.

Armenta, J. (1959). Hallazgo de un artefacto asociado con mamut, en el Valle de Puebla. México: Instituto Poblano de Antropología e Historia e Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Armenta Camacho, J. (1978). Vestigios de labor humana en huesos de animales extintos de Valsequillo, Puebla, Mexico. Editorial Council of the Government of the State of Puebla, Puebla, Mexico. (English translation at pleistocenecoalition.com/steen-mcintyre/index.html).

Arroyo-Cabrales, J., Polaco, O. J., and Johnson, E. (2002). La mastofauna del Cuaternario tardío en México. Avances en los Estudios Paleomastozológicos: MéxicDF, Instituto Nacional de Antropología e Historia, serie Arqueología, , 103-123.

Arroyo-Cabrales, J., Polaco, O., J., Johnson, E., and Ferrusquia-Villafranca, I. (2010). A perspective on mammalian biodiversity an zoogeography in the Late Pleistocene of México. Quaternary International, 212:187-197.

- Ballesteros, M. M., and Arroyo-Cabrales, J. (Eds.). (2002). Avances en los estudios paleomastozoológicos en México (Vol. 443). Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Ballesteros, M. M., And Rosales, V. H. R. (1994). Revisión de los équidos de la fauna Cedazo del Pleistoceno de Aguascalientes, México. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 11(1), 8.
- Bell, M. A., M. P. Travis, and D. M. Blouw. (2006). Inferring natural selection in a fossil threespine stickleback. *Paleobiology* 32:562–577.
- Cabrera, L. (2011). PALEOBIOLOGÍA DE LOS BISONTES PLEISTOCÉNICOS DE LA MIXTECA ALTA OAXAQUEÑA” (Tesis de licenciatura). Universidad del Mar Oaxaca, Puerto Escondido, Oaxaca, 1-73.
- Campos-Camacho, M. A. (2012). Los Équidos del Rancholabreano (Pleistoceno tardío) de la Fauna Local Viko vijin, Mixteca Alta Oaxaqueña, sur de México. Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Univesisda de Guadalajara, México, 100pp.
- Castillo-Cerón, J.M., Cabral-Perdomo, M.A., Carranza-Castañeda, O., 1996, Vertebrados fósiles del Estado de Hidalgo: México D.F., Universidad Autónoma de Hidalgo, 127 p.
- Carreño, A. L., and Montellano-Ballesteros, M. (2005). La Paleontología mexicana; pasado, presente y futuro. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57(2), 137-147.

- Castillo-Cerón, J.M., Cabral-Perdomo, M.A., Carranza-Castañeda, O. 1996 Vertebrados fósiles del Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México. 127 pp
- Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J., and Ponce, E. (2010). Effects of Pleistocene environmental changes on the distribution and community structure of the mammalian fauna of Mexico. *Quaternary Research*, 73: 464-473.
- Chandler, A. C. (1916). *A Study of the Structure of Feathers: With Reference to the Taxonomic Significance* (Vol. 13). University of California press.
- Challenger, A., and J., Soberon. (2008). Los ecosistemas terrestres, Capital natural de Mexico Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad: México, CONABIO. 87-108.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2012, Edad de Hielo. (23 de agosto de 2018). Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/edadHielo>
- Cruz-Muñoz, V. (2001). Catálogo de vertebrados fósiles del Centro Regional INAH de Puebla: Puebla, México, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Dixon, P. M. (1993). The radiological appearance of mandibular cheek teeth in ponies of different ages. *Equine Veterinary Education*, 5(6): 317-323.
- Díaz-Sibaja, R., Jiménez-Moreno, F. J., Palomino-Merino, R., Rosales, J. E. E., Lagunas-Rodríguez, Z., Arroyo-Cabrales, J., ... and Carbot-Chanona, G. (2020). A fossil *Bison antiquus* from Puebla, Mexico and a new minimum age for the Valsequillo fossil area. *Journal of South American Earth Sciences*, 103, 102766.

- Edmund, A.F., 1996: A review of the Pleistocene giant Armadillos (Mammalia, Xenarthra, Pamphathiidae).- En: STEWART, K.M., SEYMOUR, K.L. (eds), Palaeontology and Palaeoenvironments of Late Cenozoic Mammals: Tributes to the Career of C.S. (Rufus) Churcher. university of Toronto Press, Toronto, p. 300–321
- Ferrari, L., Orosco-Esquivel, T., Manea, V., and Manea, M. (2012). The dynamic history of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone. *Tectonophysics*, 122-149.
- Flores-Cruz, M., Santana-Lira, H. D., Martínez-Bernal, A., and Fraile, M. (2006). Morfología del Polen de Mimosa Serie Cuadrivales (Lemniferae, Mimosaoidae). *Acta botanica Mexicana* , 77: 1-13.
- France, D. L. (2008). Human and nonhuman bone identification: a color atlas. CRC Press, 142.
- Ferrusquía-Villafranca, I., Arroyo-Cabrales, J., Martínez-Hernández, E., Gama-Castro, J., Ruiz-Gonzales, 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.
- Ferrusquía-Villafranca, I., Arroyo-Cabrales, J., Johnson, E., and Polaco, O. J. (2017). Quaternary Mammals, People, and Climate Change: A View from Southern North America. Research Gate; unknow.
https://www.researchgate.net/publication/315512147_Quaternary_Mammals_People_and_Climate_Change_A_View_From_Southern_North_America.

- García-Ortega, P., and Belmonte Soler, J. (2008). Pinos (pinus) Características Botánicas y Distribución . *Unidad de Botanica*, (2): 139-142.
- Gillette, D. D., & Ray, C. E. (1981). *Glyptodonts of North America*.
- Góis Lima, F. (2013). Análisis morfológico y afinidades de los Pamphathiidae (Mammalia, Xenarthra) (Tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales Y Museo, La Plata, Argentina., 66-88.
- González-Guarda, E., Domingo, L., Tornero, C., Pino, M., Fernández, M. H., Sevilla, P., ... and Agustí, J. (2017). Late Pleistocene ecological, environmental and climatic reconstruction based on megafauna stable isotopes from northwestern Chilean Patagonia. *Quaternary Science Reviews*, 170, 188-202.
- Gonzales, S., Huddart, D., and Bennett, M. (2006). Valsequillo Pleistocene archeology and dating: Ongoing controversy in Central Mexico. *World Archaeology*., 38(4): 611-627.
- Gonzalez, S., and Huddart, D. (2008). The late Pleistocene human occupation of Mexico. In *Memoria de Simposio Internacional de FUMDHAM.*, 15-25.
- Green, J. L., Semprebon, G. M., and Solounias, N. (2005). Reconstructing the paleodiet of Florida *Mammot americanum* vi low-magnification stereomicroscopy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 223: 34-48.
- Gutiérrez, M., Sáenz, C., Cervigón, P., and Aránguez, E., (2001). Atlas y calendario polínico de la Comunidad de Madrid-Consejería de Sanidad. *Polen Atmosférico en la Comunidad de Madrid*, 57-202-

- Guenther, E. (1973): Einführung in die geologischen und paläontologischen Untersuchungen in Valsequillo. - In: Guenther, E. (ed.): Das Mexiko-Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Vol. VI, 1-20. – Franz Steiner Verlag. Wiesbaden.
- Guenther, E.W., Bunde, H., and Nobis, G. (1973). Das Mexico-project der Deutschen Forschungsgemeinschaft. VI. Geologische und Paläontologische Untersuchungen im Valsequillo bei Puebla (Mexiko). Franz Steiner Verlag. Wiesbaden, Germany.
- Hesse, M. (2010). Bonding single pollen grains together: ¿how and why? (pp. 3-13). Springer Vienna.
- Heine, K. (1976). Schneegrenzdepressionen, Klimaentwicklung, Bodenerosion und Mensch im zentralmexikanischen Hochland im jüngeren Pleistozän und Holozän. Zeitschrift für Geomorphologie/Supplement, 24:160-176.
- Herrera Flores, J. A. (2017). Investigaciones paleontológicas en el Valle de Puebla durante el siglo XX. Ciencia Ergo Sum, 12.
- Hillson, S. (2005). Teeth. Cambridge university press.
- Irwin-Williams, C. (1962). Preliminary report on archaeological investigations in the region of the Valsequillo Reservoir, Puebla, (Puebla), Report submitted to Departamento de Prehistoria, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 36 p. (For a copy of the report see <http://pleistocenecoalition.com/steen-mcintyre/index.html>.)
- Irwin-Williams, C. (1964). Preliminary report on investigations in the region of the Valsequillo Reservoir, 1964. Report on archaeological investigation in the region of the Valsequillo Reservoir, Puebla (Puebla), 1964. Report submitted to the Departamento de Prehistoria, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 36 p.

(For a copy of the report see <http://pleistocenecoalition.com/steen-mcintyre/index.html>.)

Irwin-Williams, C. (1966). Preliminary report on investigations in the region of the Valsequillo Reservoir, 1966. Report on archaeological investigation in the region of the Valsequillo Reservoir, Puebla (Puebla), 1966. Report submitted November 17, 1966 to the Departamento de Prehistoria, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 36 p. (For a copy of the report see <http://pleistocenecoalition.com/steenmcintyre/index.html>.)

Irwin-Williams, C. (1967a). Associations of Early Man with horse, camel, and mastodon at Hueyatenco, Valsequillo (Puebla, Mexico), p. 337-347. In Martin, P.S. and Wright, H.E. (eds), Pleistocene Extinctions, the Search for a Cause. Yale University Press, New Haven, Connecticut.

Irwin-Williams, C. (1967b). Comments on allegations by J.L. Lorenzo concerning archaeological research at Valsequillo, Puebla. Paleoindian Institute. Eastern New Mexico University Miscellaneous Publications, 7p.

Irwin-Williams, C. (1969). Comments on the associations of archaeological materials and extinct fauna in the Valsequillo region, Puebla, Mexico. American Antiquity, 34:82,83.

Irwin-Williams, C. (1978). Summary of archaeological evidence from the Valsequillo region, Puebla, Mexico, p. 7-22. In Browman, D.L. (ed.), Cultural Continuity in Mesoamerica, Mouton, London, UK.

Irwin, C. and Armenta Camacho, J. (1963). Report of Committee of Research, Humanities, p. 550-553. Yearbook 1963, January 1, 1963 - December 31, 1963, The American Philosophical Society, Philadelphia, Pennsylvania.

Jiménez-Hidalgo, E., Carbot-Chanona, G., and Castañeda-Posadas, C. (2015). El registro de mamífero fósiles de Puebla. El registro paleobiológico del estado de Puebla: Puebla de Zaragoza, México, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, 173-186.

Kurth, G. (1967). Implications of primate paleontology for behavior. Genetic diversity and Human Behavior. Chicago.

Kurtén, B. and Anderson, E., 1980: Pleistocene Mammals of North America.- 422 págs. Columbia university Press, New York.

Laurito, C. A., and Valerio, A. L. (2016). Camellos laminos del Mioceno tardío (henfiliano temprano) de la formación curré, San Gerardo de Limoncito, cantón de Coto Brus, provincia de punta-arenas, Costa Rica. Revista Geológica de América Central, 54, 7-55. <https://www.redalyc.org/journal/454/45445616001/html/>.

Ludlow-Wiechers, B., Almeida-Leñero, L., and Sugiura, Y. (2003). Palinomorfos del holoceno en la cuenca alta del Río Lerma, Estado de México, México. Botanical Sciences, (72), 59-105.

Louys, J., Meloro, C., Elton, S., Ditchfield, P., and Bishop, L. C. (2011). Mammal community structure correlates with arboreal heterogeneity in faunally and geographically diverse habitats: implications for community convergence. Global Ecology and Biogeography, 20: 717-729.

- López Plana, C., Pedro, A., Marc, B., Carretero Romay, A., Nacher García, V., López Béjar, M., and Ruberte París, J. (2010). Atlas de osteología de los mamíferos domésticos.
- Lozano-García, S., Correa-Metrio, A., and Luna, L. (2014). Analisis de la lluvia de polen moderna de la cuenca de México: una herramienta para la interpretación del registro fósil. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 66 (1): 1-10.
- Lozano-García, S., Sosa-Nájera, S., Sugiura, Y., and Caballero, M. (2005). 23, 000 yr of vegetation history of the Upper Lerma, a Tropical high-altitude basin in Central Mexico. Quaternary Research, 64: 70-80.
- Martínez-Hernández, E., Ludlow-Wieches, B., and Sánchez-López, M. (1980). Palinología y sus aplicaciones geológicas: cuenca carbonífera de Fuentes-Rio Escondido . Coahuila: Comisión Federal de Electricidad; ediciones del Sector Eléctrico, 16-65.
- Martin, A. C. and Harvey, W. J. (2017), The Global Pollen Project: a new tool for pollen identification and the dissemination of physical reference collections. Methods Ecol Evol, 8: 892–897. doi:10.1111/2041-210X.12752.
- McDonald, J. N., Lammers, G. E., and Emry, R. J. (2002). Bison antiquus from Kenora, Ontario, and notes on the evolution of North American Holocene Bison. Smithsonian Contributions to Paleobiology, 93, 83-97.
- Metcalf, S. F., O'Hara, S., Caballero, S., and Davies, S. (2000). Records of Late Pleistocene-Holocene Climatic Change in Mexico. Quaternary Science Reviews, 19: 699-721.

- Metcalfe, N. B., Van Leeuwen, T. E., and Killen, S. S. (2016). Does individual variation in metabolic phenotype predict fish behaviour and performance?. *Journal of fish biology*, 88(1), 298-321.
- Montellano-Ballesteros, M. (1991). Panorama de las faunas pleistocénicas de vertebrados de México, en convención sobre la evolución geológica de México. Universidad Autónoma del Estado de Pachuca. México, 123-125.
- Nacarino-Meneses, C., Jordana, X., and Köhler, M. (2016). Nacarino-Meneses First approach to bone histology and skeletochronology of *Equus hemionus*. *Comptes Rendus Palevol.*, 15(1-2): 267-277.
- Ohngemach, D., and Straka, H. (1973). Beiträge zur Vegetations-und Klimageschichte im Gebiet von Puebla-Tlaxcala: Pollenanalysen im Mexiko-Projekt: Anhang, Synopse der spät-und postglazialen Landschaftsentwicklung im zentralmexikanischen Hochland. F. Steine.
- Olsen, S. J. (1972). Osteology for the Archeologist: No: 3: The America Mastodon and the Woolly Mammoth . *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology* , 56.
- Pérez-Crespo V. A., Arroyo-cabrales, J., and Santos-Moreno, a. (2008). Generalidades de los Mamíferos del Pleistoceno Tardío de Oaxaca. *Naturaleza y Desarrollo.*, 6(2):95.
- PERVEEN, A., and QAISER, M. (1999). Pollen Flora of Pakistan-XV Geraniaceae. *Turkish Journal of Botany*, 23(4), 263-270.
- Perry, J. (1991). *The pines of Mexico and Central America*. Timber Press. Portland, Oregon.

231 pp

- Pichardo, M. (1997). Valsequillo biostratigraphy: new evidence for Pre-Clovis date. *Anthropologischer Anzeiger.*, 233-246.
- Pickford, M., Morales, J., and Soria, D. (1995). Fossil camels from the Upper Miocene of Europe: implications for biogeography and faunal change. *Geobios*, 28(5), 641-650.
- Pichardo, M. (2000). Valsequillo biostratigraphy III: Equid ecospecies in paleoindian sites. *Anthropologischer Anzeiger*, 275-298.
- Ramírez García, M. G. (2016). Cartografía geológica en el área de Temalac en los estados de Puebla y Guerrero.
- Ramírez-Cruz G.A. (2011). Descripción de dos gliptodontes (Mamalia: Xenarthra) del Pleistoceno Tardío de los Estados de Tamaulipas y Tlaxcala, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México D.F. 123 pp.
- Raymond, K.A., Prothero, D.R. (2011). Did climate changes affect size in Late Pleistocene Bison?. *Fossil Record 3. New México of Natural History and Science Bulletin* 53 pp 636-640
- Priego-Vargas, J., Bravo-Cuevas, V. M., and Jimenez-Hidalgo, E. (2017). Revisión taxonómica de los équidos del Pleistoceno de México con base en la morfología dental. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 20(2): 239-268.
- Ricardi-Branco, F., Pereira, S. Y., Souza, M. M., Santiago, F., Pereira, P. B., Branco, F. C., and Molina, K. (2015). Relationships among subaquatic environment and

- leaf/palinomorph assemblages of the Quaternary Mogi-Guaçú River alluvial plain, Brazil. *Environmental Management of River Basin Ecosystems* , 667-705.
- Sánchez Salinas, M., Jiménez Hidalgo, E., and Castañeda Posadas, C. (2016). Mamíferos fósiles del Pleistoceno tardío (Rancholabreano) de San Mateo Huexoyucán, Tlaxcala, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68(3): 497-514.
- Sainz-Reséndiz, B. A. (2011). Descripción e identificación de maderas del Paleógeno de San Juan Atzingo, Puebla, México (Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores, Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF, México).
- Sánchez-González, A. (2008). Una visión actual de la diversidad de la diversidad y distribución de los pinos en México. *Maderas y bosques*, 14(1): 107-120.
- Savage, D. E. (1951). Late Cenozoic Vertebrates of the San Francisco Bay region. University of California Publications, *Bulletin of the Department of Geological Sciences.*, 28: 215-314.
- Scillato-Yané, G.J., Carlini, A.A., Tonni, E.P. and Noriega, J.I., 2005: Paleobiogeography of the late Pleistocene pampatheres of South America.- *Journal of South American Earth Sciences*, 20: 131–138.
- Schmid, E. (1972). Atlas of animal bones: for prehistorians an Quaternary geologist. Elsevier. Amsterdam. 153.
- Sears, P. B. (1952). Palynology in southern North America I. Archeological horizons in the basins of Mexico. *Geological Society of America Bulletin* , 63(3): 241-254.

- Sisson, J. D., and Grossman, R. G. (1978). *Anatomía de los animales domésticos* (Vol. 1). Madrid, España., España: Salvat Editores.
- Skinner, M. F., and Kaisen, O. C. (1947). The fossil Bison of Alaska and preliminary revision of the genus. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 89, 123– 256
- Smith, M. (2001). *An ethics of place: Radical ecology, postmodernity, and social theory*. Suny Press.
- Spicer, R. A. (2000). Leaf physiognomy and climate change. *Biotic response to global change the last*, 145: 244-264.
- Steen-McIntyre, V., Fryxell, R. and Malde, H. E. (1981). Geologic evidence for age of deposits at Hueyatenco archeological site, Valsequillo, Mexico. *Quaternary Research*, 16(1), 1-17.
- Stevens, R. E., Metcalfe, S. E., Leng, M. J., Lamb, A. L., Sloane, H. J., Naranjo, E., and González, S. (2012). Reconstruction of late Pleistocene climate in the Valsequillo Basin (Central Mexico) through isotopic analysis of terrestrial and freshwater snails. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 319: 16-27.
- Straka, H., and Ohngemach, D. (1978). Late Quaternary vegetation history of the Mexican highland. In *Woody plants—evolution and distribution since the Tertiary*. Springer, Vienna., 115-132.
- Tong, H. W., Chen, X., and Zhang, B. (2017). New fossils of *Bison palaeosinensis* (Artiodactyla, Mammalia) from the steppe mammoth site of Early Pleistocene in Nihewan Basin, China. *Quaternary International*, 445, 250-268.

- Tovar, R.E., Sedov, S., Solís, B., Solleiro, E., (2013). Dark humic alluvial paleosols in central and southern Mexico: micromorphological indicators of late Pleistocene megafauna habitats: Spanish Journal of Soil Science 3, 217-235.
- Van Wichelen, J., Camelbeke, K., Chaerle, P., Goetghebeur, P., and Huysmans, S. (1999). Comparison of different treatments for LM and SEM studies and systematic value of pollen grains in Cyperaceae. Grana, 38(1), 50-58.
- Villegas, G. R. (2016). Palinología de Especies de Asteraceae del Archipiélago de Juan Fernández. Boletín Museo Nacional de Historia Natural, 65, 265-277.
- Velascos de León, M. P., Arellano-Gil, J., Silva-Pineda, A, and Yasmin Guarberos, S. (2007). Aspectos geológicos y paleontológicos. En I. L. In, J., & E. D., Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana (págs. 2ª ed: 25-38). México, D F. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza e instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México.
- Von den Driesch, A. (1976). A guide to the measurement of animal bones from archeological sites: as developed by the Inst. Für Palaeoanatomie, Domestikationsforschung U. Geschichte d. Tiermedizin of the Univ. of Munich. Peabody Museum Press., (1): 1-98.
- Zazula, G. D., MacPhee, R. D., Southon, J., Nalawade-Chavan, S., Reyes, A. V., Hewitson, S., and Hall, E. (2017). A case of early Wisconsinan “over-chill”: New radiocarbon evidence for early extirpation of western camel (*Camelops hesternus*) in eastern Beringia. Quaternary Science Reviews, 171, 48-57.